



# Slutrapport - Hinder och drivkrafter för industriellt anläggningsbyggande

---

Per Erik Eriksson, Henrik Szentes, Thomas Olofsson och Ove Lagerqvist  
Avdelningen för Byggkonstruktion och –produktion  
Luleå tekniska universitet

## Sammanfattning

På uppdrag av Produktivitetskommittén har denna studie undersökt vilka hinder och drivkrafter som finns för att öka industriellt anläggningsbyggande, med fokus på infrastrukturprojekt. Studien inkluderade en multipel fallstudie av 3 pågående anläggningsprojekt, samt en enkätstudie. Studien visar att industriellt anläggningsbyggande är mycket mer än bara prefab. Andra viktiga beståndsdelar i industriellt anläggningsbyggande är att planera för rationell produktion för att på så sätt öka förutsägbarheten och minska olika typer av slöseri, upprepning och standardisering för att uppnå stordriftsfördelar och inlärningseffekter, automatisering i form av ökad maskinanvändning för att öka tidseffektivitet och förbättra arbetsmiljön, integrerad produktion och projektering för förbättrad byggbarhet samt erfarenhetsutbyte mellan projekt för att öka långsiktigt lärande.

Drivkrafterna till industriellt anläggningsbyggande är enligt studien nästan uteslutande relaterat till inre effektivitet (dvs ”göra saker rätt”) i form av ökad produktivitet för att spara tid och pengar. I andra branscher är begreppet yttre effektivitet, som handlar om att ”göra rätt saker”, minst lika viktigt för att skapa uthållig konkurrenskraft. Utmaningen är att implementera industriellt byggande på ett sådant sätt att vi ökar processfokus och de fördelar detta för med sig för den inre effektiviteten utan att minska flexibiliteten och kundanpassningen och därmed den yttre effektiviteten. Exempel på stora hinder till industriellt anläggningsbyggande är detaljspecificerade utförandeentreprenader, konservativ kultur, fokus på lägsta pris vid anbudsutvärderingar, trafikverkets normer och regler, planförfarandet, samt brist på storskalighet och upprepningseffekter på grund av uppstyckade upphandlingar.

Studien tyder på att drivkrafter och hinder som ligger i det omgivande samhället, dvs helt utanför projektaktörernas kontroll, är begränsade. Därför har projektaktörerna makten och möjligheten att självständigt implementera industriellt anläggningsbyggande. Beställaren bör skapa förutsättningar, incitament och möjligheter för de andra aktörerna att delta och samverka i utvecklingsarbetet. Konsulterna får inte skapa för stora begränsningar avseende lösningar i projekteringsskedet och behöver samarbeta närmare med entreprenörerna för att förbättra byggbarheten i de framtagna tekniska lösningarna. Entreprenörerna bör driva implementeringen av industriellt anläggningsbyggande genom att använda sin utförarkompetens redan i design och planeringsskeden. Materialleverantörer bör utveckla prefabricerade komponenter och byggdelar, i samråd med övriga aktörer

Implementeringen av industriellt byggande kan ses som en processinnovation som i sin tur främjas av innovationer relaterade till organisations- och kontraktsformer. Nya samverkans-, kontrakts-, och ersättningsformer där viktiga aktörer upphandlas tidigt och samverkar i projekteringen och delar ekonomiska incitament som baseras på hela projektets resultat snarare än resultatet i enskilda kontrakt skulle främja industriellt byggande och innovation. Längre kontrakt som löper över flera projekt och som kanske även inkluderar drift och underhåll under flera år ger också incitament till investeringar i utveckling och innovation eftersom investeringen kan löna sig i ett längre perspektiv än

det enskilda projektet. I ett sådant scenario kan processinnovationen industriellt byggande i ett andra steg sedan leda till produktinnovationer där entreprenadföretag tar fram egna modeller och plattformar. Detta skulle också kräva en attitydförändring där Trafikverket blir mer öppna för leverantörers förslag på nya lösningar som inte är föreskrivna i normer och regler. På så vis kan byggbranschen gå från en innovationskultur där kunden är drivande till en mer leverantörsdriven innovation, vilket är mer vanligt i andra branscher. Det är därmed viktigt att inte ha ett för snävt processfokus på industriellt anläggningsbyggande som endast fokuserar på inre effektivitet utan istället anamma ett bredare innovationsfokus som även inkluderar yttre effektivitet.

## Inledning

Det råder ett stort förändringstryck på bygg- och anläggningsindustrin, dels från det omgivande samhället som efterfrågar implementering av lärdomar och best practice från andra branscher (Bresnen mfl, 2005) och dels från branschen i sig själv. Samhället påverkas i hög grad av byggbranschens arbete och dess slutprodukter samtidigt som branschens aktörer initierat utvecklingsarbete för att anpassa sig till förändrade förutsättningar i samhället och i branschen. Nya standardkontrakt (AB04, ABT06, ABK09), nya upphandlings- och samarbetsformer, EU-direktiv inom flera områden samt införandet av Eurocodes, ökad användning av utländsk arbetskraft, fler utländska byggentreprenörer aktiva i Sverige, teknisk utveckling av IT-verktyg (tex BIM) samt ökad direktimport av byggvaror är exempel på förändringar och trender i branschen. Förändringstrycket har resulterat i utveckling och implementering av alternativa arbetssätt och ledningsmetoder som till exempel partnering, lean production och industriellt byggande. Implementeringen av dessa kan dock innebära svårigheter och problem med rådande kultur och regelverk, som måste hanteras.

I enlighet med ett uppdrag utfärdat av Produktivitetskommittén har denna studie undersökt vilka hinder och drivkrafter som finns för att öka det industriella byggandet i anläggningssektorn, med fokus på infrastrukturprojekt. Som stöd för en bred men ändå förhållandevis djup studie formulerades sex forskningsfrågor:

- 1) Vad är ett industriellt anläggningsbyggande, vilka viktiga beståndsdelar ingår i begreppet?
- 2) Vilka drivkrafter finns till industriellt anläggningsbyggande?
- 3) Vilka hinder finns till industriellt anläggningsbyggande?
- 4) Vilken/vilka aktör(er) är mest lämpade att driva utvecklingen av industriellt anläggningsbyggande?
- 5) Vilka element/byggedelar bör man i första hand börja standardisera eller prefabricera vid implementeringen av industriellt anläggningsbyggande?
- 6) Hur påverkas implementeringen av industriellt anläggningsbyggande av olika kontrakts- och upphandlingsformer?

## Metod

Projektgruppen vid LTU bestod av: Docent Per Erik Eriksson (projektledare), Doktorand Henrik Szentes, Professor Thomas Olofsson, och Professor Ove Lagerqvist. Studiens datainsamling utfördes genom en multipel fallstudie av 3 pågående anläggningsprojekt, samt en enkätstudie riktad till branschfolk med intresse av industriellt byggande. Syftet var främst att få ett brett perspektiv, från flera respondenter i flera projekt. Vi ville också jämföra projekten och analysera likheter och skillnader i industriellt byggande, samt hur förutsättningar, som till exempel projekttyp, kontrakts- och upphandlingsformer påverkat implementeringen av industriellt anläggningsbyggande. Tre fallstudieprojekt valdes ut som omfattar både väg- och järnvägsentreprenader med tre olika huvudentreprenörer för att få flera leverantörers syn på industriellt anläggningsbyggande. Projekten är upphandlade som utförandeentreprenader, förutom att ingående broar hanteras som (styrd) totalentreprenad. Storleken på projekten varierar mellan 0,5-1 Mdr. "Normala" anläggningsprojekt valdes ut och inte några pilotprojekt inom industriellt byggande. Respondenterna anses därför inte mer kunniga och erfarna inom industriellt byggande än andra aktörer i branschen. Angreppssättet har både fördelar och nackdelar. En fördel är att fallstudieprojekten och respondenterna kan illustrera som exempel på vanliga observationer snarare än unika. En nackdel är att vi inte fångar Best Practice eftersom vi inte valt ut experter eller framgångsprojekt.

Inom varje fallstudieprojekt intervjuades beställarens projektledare (B), huvudentreprenörens projektledare (E), samt projekteringsledaren (K) för att få ett brett perspektiv på industriellt anläggningsbyggande. Sammanlagt genomfördes 8 intervjuer eftersom beställarens projektledare och projekteringsledaren var en och samma person i ett av projekten. Intervjuerna delades upp i två delar, dels en generell del som handlade om respondenternas åsikter om olika aspekter av industriellt byggande i anläggningsbranschen som helhet, och dels en projektspecifik del där respondenterna fick ge sin syn på hur olika aspekter av industriellt byggande fungerade i deras pågående projekt. Intervjuerna var av öppen och explorativ karaktär. Respondenterna fick därmed stor frihet och möjlighet till egna tolkningar och reflektioner utan att styras av i förväg fastställda frågeformuleringar och svarsalternativ.

De explorativa fallstudieintervjuerna med ett mindre antal respondenter kompletterades med en enkätstudie med styrda svarsalternativ. Resultaten från fallstudierna låg till grund för enkätdesignen. För att fånga åsikter från respondenter med explicit intresse för, kunskap om och erfarenhet av industriellt anläggningsbyggande så skickades enkäten ut till de industrierepresentanter som var inbjudna och/eller anmälda till Produktivitetsskommitténs seminarium 11 okt 2011 om industriellt anläggningsbyggande. Enkäten besvarades av 33 (av 52 möjliga) respondenter: 4 (av 6) beställare, 14 (av 19) konsulter och 15 (av 27) entreprenörer. Enkäten presenterade förutbestämda svarsalternativ kopplade till endast tre frågor: 1) Hur viktiga är nedanstående beståndsdelar/ingredienser i industriellt anläggningsbyggande? 2) Hur stora är nedanstående hinder till ökat industriellt anläggningsbyggande? 3) Generellt sett, hur lämpliga är nedanstående produkter/element/byggnadsdelar att förtillverka, prefabricera och/eller standardisera?

Frågorna besvarades med hjälp av 5-gradiga intervallskalor:

1=Inte så viktigt (Fråga 1), Inte så stort (Fråga 2), Inte så lämpligt (Fråga 3)

2=Ganska viktigt, Ganska stort, Ganska lämpligt

3=Viktigt, Stort, Lämpligt

4= Mycket viktigt, Mycket stort, Mycket lämpligt

5=Extremt viktigt, Extremt stort, Extremt lämpligt

## Empiriska resultat – generella frågor

### **Vad innebär industriellt anläggningsbyggande, vilka är begreppets beståndsdelar?**

Respondenterna i fallstudierna hade funderat olika mycket på detta begrepp, vissa kände sig familjära med det och verkade bekväma med att både tänka och diskutera utifrån detta begrepp i deras yrkesroll, medan andra var mer osäkra och ovana med begreppet och dess innehåll. Tre olika beståndsdelar i industriellt anläggningsbyggande nämndes av flera respondenter: förtillverkning/prefab nämndes av 5st, effektiv/rationell produktion av 5st, samt upprepning och standardisering av 3st. De personer som kändes mer familjära med begreppet nämnde i första hand rationell produktion och upprepningseffekter. Rationell produktion är ju i sig ett brett begrepp men respondenterna var här inne på planering och att ge entreprenören förutsättningar för ökad förutsägbarhet och bättre flöde i produktionen för att minska olika typer av slöseri. Upprepning och standardisering gäller både processer/metoder och produkter/komponenter för att kunna återanvända arbetsätt samt serietillverka tekniska lösningar, allt behöver inte vara unikt.

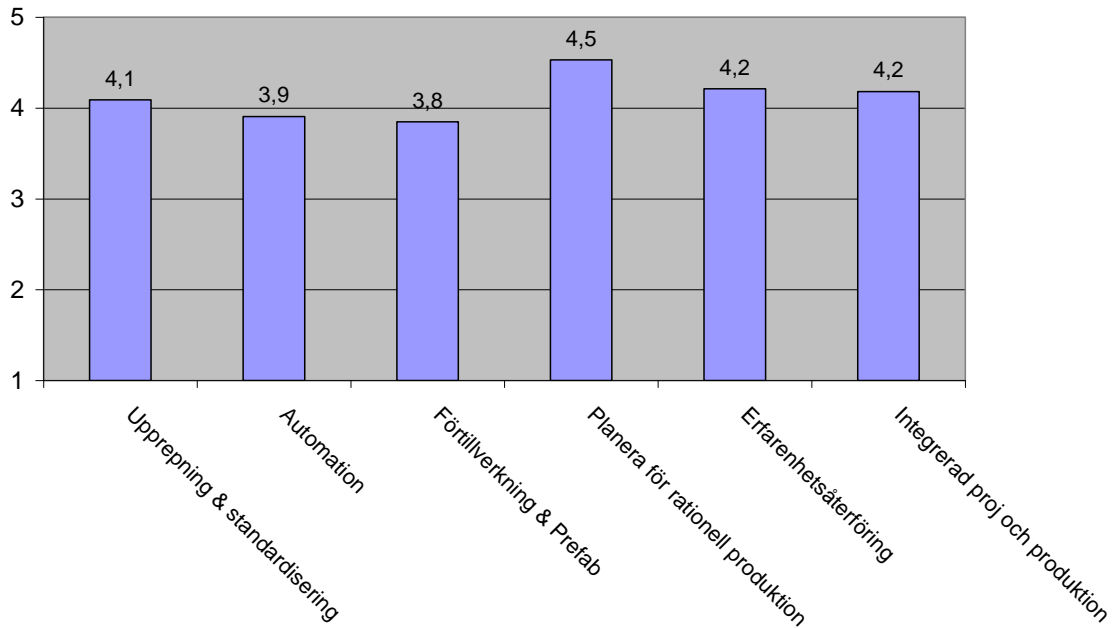
De respondenter som var lite mindre insatta i begreppet industriellt byggande och behövde lite betänketid nämnde i första hand prefab och förtillverkning. Ett målande exempel på detta är: ”(skratt) – Jag har väl inte funderat så mycket på det.....men ska jag säga nånting så säger jag att man förproducerar nånting, typ prefabelement som man sedan monterar” (E). När det gäller prefab så handlar det om att flytta timmar från arbetsplatsen, för att uppnå mindre störningar och avstängningar och därmed kortare total tid. En respondent menar att prefab blir extra viktigt och lämpligt i underjordsarbeten som tex tunnlar där det är trångt och svårt att platsbygga. ”Ska du göra nånting på plats där nere kostar det dubbelt så mycket än om du gör det någon annanstans” (E).

Automation i form av ökad maskin användning nämndes bara av en respondent, som kopplade det till arbetsmiljöaspekter: ”vi ska naturligtvis använda de mest effektiva hjälpmedel och maskiner som finns för ändamålet, inte slita på människor i onödan” (E).

En respondent föreslog jämförelser med lean produktion i bilbranschen men en annan varnade för att sådana härmningar inte är helt lämpliga: ”Det finns ett gäng som går runt och pratar om industriellt byggande och tror att allt blir bättre om vi börjar apa efter Toyotas sätt att bygga bilar, och det tycker jag är in i helvete korkat” (B). Denna respondent sätter fingret på en viktig aspekt och det är att det industriella tänk och det processperspektiv som industriellt byggande baseras på måste anpassas efter de förhållanden och förutsättningar som råder i byggbranschen.

För att undersöka hur viktiga olika beståndsdelar i industriellt anläggningsbyggande är undersöktes denna aspekt även i enkätundersökningen. Förutom prefab/förtillverkning, upprepning/standardisering, rationell produktion, samt automation innehöll enkätens förutbestämda svarsalternativ även erfarenhetsåterföring samt integrerad projektering och produktion. De två sistnämnda alternativen togs med eftersom även dessa nämndes i fallstudierna som relevanta aspekter när man implementerar industriellt byggande. Resultatet av enkätstudien presenteras nedan i tabell 1.

**Tabell 1: Beståndsdelar i industriellt anläggningsbyggande**



Tabell 1 visar att alla sex beståndsdelar ansågs vara mycket eller extremt viktiga (medelvärden 3,8-4,5). ”Planera för rationell produktion” (4,5) anses vara den viktigaste beståndsdel i industriellt anläggningsbyggande. Förtillverkning och prefab är den beståndsdel som får lägst medelvärde, men 3,8 motsvarar alltså strax under ”mycket viktig” så slutsatsen är att alla dessa sex beståndsdelar är mycket viktiga och de flesta entreprenörer tycker att ”planera för rationell produktion” är en ”extremt viktig” beståndsdel.

Spridningen, i termer av standardavvikelse (ca 0,6-0,9), är ganska låg vilket indikerar att respondenterna är ganska överens och har liknande åsikter om vad industriellt byggande är för något och vilka viktiga beståndsdelar som ingår i begreppet. I fallstudierna känns det som bilden var mer splittrad mellan olika respondenter jmf med i enkätstudien. Detta kan dels bero på att enkätmetoden ju ger definierade förslag medan fallstudierna var explorativa, dels på att respondenterna i enkäten var personer som var inbjudna till Produktivitetskommitténs seminarium och därmed representerade en mer homogen kunskap om industriellt anläggningsbyggande än många andra personer i branschen. En annan skillnad jämfört med fallstudierna är att förtillverkning & prefab enligt

enkätresultaten inte har en avgörande betydelse samt att automation anses vara ungefär lika viktigt som de andra beståndsdelarna.

Respondenterna fick även själva föreslå andra viktiga beståndsdelar och några exempel som föreslogs är: gemensamma plattformar för informationsutbyte, brett engagemang av många olika viktiga aktörer inkl materialleverantörer, serieköp/centrala upphandlingar av större volymer av liknande objekt, samt incitamentsavtal - speciellt sådana som inkluderar konsulter.

### **Vilka drivkrafter finns till att implementera industriellt anläggningsbyggande?**

I fallstudieintervjuerna framkom det tydligt att industriellt anläggningsbyggande främst ses som ett sätt att öka produktiviteten för att spara tid och pengar i byggprojekt. Hela 7 av de 8 respondenterna nämnde ökad produktivitet/effektivitet för att spara tid och pengar som främsta drivkraft. Det fanns dock andra förslag på drivkrafter som nämndes av enstaka respondenter.

Öka branschens attraktivitet kan vara en drivkraft om industriellt anläggningsbyggande ses som en positiv utveckling av en konservativ bransch med problem avseende utveckling och förnyelse. En entreprenör uttryckte det som att ”det finns en önskan om att få visa att byggbranschen inte är rutten” (E).

Individuella drivkrafter nämndes också. Enskilda individer driver implementeringen i sina projekt för att de är engagerade och tycker det är kul med utveckling. ”Projektchef och projektledare driver frågan på projektnivå och det är individberoende, mycket handlar om individuell intresse” (B).

Från entreprenörernas perspektiv kan även brist på arbetskraft vara en drivkraft. Mer prefab och mindre platsbyggnation minskar helt enkelt den egna personalåtgången. Ett exempel som nämndes var att bristen på armeringskompetens är en drivkraft för att öka förtillverkningen av armering som är färdig att bara lägga i konstruktionen.

Förbättrad kvalitet nämndes av två personer, men de verkade lite osäkra på om detta verkligen var en viktig drivkraft: ”kanske kan man få bättre kvalitetskontroll” (E).

Ökad förutsägbarhet nämndes som drivkraft eftersom det ger en minskad osäkerhet och ökad tydlighet. ”Det är en mall som man följer för att förenkla och göra det tydligt för alla vad/hur de ska göra” (B). ”Man använder färdiga plattformar – metod, mtrl, leverantörer, logistik – allt är klart från dag 1” (E).

Även en förbättrad miljö nämndes av två respondenter. Miljön ses då i vid mening och inkluderar minskade utsläpp och resursåtgång samt mindre störningar för omgivningen och 3:e man.

### **Vilka hinder finns till att implementera industriellt anläggningsbyggande?**

Till skillnad från drivkrafter, där endast aspekten ökad effektivitet/produktivitet för att spara tid och pengar nämndes av flertalet respondenter, så beskrevs flera viktiga hinder av flera respondenter. Trafikverkets normer och regler samt planförfarandet, (6 respondenter), anses utgöra hinder för leverantörerna att komma med egna nya lösningar men flera anser också att situationen har blivit bättre även om den fortfarande är problematisk. ”Trafikverket har varit fantastiskt stelbenta, men det börjar bli bättre” (K). ”Trafikverket är lite konventionella och skeptiska till obeprövade lösningar, deras bestämmelser styr mycket” (E). ”Trafikverkets sätt att ställa krav gör att entreprenörerna har gett upp, de har inte något att konkurrera med, inget utrymme för egna lösningar” (B).

Ett annat viktigt hinder, som nämndes av 6 respondenter, är konservativ bransch där individer är fast i gamla hjulspår. Ett par personer (B och E) menar att svenska aktörer är mer konventionella än utländska konkurrenter och att internationella aktörer med stor verksamhet i många länder har ett mer industriellt tankesätt, de har kommit längre och är mer öppna för utveckling. Dessa stora aktörer har även interna design- och teknikavdelningar som kan stödja entreprenörens projektpersonal. Vid utveckling och design av nya tekniska lösningar behöver inte entreprenören anlita en timdebiterande konsult för att avgöra om ett nytt alternativ är lämpligt eller inte. Sådan intern kompetens minskar risken för entreprenörens projektledare jämfört med att betala externa aktörer för arbeten som kanske inte leder till något.

Brist på upprepning nämndes av 4 respondenter. Det är svårt att uppnå de stordriftsfördelar som krävs för att utveckling av nya lösningar ska löna sig i ett enskilt projekt. ”Vi är som ett cirkussällskap som reser runt och slår upp vårt tält på olika ställen och sedan är det ny publik och nya aktörer varenda gång vi träffas och nya förutsättningar för hur vi ska sätta upp vårt tält” (E). Utvecklingsinsatsen måste löna sig redan i befintligt projekt, dels eftersom man inte vet om den kan användas i kommande projekt som har andra förutsättningar och dels eftersom lösningen därefter blir känd för alla som då kan härma den.

Fyra respondenter ansåg att utförandeentreprenad utgör ett hinder. Traditionell generalentreprenad gör att utvecklingen hänger på beställare och konsulter vilket inte är tillräckligt, eftersom entreprenörens utförarkompetens inte kan utnyttjas i projekteringsskedet. Vidare så ökar traditionella upphandlings- och kontraktsformer entreprenörernas fokus på kortsiktiga investeringskostnader medan fokus på livscykelkostnader blir litet, vilket minskar innovationsviljan. Därför bör andra kontraktsformer utvecklas som främjar långsiktighet och helhetsperspektiv: ”Funktionsansvar och ibland driftsansvar torde premiera innovativ entreprenör” (E). Ett faktum som ytterligare spär på problemet är att entreprenören inte alltid välkomnas att föreslå förbättringar och alternativa lösningar i upphandlingsskedet: ”Ibland skriver beställaren att de inte är intresserade av sidoförslag i upphandlingen, detta är frustrerande när entreprenören känner att det inte är den bästa lösningen som tagits fram” (E).

Sämlre estetik skulle kunna utgöra ett hinder enligt 2 respondenter, eftersom standardisering och prefabricering kan leda till monotona och arkitektoniskt tråkiga



lösningar. ”Industriellt byggande kan försämra estetik, standard prefabbroar på 70-80-talen såg för jävligt tråkiga ut, men ett projekt med 50 broar och 50 olika brolösningar är inte heller korrekt” (K). Men det finns lösningar på detta dilemma. En respondent föreslog ett system som finns i vårt grannland: ”i Finland finns det en slags estetikklassificering som styr kraven på estetik beroende på geografiskt område” (B).

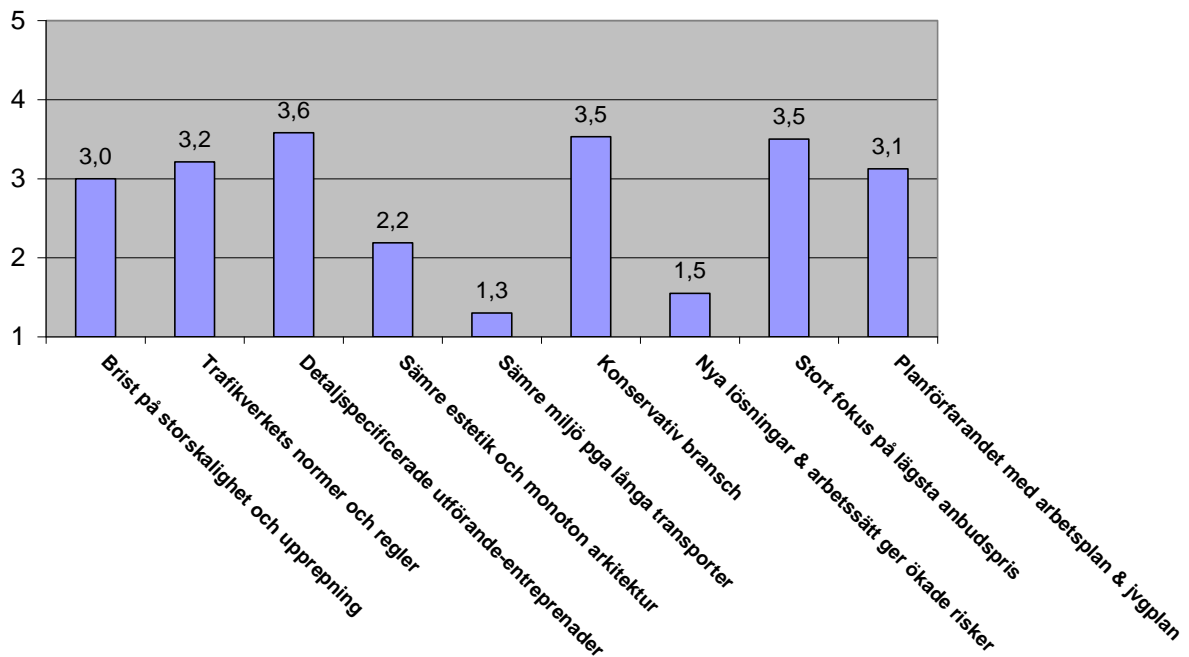
Brist på processtänk nämndes av 2 respondenter. Byggbranschens projektbaserade karaktär ger naturligt fokus på unikheter och kortsiktighet istället för på synergier och långsiktig utveckling. ”Varje projekt ses som unikt och en enskild enhet istället för en del i en lång process, varenda platschef vill uppfinna hjulet själv” (E).

Kortsiktigt ökad risk nämndes av 2 respondenter. Utveckling av nya angreppssätt kan utgöra ökade risker för okända konsekvenser. ”Nya lösningar innebär högre risker och svårigheter att kalkylera kostnaden” (E).

En respondent reagerade över att prefab ibland riskerar att leda till sämre miljö, pga långa transporter. ”Färdigbockad armering från tyskland spar tid och pengar men transporterna är dåliga för miljön” (K). Detta nämndes dock mer som en tankeställare än som ett reellt hinder.

Eftersom fallstudierna gav en något spretig bild över hindren till industriellt anläggningsbyggande så inkluderades även denna fråga i enkätstudien, se tabell 2.

**Tabell 2: Hinder till industriellt anläggningsbyggande**



Även enkätstudien ger en något spretig bild när det gäller hinder till industriellt anläggningsbyggande. Enkäten presenterade 9 alternativa hinder, där flera anses vara viktiga eller till och med mycket viktiga, tex detaljspecificerade utförandeentreprenader

(3,6), konservativ bransch (3,5), och stort fokus på lägsta anbudspris (3,5). Andra hinder anses inte vara så viktiga, tex sämre estetik och monoton arkitektur (2,2), sämre miljö pga långa transporter (1,3) och att nya lösningar och arbetssätt ger ökade risker (1,5).

När det gäller denna fråga går också respondenternas meningar isär, endast två hinder har en standardavvikelse under 1,0 (sämre miljö pga långa transporter och att nya lösningar och arbetssätt ger ökade risker). Respondenterna är därmed mest ense om vilka två hinder som anses vara minst viktiga. För de viktigare hindren är åsikterna mer skilda. Oenigheten syns också om man analyserar skillnader i medelvärden mellan olika typer av aktörer. För två hinder är till och med skillnaderna statistisk signifikanta. Entreprenörerna tycker att ”detaljspecificerade utförandeentreprenader” är ett mycket stort hinder (4,1) medan konsulter inte tycker att det är lika stort (2,9), (beställarna 3,8). Skillnaderna är liknande för hindret ”Planförfarandet med arbetsplan och järnvägsplan”, där entreprenörerna har medelvärde 3,9 och konsulterna har 2,3. Skillnaderna är också påtagliga men inte statistiskt signifikanta för hindret ”Brist på storskalighet och upprepning” där konsulterna har medelvärde 3,4, entreprenörerna har 2,8 och beställarna bara 2,3. Skillnaderna är också påtagliga men inte statistiskt signifikanta för hindret ”Stort fokus på lägsta anbudspris” som entreprenörerna tycker är ett stort hinder (3,8) och även konsulterna med 3,4, men inte beställarna som bara har 2,3. Att skillnaderna inte blir signifikanta när det är beställarna som har en avvikande mening är inte så konstigt eftersom enkätstudien endast inkluderar 4 svar från beställarna. Eftersom de är så få är det inte så relevant att analysera beställarna som en egen grupp.

Respondenterna fick även själva föreslå andra stora hinder, och några exempel som föreslogs var: kunskapen om en industrialiserad tillverkningsprocess är så låg att tidig planläggning och senare projektering hindrar tillämpning av angreppssättet, brist på incitament för innovation och nytänkande, samt brist på skydd av immateriella rättigheter för innovativa lösningar, särskilt för icke-vinnande anbudsförslag.

### **Vem bör driva implementeringen av industriellt anläggningsbyggande?**

I fallstudierna var respondenterna ganska överens om att det är entreprenören som måste driva implementeringen av industriellt byggande, 7 respondenter ansåg detta. ”Entreprenören har bäst helhetsbild medan Trafikverket saknar kostnadsuppfattning och utförarkompetens” (B). Särskilt vid totalentreprenader kan entreprenören driva denna implementering, men deras situation försvåras vid generalentreprenad.

Flera respondenter anser att beställaren har en huvudroll och nämner hur viktigt det är att beställaren skapar förutsättningar för de andra aktörerna. Men bara 2 respondenter ansåg att beställaren är den som därigenom ska driva implementeringen. ”Det går inte utan beställaren eftersom denne styr i förprojektering och normer, men beställaren driver inte frågan idag” (E). ”Beställaren måste vara mer lyhörda och öppna för okonventionella lösningar och lita på entreprenörernas förslag” (E).

Ingen respondent ansåg att konsulterna kan driva implementeringen även om de har en viktig roll i den. ”Även projektörer måste vara med, men de driver inte, beställaren måste styra projekteringen om det är utförandeentreprenad så att konsulter inte bygger in för

många begränsningar” (E). En respondent menade till och med att konsulter kan hindra utvecklingen: ”konsulter/arkitekter kan vara motståndare till industriellt byggande pga arkitektoniska aspekter samt att konsulter tjänar på att ta fram nya och unika lösningar hela tiden till varje projekt” (B). En konsult menade också att det inte finns någon naturlig och logisk drivkraft hos konsulterna: ”incitamentet hos konsulter för att utveckla industriellt byggande är obefintligt” (K).

Endast 2 respondenter nämnde att även materialleverantörerna kan vara viktiga i industriellt byggande men att de inte har någon huvudroll idag. ”Litet intresse från prefab-industrin att gå in i anläggningsbranschen – de har fullt upp att göra ändå med husbyggnad” (K). Detta är förstås något som bör undersökas genom dialog med leverantörer inklusive prefab-industrin.

Några respondenter poängterade att ingen enskild aktör kan implementera industriellt byggande själv. ”Det måste ske i samverkan, entreprenörerna vet sina egna produktionsmetoder, konsulterna kan regelverken och kan hantera beställaren, och beställaren måste vara villig att testa nytt, alla tre parter måste samverka” (K).

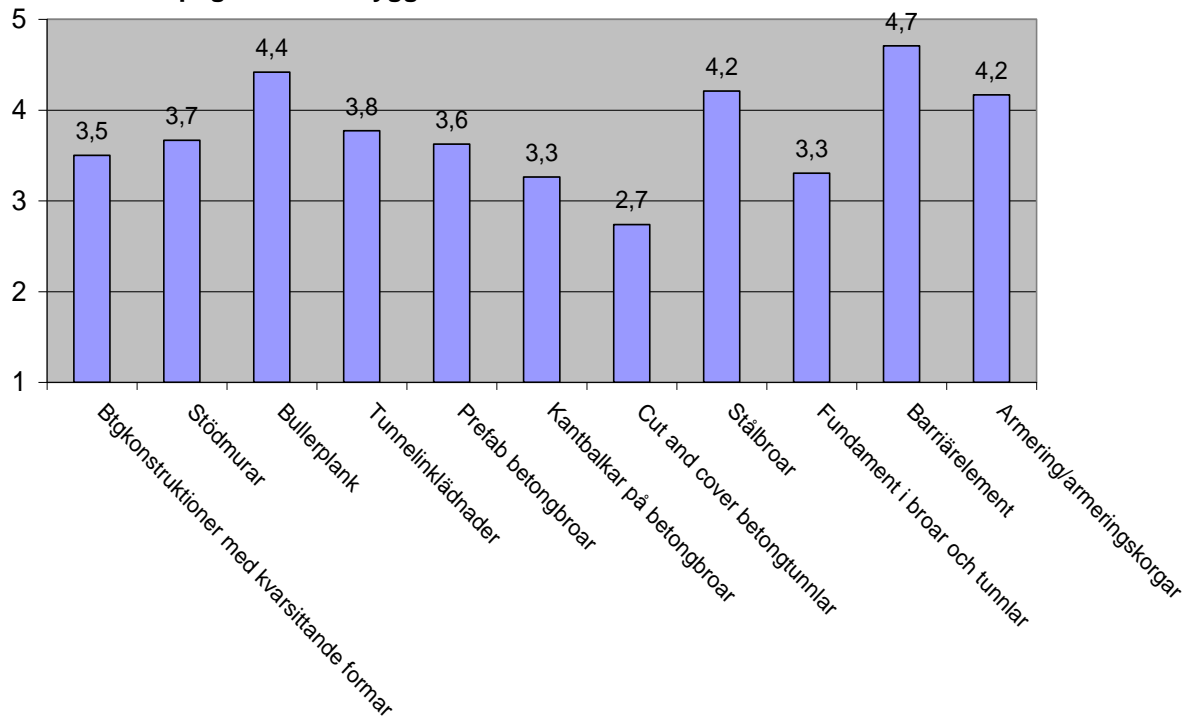
Respondenterna verkade inte tycka att utomstående aktörer i det omgivande samhället spelade någon betydande roll. Det är främst projektaktörerna som har detta i sin hand. Om de ändå skulle nämna någon aktör så nämnde de flesta politiker/myndigheter för att de kan påverka kommuner och staten och för att myndigheter skriver normer. Även fackföreningar nämndes: ”fackföreningar är nog kluvna, de vill inte att det blir färre jobb men de vill heller inte att personalen sliter ut sig med tunga jobb” (E).

### **Vilka element/byggdelar är lämpliga att standardisera eller prefabricera?**

Respondenterna i fallstudieintervjuerna gav här en mängd förslag på olika element eller byggdelar som kan vara lämpliga att standardisera eller prefabricera, men de flesta förslag angavs bara av enstaka respondenter. Endast två element/byggdelar nämndes av många respondenter: Stödmurar och bullerplank samt betongbroar. ”Broar kan standardiseras men grundläggningen kommer vara unik” (K). ”I framtiden borde det bli fler samverkansbroar med prefab-konstruktion och platsgjuten vägbana av betong, inspiration borde kunna fås från USA och Sydeuropa” (B). Exempel på element/byggdelar som nämndes av enstaka respondenter är: kantbalkar på broar, plattor, stålbroar, cut- and cover-betongtunnlar, inklädnader, fläktfundament, barriärelement, förtillverkad armering.

Eftersom fallstudierna gav en spretig bild över vilka element/byggdelar som är lämpliga att prefabricera och standardisera så inkluderades även denna fråga i enkätstudien, se tabell 3.

**Tabell 3: Lämpliga element/byggdelar att förtillverka och/eller standardisera**



På denna fråga var antalet respondenter bara 24 eftersom 9 st inte ansåg sig ha kunskap/erfarenhet nog att reflektera kring dessa mer tekniska aspekter. De som svarade uttryckte att nästan alla element/byggnadsdelar ansågs vara lämpliga eller till och med mycket lämpliga att förtillverka/standardisera.

### **Empiriska resultat – projektspecifika frågor**

Under fallstudieintervjuerna fokuserades även på de enskilda projekten. Nedan följer korta beskrivningar kring de tre undersökta projekten och hur de arbetat med att implementera industriellt anläggningsbyggande.

#### **Projekt 1**

I Projekt 1 tog beställarens projektledare tidigt initiativ till industriellt byggande. Huvudtanken var att eftersträva upprepningseffekter och förutsägbarhet så att det skulle vara lätt och smidigt för entreprenören, det skulle finnas vissa modeller som de skulle arbeta efter. Även om beställaren var drivande så skedde implementeringen av industriellt byggande i samverkan. Tack vare detta har aktörerna kommit ganska långt med sitt industriella tänk och projektdeltagarna är nöjda med detta angreppssätt även om ytterligare förbättringspotential finns. Många arbetsmetoder och tekniska lösningar utvecklades av beställaren och konsulten innan entreprenören upphandlades men vissa utvecklades och implementerades under byggskedet av entreprenören, så alla tre parter gjorde viktiga insatser för industriellt byggande.

*Rationell produktion* har uppnåtts bland annat genom att kabelgravar inte skjuts efteråt för sig, utan entreprenören tar det med sig direkt i sektionen vid tunneldrivningen för att spara tid och minska produktionsstopp och dubbelarbete.

De har använt sig av *standardisering och upprepning* i form av:

1. Förutbestämda och standardiserade alternativ för bergförstärkning genom ett antal olika förstärkningsklasser. Därigenom minskas antalet angreppssätt och arbetsmetoder och entreprenören vet på förhand vad som gäller och behöver endast utföra arbetena på ett fåtal olika sätt.
2. Standardiserad tunneldrivning genom att i tunnelsektionen ta ut samma mängd berg hela tiden och lite mer berg än nödvändigt för att skapa robusthet. Det är ett sätt att standardisera kabeldragningarna. En nackdel med denna typ av standardisering är att vissa delar överdimensioneras, dvs för att kunna göra likadant på flera ställen så blir det svåraste stället dimensionerande.
3. De har också använt sig av endast en typ av brunn med tre kammare i istället för att ha tre olika brunnar

*Prefabricering och förtillverkning* har också skett i ganska stor omfattning tack vare initiativ från entreprenören:

1. Standardisering och prefabricering av fläktfundament istället för att gjuta dem på plats.
2. Innerlineväggar av prefab-betong. ”Vi bygger tunnel i tunneln” (K). Därmed har de ett enhetligt inklädnadsvalv istället för att arbeta med dränering. Nackdelen är att det får droppa lite när man inte har dränering.
3. Färdigtillverkad armering från Polen. Armeringen är iläggningsfärdig, och i vissa fall också monterad till färdiga armeringskorgar – vilket spar tid på arbetsplatsen.
4. I projektet har man också stödmurar och barriärelement (trafikskydd) av prefab.

*Automatisering* har också åstadkommit genom kantstensgjutning med en ny effektiv maskin inköpt från Brasilien för detta projekt. Det var en dyr investering (400kkr) men den lönar sig tack vare stort antal löpmeter >4km i projektet. Detta är därmed ett exempel på att ett projekt måste vara av viss storlek för att utvecklings- och investeringskostnader ska kunna betala tillbaka sig inom det enskilda projektet. Om inte vägsträckan varit tillräckligt lång för att maskinen skulle löna sig så hade inte entreprenören använt sig av denna effektivare metod.

I projektet jobbar de aktivt med *erfarenhetsåterföring* på fyra olika sätt. Det kommer att bli en slutrapport och avslutningsworkshop när projektet är klart för att diskutera vad som varit bra och vad som varit mindre bra. Under projektiden har konsulten möten med beställaren 1 gång/år, där de går igenom året som varit rent allmänt, eller så har de gått igenom ett specifikt teknikområde och då får konsulten beställarens syn på hur saker och ting fungerat. Konsulten har även interna utvecklingsprojekt för berg och betong, som inte faktureras kund. Det har också hållits ett specifikt erfarenhetsåterföringsmöte med beställaren, konsulten och entreprenören om inklädnaden i tunneln och parterna har även samverkansövningar 1-2 gånger/år där de betygsätter mål som sattes upp vid första samverkansmötet.

Projektets kontrakts- och upphandlingsformer har inneburit en begränsning för industriellt byggande eftersom allt är upphandlat på mängder. Vissa saker fanns med i handlingarna och mängdförteckningarna från början. Men senare tankar och lösningar från entreprenören påverkades negativt av generalentreprenad och AB-kontraktet. Totalentreprenad anses av respondenterna bättre för att främja nya lösningar. Inom inklädnaden, som är så knuten till entreprenörens produktionsmetoder, gällde totalentreprenad och där användes prefab istället för traditionell sprutning av sektionen som genomfördes i den liknande grannentreprenaden. Detta är därmed ett exempel på hur två liknande projekt kan komma att använda två helt olika arbetsmetoder pga av olika kontraktsförutsättningar.

## **Projekt 2**

I Projekt 2 har industriellt byggande inte implementerats lika explicit och systematiskt som i Projekt 1. Beställarens projektledare kom in ganska sent i projektet och har inte arbetat aktivt med industriellt byggande. ”Vi har inte medvetet drivit denna fråga, men vi använder vanligt sunt förnuft och strävar efter att försöka upprepa arbetsmoment” (B). Även om respondenterna inte tycker att de haft så mycket industriellt byggande så har i alla fall vissa arbetsmetoder och lösningar som kan anses vara beståndsdelar i industriellt byggande implementerats.

*Rationell produktion* har uppnåtts genom att t ex trycka ledningar istället för schakta, och genom att återanvända formställningar på en bro (påbyggnad på befintlig vägbro), samt genom att använda cellplast istället för lättklinker för att minimera spalten.

Bullerplank och stödmurar har *prefabricerats* istället för platsgjutna konstruktioner. Entreprenören drev denna fråga eftersom det fanns pengar och eventuellt tid att spara med bibehållen kvalitet. Beställaren godkände ändringen. Beställaren och konsulten projekterade också för en möjlighet att rulla ut armering, men de beslutade senare att arbeta på traditionellt vis.

*Upprepningseffekter* har eftersträvats genom att de har försökt skapa förutsättningar för storskalighet och upprepning av arbetsmoment. Ett exempel är att de använde samma knekt (del av formställning under kantbalk) i flera broar, men forcering störde genomförandet så att full upprepning ej gick att åstadkomma.

Ett forum för *erfarenhetsåterföring* finns inom helhetsprojektet (dvs aggregerat för alla etapper), som drivs av projektchefen för alla etapper. Vidare ska en omfattande slutrapport som sammanfattar projektet tas fram, för att ge en möjlighet till erfarenhetsåterföring. Det blir sedan upp till den övergripande projektchefen att använda den. Inom entreprenadorganisationen finns ett forum för diskussion mellan olika verksamhetsområden som drivs av företagets utvecklingschef. Inom konsultorganisationen genomförs interna presentationer, både avdelningsinternt samt företagsinternt.

När det gäller kontrakts- och upphandlingsformer tycker inte beställarens projektledare att det har haft någon påverkan: ”vi har ju inte infört något industriellt byggande så det har inte påverkat något” (B). Entreprenörens projektledare är av en annan åsikt och menar att: ”hade det varit en funktions- eller totalentreprenad så hade vi känt större möjlighet att hitta egna lösningar”. Men Generalentreprenad går också om beställaren driver frågan mer från starten av förprojektering, men det krävs mer tid för att genomföra ändringar som föreslås i efterhand av entreprenören.

### Projekt 3

Inom Projekt 3 fanns inte heller något explicit fokus på industriellt anläggningsbyggande men rationell produktion och prefab var ändå påtagliga aspekter i projektet. Arbetet drevs främst av beställaren och konsulten i projekteringen. Vid intervjutillfället var byggskedet inte så långt gånget så entreprenörens insatser i implementeringen av industriellt anläggningsbyggande var än så länge begränsat.

*Rationell produktion* inkluderade nedanstående exempel:

1. På grund av stort överskott på lera ägnades stor möda på att hitta lämpliga deponier och att minimera transporter.
2. Flerskiftsarbete uppmuntrades för att åstadkomma bättre maskinutnyttjande. Detta har genomförts på vissa maskiner.
3. Man använde gjutasfaltfog istället för att fräsa närmast kantbalken inför beläggningsarbetet.

En avsiktlig *upprepningsseffekt* uppnåddes genom att bara ha två typer av kantbalkar på totalt 16 broar, och enligt en respondent kanske det kunde ha varit endast en typ av kantbalk.

Även flera exempel på *prefabricering* finns:

1. Bro för viltpassage bestod av prefabricerade trummor istället för platsgjutna konstruktioner, 4 st i olika etapper av totalprojektet. Dessa ledde dock inte till någon större besparing.
2. Bullerplank var byggmoduler i form av 3-meters sektioner från fabrik som man bara häktar på en platsbyggd stålkonstruktion. Samma bullerskydd användes under flera mil väg.
3. En prefab-bro från Tyskland föreslogs av entreprenören. Ambitionen var att minska produktionskostnaden lite och dela besparingen med beställaren. Ekonomiska skäl och nyfikenhet drev entreprenören till att testa. Vid intervjutillfället hade beställaren inte beslutat om de går med på detta.
4. Armeringskorgar som är färdigbockade och har standardmått med tre typer. Sedan kommer de färdigställas i ett industriellt tält vid arbetsplatsen för att få dem iläggningsfärdiga.
5. Pålplattor serietillverkades och prefabricerades.

Ett forum för *erfarenhetsåterföring* finns inom helhetsprojektet (dvs aggregerat för alla etappprojekt), som drivs av projektchefen för alla etapper. Vidare kommer slutmöten hållas både internt inom entreprenadorganisationen och med beställaren.

Beställaren tyckte inte att projektets kontrakts- och upphandlingsformer påverkade möjligheterna att implementera industriellt anläggningsbyggande. ”Det påverkade inte något – alla nämnda exempel på prefab/standardiseringar vi genomfört var med i upphandlingen, de projekterades innan entreprenören handlades upp” (B). Entreprenören var av motsatt åsikt och tyckte att generalentreprenad är meningslös ur ett innovationsperspektiv. Man kan ju också ifrågasätta beställarens argument då man inte kan veta om det hade kommit fram ytterligare nya lösningar av entreprenören om totalentreprenad använts.

## Diskussion och analys

### **Beståndsdelar i industriellt anläggningsbyggande**

Studien visar att industriellt anläggningsbyggande är mycket mer än bara prefab. Planera för rationell produktion för att öka förutsägbarheten och minska slöseriet, upprepning och standardisering för att uppnå stordriftsfördelar och inlärningseffekter, automatisering i form av ökad maskinanvändning för att öka tidseffektivitet och förbättra arbetsmiljön, integrerad produktion och projektering för förbättrad byggbarhet samt erfarenhetsutbyte mellan projekt för att öka långsiktigt lärande är andra beståndsdelar som är minst lika viktiga. Merparten av dessa beståndsdelar kan relateras till ett processperspektiv. En av huvudförändringarna vid implementeringen av industriellt anläggningsbyggande är därmed att tona ned byggbranschens kortsiktiga projektfokus och anamma ett mer långsiktigt processfokus. Idén och inspirationen till industriellt byggande kommer främst från tillverkningsindustrin som har ett tydligare processfokus. Denna studie sätter fingret på en viktig aspekt som uppmärksammats i tidigare forskning inom construction management och det är att arbetssätt och ledningsmetoder som visat sig fungera utmärkt i vissa specifika miljöer (som t ex tillverkningsindustrin) inte kan överföras och användas rakt av; de måste situationsanpassas till rådande förhållanden i den projektbaserade byggindustrin först (Bresnen mfl, 2005; (Harty, 2008; Riley & Clare-Brown, 2001). Vi kan och bör sträva efter ett erfarenhetsutbyte mellan olika branscher, men hela tiden med eftertanke och anpassning. En annan reflektion är att fyra av dessa beståndsdelar (rationell produktion, automatisering, integrerad produktion och projektering, samt prefab) är speciellt fokuserade på entreprenören. Det är därför viktigt att underlätta entreprenörens roll vid implementeringen av industriellt anläggningsbyggande, speciellt i projektets tidiga skede, (Simonsson, 2011).

### **Drivkrafter till industriellt anläggningsbyggande**

Studien visar tydligt att ökad produktivitet för att spara tid och pengar är den största drivkraften till industriellt anläggningsbyggande. Detta kan jämföras med en studie utförd av Abdul Kadir mfl (2006) där man fann att industriellt husbyggande spar tid men inte pengar och att det kräver lite mindre arbetskraft än traditionellt byggande.

Det fokus på ökad produktivitet och förutsägbarhet som industriellt byggande medför är starkt besläktat med begreppet inre effektivitet som handlar om att ”göra saker rätt”. I andra branscher är begreppet yttre effektivitet som handlar om att ”göra rätt saker” minst lika viktigt men bland respondenterna i denna studie är det få som gör den kopplingen.



Yttre effektivitet är relaterat till faktorer som kvalitet, kundtillfredsställelse, kundanpassning och flexibilitet vilka riskerar att motverkas av industriellt byggande om detta enbart fokuserar på inre effektivitet. Exempelvis så är risken av ökad förutsägbarhet och standardisering minskad flexibilitet och kundanpassning. En av byggbranschens stora styrkor är dess flexibilitet och förmåga att hantera förändrade förutsättningar, även om mer kraft torde kunna satsas på förebyggande riskhantering snarare än reaktiv problemlösning. Denna styrka härstammar bland annat från projektformen som organisationsform, vilken har blivit allt vanligare de senaste 20 åren i andra branscher. I byggbranschens strävan efter att öka processfokus gäller det att inte "kasta ut babyen (projektfokus) med badvattnet". Utmaningen är att implementera industriellt byggande på ett sådant sätt att vi ökar processfokus och de fördelar detta för med sig utan att minska flexibiliteten och kundanpassningen (och därmed den yttre effektiviteten) för mycket så att det upplevda resultatet blir negativt. Som mental målbild bör man använda Scania (med standardiserade produkter baserade på modul- och plattformsperspektiv men som upplevs som kundanpassade eftersom kunden har många valmöjligheter) snarare än T-Forden där alla bilar var likadana (du kan få vilken färg du vill bara den är svart).

### **Hinder till industriellt anläggningsbyggande**

Detaljspecificerade utförandeentreprenader, konservativ kultur, fokus på lägsta pris vid anbudsutvärderingar, trafikverkets normer och regler, planförfarandet, samt brist på storskalighet och upprepningar på grund av uppstyckade upphandlingar är stora hinder till industriellt anläggningsbyggande.

Det sistnämnda hindret grundas i vissa beställares vanliga strategi att accentuera projektfokus genom att stycka upp stora objekt i mindre delar som upphandlas av flera olika leverantörer för att främja konkurrens. Baksidan av detta blir minskade investeringar i innovation och utveckling eftersom dessa måste löna sig i det befintliga projektet vilket är svårt om det är litet och isolerat. Detta resonemang stöds av Gann (1996) som i sin studie där han jämför Japans bilindustri och husbyggarindustri fann att den fluktuerande efterfrågan är ett av huvudhindren till mer industrialiserat byggande eftersom det avskräcker långsiktiga investeringar. För att uppnå bättre processfokus bör därmed större eller liknande objekt upphandlas som en enhet. Detta gäller naturligtvis till en viss gräns, när storleken blir svår att hantera.

Trafikverkets normer och regler och deras ovilja att testa nya lösningar som inte är mycket väl beprövade hindrar naturligtvis inte bara industriellt byggande utan innovation rent generellt. Detsamma gäller konservativ kultur som hindrar förändringar och innovation i allmänhet. När det gäller konservativ kultur vill vi emellertid poängtera vikten av att inte cementera denna bild av branschen som förändringsovillig och bakåtsträvande eftersom en sådan självbild lätt blir självuppfyllande. Det pågår trots allt en mängd utvecklings- och förändringsarbete så bilden av en konservativ kultur gäller inte allt och alla.

I denna studie framkom att bristande estetik och monoton arkitektur inte anses vara ett stort hinder. Detta är positivt eftersom en eventuell bristande estetik skulle minska den

yttre effektiviteten. För att ytterligare säkerställa att detta inte blir ett hinder kan lärdomar dras från vårt grannland Finland där det finns en slags estetikklassificering som styr kraven på estetik beroende på geografiskt område. I avlägsna och glest befolkade regioner där vägarna används av färre människor spenderas mindre pengar på arkitektoniska aspekter än i centrala och tätt befolkade regioner där vägarna trafikeras av många människor. Detta är ett sätt att säkerställa att sämre yttre effektivitet i form av bristande estetik inte blir ett problem.

### **Drivande aktör**

Det har tydligt framkommit att många aktörer har viktiga roller att spela vid implementeringen av industriellt anläggningsbyggande. Beställaren ska skapa förutsättningar, incitament och möjligheter för de andra aktörerna att delta i utvecklingsarbetet. Konsulterna får inte skapa för stora begränsningar i projekteringen och behöver samarbeta närmare med entreprenörerna för att förbättra byggbarheten i de framtagna tekniska lösningarna. Entreprenörerna bör driva implementeringen av industriellt anläggningsbyggande genom att använda sin utförarkompetens redan i design och planeringsskedet och materialleverantörer bör utveckla prefabricerade komponenter och byggdelar. Eftersom entreprenören anses vara den som är mest lämpad att driva implementeringen är det extra viktigt att upphandlings- och kontraktsformer stödjer detta.

Studien har visat att makten att implementera industriellt anläggningsbyggande ligger hos dessa projektaktörer tillsammans. Andra aktörer och institutioner i det omgivande samhället utgör inga större hinder eller drivkrafter. Detta är positivt eftersom industriellt byggande därmed kan implementeras om projektaktörerna driver frågan, utan att faktorer i omgivningen behöver förändras. Trots detta är det värt att nämna den oklara roll som fackföreningar spelar. Eftersom fackföreningar inte vill att automatisering och prefabricering leder till minskade arbetstillfällen kan de vara negativa till denna utveckling. Å andra sidan vill de inte heller att personalen sliter ut sig med tunga och farliga jobb. Därför kan de vara något klivna till industriellt byggande. Från ett politiskt makroperspektiv kan det därför vara av stor betydelse att involvera fackföreningar i diskussionen kring utveckling av industriellt anläggningsbyggande.

### **Element/byggdelar att standardisera/prefabricera**

Även om industriellt anläggningsbyggande är så mycket mer än bara prefab så visar denna studie att det finns en stor mängd element/byggdelar som kan vara lämpliga att prefabricera, se tabell 2. Det är också viktigt att poängtera att prefab blir extra lönsamt och lämpligt i underjordsarbeten som t ex tunnlar där det är trångt och svårt att platsbygga, eller vid arbete på särskilt väderexponerade platser

Att flytta timmar från arbetsplatsen och minska de negativa aspekterna av arbetskraftsbrist inom vissa specifika kompetensområden är också en drivkraft för ökad prefabricering. Men det kan vara på sin plats att nämna att prefabriceringen riskerar att leda till en självuppfyllande profetia och negativ spiral. Brist på kompetent arbetskraft inom ett visst område gör att man köper in prefab där, vilket minskar efterfrågan på kompetent arbetskraft inom detta område, vilket på lång sikt minskar utbudet: varför utbilda/utveckla sig inom ett område där prefab håller på att ta över och därmed göra

kompetensen obsolet? Från ett långsiktigt och mer makroekonomiskt perspektiv är det olämpligt att låta brist på arbetskraft vara en styrande drivkraft för vad man väljer att prefabricera, det bör finnas andra starka och mer logiska motiv.

### **Lämpliga kontrakts- och upphandlingsformer**

I deras forskning om innovation i infrastrukturprojekt så identifierar Tawiah och Russel (2008) fyra olika typer av innovationer: produkt, process, organisation/kontrakt, och finansiering. Dessa typer kan vara sammankopplade så att implementeringen av en typ av innovation även kräver implementering av en annan typ av innovation. I vår studie kan industriellt byggande ses som en processinnovation som främjas av implementeringen av organisation/kontraktsinnovationer. Gärna i form av nya samverkans-, kontrakts-, och ersättningsformer där viktiga aktörer upphandlas tidigt och samverkar i projekteringen och delar ekonomiska incitament som baseras på hela projektets resultat snarare än resultatet i enskilda kontrakt. Längre kontrakt som löper över flera projekt och som kanske även inkluderar drift och underhåll under flera år ger också incitament till investeringar i utveckling och innovation eftersom investeringen kan löna sig i ett längre perspektiv än det enskilda projektet. I ett sådant scenario kan processinnovationen industriellt byggande i ett andra steg sedan leda till produktinnovationer där entreprenadföretag tar fram egna modeller och plattformar. På så vis kan byggbranschen gå från en innovationskultur där kunden är drivande till en mer leverantörsdriven innovation, vilket är mer vanligt i andra branscher.

Vårt resonemang kring behovet av innovation i kontrakts- och ersättningsformer för att stödja produkt- och processinnovation stöds av tidigare forskningsstudier som menar att innovation och utveckling i projekteringsskedet kräver deltagande av och samverkan mellan ett flertal aktörer som dessutom måste ha incitament att medverka i utvecklingsprocessen (Barlow, 2000; Dulaimi mfl, 2003; Ling, 2003; Manley, 2008). I en annan studie om ersättningsformer i infrastrukturprojekt fann Love mfl (2011) att incitament bör inkludera konsulter och baseras på hela gruppens prestation och projektresultat, snarare än prestationer av enskilda företag i enskilda kontrakt.

Problemen med rådande upphandlings- och kontraktsformer förvärras av att entreprenören inte alltid välkomnas att föreslå förbättringar och alternativa lösningar i upphandlingsskedet. Beställare som explicit klargör att de inte är intresserade av sidoförslag i upphandlingen tar bort den sista möjligheten för entreprenörer att utveckla egna förslag på alternativa lösningar i utförandeentreprenader. Detta bör därför om möjligt undvikas även om sidoförslag gör det något svårare att utvärdera anbuden från ett konkurrensperspektiv.

### **Övergripande slutsatser**

De hinder och drivkrafter som lyfts fram i denna studie gäller inte bara industriellt byggande utan innovation och utveckling rent generellt. För att främja ett bredare utvecklingsfokus är det på sin plats att poängtera vikten av att inte ha ett för snävt fokus på industriellt anläggningsbyggande som endast handlar om ökning av den inre effektiviteten. Det kan vara mer givande att diskutera innovation och utveckling mer generellt för att även inkludera yttre effektivitet i förbättringsarbetet.

Trafikverkets normer och regler och deras ovilja att testa nya lösningar som inte är mycket väl beprövade hindrar både industriellt byggande och innovation rent generellt. Här har vi ett viktigt dilemma eftersom denna motsträvighet till ny teknik förvisso minskar riskerna för att implementera lösningar som inte är hållbara men samtidigt förhindrar innovation och utveckling. Att åstadkomma en lämplig balans mellan radikal och kontinuerlig innovation för att främja hållbar utveckling kommer att kräva dels en attitydförändring hos Trafikverket där man vågar bejaka nya lösningar och dels utvecklade upphandlings- och projektstyrningsformer. Detta eftersom upphandling och styrning idag fokuserar på kortsiktig effektivitet och inte ger leverantörerna tillräckliga incitament och möjligheter till mer radikal leverantörsdriven innovation.

Processinnovationen industriellt byggande kräver därmed innovation i nya upphandlings- och kontraktsformer, särskilt sådana som främjar mer samverkan och ett långsiktigare fokus som gör att innovationsarbetet kan bli leverantörsdrivet snarare än kunddrivet. Trafikverket bör därmed driva frågan om utveckling och implementering av nya upphandlings- och kontraktsformer. Denna utveckling bör ske i samverkan med forskare på universitet och högskolor för att främja ett tvärvetenskapligt perspektiv som inkluderar både teknisk- och organisationsteoretisk innovation.

Konsulter och entreprenörer behöver utveckla sin samverkan så att konsulternas utvecklingskompetens blandas med entreprenörernas utförarkompetens, delas för att få ett bredare innovationsperspektiv som främjar fler och mer kreativa nya lösningar och dels för att öka byggbarheten i de lösningar som tas fram. På längre sikt kan då också dessa aktörer lära av varandra så att deras gemensamma kompetensutveckling främjas, till gagn både för dem och för beställarna.

Från ett policyperspektiv är det viktigt att involvera fackföreningar i diskussioner kring innovationsarbete och industriellt anläggningsbyggande eftersom utveckling och förändring innebär både fördelar och nackdelar för fackföreningarna och deras medlemmar. Med deras inblandning kan vi öka fördelarna och minska nackdelarna samt minska ett eventuellt förändringsmotstånd som negativa förändringar kan resultera i.

## Referenslista

Abdul Kadir, M. R., Lee, W. P., Jaafar, M. S., Sapuan, S. M., & Ali, A. (2006). Construction Performance Comparison Between Conventional and Industrialised Building Systems in Malaysia. *Structural Survey*, 24 (5), 412-24.

Barlow, J. (2000). Innovation and Learning in Complex Offshore Construction Projects. *Research Policy*, 29 (7-8), 973-89.

Bresnen, M., Goussevskaia, A., & Swan, J. (2005). Implementing Change in Construction Project Organizations: Exploring the Interplay between Structure and Agency. *Building Research & Information*, 33 (6), 547-60.

Dulaimi, M. F., Ling, F. Y., & Bajracharya, A. (2003). Organizational Motivation and Inter-Organizational Interaction in Construction Innovation in Singapore. *Construction Management and Economics*, 21 (3), 307-18.

Gann, D. (1996). Construction as a Manufacturing Process? Similarities and Differences Between Industrialized Housing and Car Production in Japan. *Construction Management and Economics*, 14 (5), 437-50.

Harty, C. (2008). Implementing Innovation in Construction: Contexts, Relative Boundedness and Actor-Network Theory. *Construction Management and Economics*, 26 (10), 1029-41.

Ling, F. Y. (2003). Managing the Implementation of Construction Innovations. *Construction Management and Economics*, 21 (6), 635-49.

Love, P., Davis, P., Chevis, R., & Edwards, D. (2011). Risk/Reward Compensation Model for Civil Engineering Infrastructure Alliance Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137 (2), 127-36.

Manley, K. (2008). Implementation of Innovation by Manufacturers Subcontracting to Construction Projects. *Engineering Construction and Architectural Management*, 15 (3), 230-45.

Riley, M. & Clare-Brown, D. (2001). Comparison of Cultures in Construction and Manufacturing Industries. *Journal of Management in Engineering*, 17 (3), 149-58.

Simonsson, P. (2011). Buildability of concrete structures : processes, methods and material. Doctoral Thesis, Luleå University of Technology, Luleå.

Tawiah, P. & Russell, A. (2008). Assessing Infrastructure Project Innovation Potential as a Function of Procurement Mode. *Journal of Management in Engineering*, 24 (3), 173-86.

Luleå den 15 november 2011

Per Erik Eriksson  
Henrik Szentes  
Thomas Olofsson  
Ove Lagerqvist