

Uppföljning av Trafikverkets totalentreprenader – uppföljning av 11 vägprojekt

På uppdrag av Produktivitetskommittén

©Prolog 2011

Sammanfattning

Produktivitetsskommittén har hösten 2011 lämnat ett uppdrag till Prolog att göra en uppföljning av 11 av Trafikverkets totalentreprenader.

Uppföljningen gjordes genom semi-strukturerade intervjuer med entreprenadernas beställare, entreprenör och projektör. Intervjufrågorna omfattar frågor som är relevanta ur aspekterna *innovationer inom produkter respektive processer*, *konkurrens*, *pris/kostnad*, *tid och kvalitet*. 26 olika respondenter har svarat för de 11 entreprenaderna. Texten i rapporten har citat från de olika respondenterna.

Entreprenaderna har genomförts i olika delar av Sverige och några av entreprenaderna är avslutade medan andra fortfarande pågår.

De flesta respondenterna är överens om att totalentreprenader ger stora möjligheter till tidsvinster och färdigställda entreprenader har blivit färdiga i god tid.

Trafikverket har fått in relativt få anbud i de studerade totalentreprenaderna och uteslutande de stora och medelstora företagen har lämnat anbud. De stora entreprenörerna

vill profilera sig, bygga kompetens och skaffa konkurrensfördel. I de studerade entreprenaderna upplevs prisnivåerna relativt låga och förtjänsten uteblir för entreprenörerna. Totalentreprenaderna upplevs därför i de studerade entreprenaderna lönsamma endast för beställare och konsulter. Dock har trafikantkostnaderna minskat i och med att man kortat byggtiden.

Det finns en problematik med dagens riskfördelning i totalentreprenaderna. Många entreprenörer upplever det som svårt att kalkylera för flera av osäkerheterna i totalentreprenaderna.

Ett flertal innovationer inom produkter och processer har provats i de 11 entreprenaderna men det är ett litet underlag och man kan därför inte i studien dra några generella slutsatser om hur mycket totalentreprenadformen direkt gynnar innovationer. Exempel finns som tyder på att funktionskraven till viss del öppnar upp för innovationer. Ekonomiska incitament och låga produktionskostnader driver innovationsviljan och den långa garantitiden minskar entreprenörens vilja att välja oprövade lösningar. Om man från Trafikverkets sida önskar att fortsätta främja utvecklingen av nya tekniska lösningar måste man väga in

entreprenörernas ovana att värdera osäkerheter och mycket komplicerade riskbilder. De innovationer som trots detta har fått bra genomslag i de studerade entreprenaderna är högre packningsgrad, stabilisering av överbyggnad, stabilisering av underbyggnad/undergrund, prefab-broar samt massättervinnig. De tre första har gjorts för att klara de tuffa funktionskraven medan de senare kan härledas till minskade kostnader.

Innovationer inom processer som uppmärksamats är återanvända broformar, serie tillverkade broelement samt ny packningsmetod. Ett hinder för att ytterligare höja produktiviteten är den strikta arbetsplanen och det tidskrävande arbetet att ändra den. Ett annat hinder är långa granskningstider hos Trafikverket och ovana och okunskap om de nya rollerna vid totalentreprenad hos de olika aktörerna.

Många menar att kvaliteten blir högre vid totalentreprenader och att den långa garantitiden driver fram kvalitetshöjande åtgärder.

Glädjen med arbeta med totalentreprenader som flera av respondenterna uttrycker, är en god

grund för att skapa ytterligare fördelar utifrån entreprenadformen.

”Det är extremt mycket roligare att arbeta i totalentreprenader. Få vara med om innovationer, något nytt inte bara det vanliga. Bra gång. Mer på plats i verkligheten.”

Totalentreprenader är fortfarande nya för Trafikverket även om de provats i mindre skala under ett antal år. Detta innebär att förbättringspotentialen är stor och nu finns möjligheten att skapa goda exempel och bra riktlinjer för framtiden. Såväl Trafikverket, entreprenörerna och konsulterna har goda möjligheter att utveckla och internt kommunicera strategier för agerande i samband med totalentreprenaderna. Om sådana strategier finns verkar de ökända eller oklara för deltagarna i entreprenaderna som intervjuats i studien.

Flera av parterna är ovana vid sina nya roller och bör utbilda sin personal. Trafikverket bör utbilda sin personal så att alla som arbetar med eller i anknytning till entreprenaderna är fullt införstådda med sin nya roll och hur deras agerande t.ex. vid försenad granskning drabbar entreprenaderna.

Trafikverket bör också planera tiden för anbuden så att entreprenaderna kan dra nytta av årstiderna i de olika faserna och för att minska risken för stora tidsföreningenar p.g.a. att vintern kommer innan kompletterande undersökningar gjorts.

Innehåll

Sammanfattning.....	1
Introduktion.....	4
Datainsamling.....	4
Entreprenader.....	5
Frågeställningar.....	8
Innovationer - Produkter.....	8
Innovationer - Processer.....	9
Konkurrens.....	9
Tid, Kvalitet och Pris/Kostnader.....	10
Annat av betydelse.....	10
Intervjuresultat från 11 vägprojekt.....	11
Innovationer - produkter.....	11
Innovationer - Processer.....	13
Konkurrens.....	14
Tid, kvalitet och kostnader.....	18
Annat av betydelse.....	22
Analys.....	25

Introduktion

Produktivitetsskommittén har hösten 2011 lämnat ett uppdrag till Prolog att göra en uppföljning av 11 av Trafikverkets totalentreprenader. Uppdraget bestod i att göra en uppföljning av 11 av de totalentreprenader på vägprojekt som upphandlats av Trafikverket 2009-2011. Uppföljningen gjordes genom intervjuer med entreprenadernas beställare, entreprenör och projektör. Val av entreprenader och framtagande av intervjufrågor gjordes i samråd med Produktivitetsskommittén och Trafikverket.

Intervjufrågorna omfattar frågor som är relevanta ur aspekterna *innovationer inom produkter respektive processer, konkurrens, pris/kostnad, tid och kvalitet*. Intervjuerna utfördes i huvudsak i form av personliga möten. Resultaten analyserades och sammanställdes i denna rapport.

En muntlig redovisning av de preliminära resultaten, efter att ungefär hälften av intervjuerna gjorts, skedde vid ett seminarium i Stockholm den 21 november 2011, som arrangeras av Produktivitetsskommittén.

Petra Offrell, Fredrik Friblick, Louise Gårdenborg och Jan Kroon från Prolog har deltagit i studien.

Datainsamling

Uppföljningen gjordes genom intervjuer med entreprenadernas beställare, entreprenör och entreprenörens projektör*. I de flesta entreprenaderna är det de olika parternas ombud som har intervjuas. I några fall har projekteringsledaren intervjuats och i enstaka fall har även huvudprojektören varit med vid intervjuerna.

*I vissa entreprenader har projektören intervjuats och i vissa fall projekteringsledaren.

Intervjuerna utfördes under november - december 2011. Intervjuerna utfördes i form av personliga möten med undantag av fyra respondenter som intervjuats per telefon p.g.a. av sjukdom respektive upplevd tidsbrist hos respondenterna. 26 olika respondenter har svarat för de 11 entreprenaderna. I några fall har samma person svarat för mer än en entreprenad. Två av entreprenaderna på E22:an har i stort sett utförts som en gemensam entreprenad med samma intervjuade respondenter för samtliga 3 parter.

Insamlingen har utförts som semi-strukturerade intervjuer med öppna frågor i syfte att inte styra respondenternas svar i någon riktning. De enskilda respondenternas svar är anonyma och presenteras inte. I de fall citat finns med i rapporten så är även dessa anonyma.



Entreprenader

Uppdraget bestod i att göra en uppföljning av 11 av de totalentreprenader som upphandlats av Trafikverket 2009–2011. Samtliga entreprenader är vägprojekt. Val av entreprenader gjordes i samråd med Produktivitetskommittén och Trafikverket. I listan nedan finns 12 utvalda entreprenader. Ett av dessa, Ivö: Väg 55 Yxtatorpet – Malmköping, föll bort eftersom entreprenaden precis påbörjats vid tiden för intervjuerna.

- IVsy: Väg E22 Hörby Norra – Linderöd
- IVsy: Väg E22 Hurva – Rolsberga
- VGBpm: Väg31 Förbi Tenhult
- VGBpm: Väg34 St Aby – Glahytt
- VGBpm: Tvärleden Osby – Markaryd
- IVsy: Väg 50 Motala
- VGBph: Väg 50 Lamborn-Svabensverk
- ~~Ivö: Väg 55 Yxtatorpet – Malmköping~~
- VGBpl: Väg 99 Merasjoki – Kätkesuando
- Ivö: Väg E4 Bro över jvg vid Rotebro
- IVm: Väg E4 Bro över Sundsvallsfjärden
- IVm: Väg E4 Sundsvall, Myre – Skönsmon

Entreprenaderna är spridda över hela Sverige och entreprenaderna är också relativt jämnt fördelade över startåren 2009, 2010 och 2011,

vilket innebär att några av dem är avslutade medan andra fortfarande pågår.



© Prolog 2011
Sida 6

Entreprenad	Status	startdatum	Samverkansnivå	Kontraktssumma [miljoner kronor]	Entreprenör	Entreprenörens projektkör	Du-åtgående som ingår
IVsy: Väg E22 Hörby Norra - Linderöd	pågående	2010-06-01	Nivå 1	180	Strabag	Kreera	-
IVsy: Väg E22 Hurva - Rolsberga	pågående	2010-06-01	Nivå 1	160	Strabag	Kreera	-
VGbpm: Väg31 Förbi Tenhult	avslutat	2009-03-02	Nivå 1	233	FEAB	Ramböll	Plantering ar
VGbpm: Väg34 St Aby - Glahytt	avslutat	2009-01-30	Nivå 1	230	NCC	Tyréns	plantering ar i 10 år
VGbpm: Tvärleden Osby - Markaryd	avslutat	2009-05-15	Nivå 1	168	NCC	Tyréns	-
IVsy: Väg 50 Metala	pågående	2010-02-12	Nivå 1	1 248	NCC	Ramböll	20 år
VGbph: Väg 50 Lamborn- Svabensverk	avslutat	2009-05-25	Inte enl FIA	24	NCC	NCC	-
VGbpl: Väg 99 Merasjoki - Kätkesuando	avslutat	2009-11-01	Nej	13	Svevia	Tyréns	-
IVö: Väg E4 Bro över jvg vid Rotebro	pågående	2011-01-20	Nivå 1	325	NCC	Atkins, Centerlöf & Holmberg	U ingår

IVm: Väg E4 Bro över Sundsvallsfjärden	pågående	2011-04-01	Nivå 1	Konsortiet Joint Venture Sundsvallsbron HE, bestående av delägarna Pihl&Son (DK), Joseph Möbius (D) och Max Bögl (D)	Tyréns -
IVm: Väg E4 Sundsvall, Myre - Skönsmon	pågående	2011-04-01	Nivå 1	Peab	Tyréns D&U 20 år

Frågeställningar

Framtagande av intervjufrågor gjordes i samråd med Produktivitetskommittén och Trafikverket. Intervjufrågorna omfattar frågor som är relevanta ur aspekterna *innovationer inom produkter respektive processer, konkurrens, pris/kostnad, tid och kvalitet.*

Vissa av frågorna vad gäller kostnader och kvalitet kan endast besvaras om entreprenaderna är avslutade och har därför inte behandlats i pågående entreprenader.

Innovationer - Produkter

- Hur har funktionskraven upplevts? (är de tillräckligt tydliga och utvecklade)
- Har funktionskraven öppnat upp för utvecklingar och företagsspecifika tekniska lösningar (produkter: konstruktioner, utformning, material och varor)? Om ja; vilka utvecklingar har möjliggjorts? Om nej: varför inte?
- Har andelen förtillverkade konstruktioner eller delar av konstruktioner skiljt sig ifrån andra typer av entreprenader? Om ja: på vilket sätt? Om nej: kunde man gjort något för att öka andelen?
- Sammanfattningsvis: upplever du att förutsättningar för innovationer

- Är kontraktstiden respektive produktionstiden (byggtiden) lämplig?
- Är riskerna lämpligt fördelade?
- Finns det stora "osäkerheter" i förfrågan?
Om ja: Vilka?
- Vilka andra fördelar kan du se med formen totalentreprenad jämfört med utförandeentreprenad?
- Vilka andra nackdelar kan du se med formen totalentreprenad jämfört med utförandeentreprenad?

Tid, Kvalitet och Pris/Kostnader

- Har tidplanen hållits? Har de olika kontraktens arbetena utförts inom avtalad tid?
- Skiljer sig kvaliteten på resultatet jämfört med förväntat resultat i en utförandeentreprenad? Om ja: På vilket sätt? Varför? Om nej: hur kan man göra för att ge möjlighet att höja kvaliteten?
- Skiljer sig antalet konstaterade fel i kontraktbesiktningar, revisioner, beställarens stickprovskontroller jämfört med en utförandeentreprenad? Om ja: På vilket sätt? Varför?
- Hur mycket överstiger slutligt fakturerat kostnad (d.v.s. entreprenadkostnaden) kontraktssumman? Hur stor del är index?
- Är lönsamheten acceptabel/ i nivå med branschgenomsnitt?
- Hur stor är skillnaden mellan egenkalkyl, innan anbud och kontraktssumma? (plus/ minus %)

Annat av betydelse

- Hur ser du på formen totalentreprenad jämfört med utförandeentreprenad?
- Vilka är de största skillnaderna?

Intervjuresultat från 11 vågprojekt

I vissa fall har det varit svårt att särskilja innovationer inom produkter från innovationer inom processer. Olika respondenter har härlett samma tekniska lösning till olika kategorier. Ett exempel är att man i flera entreprenader arbetat med en högre packningsgrad av de olika lagren i vägkonstruktionen respektive terrassen som kvalitetshöjande åtgärd. I några entreprenader menar respondenten att detta är en produktinnovation medan i andra entreprenader finns åsikten att det är en processinnovation. I denna rapport har följande distinktioner och definitioner gjorts:

- *Innovationer inom produkter:* företagsspecifika tekniska lösningar (produkter; konstruktioner, utformning, material och varor) samt förtillverkade konstruktioner eller delar av konstruktioner.
- *Innovationer inom processer:* företagsspecifika produktions tekniska lösningar i utförandet, serieproduktion samt produktionshöjande åtgärder.

- *Teknisk lösning:* Beskrivning av konstruktion, utförande, material och varor
- *Produktionshöjande åtgärder:* Åtgärder och metoder i produktionen som syftar till att öka produktiviteten och effektiviteten.

Förhöjd packningsgrad har definierats som en innovation eftersom den gjorts i syfte att höja kvaliteten och inte att effektivisera produktionen.

Innovationer – produkter

I detta avsnitt behandlas:

- Innovationer inom produkter
- Funktionskraven
- Förtillverkade konstruktioner

Övervägande del av respondenterna har upplevt funktionskraven på vägytan som tydliga men hårda. I vissa fall har kraven upplevts som alltför detaljerade.

Flera respondenter har påpekat att trots att funktionskraven borde öppna upp för innovationer kan den hårt styrda arbetsplanen vara ett hinder för att prova nya innovationer.

- "Det var ekonomin som drev utvecklingen mot innovationer."*
- Synpunkter har inkommit att man borde sära på begreppen "små" resp. "övergripande" funktionskrav. Trafikverket upplevs peta i detaljerna. Åsikterna kring gestaltningskraven går isär, men flera respondenter menar att det är bra med tydliga gestaltningskrav medan andra vill att gestaltningskraven ska vara underordnade funktionskraven för att öppna upp fler möjliga lösningar och egna innovationer.
- Andra hinder är kravet på att de tekniska lösningar som används ska utformas baserat på vetenskapliga metoder eller vara beprövade och vedertagna. Detta medför i allt väsentligt att anläggningen ska utformas och utföras med konventionella metoder enligt förfarande som anges i Trafikverkets kravdokument. Verifikationskraven har gjort att det upplevs alltför tidsödande och arbetskrävande att försöka få igenom nya tekniska lösningar.
- Flera respondenter har påpekat att funktionskraven utanför vägkroppen (grönområden, slänter, gestaltning, etc.) har varit otydliga. Även ansvarsfördelning och tider har upplevts som otydliga av flera
- respondenter. I vissa fall har kraven upplevts vara allt för detaljerade.
- I de flesta entreprenaderna har väldigt få utvecklingar kring projekteringen upplevts som möjliga eftersom vägprofilerna upplevts varit alltför hårt styrda för att tillåta optimering av masshantering.
- "Jag tycker att Trafikverket kunde ställt krav på att projektören skulle vara på plats, det hade gett en spännande lösning samt bredare kompetens i projektörsleden."*
- Trots detta har olika innovationer provats. I flera av entreprenaderna har prefabricerade broar eller broelement använts.



Några av de innovationer inom produkter som har provats i Totalentreprenaderna är:

- Högre packningsgrad
- Cementstabilisering av överbyggnaden
- Cementstabilisering av underbyggnad/undergrund
- Prefabricerade broar
- Sprängning av berg i väglinjen och återanvändning som fyllningsmassor med minskade transporter och bättre masshantering
- Återanvändning av massor i högre grad

- Gräs istället för grus som erosionskydd vid slänter

"Funktionskraven var väldigt hårda men trafikverket var beredda att betala för det för att få en högvärdig produkt billigare" - stabiliserad överbyggnad har fått genomslag i hela landet. "

Innovationer - Processer

Under avsnittet om innovationer inom processer behandlas frågor som beaktar:

- Produktionstekniska lösningar i utförandet
- Serieproduktion
- Arbudsarbetet

Vissa företagsspecifika lösningar har använts i entreprenaderna. Flera respondenter har upplevt större frihet vid val av material men i något fall överdimensionerat "för att vara på den säkra sidan".

Några har upplevt en ökad administration i entreprenaden medan andra har upplevt minskad administration.

"Nu ska allt passera entreprenören och då borde man kunna skippa vissa handlingar, men man gör som man brukar och lurar in i gamla

systemet och nyttjar dåligt möjligheten att använda verifikat istället för ritningar.”

I ett av entreprenaderna planerar man att bygga en helt ny fabrik för serietillverkning av stålbroelement. Man har optimerat projekteringen av stålbron m.a.p. serietillverkning, transporter samt tidsvinster.

Serietillverkning av broar har förekommit i flera fall. Andra produktionshöjande åtgärder som provats är:

- Densiasfalt i rondeller
- Montagebro
- Typbroar
- Återanvända broformar
- Ny typ av vält
- Ny packningsmetod

Hinder för innovationer inom processer har varit:

- Gestaltningskrav
- Långa granskningstider
- Stor undersökningsplikt

Samtliga anbudsgivare har påpekat att anbudsarbetet upplevts som omfattande och mycket kostsamt. Generellt uppger respondenterna att det saknas kompetens hos

© Prolog 2011
Sida 14

entreprenören för att bedöma osäkerheter i vem som äger ansvaret, dolda risker samt storlek på risktillägg vid totalentreprenader. Man upplever dock att många av dessa osäkerheter kommer att minska när man får mer erfarenhet av formen.



Konkurrens

I avsnittet om konkurrens behandlas frågor kring:

- Anbud
- Tid för anbudsräkning

- Entreprenadens avgränsning
- Kontrakttidens längd
- Riskfördelning
- Osäkerheter i förfrågningsunderlaget

Anbud har uteslutande lämnats av medelstora och stora bolag. Många tror att detta beror på att mindre bolag har svårt att klara de långa garantitiderna. Man menar också att det krävs högre kompetens för att räkna på totalentreprenader.

Vissa respondenter har uttryckt positivt intresse för någon form av ersättningsmodell för nedlagt arbete i anbudsskedet åt de anbudslämnare som ej vinner kontraktet, men det finns också respondenter som menar att detta inte har någon betydelse för viljan att lämna anbud.

Tiderna för anbudet har ansetts som rimliga av de flesta trots att dessa har varierat mellan 2 och 9 månader för olika entreprenader och olika aktörer.

Många har sett det som en konkurrensfördel att tidigt prova totalentreprenader och bygga upp intern kompetens och organisationer för detta.

Antalet anbud har av flera upplevs som litet, beroende av om entreprenaden är en totalentreprenad eller utförandeentreprenad och menar att detta beror på att marknaden i Sverige är liten. I några fall har utländska företag tagit ut anbudshandlingar men ej lämnat anbud, med undantag för en entreprenad där ett utländskt konsortium vunnit anbudet. Antalet giltiga anbud var mellan 2 och 5 stycken i entreprenaderna.

Entreprenad	Antalet inkomna anbud	Företag som lämnat anbud
IVsy: Väg E22 Hörby Norra - Linderöd	5	Svevia, Strabag, Peab, Skanska, NCC
IVsy: Väg E22 Hurva - Rolsberga	4	Svevia, Strabag, Peab, NCC
VGBpm: Väg31 Förbi Tenhult	3	PEAB, Skanska, NCC
VGBpm: Väg34 St Aby - Glahytt	3	PEAB, Skanska, NCC

Vgöbpm: Tvärleden Osby - Märkäryd	6 (varav 1 förkastades)	Svevia, NCC, Peab, Skanska, Strabag och Jonab NCC o PEAB
IVsy: Väg 50 Motalla	2	
Vgöbph: Väg 50 Lamborn- Svabensverk	5	Skanska, NCC, PEAB, Svevia och Dala Berg
Vgöbpl: Väg 99 Merasjoki - Kätkesuando	2	Asfaltbeläggningar i Boden, Svevia
IVö: Väg E4 Bro över jvg vid Rotebro	5	NCC, Bilfinger Berger, Skanska
IVm: Väg E4 Bro över Sundsvallsfjärden	4	Konsortium Pihl/Höbius/Bögl, Bilfinger&Berger, Skanska och Hochtief.
IVm: Väg E4 Sundsvall, Myre - Skönsmon	5	Peab, Svevia, NCC, Skanska, Strabag

De flesta har ansett att kontrakts- och produktionstiden har varit lagom lång, trots att de flesta entreprenader som slutförts har varit klara långt innan sista färdigställandedatum. Respondenterna menar dock att osäkerheterna är så stora att om man minskar tiden så kommer entreprenörerna vara tvungna att lägga på ett riskpålägg för eventuella förseningar. Enstaka respondenter anser att tiden är alltför kort. Flera respondenter bland alla parter har påpekat att tiden borde optimeras bättre mot årssäsonger så att det finns tillräckligt lång tid från det att kontrakt skrivs tills att produktionen startas. Denna tid behövs för kompletterande undersökningar och projektering. Många kompletterande

undersökningar kan inte göras under vintersäsongen.

En representant för Trafikverket menar på att detta är ett systemfel hos Trafikverket som gör att anbuden kommer ut fel tid på året och att det relativt enkelt borde kunna åtgärdas. Andra menar att det borde finnas tvingande deltid för kompletterande undersökningar och projektering.

”RiskfördeIningen kan hämma utvecklingen.”

Riskerna har varit starkt förskjutna mot entreprenören. Trafikverket anser att risken ska tas omhand där den kan hanteras bäst (d.v.s. hos entreprenören). Parterna är inte

alltid överens om hur risker för sådant som ligger dolt under markytan (geoteknik, avvattning, etc.) samt ny väg på befintlig vägkonstruktion ska hanteras.

"Det kan vara så att den entreprenör som är mest riskbenägen vinner jobbet."

Vid några entreprenader har försökt gjorts att reglera det som visar sig inte stämma mot de geotekniska undersökningar som givits i förfrågningsunderlaget, medan i andra entreprenader hävdar beställaren att entreprenören borde ha räknat med ett riskpålägg för att diskrepanser kan förekomma. Representanter från samtliga parter är överens om att praxis borde finnas och i vissa fall är sannolikt ett prejudikat från en tvist nödvändig.

"Totalentreprenadformen är fördel i projekt i obruten terräng där projektet kan få större frihetsgrad. Det är svårare i projekt där många intressenter blandas in, t.ex. boende, känslig kulturmiljö."

Två respondenter har upplevt att projektörens risk är orimligt stor i förhållande till möjlig vinst medan de flesta projektörer inte upplevt några risker eller osäkerheter.

"Det blev alltför snabb etablering. Projekteringen var trög i starten och ogenomtänkt. Rekommendation är att projekteringsledaren är anställd av entreprenören för snabbare beslut."

Osäkerheterna som upplevts i förfrågningsunderlaget kan till största delen associeras till geoteknik, befintlig vägkonstruktion samt granskningsförfarande. Vid flera entreprenader har funnits diskrepanser mellan arbetsplan och teknisk beskrivning. Någon respondent har upplevt underlaget som undermåligt.

"Vi som beställare måste lära oss att hantera den nya formen - att granska men inte godkänna"

Flera respondenter har påpekat att det upplevs finnas en osäkerhet kring trafikverkets granskning. Osäkerheten är främst i hur mycket som ska granskas samt vilken detaljeringsgrad. Entreprenör och projektör anser att granskningen tar lång tid och att detta påverkar entreprenadens framskridande.

"Trafikverket är ovan vid formen totalentreprenad och faller tillbaka i gamla invanda förhållningssätt kring granskningen."



entreprenören kan vara med och påverka utformningen.

"Anledningen att vi [entreprenören] var så snabba igång är att vi vet att det tar tid för vägen att sätta sig, vi är duktiga på produktion och har erfarenhet av det här. Vi behöver inte ha alla detaljer klara för oss för att kunna dra igång."

Sluttiden har hållits i de entreprenader som färdigstälts, ofta med god marginal, trots att miljödomar, långsam granskning och osedvanligt väder har påverkat den planerade tidshållningen.

När det gäller kvaliteten skiljer sig åsikterna mellan respondenter på olika entreprenader. Några anser att kvaliteten är jämförbar med traditionell utförandeentreprenad medan många andra menar att kvaliteten är mycket högre vid totalentreprenader. Några av de åsikter som framkommit är:

- Projekteringsprocessen är annorlunda och man upplever från Trafikverkets sida att tiden mellan handling klar för granskning och produktionsstart är för kort och att man ifrån entreprenörens sida inte har kontroll på sina egna

Tid, kvalitet och kostnader

Under detta avsnitt behandlas:

- Tidshållning
- Kvalitet
- Fel och anmärkningar vid besiktning
- Kostnader
- Lönsamhet

Det har generellt upplevts som lättare för entreprenören att hålla tiderna när

© Prolog 2011
Sida 18

processer med avseende på projekteringsstyrning.

- Kvaliteten i totalentreprenader kan höjas om man även har ansvar för driften. I flera entreprenader har man inget driftansvar och kvaliteten skiljer sig inte jämfört med traditionell utförandeentreprenad.
- Man får bättre kvalitet. Smarta idéer premieras före fusk.
- Kvaliteten har blivit bättre i flera avseende (överbyggnad/beläggning/jämnhet). Större granskning ger högre kvalitet.

"Tvårileden fick en mycket vacker finish. Det var ett bra team hos entreprenören - yrkes stolthet."

"34:an fick FIA-priset - bra utförd men med lite problem med slänter."

Många av de aktuella entreprenaderna är inte slutförda, men för dem som slutförts så har merparten väldigt få konstaterade fel.

Trafikverket upplever att entreprenören generellt varit noggrann i processen. Delbesiktningar har gjorts långt före slutbesiktning på entreprenörens eget initiativ med hjälp av Trafikverkets specialister. Några av entreprenaderna har haft markant lite fel, medan någon har anmält för tidigt och haft fler anmärkningar än normalt.

Entreprenad	Startdatum	Planerat slutdatumslut	Verkligt slutdatum	Beviljade tidsstillägg	Status
IVsy: Väg E22 Hörby Norra - Linderöd	2010-06-01	2012-12-31			pågående
IVsy: Väg E22 Hurva - Rolsberga	2010-06-01	2012-12-31			pågående
VGBpm: Väg31 Förbi Tenhult	2009-03-02	2011-12-01	2011-08-30		avslutat
VGBpm: Väg34 St Aby - Glahytt	2009-01-30	2010-11-01	2011-10-14	Ja	avslutat
VGBpm: Tvärleden Osby - Markaryd	2009-05-15	2011-07-01	2010-12-20	Ja, 45 dagar	avslutat
IVsy: Väg 50 Motåla	2010-02-12	2033-08-31		Pågående hindersanmälan gällande	pågående

VGBpm: Väg31 Förbi Tenhult	280	233	253	6,8 avslutat
VGBpm: Väg34 St Aby - Glahytt	193	230	252	0 avslutat
VGBpm: Tvärleden Osby - Markaryd	259	168	209	6,5 avslutat
IVsy: Väg 50 Motala	1467	1248		pågående
VGBpl: Väg 50 Lambörn-Svabensverk	40	24	33	0,5 avslutat
VGBpl: Väg 99 Merasjoki - Kätkesuando	20	13	16	1 avslutat
IVö: Väg E4 Bro över jvg vid Rotebro	435	325		24 pågående
IVm: Väg E4 Bro över Sundsvallsfjärden	1688	1545		pågående
IVm: Väg E4 Sundsvall, Myre - Skönsmon	1350	1174		pågående

Entreprenörerna har till största delen inte lyckats med lönsamhet i totalentreprenaderna. Orsaken upplevs vara felkalkyl p.g.a. bristande erfarenheter från entreprenadformen, hård konkurrens vid anbud, osäkerhet på hur man ska ta höjd för risker samt i några fall att misstag begåtts.

Övervägande del av projektörerna ser ingen skillnad i sin lönsamhet mellan totalentreprenader och utförandeentreprenader trots att de har en annan beställare.

Trafikverket har i de flesta fall fått en slutsumma inom det budgeterade.

Trafikantkostnaderna har minskat i och med att man kortat byggtiden.

"Man kan koppla effektmål/funktionsmål till projektens olycksutveckling; t.ex. lägre antal döda/skadade under 3 år ger bonus. Detta är svårt att göra i en annan typ av entreprenadform [utan drift- och underhållsansvar]."



Några av de skillnader som nämnts är att vid en utförandentreprenad vänder sig entreprenören till beställaren då problem uppstår och får betalt under tiden man väntar och beställaren hittar en lösning. Vid totalentreprenader måste entreprenören själv hitta lösningen.

"Det är entreprenören som kan göra bästa ekonomiska optimeringen, planera logistik och skapa förutsättningar för industriellt byggande. Därför är det självklart att de ska få utrymme att göra detta."

En stor skillnad är att projektörerna sitter på andra sidan av bordet. Detaljeringsgraden är lägre när man projekterar åt en entreprenör. Mer inslag av produktionsprojektering ger en ökad förståelse hos projektören för dessa frågor.

"Misslyckande är otroligt värdefulla i utvecklingsprocessen."

I dessa entreprenader där man arbetat med utökad samverkan arbetar man för att lösa problemen tillsammans. I totalentreprenaderna läggs fokus på hur bra man kan bygga till ett rimligt pris. Respondenterna menar att utökad samverkan (FIA nivå 1) är av stor vikt, kanske den största skillnaden.

Annat av betydelse

Majoriteten av respondenterna är mycket positiva till entreprenadformen. Man uttrycker stor arbetsglädje och möjlighet att utveckla sig själv och sin kunskap. Man ser dock nybörjarproblem som beror på ovana med formen. Hur ska man hantera avvikelser från arbetsplan?

Man menar att totalentreprenadformen är ett effektivare sätt att arbeta på, mer interaktivt.

Några av de fördelar som nämns är:

- Ökad kreativitet, vilja att lösa uppgiften, man blandar kompetenser i bredare form än vid utförandentreprenad
- Tillvaratagande av alla erfarenheter, ser och kan analysera möjligheterna och riskerna. För samman praktiker och teoretiker på ett bättre sätt.
- Snabba beslut. Lösningar för detaljer hamnar på rätt ställe
- Snabbare produktionsstid
- På sikt mer väg för pengarna.
- Entreprenören ska börja tjäna pengar för att ha råd med utveckling.
- När man bygger och producerar samtidigt behöver man inte vara lika noggrann - bara nödvändiga frågor utreds, mer sparsamt.
- Roligt - större engagemang. Betydligt bättre samverkan.
- Totalentreprenader bidrar med kostnadseffektiva lösningar med fokus på totalekonomin för entreprenaden. Även produktionskostnader vägs in tidigt vilket är en stor ekonomisk fördel. Vi projektörer får jobba närmare "verkligheten", Teoretiker jobbar tillsammans med praktiker vilket är

stimulerande! och väldigt bra för unga för att lära sig.

- Utnyttjar kunskaperna bättre.

"Jag är övertygad om att detta är framtiden"

Flera respondenter har uttryckt en önskan om att vara med i ett tidigare skede, redan vid utarbetandet av arbetsplanen. Det som talar emot, är det ovana med den långa tiden, men om man jämför med byggindustrin där entreprenörerna förvärvat mark och sedan arbetar med detaljplaner och bygglov innan byggstart, så är detta inte så annorlunda. Man menar att man får möjlighet styra annorlunda, att våga prova innovationer.

"Totalentreprenad i kombination med utökad samverkan kommer på sikt att ge mer väg eller järnväg för pengarna. Ju tidigare desto bättre - vi vill vara med redan från arbetsplanen och hela vägen till och med driften."

Det finns många som inte ser några nackdelar med entreprenadformen medan andra ser några av följande nackdelar:

- Totalentreprenaderna är fortfarande för mycket styrda.
- Eftersom formen är ny så har granskningsrutiner inte satt sig riktigt

ännu hos Trafikverket. Man har inte riktigt hittat sin roll och vad man ska granska och vad man inte ska granska.

- Det är lätt att missbedöma den beställarkompetens som krävs i Trafikverket.
- Det finns inläsningar i tidigare förutsättningar som behöver utvärderas och förbättras.
- Det finns en risk att Trafikverket i förlängningen tappar kompetens som man har idag.
- Arbetsplanen sätter för stora begränsningar
- Ekonomi (initialt)

En förbättringsåtgärd skulle kunna vara om man kan fastställa ett större vågområde för att öka entreprenörens frihet i utformning. Entreprenör och projektör önskar mer frihet i utformningen.

”Att vi som entreprenörer är mer kreativa är stor fördel för rekrytering i framtiden.”

Flera entreprenörer skaffar en egen projekteringsledare för att öka sin kompetens. Högre engagemang p.g.a. direktkontakt mellan projektör och entreprenör ger snabbare ändringar.

Någon menar att garantitidens längd (10 år) är problematisk då underentreprenörer vägrar att garantera i 10 år och att man borde inkludera både drift och garanti i 20 år för att våga prova nya lösningar.

framgångsrikt anpassar sig till en allt större andel totalentreprenader. Sådana strategier verkar saknas eller vara ökända för de medarbetare som intervjuts i entreprenaderna.

Ett flertal innovationer inom produkter och processer har provats i de 11 entreprenaderna men det är ett litet underlag och man kan därför inte i studien dra några generella slutsatser om hur mycket

totalentreprenadformen direkt gynnar innovationer. Exempel finns som tyder på att funktionskraven till viss del öppnar upp för innovationer. Ekonomiska incitament och låga produktionskostnader driver innovationsviljan och den långa garantitiden minskar

entreprenörrens vilja att välja oprövade lösningar. Om man från Trafikverkets sida önskar att fortsätta främja utvecklingen av nya tekniska lösningar måste man väga in entreprenörernas ovana att värdera risker och mycket komplicerade riskbilder. De innovationer inom produkter som trots detta har fått bra genomslag i de studerade entreprenaderna är högre packningsgrad, stabilisering av överbyggnad, stabilisering av underbyggnad/undergrund, prefabricerade broar samt massätvinnig. De tre första har gjorts för att klara de tuffa funktionskraven

Analys

I stort sett alla de som deltagit i studien och som representerat entreprenaderna där totalentreprenad provats är positiva. De flesta av de utmaningar som upplevts av dem som deltagit i entreprenaderna beror på ovana att arbeta i totalentreprenadformen; alla har omfattande tidigare erfarenheter av den dominerande utförandentreprenadformen.

"Det är extremt mycket roligare att arbeta i totalentreprenader. Få vara med om innovationer, något nytt inte bara det vanliga. Bra gång. Mer på plats i verkligheten."

De flesta respondenterna är överens om att totalentreprenader ger stora möjligheter till tidsvinster, färdigställda entreprenader har blivit färdiga i god tid.

Många menar att kvaliteten är högre. Den största anledningen är garantitiden som driver fram kvalitetshöjande åtgärder, t.ex. i form av förhöjd packningsgrad och cementstabilisering.

Såväl beställare som entreprenörer och konsulter bedöms ha goda möjligheter att utveckla och implementera strategier som

medan de senare kan härledas till minskade kostnader.

Produktivitetshöjande åtgärder i form av innovationer inom processer verkar vara intressanta för entreprenörerna. Detta är inte överraskande eftersom ökad produktivitet minskar tidsåtgången och resulterar i lägre kostnader. Entreprenörerna har varit uppfinningsrika, man har exempelvis återanvänt broförmor genom att standardisera cc-avståndet för broar, serietillverkade broelement samt ny packningsmetod. Hinder för att ytterligare höja produktiviteten är den strikta arbetsplanen och det tidskrävande arbetet att ändra den skapar en motvilja mot att försöka. Ändringar av arbetsplanen har dock gjorts i enstaka entreprenader.

”Det är kul när man vågar/får utrymme att testa nya saker.”

Det är studien oklart om konsulterna har strategier för ökad produktivitet och innovationer inom processer eller hur de ser på att totalentreprenadformen påverkade deras arbete. Att byta uppdragsgivare från Trafikverket till entreprenörerna har upplevts fungera bra. Om eller hur totalentreprenader påverkar kvalitén i

projekterade handlingar är inte något som framkommit i intervjuerna i entreprenaderna.

Det är relativt få anbud som lämnats vid upphandling av totalentreprenaderna och det är uteslutande medelstora och stora företag som lämnat anbud. De stora entreprenörerna har i de studerade entreprenaderna visat vilja att profilera sig, bygga kompetens och skaffa konkurrensfördelar. Frisnivåerna har uppfattats som relativt låga och förtjänsten har enligt entreprenörerna i de studerade totalentreprenaderna uteblivit.

Totalentreprenaderna upplevs idag lönsamma för beställare och konsulter. Parterna är överens om att detta måste förändras, så att alla parter tjänar pengar, men de olika parterna är inte överens om hur.

Det finns en problematik med riskfördelning i totalentreprenaderna. Om entreprenörerna fortsätter att uppleva sig förlora pengar i entreprenaderna kommer viljan att medverka i dem att minska. Tvister kan komma att bli en följd.

Trafikverket bör också planera tiden för anbudet så att entreprenaderna kan dra nytta av årtiderna i de olika faserna och för att minska risken för stora tidsförseningar

p.g.a. att vintern kommer innan kompletterande undersökningar gjorts.

"Jag tror inte att jag hade varit kvar här på Trafikverket om det inte hade varit för totalentreprenaderna"



Glädjen med att arbeta i totalentreprenader, som de flesta av respondenterna uttrycker, är en god grund för att vidareutveckla ytterligare fördelar utifrån entreprenadformen.

Hinder och drivkrafter för industriellt anläggningsbyggande

Per Erik Eriksson, Henrik Szentes,
Thomas Olofsson och Ove Lagerqvist

Avdelningen för Bygghkonstruktion 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 maskin-användning 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 utförar-

kompetens redan i design och planeringsskeden. Materialleverantörer bör utveckla prefabricerade komponenter och byggedelar, 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 byggtreprenörer aktiva i Sverige, teknisk utveck-

ling 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/byggdelar 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 utförandentreprenader, 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 industrirepresentanter som var inbjudna och/eller anmälda till Produktivitetskommitténs 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 5 st, effektiv/rationell produktion av 5 st, samt upprepning och standardisering av 3 st. 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 arbetssätt 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.

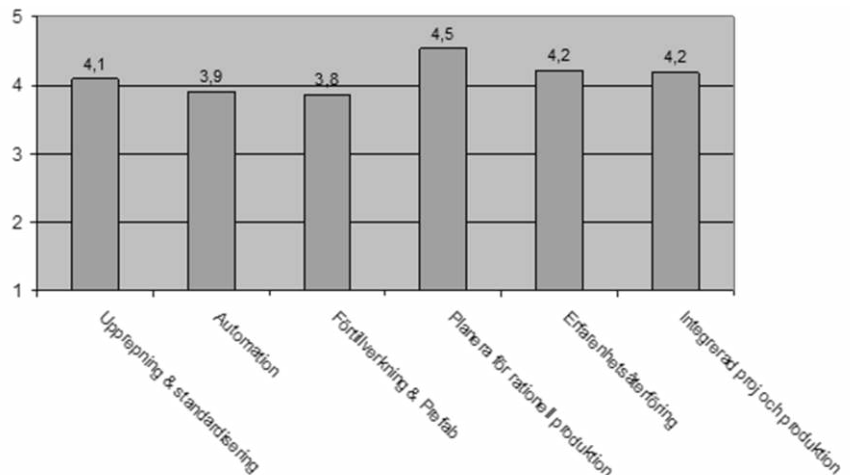
En respondent menar att prefab blir extra viktigt och lämpligt i underjordsarbeten som tex tunnlar där det är trångt och svårt att platsbygga. ”Ska du göra nånting på plats där nere kostar det dubbelt så mycket än om du gör det någon annanstans” (E).

Automation i form av ökad maskinanvändning 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 individuellt 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 cirkus-sällskap 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 projekteringskedet. 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 spår 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).

Sämre 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).

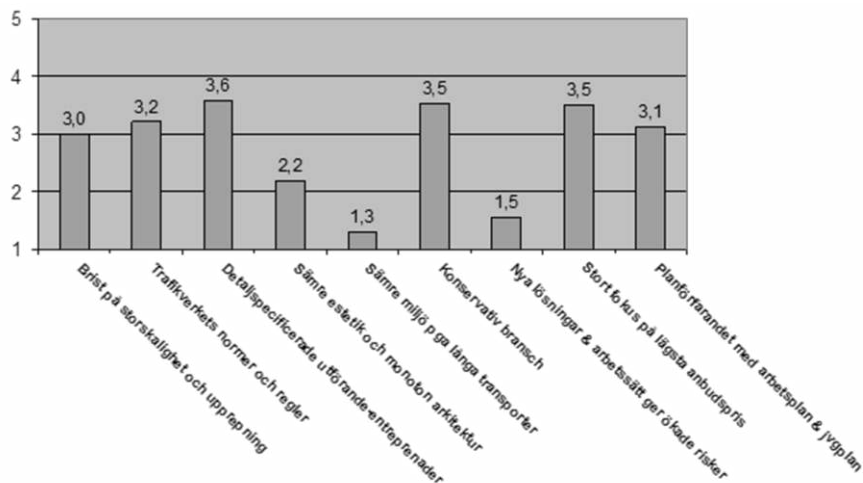
Kortsiktigt ökad risk nämndes av 2 respondenter. Utveckling av nya angreppssätt kan utgöra ökade risker för okända konsekvenser. "Nya lösningar innebär högre risker och svårigheter att kalkylera kostnaden" (E).

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 arbetsätt 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 arbetsätt 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 i dag” (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 i dag. ”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).

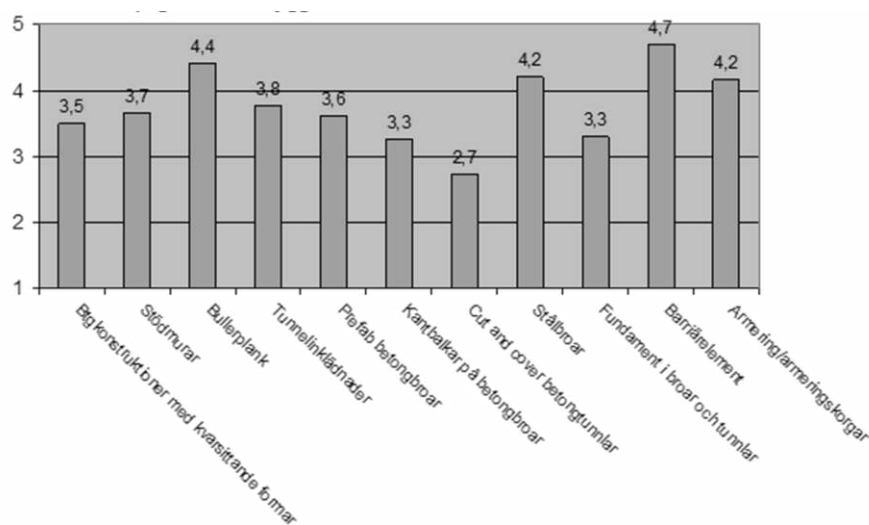
Vilka element/byggdelar är lämpliga att standardisera eller prefabricera?

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 iläggingsfärdig, 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 i stället 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* i stället för platsbyggnads 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 eftersträvat 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 i stället 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 iläggingsfärdiga.
5. Pålplattor serietillverkades och prefabricerades.

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

Beställaren tyckte inte att projektets kontrakt- 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 arbetsätt 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 baby'n (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 husbyggerindustri 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 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 planeringsskeden 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 projekteringskedet 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 i dag fokuserar på kort-siktig 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

Industrialiserat anläggningsbyggande – möjligheter och hinder

Stefan Olander, Kristian Widén och Bengt Hansson

Byggproduktion
Institutionen för Byggvetenskaper
Lunds Universitet

Inledning

Bakgrund

En övergripande strategi för samhället är att uppnå en högre grad av hållbarhet. Det hållbara samhälle som eftersträvas ställer särskilda krav på byggandet och hantering av framtida funktioner, här spelar anläggningsbyggandet en central roll. Prestandan hos byggnader och anläggningar behöver förbättras, både vid uppförande och vid förvaltning, för att på sikt kunna uppnå ett mer hållbart utnyttjande av begränsade resurser. Ofta beskrivs behovet av ökad effektivitet i termer av ett behov av ökad produktivitet (Olander och Widén 2010). Dock är tillgänglig data och statistik av makroekonomisk karaktär, vilket innebär att den bild som beskrivs är grov och ofta direkt olämplig som underlag för beslut på operativ företagsnivå.

En organisations överlevnad beror på dess förmåga att hantera de ofta motstridiga målen av kortsiktiga produktivitetsförbättringar och långsiktig anpassningsförmåga, alltför starkt fokus på produktivitetsvinster verkar ofta hämmande på en organisations flexibilitet och innovationsförmåga (Adler et al. 2009). Ett amerikanskt exempel visar på den paradox som kan uppstå vid produktivetssträvanden baserade på ett bristfälligt underlag. När amerikansk tillverkningsindustri på 1980-talet strävade efter ökad konkurrenskraft genom förbättrad produktivitet blev resultat en besvikelse. Ju mer de strävade efter ökad produktivitet desto sämre blev deras konkurrenskraft (Skinner 1986). Skinner fortsätter genom att reflektera över vad han kallar ”40 40 20” regeln. 40 procent av konkurrenskraften beror på långsiktiga förändringar i produktionsstrukturen, 40 procent beror på förändringar i utrustning och processteknologi medan endast resterande 20 procent kan hänföras till produktivitetsförbättringar. Skinner (1986) konstaterar då att vad denna regel innebär i praktiken är att den minst kraftfulla vägen till att ökad konkurrenskraft är att fokusera på konventionella angreppssätt rörande produktivitet och kostnadsbesparingar. När låg kostnad är det övergripande målet blir kvaliteten ofta lidande, men när hög kvalitet är målet följer även ofta en lägre kostnadsstruktur.

Anläggningsbyggande är till största delen offentligt finansierat och upphandlat. Eftersom stora resurser satsas på anläggningsbyggande måste det bli allt mindre resurskrävande över tiden, för

att visionen om ett mer hållbart samhälle ska uppfyllas. Ett steg i denna riktning kan vara att skapa förutsättningar för en ökande grad av industrialisering av anläggningsbyggande. För att åstadkomma detta måste de hinder och möjligheter för en ökad industrialisering identifieras och analyseras. Denna kunskap kan användas för att skapa en strukturell miljö i vilken upphandlingar av anläggningsbyggandet genomförs som stödjer denna utveckling. Utformningen av den strukturella miljön bör dock baseras utifrån de förutsättningar som är relevanta för bygg- och anläggningssektorn, exempelvis är den stora skillnaden mellan bygg- och anläggningssektorn och tillverkningsindustrin att slutprodukten är monterad på en unik geografisk plats och inte levererad till sin slutbrukare i färdigmonterat skick (Winch 2003). Dock är det inte utan risk att introducera nya produktionsmetoder genom exempelvis en ökad industrialiseringsgrad. En ökad erfarenhet av dessa processer är det enda sättet att skapa säkerhet och trygghet vid genomförandet av nya lösningar. Så länge som denna erfarenhet är begränsad bör det finnas möjlighet till reservutvägar och flexibilitet i upphandlingen av projekt där nya processer och produktionsmetoder ska främjas (Maas och Van Ekelén 2004), vilket beställarna måste beakta vid val av upphandlingsstrategi.

Beställaren och typ av projekt har även stor betydelse vad gäller acceptansen för en industrialisering av bygg- och anläggningssektorn. Beställare med fokus på lägsta investeringskostnad är ofta mer benägna att endast använda traditionellt beprövade metoder, samt att större projekt av unik karaktär (vilket de flesta anläggningsprojekt är) upplevs som mindre lämpade för exempelvis en hög grad av prefabrikation (Gibb, 1999). Bristande erfarenheter i kombination med många specialintressen kan leda till att nackdelarna med en ökad industrialisering blir överexponerade. Beställaren behöver då kräva in detaljerade analyser så att olika produktionsmetoders för- och nackdelar kan vägas samman (Maas och Van Ekelén). Problemet verkar vara att bygg- och anläggningssektorn är påverkat av ett historiskt starkt ramverk i upphandlingsprocessen, där anbud bedöms och beslut tas primärt på tids- och kostnadsbaserade grunder (Blismas et al. 2006).

Symptom på problem

De upplevda symptomen på problem i anläggningsbyggandet har beskrivits i otal sammanhang (se exempelvis SOU 2000:44, SOU 2002:115). De kan vara något eller några av följande:

- Hög resursförbrukning och höga byggkostnader.
- Kostnadsöverskridande.
- Tidsöverskridande.
- Fokus på ÅTA.
- Bristande fokus på byggnadernas årskostnad.
- Många bygg- eller kvalitetsfel.
- Bristande kunskapsuppbyggnad och avsaknad av erfarenhetsåterföring
- Svag industrialisering av byggandet.
- Svag effektivitets och produktivitetsutveckling.

Listan på upplevda problem kan göras lång och det finns troligtvis inte ett koncept som löser alla förekommande problem och den största anledningen är att byggtjänster kan ha många olika utseende. Byggandet av småhus kan förläggas till nästan 100 procent på en fabrik medan byggandet av en väg med svårighet kan förläggas till 100 procent på fabrik.

Syfte och avgränsningar

Avsikten är att belysa hinder och möjligheter för en ökad andel industrialiserat byggandet inom anläggningssektorn. Mer specifikt skall om möjligt följande frågor besvaras:

- Vilka hinder finns för ett mer industrialiserat anläggningsbyggande?
- Vilka möjligheter finns för ett mer industrialiserat anläggningsbyggande?
- Vad krävs av olika aktörer för ett mer industrialiserat anläggningsbyggande?
- På vilket sätt påverkar val av ansvars- och ersättningsformen graden av industrialisering?
- Vilka produkter och/eller processer kan eller bör standardiseras?
- Hur stimuleras innovationsprocesser?

Genomförande

Projektet innehåller följande moment:

1. Litteraturstudie inklusive detaljplanering innebärande utformning av mall för intervjuer av aktuella aktörer och formulerande av indikatorer. Under detta moment formuleras indikatorer för att bedöma hinder och möjligheter för ökad industrialiseringsgrad.
2. Fallstudie av riksväg 50 mellan Motala och Mjölby. Datainsamling har här skett genom ett studiebesök på plats samt intervjuer med representanter från både entreprenör och beställare.
3. Analys
Genomförd fallstudie analyseras sammantaget och då diskuteras särskilt i vilken omfattning bedömningarna av hinder och möjligheter kan generaliseras.

Industrialiserat anläggningsbyggande

Industrialiseringens utveckling

Industrialiseringen anses tagit sin början i England under 1700 talet i och med realiseringen av ett antal maskiner, framför allt inom textilindustrin. Dessa innovationer ledde till att tillverkningen av tyg gick från att vara ett hantverk till att bli stordrift. Kvaliteten blev jämnare och ett färre antal personer kunde tillverka mer. Det innebar också att behovet av att kunna hela förädlingsprocessen, från tillvaratagande av råmaterialet till färdiga textilier inte längre blev nödvändigt för flertalet av de som arbetade. Det räckte med att kunna den specifika del i processen som den enskilde arbetaren var satt att arbeta med (Gann 2000). Även i Sverige var textilindustrin den industri som utvecklades först, dock inte förrän i början på 1800-talet. Den industri som anses vara den som tog de första stora stegen mot industrialisering var sågverksindustrin i de norra delarna av landet. Detta skedde vid 1800-talets mitt. Huvudsyftet under denna tid var att ta tillvara på arbetsdelningens och stordriftens fördelar. Utvecklingen under resterande del av 1800-talet resulterade i stort sett bara i att förbättra existerande metoder.

Nästa steg i industrialiseringen är utveckling av det löpande bandet, genom Fords biltillverkning under tidigt 1900-tal. Grundidén med det var att produkten, inledningsvis, bilen skulle för-

flyttas framåt på en monteringssträcka utan stopp och successivt monteras ihop av specialiserade arbetsgrupper med avgränsade arbetsmoment. Detta löste flera problem i jämförelse med att ett fåtal montörer monterade ihop alla olika delar till färdigt resultat. Montörerna var tidigare tvungna att kunna alla moment, det var då problem med att få plats med fler än ett fåtal personer kring monteringsstationen samt att logistiken blev lättare då en komponent bara behövde tillgänglig vid en monteringsstation i stället för vid alla. Men det var egentligen inte löpande bandet som sådant som gav de stora vinsterna och som ledde till massproduktion. Fords stora genombrott var att han såg till att använda standardiserade delar som var lätta att sätta ihop. Det var först när det insågs att det gick fortare att förflytta produkten som skulle monteras än arbetarna som monterade en specifik del som det löpande bandet introducerades. I och med att monteringen gjordes lättare och det fanns mindre risk för att välja fel delar innebar att det inte längre behövdes hantverkskunnig arbetskraft i samma utsträckning som tidigare (Gann 2000).

I västvärlden spreds och utvecklades principerna för massproduktion från initialt i USA på 1920-talet till att i mitten på 1950-talet blivit vanliga i stora delar av Europa. Under 1970-talet in i början på 1980-talet stagnerade utvecklingen i västvärlden samtidigt som Japan börjat hämta sig från effekterna av andra världskriget och började utveckla den inhemska industrin. Flera koncept utvecklades varav Lean Production är det mest kända (se exempelvis, Womack et al. 2007). Fokus var både på att producera ett visst antal produkter och att säkerställa rätt kvalitet på produkterna som producerades. Fokus blev på att sträva efter ständiga förbättringar vilket innebar att en mängd olika rutiner infördes som inte var att tänka på i västvärlden, till exempel att vem som helst kunde stanna löpande bandet om ett problem uppstod. En annan viktig aspekt av det som kallas Lean Production var en mycket högre integrering av leverantörer än vad som traditionellt gjordes i västvärlden.

Ett antal olika ledningsfilosofier, som ofta kopplas samman med Lean Production, har påverkat industrialiseringen över hela världen. Några exempel är TQM och Six Sigma. TQM (Total Quality Management) innebar att det fokuserades på att säkerställa kvaliteten i organisationens alla delar. Det är en ledningsfilosofi för att skapa långsiktig framgång genom nöjda kunder. Six Sigma är en affärsstrategi i syfte att identifiera och ta bort orsaker som

genererar felaktigheter i produkterna. Generellt kan det dock sägas att fokus i industrialiseringsprocessen gick från att massproducera produkter till att säkerställa en produktion av tillräckligt hög kvalitet för att göra kunderna nöjda (Gann 2000). En viktig del i detta är integreringen och förståelsen av hur alla delar av en organisation och leverantörer samt deras produktions processer samagerar för att uppnå rätt kvalitet.

För att bli mindre beroende av att producera stora volymer av samma produkt utvecklades konceptet agil tillverkning (Agile Manufacturing). Här tillåter processen en högre grad av förändring för att möta kundernas krav. Den stora orsaken till att detta blivit möjligt att genomföra är den snabba utvecklingen av de stödteknologier som är nödvändiga för att lyckas med de snabba omställningar som är nödvändiga. Utvecklingen av olika typer av IT-stöd och verktyg har varit helt nödvändig, exempelvis kopplingen mellan CAD och CAM. En annan viktig del i agil tillverkning är att det finns ett antal komponenter med standardiserade gränssnitt, men där komponenterna kan kombineras på olika sätt för att möta olika kunders krav.

Industrialiseringen började således som ett sätt att ta tillvara stordriftens fördelar, detta kombinerades med standardiserade produkter och det löpande bandet. Detta innebar en utveckling från produktionen var beroende av det fanns kvalificerad arbetskraft till att i stort sett vem som helst kunde göra sin del i den tillverkningsprocess de medverkade i. I och med en ökad fokusering på kvalitet som blev den fortsatta utvecklingen av industrialiseringen att pendeln åter svängde mot att kvalificerad arbetskraft behövdes, men också att en ökad integrering av design och produktion och ett ökat samarbete mellan producent och leverantörer var nödvändiga. Integrering av de olika processerna och samarbetet mellan producent och leverantör samt kund är än mer nödvändigt i och med behovet av att kunna möta snabba ändringar av kundernas krav, vilket inte minst är viktigt för bygg- och anläggningssektorn.

Utvecklingen av byggsektorn i förhållande till industrialiseringens utveckling

Byggandet, av både hus och anläggningar, är starkt påverkat av att det som produceras är, i jämförelse med mycket annat som produceras, kostsamma och långsiktigt varaktiga. Det behöver i större omfattning anpassas till sin omgivning än annan produktion. Detta begränsar utvecklingen produkt och produktion på ett annat sätt än i andra sektorer. Dock kan det hos byggnadsmaterialtillverkare, och till stor del hos komponenttillverkarna, identifieras i stort sett samma utveckling som i många andra tillverkningsindustrier (Gann 2000).

Det finns dock en del paralleller som kan dras mellan byggsektorn och den generella industriella utvecklingen. Byggsektorn har gått mot mer standardiserade byggmaterial och komponenter i byggandet, dock gäller detta framförallt husbyggnad. En liknande utveckling kan inte lika tydligt ses i anläggningsbyggandet. Byggsektorn har även den sett ett ökat fokus på kvalitet, skillnaden mellan byggsektorn och den generella utvecklingen är att den länge har fokuserat på den kvalitet som de enskilda aktörerna levererat snarare än den totala kvaliteten av den färdiga byggnaden/anläggningen (Gann 2000). Detta har i vissa fall inneburit en suboptimering av arbetet. En faktor som bygg- och anläggningssektorn, av naturen, hela tiden varit tvungen att fokusera på är kundnöjdheten, det har alltid funnits en grad av kundanpassning med en ofta unik projektering av varje projekt. De frihetsgrader som finns i bygg- och anläggningssektorn är jämfört med exempelvis bilindustrin avsevärt flera. Detta har medfört att bygg- och anläggningssektorn är i jämförelse effektiva på att hantera hantverksmässig tillverkning, dock är frågan om detta är tillräckligt för ett effektivt utnyttjande av tillgängliga resurser. Exempelvis har inte integreringen av de olika aktörerna och deras processer haft samma framgång, utan processen hanteras fortfarande ofta som ett stafettlopp där aktörerna ser varandra mer som motparter än samarbetspartners. En annan aspekt i jämförelsen är att medan den industriella utvecklingen har gått från kvalificerad till okvalificerad arbetskraft och tillbaks igen har byggsektorn hela tiden arbetat mot en mer och mer kvalificerad och, till viss grad, specialiserad, arbetskraft.

Förutsättningar för ökad industrialisering

Det är inte helt enkelt att definiera vad en industrialisering av byggandet innebär. Girmscheid och Scheublin (2010) gör följande försök att identifiera olika aspekter av industrialisering, vilka är mer eller mindre tillämpbara på byggsektorn:

- Användande av mekaniska verktyg
- Datoriserade verktyg och styrsystem
- En löpande tillverkningsprocess
- Ständiga effektivitetsförbättringar
- Standardisering
- Prefabrikation
- Rationalisering
- Modultänkande
- Massproduktion

En definition av industrialiserat byggande blir då ännu mer problematisk, dock innehåller en ökad grad av industrialisering i beskrivningen ofta ett ökat inslag av standardisering, prefabrikation och modultänkande. Förutsättningarna för ett ökat industrialiserat byggande karakteriseras av att det finns ekonomiska drivkrafter för alla aktörer att effektivisera arbetet och att det utöver detta finns drivkrafter såsom:

- Behov av förbättrad arbetsmiljö
- Behov av bättre kvalitetssäkring
- Behov av bättre miljöledning
- Behov av bättre anpassning till brukarnas krav
- Brist på utbildad arbetskraft

Konsekvenserna blir då att det behöver finnas utrymme för att producera efterfrågad funktion i en industriell miljö med stöd av standardiserade rutiner och processer. En ökad grad av industrialisering i byggandet kan förväntas ge (se exempelvis Gibb 1999):

- Sänkta produktionskostnaderna och högre standard
- Färre antal timmar/kvm
- Kortare byggtid (på byggplatsen)
- Platsomkostnaderna sjunker
- Totalt sänkta byggkostnader

Det vill säga att mycket av vinsterna av en ökad industrialiseringsgrad handlar om effektiviseringar i processen där valet av pre-fabricerat och platsbyggt bara är en delmängd. Ett exempel är betonggjutning av en bro där exempelvis betongpumpens införande medförde en väsentligt högre effektivitet utan att produkten förändrades. Ett annat exempel är utsättning då det för hundra år sedan krävdes ett helt arbetslag för att utföra mätningen, för 30 år sedan behövdes det åtminstone två personer innan fjärrstyrda teodoliter började användas då det räckte med en. När GPS började användas behövde inte längre en totalstation sättas upp. GPS har sedan utvecklats till maskinstyrning där utsättningsmomentet helt eliminerats och information om höjder och lutningar överförs digitalt direkt till maskinerna. I detta perspektiv blir innovationsbenägenheten central för utvecklingen av industrialiserade produktionsmetoder och processer.

Innovation är spridning eller implementering av något nytt och förbättrat. Innovationer kan delas upp efter vilken typ de är, produkt-, process-, eller serviceinnovationer, hur omfattande innovationerna är, från stegvisa förbättringar till radikala innovationer som ändrar hur en hel bransch arbetar. Oavsett vilken typ av innovation är en viktig aspekt att den skall användas, spridas och implementeras, en god idé som inte sprids eller börjar användas är bara en god idé inte en innovation (Widén 2006). Det mesta av teorin som publicerats om innovationer och innovations spridning är utvecklat för traditionell tillverkningsindustri. I traditionell tillverkningsindustri sprids innovationer i huvudsak genom försäljning av de nya produkterna och till viss del de nya processerna. De nya processerna implementeras i huvudsak i den egna organisationen, ofta kopplat till produktionen av den nya produktinnovationen. Byggsektorn, som av tradition är projektbaserad, kan inte jämföras eller lära rakt av från dessa industrier eftersom hela strukturen på branschen ser annorlunda ut. Faktorer som påverkar innovationsklimatet och förmågan att sprida innovationer negativt i byggsektorn är till exempel (Hansson et al. 2004):

- Det saknas en naturlig integrering mellan tillverkare och användare.
- Okunskap om vilka förändringar implementeringen av en innovation kan få för andra organisationer leder till implementeringslösningar som inte accepteras av de andra organisationerna.
- Ansvarsfördelningen i byggprojekt är utformad på ett sätt som minskar möjligheten till implementering.

- Vertikal och horisontell fragmentering av branschen.
- Den projektfokuserade ekonomiska traditionen i byggsektorn med dess ofta kortsiktiga perspektiv är ett problem när det krävs ett längre tidsperspektiv för att se vinsterna.

De lösningar som ofta lyfts fram handlar om att skapa en större integration av de olika aktörerna i byggsektorn. I detta perspektiv har beställarna en nyckelroll och kan genom vald upphandlingsform skapa ett innovativt klimat.

Begreppen industrialiserat och industriellt byggande

Byggande och byggnadsarbete sker på en byggplats och en industriell produktion äger rum på en fabrik. En industriell produktion av byggmaterial/byggprodukter eller industrialiserat byggande innebär en strävan mot allt mer industrialiserad produktion av byggnaden och anläggningen liknande den som kan åstadkommas på en fabrik. Begreppet industriellt byggande är en utopi eftersom byggandet då i sin helhet skall ske på fabrik och det går inte eftersom byggande alltid görs på en unik plats utanför en fabrik då byggnader och anläggningar återfinns och grundläggs på en geografisk plats.

Ordet industriell för tankarna till produktion i en fabrik under kontrollerade former. Detta står i motsats till byggandet som enligt ovanstående resonemang måste ske på en plats. Begreppet industriellt byggande bör därmed undvikas eftersom det skapar förvirring och inte bidrar till utvecklingen av byggandet. Begreppen industriell produktion och industrialiserat byggande bör användas för att skapa en tydlighet. Med detta kan då en distinktion göras mellan det hantverksmässiga byggandet på plats och den del av byggandet som mer liknar en industriell produktion (se tabell 1).

Tabell 1

Karaktäriserande faktor	Hantverksmässigt byggande karaktäriseras av följande:	Industriell produktion karaktäriseras av följande:
Produkter	Kundanpassade produkter	Standardprodukter
Produktionsserier	Styckeproduktion, projektorienterat	Produktion i långa serier, processorienterat Minimivolymer krävs
Medarbetare	Hantverksskickliga medarbetare	Smal o ofta grundkompetens räcker för montage. Stor kompetens krävs om konceptet
Utrustning+hjälpmedel	Enkel och flexibel	Kapitalintensiv med betydande omställningskostnader
Kostnadsstruktur, ekonomi	Höga kostnader per enhet och totalt	Kostnadseffektiv men rigid
Flexibilitet	Maximal flexibilitet i utformning	Begränsningar finns i utformning och process
Projektering, design	Färdigprojektering inte ett absolut krav	Krav på färdigprojektering före byggstart Hög krav på informationstekniksystem
Utvecklingsansvarig	Varje aktör ansvarig för sitt moment	Processägaren huvudansvarig,
Kunskapsuppbyggnad och erfarenhetsåterföring	Varje aktör ansvarig för sitt moment	Processägaren huvudansvarig,
Ansvarsform	Vid utförandeentreprenad äger inte utföraren processen	Processägare äger hela processen
Ersättningsform	Ersättning för tjänsten/processen	Ersättning för produkten
Marknaden	Beställaren bestämmer om villkoren	Krävs att det finns en marknad eller att en marknad skapas
Sammanhållen process	Saknas	Processägaren håller samman
Standardisering	Saknas	Välutvecklad
Informationsteknik och BIM	Saknas	Välutvecklad
Planering och uppföljning	Ofta fragmenterad	Välutvecklad del av processen
Processen		
Utvecklade tekniska system	Ålderdomliga rigida koncept	

Karaktäriserande faktor	Hantverksmässigt byggande karaktäriseras av följande:	Industriell produktion karaktäriseras av följande:
Förtillverkade komponenter	Behövs ej	Förekommer i stor omfattning
Kundanpassningen		Begränsas av vald standardprodukt
Arbetsmiljöaspekter	Beställaren huvudansvarig	Processägaren ansvarig
Metod	Hantverksmässig och med begränsad möjlighet till inkörning	Process och metod utvecklas så att maximal inkörningseffekt erhålls

Många har engagerat sig koncept rörande industrialiserat byggande. Ett stort antal personer förknippar det med den ibland torftiga produktion som förekommer i miljonprogrammet. För andra betyder det volymelementbyggande på fabrik, en produktion med likheter i modern fordonsproduktion. För vissa innebär industrialiserat byggande att produktionen skall ske på fabrik medan för andra kan begreppet omfatta en effektiv och rationell produktion på byggarbetsplatsen. Detta starka engagemang och låsning till olika företeelser försvårar en konstruktiv diskussion och utveckling av produktionen. Denna behöver alltid effektiviseras oavsett vilket etikett eller begrepp som används. Dock har det visat att effektivitetsansträngningar ofta är svåra att mäta och värdera.

Olika strategier och koncept för att få ett effektivt och hållbart anläggningsbyggande har diskuterats under många år. Den ena konceptet efter den andra har lyfts fram som lösningen på alla förekommande problem. Nätplanering, produktionsstyrning, kvalitets-säkring, miljöledning, partnering, lean construction, Best Practice, tekniska plattformar eller BIM är bara några av de många koncept som under det senaste halvsekle har ansetts ge ett mer effektivt och hållbart byggande. Effekten av koncepten ifrågasätts dock ständigt oftast med hänvisning till att uppmätta resultat av respektive åtgärd saknats (Alinaitwe e al 2008, Green 1999). Beställarna, som borde stödja alla koncept som ger effektivare byggande, medverkar sällan aktivt till att introducerade koncept används fullt ut. Industrialiserat byggande behöver då innebära en tydlig nytta för beställaren i relation till mer traditionella byggmetoder (Girmscheid och Scheublin 2010). Metoder för att mäta effekten av effektiviseringskoncepten saknas dock, alternativt mäts de inte överhuvudtaget. Detta är särskilt tydligt för anläggningssektorn

(Hansson och Olander 2009). Mätning av styckkostnader kompletterat med ett antal förklarande indikatorer anses som en framgångsväg. Den fundamentala utmaningen med att mäta effektivitet har sin utgångspunkt i att hantera en varierande mängd av inputs och outputs (Kousmanen och Sipiläinen 2009). Exempelvis kan för ett vägprojekt "output" beskrivas som mängden producerad väg i meter delat med insatta resurser medan input består av en mängd olika faktorer. Ett problem är att en meter väg byggd i svår terräng inte kan jämföras med en meter väg byggd under mer fördelaktiga förhållanden (Talvitie and Sikow 1992). Det finns således inget bra sätt att bedöma vilket av de två vägprojekten som genomförts på det mest produktiva sättet då en relevant jämförelse inte kan göras. För bygg- och anläggningssektorn finns det således väldigt begränsad information för att studera och förstå den verkliga egna prestationen som underlag för utveckling för ökad effektivitet och hållbarhet (Ingvaldsen et al. 2004).

Valet av mätmetod påverkar tolkningen av resultatet med en uppenbar risk för misstolkningar (Winch 2003). I värsta fall kan det leda till felaktiga beslutsunderlag som ligger till grund för potentiellt skadliga förändringar. Det finns dock ett stort behov av indikatorer för att mäta förändringar i effektivitet, för att citera Lord Kelvin "if you cannot measure it, you cannot change it". Att utveckla en metod för att mäta produktivitet blir i grunden ett ekonometriskt problem där behovet av tillgänglig och tillförlitlig data inte kan ignoreras (Djebarni och Eltigani 1996). Kostnad, tid och kvalitet är traditionella indikatorer för att mäta framgång eller misslyckande av ett anläggningsprojekt, dock ger de isolerade inte en balanserad betraktelse av den utförda prestationen för ett projekt (Kagioglou et al 2001). Vidare saknas det samförstånd om vilka kriterier som bör mätas utöver de traditionella, kostnad, tid och kvalitet (Dainty m fl. 2003). Allt detta är faktorer som behöver beaktas vid bedömning av nya produktionsmetoder i allmänhet, och i synnerhet då vi bedömer effekten av en ökad industrialiseringsgrad.

Erfarenheter från projekt riksväg 50 Mjölby–Motala

Beskrivning av projektet

Projektet omfattar projektering och byggande av en ny mötesfri genomfart, en cirka 620 m lång högbro över Motalaviken samt tre planskilda trafikplatser. Den nya vägen genom Motala blir cirka två kilometer kortare än nuvarande genomfart. Byggande av riksväg 50 genomförs som en totalentreprenad med funktionskrav. Det innebär att entreprenören NCC har i uppdrag att både projektera och bygga vägen och svara för drift och underhåll i 20 år efter det att bygget är klart.

Avsikten med den nya vägen är att skapa en säkrare och snabbare trafikled mellan E4:an och Motala samt att förbättra miljön längs gamla riksväg 50. Fördelarna med att bygga ut vägen i denna sträckning är också att den negativa påverkan på de känsliga natur- och kulturvärden längs "gamla" riksväg 50 förbi Alvastra och Vadstena undviks. Utbyggnaden och flyttandet av riksväg 50 påverkar förstås landskapet med natur- och kulturvärden längs vägen Mjölby-Motala också. Men här finns större möjligheter att minska den negativa påverkan som vägen och den ökade trafikmängden innebär. Allt beräknas vara klart till hösten 2013.

I uppdraget ingår att bygga

- 28 kilometer ny väg mellan Mjölby och Motala
- 39 vägbroar
- åtta trafikplatser
- En 620 meter lång bro över Skepparpinan i Motala
- Och riksväg 50 får 14 kilometer fyrfältsväg och lika mycket 2+1 väg.

Intervjuer med projektdeltagare från både entreprenör och beställare har utförts, totalt sju stycken. Vidare har ett studiebesök genomförts där olika produktionsmetoder kopplade till industrialisering har visats på plats. I följande delkapitel redogörs för de intervjuades syn på ett industrialiserat anläggningsbyggande sorterat under rubrikerna:

- Erfarenheter av industrialiserat anläggningsbyggande
- Betydelsen av affärsform och samverkan vid utveckling av industrialiserat anläggningsbyggande
- Marknadens påverkan på industrialisering

- Projektledningens betydelse för industrialisering
- Sammanfattande resultat

Erfarenheter av industrialiserat anläggningsbyggande

De intervjuade personerna definierar begreppet industrialiserat anläggningsbyggande relativt likartat. För dem innehåller begreppet inslag av upprepning i användandet av produktionsmetoder och produktionsresurser vilket det även förekommer i projektet. Ett exempel som ges är broar där prefabricerade broar är ett exempel på upprepningsprocess och repetition av arbetsmoment, men även återanvändning av formar vid platsgjutning ges som exempel på upprepning. Detta förutsätter dock projekt av en storlek som ger vissa stordriftsfördelar med ett tillräckligt antal broar för att effekt av återupprepning även ska ge kostnadsfördelar. Samt att broarna i sin gestaltning blir mer enhetliga och därmed ökas möjligheterna för återupprepning eller prefabricerade lösningar.

En ökning av prefabriceringsgraden ses inte som helt enkelt inom anläggningsbyggandet. Husbyggnad har en bättre marknad för prefabricerade lösningar där anläggningsbyggandets karaktär är ett hinder. Prefabricerade lösningar behöver anpassas bättre till regelverket, exempelvis upplevs bronormer i dag som ett hinder. Entreprenören behöver visa att en prefabricerad lösningar för brobyggnad uppfyller kvalitetskraven då det, enligt beställaren, finns dåliga erfarenheter av prefabricerade broar. Den stora utvecklingspotentialen avseende en ökad grad av industrialisering verkar vara just på brosidan, dock styr gestaltningsprogram väldigt mycket, tydligare riktlinjer behöver ges till arkitekter för att främja prefabricerade alternativ i anläggningsbyggandet.

Det finns en förutfattad mening om att det blir fult med prefabricering och här behöver goda exempel tas fram för att visa på motsatsen.

Andra aspekter på industrialiserat anläggningsbyggande är att arbeta mer med tekniska plattformar samt att aktivt arbeta med ständiga förbättringar. Prefabricering tas även upp i ett annat sammanhang än återupprepning, det vill säga i aspekten av att produktion sker under mer kontrollerade former i exempelvis en fabrik. Här läggs även i aspekter av att arbetskraften skulle kunna bli billigare då personal i denna produktion eventuellt faller under andra kollektivavtal eller att produktionen av prefabricerade

komponenter genomförs utomlands. Prefabricerade lösningar leder även ofta till en bättre arbetsmiljö då många riskmoment i platsbyggandet kan elimineras, vilket behöver beaktas bättre även i tidiga skeden.

De främsta skälen till att öka industrialiseringsgraden i anläggningsbyggandet var i första hand tid och pengar, det vill säga behovet av att sänka kostnaderna och därmed uppfylla exempelvis mål om ”mer väg för pengarna”, samt korta byggtiderna. Detta behöver dock inte ses kortsiktigt för varje enskilt projekt. En representant för entreprenörerna angav som skäl att utvecklingen kan få kosta i ett projekt för att på lång sikt öka lönsamheten i hela företaget. Vissa val har i detta projekt gjorts med långsiktig strategi där lönsamheten inte nödvändigtvis uppkommer i det aktuella projektet. Utöver en billigare produktion uppkom även aspekten om arbetskraftbrist där det fanns en farhåga om minskad vilja till rörlighet hos yrkesarbetarna. En industriell produktion av komponenter hade då minskat behovet av yrkesarbetare på plats som per definition behöver ha en benägenhet att röra på sig då projekten i anläggningssektorn ofta har en geografisk spridning. Vidare angavs skäl som att effektiviteten i anläggningssektorn behöver förbättras samt att innovationsklimatet för att utveckla och använda nya produkter och produktionsmetoder behöver förstärkas.

De produktionsmetoder som lyfts fram i projektet riksväg 50 som exempel på industrialiserat byggande är:

- Två stycken prefabricerade broar.
- Fem stycken prefabricerade rörbroar.
- GPS styrning av maskiner som innebär ett mer effektivt utnyttjande av maskinparken.
- Terrasstabilisering på vissa sträckor med en ny metod.
- Vertikaldränering av en torrmosse.
- Hantering av massor med hjälp av utvecklade datoriserade planeringsverktyg.

Betydelsen av affärsform och samverkan vid utveckling av industrialiserat anläggningsbyggande

Enligt de intervjuade aktörerna var det tydligt att ansvarformen totalentreprenad gav störst möjligheter till utveckling av processen. Att gå ifrån traditionella utförandeentreprenader med mängdpris-

kontrakt till totalentreprenader baserade på funktionskrav bedömdes ha stor påverkan på utvecklingsmöjligheterna, av exempelvis ett industrialiserat anläggningsbyggande. Fokus hos aktörerna flyttas därigenom på "vad" som ska göras och inte "hur" det ska utföras. Ett upplevt hinder från entreprenörhåll är beställarens motvilja till mer flexibla ansvars- och ersättningsformer. Det bör dock påpekas att med dessa flexibla ansvars- och ersättningsformer följer att entreprenören måste vara villig att ta ett större ansvar. En utveckling mot mer flexibla ansvars- och ersättningsformer innebär således behov av nytänkande från både beställare och entreprenörer vad gäller ansvar och riskfördelning.

Kopplas ett funktionsansvar för anläggningens drift till totalentreprenaden ger detta ytterligare möjligheter till utveckling. Upphandlingen av riksväg 50 är gjord som en totalentreprenad med funktionsansvar under 20 år, vilket till viss del minskar beställarens kontrollbehov då entreprenören även har ett ansvar för att valda produktionsmetoder ger en god funktion även under drifttiden. Totalentreprenader ger även möjligheter för entreprenörer att konkurrera med kompetens i stället för pris, vilket är ännu mer tydligt om ett funktionsansvar läggs till. Valet av ansvarsform beror dock till stor del på att beställarens projektledare kan argumentera för sitt val och tänka innovativt. Om aktörer bara utgår från det de kan i dag sker ingen utveckling. Även om det är svårare borde det dock inte vara helt omöjligt även vid en utförandeentreprenad främja utveckling av nya processer och produktionsmetoder. En stor vinst med totalentreprenaden är dock att projektering och produktion till stor del kan utföras parallellt vilket ger entreprenören större möjligheter för flexibla val och kortare total byggtid.

Ett upplevt problem hos aktörerna är att regelverk och normer styr på ett sådant sätt att flexibiliteten och friheten hos entreprenören att välja nya produkter och produktionsmetoder begränsas även vid en totalentreprenad. Entreprenören får inte möjlighet att påverka produktionsprocessen i den utsträckning som hade varit önskvärt. Här finns dock en aspekt av ansvar mot tredje man som både entreprenörer och beställare är eniga om bör ligga hos beställaren. I en utförandeentreprenad blir detta tydligt men vid ansvarsformen totalentreprenad måste beställaren styra upphandlingen så att samhällskrav på exempelvis miljö- och kulturvärden uppfylls.

Svårigheten för beställaren är att finna en bra balans mellan styrning och frihet i relationen mellan beställare och entreprenör. Detta är ofta lättare utanför detaljplanelagt område där ansvaret

gentemot tredje man blir något mindre komplicerat. En annan aspekt vad gäller styrningen var att detta är lättare att hantera för beställaren vid vägbyggen än vid byggande av järnväg då järnvägsbyggen har regelverk som är mer detaljstyrande. En aspekt vad gäller styrning är att beställaren tidigt i processen bestämmer hur och vad som skall styras vilket kan medföra att exempelvis en arbetsplan blir mer flexibel i sin kravställning.

När bör då entreprenören komma in i processen? I princip skulle en totalentreprenad, med eller utan funktionsansvar, kunna handlas upp redan efter utredningsskedet och framtagandet av arbetsplanen kunde delvis vara en del av entreprenörens åtagande. Att ta in entreprenörskompetens i arbetsplansskedet upplevdes som relativt okomplicerat, dock uttrycktes det en skepsis från beställarhåll avseende ett långtgående åtagande. Dels beroende på en eventuell otydlighet i myndighetsutövningen, dels för att processen har en inbyggd ryckighet vad gäller tillstånd och finansiering. Det är i detta tidiga skede inte säkert att de blir en byggnation vilket blir en otydlighet om en totalentreprenör skulle handlas upp enbart efter godkänd väg- eller järnvägsutredning. Kan vara praktiskt men hur ställer sig entreprenören till osäkerheten om projektet blir förverkligat eller inte.

När projekt utförs med totalentreprenad och funktionsansvar av driften faller det sig naturligt att någon form av utökad samverkan genomförs. Den utökade samverkan ses även som en möjlighet tillsammans diskutera förändringar av projektet samt utveckling processen genom kreativa möten. Det blir naturligt att hjälpas åt vilket även är en förutsättning för utveckling av exempelvis ett mer industrialiserat anläggningsbyggande.

Entreprenören och beställaren har olika syn på valet av ersättningsform. Entreprenören ser öppna böcker med löpande räkningsavtal med kostnadstak och incitament som en möjlighet att ytterligare öka flexibiliteten att använda nya produkter och produktionsmetoder. Priset blir även mindre viktigt som konkurrensmedel vilket kan medföra att kompetens ges ett större värde i upphandlingen. Löpande räkning med incitament ger bägge parter möjlighet att påverka priset. Fast pris är mer styrande vilket medför att utökad samverkan blir svårare. Beställarsidan uttryckte dock en ovana med upphandling på annan ersättningsform än fast pris. Eftersom det saknas erfarenhet väljs ofta den trygghet som fast pris upplevs ger.

Marknadens påverkan på industrialisering

En tydlig aspekt som framfördes var vikten av att skapa en kontinuitet och stabila spelregler och processer. Beställarna måste fortsätta utveckla totalentreprenaden, med eller utan funktionsansvar, och därmed skapa incitament för marknaden att bygga upp sina resurser. Om det finns en kontinuitet vågar entreprenören satsa vilket medför investeringar i teknisk utveckling och därmed en förhoppning om ökad konkurrenskraft. Både beställare och entreprenörer behöver arbeta med att utveckla sina organisationer, samt med de konsulter som anlitas, för att undanröja hinder som hämmar en utvecklingsprocess. Pengar ska sparas i produktionen inte på de konsulter/projektörer som anlitas. De med bra lösningar kan då få en konkurrensfördel inför kommande projekt.

I upphandlingen kan utveckling stimuleras genom att tydliga beställarstrategier tas fram och implementeras i hela organisationen ända ner till de enskilda projekten, vilket gäller oberoende ansvarsform. Strategier behöver tas fram för exempelvis val av ansvarsform och en god balans mellan styrning och frihet behöver definieras i projekten. Vid en utförandeentreprenad behöver det öppnas upp för sidoanbud i upphandlingen annars finns det inget incitament för att vara kreativ. Eventuellt behövs det några branschgemensamma åtagande för att öppna upp för sidoanbud. Dock är det tydligt att långsiktiga strategier för fler totalentreprenader med funktionsansvar bör främja utveckling och innovation i anläggningssektorn.

Projektledningens betydelse för industrialisering

Att beställaren själv i sin projektledning är nyfiken och intresserad av att utveckla anläggningsbranschen. Det hänger mycket på den enskilda projektledarens inställning. Här kan det behövas en hög teknisk kunskap för att skapa förståelse för när frihet ges till entreprenören eller inte. Beställarens projektorganisation bör dock inte överdimensioneras då antalet personer i en projektorganisation har en koppling styrningen. I projektet riksväg 50 upplevs det som att beställaren hittat denna balans och har organiserat projektet efter de behov som finns. Samverkan kan medföra en förståelse för den andres tänk och lösningar kan då successivt utvecklas tillsammans.

Entreprenören måste i sin projektledning ha en drivkraft i att vilja utveckla och arbeta med ständiga förbättringar. Här har projektorganisationen i allmänhet och projektchefen i synnerhet en betydelse för att undvika att falla tillbaka i gamla vanor. Att ha en egen projekteringsledare vid totalentreprenad är centralt inte minst för kunskapen ska behållas inom entreprenörens egen organisation. Vad gäller specifikt det industrialiserade anläggningsbyggandet behöver entreprenören i sin projektledning vara kreativ och hitta möjligheterna i brett perspektiv, inte bara fokusera på pre-fabricerade lösningar.

Kunskaps- och erfarenhetsåterföring behöver även förbättras för att främja en utveckling för ett ökat industrialiserat byggande. Detta gäller inte minst mellan olika projekt. En viktig aspekt som framfördes är att om möjligt dokumentera konsulternas kunskap och ge välfungerande projektörer förtur vid av konsulter vid nästa projekt. Ett annat exempel är att entreprenören i detta fall skapat en specialistorganisation för infrastrukturprojekt i syfte att sprida kunskap och erfarenheter mellan olika projekt, där riksväg 50 är ett av dessa. Kunskap och förståelse om helheten behöver skapas då beslut behöver tas på lång sikt, exempelvis blir livscykelkostnader relevanta när entreprenören även har ett funktionsansvar för driften. Beslut på kortsiktiga grunder bör undvikas i anläggningsprojekt. Även beställaren upplever att detta är viktigt inte minst då behovet av att sprida erfarenheter om projekt med funktionsansvar inom organisationen och därmed bli bättre på att hantera entreprenörens frihet att välja lösningar i produktionsprocessen.

De intervjuade anser att om slutprodukten definieras med funktionskrav för drift i stället för enbart utförandekrav främjar detta möjligheten att använda nya tekniska lösningar. Entreprenören behöver ges ökade frihetsgrader och obehövlig detaljstyrning bör undvikas. Svårigheten är dock att finna denna balans. Ett exempel är gestaltning. Att definiera gestaltning som en funktion upplevs som svårt av beställaren och hans konsultstab.

Hur ska ett utrymme skapas för entreprenören att använda nya produkter och produktionsmetoder? Vissa krav som ställs motverkar denna möjlighet, vilket eventuellt kan lösas med en utökad samverkan för att skapa tydlighet och tillsammans lösa de problem som uppstår. Att skapa frihetsgrader genom tydliga funktionskrav bör öka utrymmet. Det finns här ett konsultansvar att även föreskriva och ge utrymme för nya produkter och produktionsmetoder. Totalentreprenad, med eller utan funktions-

ansvar, kan ge möjlighet för en dialog och kreativt utbyte vad gäller långsiktigt goda lösningar i stället för traditionella skallkrav i en utförandeentreprenad. Konsulterna behöver få en ökad förståelse för produktionsskedet vilket kommer att öka kompetensen oberoende av ansvarsform. Om en helhetsbild kan skapas i relationen mellan konsulter, entreprenör och beställare kan en kombination av teori och praktik uppnås och därmed ett gott klimat för utvecklandet av anläggningsbyggandet.

En central komponent i detta arbete kan vara en ökad användning av informationsteknik och BIM (byggnadsinformationsmodeller). Branschen är dock konservativ och det är svårt att förändra inarbetade arbetsmetoder och rutiner. Beställaren upplever här detta som helt nödvändigt för att uppnå en utveckling, dock är mognaden låg för att arbeta med BIM. Det är viktigt att lära sig projektera för att bygga inte för att kalkylera. Det mest konkreta exemplet kopplat till industrialisering är GPS styrning av maskiner vilket gör exempelvis schaktarbetet både effektivare och bättre, där BIM lösningar är en förutsättning för att denna metod ska fungera effektivt.

Sammanfattande resultat

Fördelar med industrialiserat anläggningsbyggande är enligt de intervjuade personerna:

- Sänkta kostnader. Effekten behöver dock inte vara kopplat till det enskilda projektet -vissa lösningar kan ge fördelar på lång sikt.
- Medför utvecklingen av anläggningssektorn vilket kan öka effektiviteten.
- Medför ökad kunskap genom utbyte av erfarenhet och samverkan som utvecklar projekten.

Nackdelar med industrialiserat anläggningsbyggande:

- Kan medföra en sämre konkurrens med färre aktörer som kan medverka i projekten. Risk att beställare, i denna händelse, bromsar in utvecklingen mot ett industrialiserat anläggningsbyggande, vilket kan vara en olycklig utveckling.
- Risk att det tas ett steg tillbaka i gestaltning och utformning. Det gäller att finna en balans mellan styrning och frihet.

- Standardisering kan hämma utveckling och skapa alltför stor likriktning.

Möjligheter med industrialiserat anläggningsbyggande:

- Intressantare människor, ofta de bästa som söker sig till denna typ av projekt. Lockas till projekt som ligger i framkant.
- Effektivitet och kostnadsbesparing.
- Mer för pengarna, stora nyttan att vi får en bättre infrastruktur och mindre osäkerhet i projektet, bättre riskhantering.
- Större projektvolym, minskar ryckigheten och skapar skal-fördelar.

Hinder:

- Konservatism att gå i gamla fotspår.
- Gammaldags tänk och trygghet. Utförandeentreprenad är inte en optimal lösning. Arbeta strategiskt med nya affärsformer, våga ge frihet för att främja utveckling
- Beställarna måste våga, de måste få en helhet i deras organisation. Veldig bra strategier och intentioner på ledningsnivå men svårt att föra ner detta på projektnivå. Normproblem samt ett generationsproblem en kader som inte tror på detta. Behövs en mognadsprocess.
- Formell hantering och regelverk. Arbetsplaner och miljöbalk är exempel på regelverk som gör att lösningarna blir specifika och därmed blir det svårt att skapa flexibilitet
- Den egna organisationen hos både beställare och entreprenör, måste visa på effekter rörande bättre kvalitet och lägre kostnad.

Beställarens roll för en ökad industrialiseringsgrad:

- Beställaren ska koncentrera sig på att vara beställare och hålla ihop projektet, fokusera på myndighetsfunktionen samt hålla kontakt med intressenter.
- Beställaren ska aktivt arbeta tillsammans med entreprenören i samverkan.
- Beställare måste bli mer kompetent som beställare, formulera krav och följa upp genomförandet.
- Beställaren skall stärka det interna arbetet och skapa en gemensam uppfattning från ledning och nedåt om hur arbetet skall bedrivas.

Entreprenörens roll en ökad industrialiseringsgrad:

- Representanter hos entreprenören måste tycka om att utveckla processen för en allt bättre anläggning och blir det långsiktiga perspektivet viktig vilket kan komma i konflikt med ett kort-siktigt lönsamhetstänkande.
- Upp till bevis när möjlighet ges, noga med hur projektorganisationen väljs.
- Sprida kunskapen om industrialisering samt att komma med nya lösningar och sid oanbud
- Måste vara den som utvecklar och vågar satsa, samt komma med idéer på tekniska lösningar.

Konsulternas roll en ökad industrialiseringsgrad:

- Konsulterna behöver se sig som en aktör i produktionen och inte som en stödfunktion
- Konsulterna får en delvis ny roll som de är tveksamma inför. Totalentreprenader ger en ny beställare i jämförelse med den mot traditionell utförandeentreprenad. Får en ny upplevelse när de går medverka på ett annat sätt.
- Konsulterna behöver liera sig med entreprenören på ett nytt sätt och våga arbeta tillsammans med en entreprenör.
- Konsulterna behöver inse att de har ansvar för sin egen utveckling, och att inte all utveckling behöver inte ske i projekt.

Analys av hinder och möjligheter för industrialiserat anläggningsbyggande

Utifrån tidigare fört resonemang kan följande faktorer identifieras som karakteriserar olika grad av industrialisering, sorterat under huvudrubrikerna upphandling, marknad, process, produkt och hjälpmedel:

Upphandling

- Ansvarsform
- Ersättningsform
- Marknad
- Kundenpassningen
- Ekonomi
- Samverkan

Process

- Sammanhållen process
- Planering och uppföljning
- Relation mellan prefabricerat och platsbyggt
- Arbetsmiljöaspekter
- Erfarenhetsåterföring

Produkt

- Standardisering
- Utvecklade tekniska system
- Inkörningseffekt

Hjälpmedel

- Informationsteknik och BIM
- Utsättning
- Maskinstyrning

Dessa faktorer kan systematiseras med hjälp av konceptet ”Plant build complexity” (Huang och Inman 2010), vilket fritt kan översättas till produktionsplatsens komplexitet. Produktionsplatsen för anläggningsprojekt är då byggarbetsplatsen eller mer specifikt arbetsområdet. Enligt den här modellen beskrivs fyra drivkrafter som helt eller delvis ligger utanför platsledningens kontroll och påverkar hur komplex produktionsplatsen blir samt tre element som i större grad kan påverkas av platsledningen (entreprenören). De tre som ligger inom platsledningens kontroll är *arbetsuppgiftens komplexitet* (kan kopplas till arbetsinstruktioner och valda produktionsmetoder), *utrustning och hjälpmedel* (det vill säga de hjälpmedel och utrustning som finns tillgängliga i produktionen) samt *produktionsledning* (vilka ledningsstöd finns för att utföra arbetsuppgiften). Inom dessa element finns relativt stor frihet för entreprenören att själv välja lämplig utformning och styrning av dessa element och egen utveckling oberoende av ansvars- och ersättningsform.

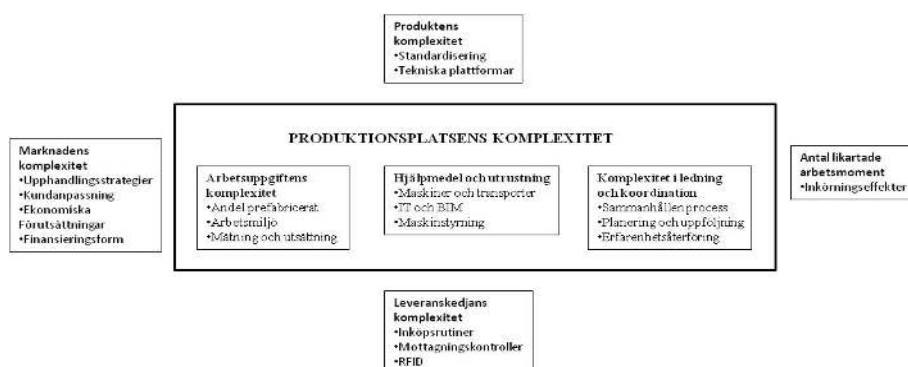
De drivkrafter som helt eller delvis påverkas av andra aktörer än entreprenören är:

- Produktens komplexitet
 - Hur flexibel är kravställning i slutproduktens utformning och därmed hur anpassningsbar är den för mer industriella produktionsmetoder och materialval, exempelvis prefabricerade lösningar.

- Möjligheter till återupprepnings effekter
 - Finns det möjligheter i återupprepnin g i produktioner exempelvis genom återanvändning av formar vid betonggjutning.
- Marknadens komplexitet
 - Vilka variationer finns det för exempelvis olika ansvars, ersättnings- och samverkansformer och hur ställer sig anläggningsmarknaden till dessa.
- Leveranskedjans komplexitet
 - Vilka val ges av leverantörer av material och hjälpmedel för utveckling och ökad industrialisering i anläggningssektorn.

Med ovanstående faktorer i beaktande kan följande bild beskriva anläggningssektorn utifrån konceptet av produktionsplatsens komplexitet:

Figur 1 Produktionsplatsens komplexitet kopplat till anläggningssektorns förutsättningar för ökad grad av industrialisering



Slutdiskussion

Beställare av de flesta väg- och järnvägsprojekt har traditionellt valt ansvarsformen utförandeentreprenad och ofta som mängdpris-kontrakt. Detta har i och för sig en rationell grund i de regelsystem och beställarstrukturer som existerar i anläggningssektorn där kontroll på utformning och andra krav har varit och är en väsentlig del av beställarkompetensen. Problem uppstår dock när detta upplevs som ett hinder för utveckling av bygg- och anläggningssektorn vad gäller nya och innovativa produkter och produktions-

metoder. En annan aspekt är att en involvering av entreprenörkompetensen för tidigt i processen medför ett problem då projektets genomförande i många fall fortfarande är osäkert. Att avbryta en projektering medför relativt begränsade förluster avseende "sunc costs", medan ett långtgående samverkansavtal med en entreprenör kan medföra större kostnader om detta behöver avbrytas i förtid. Dessa typer av avtal bör då innehålla utträdesklausuler, vilka i sig medför en risk för både beställare och entreprenör. Från fallstudien riksväg 50 var det tydligt att val gjorda i upphandlingen hade stor påverkan på utrymmet för innovativa lösningar, och även om projektet var en totalentreprenad med funktionsansvar upplevdes den ändå som väldigt styrd av entreprenören med begränsade möjligheter för egna val. Utmaningen blir då att för varje projekt finna den optimala balansen mellan kontroll och flexibilitet och utifrån detta välja den mest lämpliga ansvars-, ersättnings och samverkansformen.

Vidare har anläggningsprojekt ofta en i stor utsträckning unik karaktär där upprepningseffekter ofta är mer begränsade än för exempelvis husbyggnad, där prefabricerade standardlösningar är mer vanliga. För att större frihet ska ges till entreprenören vid exempelvis utformningen av väg- och järnvägsbroar, baserat på funktionskrav snarare än utförandekrav, behöver beställaren vara villig att släppa på kontrollen och kanske även godkänna enklare lösningar som är bättre anpassade för återupprepning och prefabricering. Detta måste dock ske under förutsättning att entreprenören tar ansvar för sina val och att dessa inte negativt påverkar grundläggande krav vid utformning av anläggningsprojekt, exempelvis gestaltning. Sammanfattningsvis kan argumentet ges att för att anläggningssektorn ska öka sin grad av industrialisering kanske ansvaret ligger på projektledningsfunktionen hos både beställare, entreprenör och konsult. Beställarna ska vara beställare och hålla ihop projektet med fokus på myndighetsfunktion samt hålla kontakter med tredje man och aktivt arbeta tillsammans med entreprenören i samverkan på en för projektet lämplig nivå. Entreprenörerna behöver tycka om att utveckla processen, där långsiktigt tänkande dominerar över kortsiktiga lönsamhetsbedömningar, samt vara den som utvecklar och vågar satsa och komma med idéer på nya innovativa lösningar. Konsulterna behöver se sig som en del av projektet och inte som en och inse att de har ansvar för sin egen utveckling, i att ta fram innovativa hjälpmedel i projekteringen som underlättar produktionen. Detta är inte minst

tydligt vad gäller utvecklingen av BIM där det behövs en utvecklingsamverkan av alla aktörer för att ett genombrott ska ske på bred front.

Avslutningsvis kan en reflektion göras av begreppet industrialiserat/industriellt byggande. Begreppen är inte entydiga och någon vedertagen definition finns inte, dock är det ofta en antydning till att byggindustrin ska bli mer som tillverkningsindustrin. Det kanske är bättre att bygg- och anläggningssektorn kan börja utvecklas på sina egna villkor genom att utveckla det som den redan gör bra och bara förändra det som behöver förändras. Fokus på att förbättra innovationsklimatet är då kanske bättre än fokus än ökad industrialiseringsgrad, vilket är en delmängd av innovation och utveckling. Dock kan alltför ensidigt fokus mot ökad industrialisering göra att andra potentiella förbättringar glöms bort. Fortsatt forskning behövs dock för att reda ut hur ett bättre innovationsklimat kan skapas och vilka hinder som finns i detta avseende. Inte minst bör forskning initieras på bred nivå som utreder vilken roll olika ansvars-, ersättnings- och samverkansformer har i denna process då det var tydligt i denna studie att dessa val både utgjorde hinder och möjligheter för utvecklingen av anläggningssektorn.

Referenser

- Adler P S, Benner M, Brunner D J, MacDuffie J P, Osono E, Staats B R, Takeuchi H, Tushman M L och Winter S G Perspectives on the productivity dilemma, *Journal of Operations Management*, 27: 99-113, 2009.
- Alinaitwe H, Hansson B, Landin A och Olander S, *Lean Construction – lösningen på byggindustrins problem? Väg- och Vattenbyggaren*, Stockholm, 4/08, 2008.
- Blismas N, Pasquire C och Gibb A, Benefit evaluation for off-site production in construction, *Construction Management and Economics*, 24, 121-130, 2006.
- Dainty A R J Cheng M-I och Moore D R, Redefining performance measures for construction project managers: An empirical evaluation, *Construction Management and Economics*, 21: 209-218, 2003.

- Djebarni R och Eltigani H, Achieving quality and productivity in the house building sector, *Property Management*, 14: 39-45, 1996.
- Gann D, Building innovation – Complex constructs in a changing world, London, Thomas Telford, 2000.
- Gibb A G F, Off-site fabrication, Whittles Publishing Services, Caithness, Scotland, UK, 1999.
- Girmscheid G och Scheublin F (red), New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report, CIB Publication 329, 2010.
- Green S, *The dark side of lean construction: Exploitation and Ideology*. Proceedings IGLC-7, 26 – 28 July 1999, University of Berkeley, CA, pp 21-32, 1999.
- Hansson B och Olander S, Kan anläggningssektorns produktivitet-utveckling mätas? Samhällsbyggaren 4/09, Stockholm, 2009.
- Hansson B, Widén K och Seeger-Meriaux, A, Byggandets innovationsprocess – Hinder och möjligheter i svenska utvecklingsprojekt, Lund, Lunds Universitet, 2004.
- Huang N och Inman R, Product quality and plant build complexity, *International Journal of Production Research*, 48, 3105-3128, 2010.
- Ingvaldsen T, Lakka A, Nielsen A, Bertelsen N H & Jonsson B, Productivity studies in Nordic building and construction industry, Project report 377 BYGGFORSK, Norwegian Building Research Institute, 2004.
- Kagioglou M Cooper R och Aouad G, Performance management in construction: a conceptual framework, *Construction Management and Economics*, 19: 85-95, 2001.
- Kousmanen T och Sipiläinen T, Exact decomposition of the Fisher ideal total factor productivity index, *Journal of productivity analysis*, 31: 137–150, 2009.
- Maas, G, van Eekelen, B, The Bollard—the lessons learned from an unusual example of off-site construction, *Automation in Construction*, 13: 37–51, 2004.
- Olander S och Widén K, Mätning av produktivitet i bygg- och anläggningssektorn – problem och möjligheter, Statskontoret, www.statskontoret.se, 2010.
- Skinner W, The productivity paradox, *Harvard Business Review*, 64: 55–59, 1986.

- Statens Offentliga Utredningar, Från byggsekt till byggsektor, Byggnadsdelegationens betänkande, SOU 2000:44, Stockholm, 2000.
- Statens Offentliga Utredningar, Skärpning gubbar, Byggnadskommissionens betänkande, SOU 2002:115, Stockholm, 2002.
- Talvitie A P och Sikow C, Analysis of productivity in highway construction using alternative average cost definitions, *Transport Research*, 26B: 461–478, 1992.
- Widén K, *Innovation Diffusion in the Construction Sector*. Doctoral thesis, Division of Construction Management, Lund: Lund University, 2006.
- Winch G, How innovative is construction? Comparing aggregated data on construction innovation and other sectors – a case of apples and pears, *Construction Management and Economics*, 21:651–654, 2003.
- Womack J P, Jones D T och Roos D, *The Machine that Changed the World*, London, Simon & Schuster, 2007.

PIA-rapport Produktivitetskommittén

Mårten Lindström

More10 AB

1 Uppdrag

På uppdrag av Produktivitetskommittén har More10 AB, Mårten Lindström, översiktligt analyserat fem av de produktivetsprogram som Trafikverket har utarbetat under namnet PIA – Produktivets- och Innovationsutveckling i Anläggningsbranschen. De fem områden som analyserats är Betongkonstruktioner, Vägbeläggning, Tjäl-säkring/Bärighet, Kontaktledning och Spårväxlar. Som underlag för arbetet har legat Trafikverkets sammanfattande presentationer, upprättade mellan maj och oktober 2011. I analysen har ingått en ”hearing” med en grupp representanter för olika delar av sektorn och akademien – Tomas Alsmarker, Tyréns; Fredrik Anheim, Infranord; Ronny Andersson, Cements och Lunds Tekniska Högskola; Jan Byfors, NCC samt Thomas Olofsson, Luleå Tekniska Universitet. Gruppen har valts utifrån personernas olika och kompletterande erfarenheter från effektiviserings- och industrialiseringsarbete i samhällsbyggnadssektorn och inte från respektive företagsperspektiv. Synpunkterna från gruppen har så långt som den begränsade analysen medger beaktats i nedanstående.

Ett viktigt perspektiv i analysen har varit att se hur PIA-förslagen anpassas till Trafikverkets roll som beställare och att förslagen i programmen ska vara tillräckligt öppna för att inbjuda marknadsaktörerna att erbjuda innovativa konkreta förslag till utförande.

2 Allmänna synpunkter

Några relevanta frågeställningar som varit utgångspunkt för analysen, men av tillgängliga resurs- och tidsskäl inte kunnat täckas i detalj är följande fem, där mycket korta och ej utvecklade svar lagts in direkt i anslutning till frågorna.

- A. Är initiativen de rätta?
- Ja, men det finns flera andra viktiga områden och åtgärder.
- B. Verkar uppskattade besparingar rimliga?
- I många fall bedöms besparingarna vara överskattade i relation till det föreslagna arbetet. Vi tror dock att angivna besparingar är möjliga att nå om man i stället beaktar de områden och aktiviteter som vi diskuterar i studien.
- C. Ger programmen förutsättningar eller möjligheter till mer industriellt tänkande/byggande?
- De ger en grund för ett fortsatt industriellt tänkande/byggande, men mycket återstår, inte minst implementering i en stor beställarorganisation och förankring bland marknadens aktörer. I stor utsträckning redovisas vad som kan göras, men i många fall saknas beskrivning av hur man ska göra detta. Många gånger präglas också förslagen av Trafikverkets egna djupa tekniska kompetens, som gör att man hellre ställer detaljkrav på utförande än ger aktörerna mer öppna förutsättningar för ett mer industriellt tänkande/byggande.
- D. Finns det helt andra initiativ som verket borde ta som ger större effekt, kanske på längre sikt och som mer ligger i linje med utvecklingen av beställarrollen?
- De initiativ som drivits genom FIA, Förnyelse i anläggningsbranschen, nämns inte i någon stor utsträckning. Här, liksom i pågående forsknings- och utvecklingssamarbeten bör mer finnas att hämta. På samma sätt saknar vi innovationsbegreppet, något som annars känns centralt.
- E. Vad är viktigt att tänka på i verkets och teamens fortsatta arbete vad gäller de fem produktkategorierna?
- Ökat fokus på brukarkrav och samhällsnytta, utveckla metoder för definition av funktionskrav och livscykelkostnadsberäkningar, utveckla möjligheterna att bli en tydlig beställare

och samverka med branschens aktörer för att utveckla processer och drivkrafter som ger aktörerna intresse av utveckling som gagnar helheten.

Genomgångarna av produkttyperna har en gemensam struktur och ibland kan man få känslan av att mallen för redovisning blivit något stereotyp och mantrat att öka andelen totalentreprenader slagit igenom utan att man i varje särskilt fall detaljstuderat förutsättningarna. Övergripande har vi några generella synpunkter som bör prägla det fortsatta arbetet:

- Tydliggör vad som är mål och vad som är medel – Trafikverkets övergripande mål bör exempelvis inte vara att öka andelen totalentreprenader, eller att få in fler aktörer på marknaden. Däremot kan detta vara medel för att Trafikverket ska kunna uppnå sina mål om ett väl fungerande och effektivt trafiksystem.
- Skapa en tydlig organisation för hur man arbetar med ständiga förbättringar och successiv produktutveckling i samarbete med marknadens aktörer. De team som gått igenom nu studerade produktgrupper kan vara ett steg i rätt riktning, men man måste tydliggöra mandatet. Vem/vilka fattar beslut om förbättringar? Vem/vilka implementerar? Hur påverkas organisation och ledarskap? Hur skapas incitament hos leverantörerna att bidra till ständiga förbättringar?
- Utgå alltid från kund- och produktperspektivet vid paketeringen av upphandlingar. Det innebär att det kan vara viktigare att minimera störningar för trafikanter än att välja den vid upphandlingstillfället lägsta kostnaden. Det innebär också att man ger leverantörerna möjlighet att själva utveckla de produkter som på bästa sätt uppfyller kraven på funktion och låga livscykelkostnader.
- Avvakta med att ta nya initiativ om nya produktgrupper, eller arbeta åtminstone stegvis, så att erfarenheter från de första produktgrupperna kan komma till nytta för de kommande. Säkerställ att några har initierats, implementerats och utvärderats innan nya koncept startar. Implementeringsarbetena kommer att medföra förändringar för många, såväl inom som utanför Trafikverket. Det är därför angeläget att man kan lära av eventuella misstag i de första grupperna.

- Skapa så långt som möjligt processer och upphandlingsformer som inte fokuserar på enskilda projekt eller delar av projekt, utan på serier av projekt. Detta kan bidra till höjd kvalitet och produktivitet och successivt till låga livscykelkostnader och en sänkt klimatpåverkan.

En del ytterligare aspekter redovisas nedan, dels allmänt, dels specifikt för varje produktområde.

Initiativet att studera olika produktgrupper och hur man kan driva på produktivets- och innovationsutvecklingen inom dessa är lovvärt och har en stor fördel i att man fokuserar på konkreta tillämpningar. I allt väsentligt är vårt intryck av detta positivt, inte minst återkommande skrivningar om tydlig beställarroll och bättre planering, som ger bättre förutsägbarhet för marknadens aktörer och därmed drivkrafter att våga satsa på utveckling. Men det finns några allmänna synpunkter som kan vara värda att ta hänsyn till i det fortsatta arbetet:

- Trafikverket bör ta fram en definition av vad man menar med tydlig beställarroll och koppla detta till Trafikverkets övergripande verksamhetsmål samt säkerställa att man får en enhetlig uppfattning inom hela organisationen. Vi bedömer att det i alltför hög grad förekommer olika tolkningar och olika uppfattningar inom olika delar av Trafikverket.
- I PIA-arbetet synes själva investeringskostnaden i huvudsak ha varit i fokus. Innan införande av dessa program bör man också ta stor hänsyn till såväl brukarkostnader/allmänna samhällskostnader (t.ex. kostnader för störning under en lång byggperiod) som drifts- och underhållskostnader. Effekterna av produktivets- och innovationsutveckling måste ses i ett långt perspektiv, det intressanta är att årskostnaden, inklusive brukarkostnader/allmänna samhällskostnader, sett över produktens livscykel, ska minimeras. Det kan innebära högre investeringskostnader för att kunna sänka drifts-, underhålls- och brukarkostnader under produktens livslängd. I det material vi har tagit del av är det generellt svårt att se hur livscykelperspektivet beaktats, även om det anges i några fall.
- För att marknadsaktörer ska ha tillräckligt intresse för att lägga egen tid och egna pengar på att ta fram lösningar åt Trafikverket krävs att några viktiga förutsättningar är uppfyllda:

- Det ska finnas en rimlig vinstchans i varje upphandling, annars uteblir det önskade utvecklingsarbetet. Konkurrensförhållanden bör definieras efter hur utvecklande tävlingsmomenten är, inte efter hur många anbud som inkommer i en enskild upphandling. Kostnaderna för att lämna anbud kan uppgå till betydande belopp vid kvalificerade upphandlingar. Trafikverket betalar ytterst dessa kostnader, även för de företag som inte vinner den enskilda upphandlingen. Former för prekvalificering av intresserade anbudsgivare och urval av ett fåtal som får lämna anbud bör därför utvecklas och tillämpas.
- För en långsiktigt hållbar marknadssituation måste aktörerna se möjligheter till återkommande order. Trafikverket bör därför vinnlägga sig om marknadsaktörernas långsiktiga intresse genom att erbjuda serieupphandlingar, där de företag som utvecklat bra lösningar har möjlighet att under en längre tid få lönsamma affärer, som motiverar fortsatt utvecklingsarbete. Serieupphandlingar ger också möjlighet till en bättre spridning av arbetsvolymen över tid och incitament för både nya och befintliga aktörer på marknaden att investera i såväl utrustning som metod- och kompetensutveckling.
- Handlingsutrymmet för utveckling av egna lösningar måste vara tillräckligt stort och marknadsaktörerna måste ha förtroende för Trafikverkets långsiktighet också avseende godkännande av tekniska lösningar, organisation för granskning, godkännande etc. Här behövs ett förändringsarbete inom Trafikverket.
- Vid upphandlingar bör andra krav än lägsta pris i den enskilda upphandlingen vara avgörande. Det väsentliga är vilket värde som tillförs Trafikverket och samhället. Metoder för uppställande och uppföljning av andra krav än lägsta pris behöver utvecklas.
- Effektivisering av informationshanteringen är en övergripande fråga som inte berörs specifikt i dessa utredningar, men är av stor övergripande betydelse. Trafikverkets pågående satsningar på att konsekvent övergå till arbetssätt som utnyttjar BIM, ByggnadsInformationsModeller/-Modellering, berörs inte i förslagen, trots att det har stor betydelse även i

dessa sammanhang. Vi har dock valt att inte utveckla denna fråga explicit i denna avrapportering.

- Totalentreprenader lyfts i många fall fram som ett viktigt sätt att stimulera leverantörer (konsulter, entreprenörer och materialleverantörer) att utveckla ny teknik. En viktig förutsättning för att detta förhållande ska kunna uppnås är dock att handlingsutrymmet inte är begränsat. Totalentreprenadformen lämpar sig bäst i fall där man tydligt kan beskriva de funktionskrav som lösningen ska uppfylla. Alltför detaljerade krav minskar handlingsutrymmet för leverantörerna att utveckla ny teknik och det kan också medföra otydliga ansvarssituationer.
- I de fall där totalentreprenad av olika skäl inte är lämpligaste entreprenadform bör man i största möjliga utsträckning sträva efter samarbetsformer, där man genom dialog och gemensam utveckling kan dra nytta av konsulters, entreprenörers och materialleverantörers erfarenheter och möjligheter att bidra till metod- och processutvecklingen.
- Vid upphandling av anläggningsarbeten är befintliga markförhållanden (geologi/geoteknik, grundvatten m.m.) en osäker faktor. Även om beställaren utför noggranna undersökningar i förväg kommer det alltid att förekomma avvikelser. För att få en långsiktigt produktiv och innovativ leverantörsbransch behöver man utveckla principerna för vad som ska vara beställarens ansvar och vad som leverantören förväntas kalkylera med i sin riskanalys. I totalentreprenader är detta extra viktigt, eftersom entreprenörens valda metod kan stå och falla med avvikelser i exempelvis de geotekniska förhållandena, och varje part enligt standardavtalen AB och ABT svarar för riktigheten i de uppgifter man tillhandahållit.
- För att utnyttja totalentreprenadens fördelar behöver entreprenören ha så stor frihet som möjligt att uppfylla beställarens långsiktiga funktionskrav. Detta berör även frihet att välja sina samarbetspartners och göra sina produkt- och materialval. I några fall, särskilt på järnvägssidan, kan befintlig organisation och befintlig struktur för materialförsörjning verka hämmande i detta avseende.

- En fråga som spänner över de flesta studerade områdena är frågan om att i så stor utsträckning som möjligt standardisera och undvika egna verksspecifika krav. Det gäller såväl internationellt som nationellt. Även om Trafikverket är den i särklass största beställaren inom anläggningsområdet är det angeläget att av Trafikverket tillämpade regler och rutiner också kan tillämpas inom såväl det kommunala som privata området. Först då kan marknadsaktörerna effektivisera sitt arbete och inte tvingas lära sig olika regelverk för olika kunder. Nationella särkrav begränsar Trafikverkets möjligheter att vända sig till en internationell marknad men också de svenska leverantörernas möjligheter att utveckla sin konkurrenskraft genom att själva vända sig till internationella samarbetspartners och underleverantörer.
- Övergripande och inom alla studerade områden finns ett stort behov av dokumenterad forskning och utveckling. Det gäller bland annat såväl definition av och utveckling av funktionskravsbegreppen som livscykelkostnadsmodeller. Men det gäller också utveckling av beställarrollen, inklusive formerna för kontroll och uppföljning och definition och utveckling av de drivkrafter som kan locka marknadsaktörerna till ett långsiktigt och kundfokuserat produktivets- och innovationsarbete. Forskning och utveckling bör i största möjliga utsträckning utföras i konstellationer där Trafikverket, branscher och företag och högskolor/universitet/institut samarbetar. Samarbetsformerna för detta bör generellt utvecklas. Genom Trafikverkets långsiktiga roll som landets största anläggningsägare och största investerare inom området finns alla möjligheter att etablera långsiktiga FoU-program som leder i PIA-programmens önskade riktning.

3 Analyserade produktområden, specifika kommentarer

A. Betongkonstruktioner

Området lyfter fram totalentreprenad som prioriterad entreprenadform. I sammanhanget är det otydligt hur betongkonstruktioner ska hanteras i förhållande till kringliggande arbeten. Betongkonstruktioner är i normalfallet en delprodukt i en större anläggning, men samtidigt en från t.ex. vägbyggnad skild kompetens. För att stimulera utveckling inom området kan det därför finnas två

olika sätt att definiera ett större åtagande att tävla om. Antingen genom att öka projektets helhet, dvs. en längre väg- eller järnvägssträcka, inte en enskild konstruktion, vilket ofta kräver större företag som aktörer. Eller att utnyttja specialiserade företags kompetens, genom att t.ex. bryta loss tydligt avskiljbara betongkonstruktioner till en särskild serieupphandling och säkerställa att man därmed kan hitta den aktör som har mest intressant erbjudande för någon typ av serieproduktion.

Ett parallellt arbete pågår, vad vi förstår, med PIA för broar. Detta har ett närliggande samband med betongkonstruktioner och erfarenheter från bägge områdena bör hanteras gemensamt. Man kan också ifrågasätta om begreppet ska heta betongkonstruktioner, möjligen är det alternativa namnet "komplexa byggnadsverk" att föredra. Sannolikt avses i de flesta fall stödkonstruktioner (väggar, murar), bjälklag/perronger m.m. eller vattentätande konstruktioner. I de flesta fall är sannolikt betong det mest ekonomiska materialet ur både utförande- och driftssynpunkt, men materialvalet bör ligga på totalentreprenören, inte som en beställarförutsättning. Man bör också tydliggöra hur produktgruppen förhåller sig till produktgruppen broar, där alternativa material till betong är mer vanligt förekommande.

Möjligheterna till prefabricering lyfts fram endast i begränsad grad. Här finns erfarenheter från andra sektorer och andra länder som bör kunna tas tillvara.

En bättre kommunikation mellan projektering och produktion är en viktig förutsättning för ökad innovationsgrad. Möjligheterna att prova och verifiera nya lösningar och utveckla nya tekniska regler är likaså av stor vikt. Inte minst i detta sammanhang är samverkan mellan beställare, utförare och akademi en viktig förutsättning. Inom detta produktområde finns redan bra förebilder för ett utvecklat sådant samarbete, med tydligt påvisade utvecklingsmöjligheter.

Man lyfter fram möjligheterna att vidareutveckla nuvarande krav för betong och cement. I detta sammanhang, som i andra, bör de långsiktiga effekterna noga analyseras. Betongkonstruktioner med bättre beständighet kan på sikt medföra radikalt sänkta kostnader för underhåll och reparationer. Men det är långt ifrån självklart att besparingar i tillverkningsskedet, t.ex. genom användande av nya tillsatsmaterial i betongen, ger dessa effekter. Man måste ta vara på de kunskaper som finns och utnyttja befintliga forskningsresurser på materialsidan. Här finns goda möjligheter för Trafikverket att i

samarbete mellan beställare, materialindustrin, och akademien utvärdera dagens krav kopplat till risker och kostnader för underhåll och reparationer.

B. Vägbeläggning

Analysen behandlar i stort sett enbart bituminösa beläggningar av traditionellt slag. Betongbeläggningar har i Sverige använts i begränsad omfattning, medan dessa är betydligt vanligare i andra länder. Klimat- och slitageaspekter ska givetvis beaktas, men kunskaperna om detta finns i dag.

I texten anger Trafikverket att man ännu inte har underlag för att värdera betongvägars drift- och underhållsaspekter. Samtidigt har VTI på Trafikverkets uppdrag löpande följt och dokumenterat mer än 20 års erfarenheter av många mil moderna betongvägar. Med detta som utgångspunkt är vägbeläggningsgruppens avfärdande av betongbeläggningar förvånande och bedömningarnas trovärdighet blir sviktande. Vi tar inte ställning till olika materialval men förutsätter att Trafikverket uppträder materialneutralt och möjliggör för betongvägar att användas inom begreppet "Rätt material i rätt sammanhang".

Ett produktivetsprogram för vägbeläggningar bör inte ha preferenser för vare sig asfalt- eller betongbeläggningar, utan lämna utrymme för aktörerna att utveckla bästa metoder. Det handlar inte heller enbart om själva ytbeläggningen, utan om hela dimensioneringen av överbyggnaden inklusive det ytliga slitlagret. Möjligheterna att optimera konstruktionen genom t.ex. någon typ av kemisk stabilisering av undergrund och/eller förstärkningslager berörs exempelvis inte alls.

En stor del av vägbeläggningsarbetena avser omläggning av befintliga beläggningar, ett arbete som med nödvändighet innebär störningar för brukarna och därmed följande samhällskostnader. Ett kraftigare fokus på detta kan ge drivkrafter för utveckling av metoder och arbetstider som minimerar störningarna.

Erfarenheter från de lovande försök som gjorts med totalentreprenader med en efterföljande lång period med ansvar för drift och underhåll indikerar att man bör fortsätta med sådan utveckling. I detta sammanhang är det, för att branschaktörerna ska stimuleras till ett ständigt utvecklingsarbete, viktigt att utveckla metoder för

att kvantifiera funktionella egenskaper, liksom hur restvärdet efter viss tid ska beräknas och följas upp.

C. Tjålsåkring/Båriighet

Området har, som nämns, klara serieeffekter. Möjligheterna till någon typ av serieupphandlingar bör undersökas djupare, vilket också skulle kunna minimera det negativa beroendet av enskilda tåkter i områden där det är glest mellan dessa. "Problemet" med att enskilda åkter har tillgång till egna tåkter måste hanteras på marknadens villkor och genom väl genomtånkta upphandlingar. Någonstans kan man ana intresse av att "ta kontroll" över åkterernas tåkter och/eller tillhandahålla material från av Trafikverket ågda tåkter. Ett sådant ågerande skulle sannolikt ta bort åkterernas drivkrafter för att komma med egna förslag. Frågan ska ses i ett vidare sammanhang. Möjligheterna att använda och förådla material som finns i våglinjen kan minimera behovet av särskilda tåkter. Mobila krossverk och åfaltverk kan i detta sammanhang också bidra till lösningar som har övergripande ekonomiska och miljömåssiga effekter som år bättre ån de traditionella. Det viktiga år här, som i många andra sammanhang, att inte detaljstyra vid upphandlingarna, utan ge åktererna frihet att komma med egna lösningar som uppfyller övergripande funktionskrav.

Ett utåkat användande av totalentreprenader inom detta område bör också kunna öka intresset för utveckling. Möjligheterna att ge entreprenören ett utvidgat ansvar för drift och underhåll av vågstråckan under en längre tidsperiod (15–20 år) bör driva på utvecklingen av metoder som inte kråver regelbundna ombyggnader.

Erfarenheter från andra lånder tas tillvara enligt programmet, dåremot framgår det inte om man också tar tillvara erfarenheter från exempelvis de svenska skogsbolagen som har ett betydande enskilt vågnåt där tjål- och bårighetsproblemet sannolikt år likartat.

Liksom för vågbelåggningar innebår arbeten inom tjålsåkring/båriighet stårningar för brukarna och i relativt stor utstråckning avstångning av vågar eller begrånsningar av trafiken. De samhållsekonomiska konsekvenserna bör i håg grad styra mot utveckling av metoder som minimerar stårningarna.

D. Kontaktledningar

Inom detta område är det kanske tydligast att se hur störningar ger mycket stora brukar- och samhällskostnader. Nedrivna kontaktledningar ger stora problem för både näringsliv och enskilda människor i samband med oväntade trafikstopp i järnvägsnätet.

Området kräver specifik järnvägskompetens och välutbildad personal, inte minst avseende säkerhetsaspekterna vid arbete på spår. Man bör därför räkna med att det inte finns överlevnadsmöjlighet för mer än ett relativt begränsat antal företag och upphandlingarna bör anpassas till detta, t.ex. genom större mängd serieupphandlingar, inom vilka utvald entreprenör relativt fritt kan planera och optimera sina arbetsinsatser.

Kontaktledningsgruppen har redovisat att det finns en relativt stor potential i minskning av ÄTA-kostnader. Sannolikt är en del av ÄTA-arbetena sådana som skulle funnits med i kalkylen från början om man haft säkrare underlag och/eller en mer noggrann projektering. Potentialen är kanske därför överskattad, enbart den del av ÄTA-kostnaden som hänförs till att arbetet blir känt i ett sent skede är den påverkbara. En mer noggrann och systematisk projektering och arbetsplanering kan öka graden av förutsägbarhet, vilket i sig är en besparing.

För att förbättra driftssäkerheten krävs sannolikt ett utvecklingsarbete som också berör själva tågen och strömavtagarna på dessa. Vad vi förstår pågår bland annat i Danmark ett arbete med att utveckla metoder för att genom automatisk sensorstyrd analys av strömavtagarna på tågen minimera risken för nedrivning av kontaktledningar.

Kontaktledningsområdet avser, förutom reparation i samband med nedrivning av ledningar ett stort område för nyinvestering och planerad reinvestering/underhåll. Detta område har typiska serieeffekter och former för olika typer av serieupphandlingar ligger nära till hands.

Området hämmas av bristen på internationell standardisering, Trafikverket bör agera pådrivande i detta arbete, för att ge marknadens aktörer tillgång till en större marknad. En större potentiell marknad kan möjliggöra investeringar i utveckling av bättre metoder och rationellare arbetssätt för montering/utbyte. Och internationell standardisering ställer samtidigt krav på ständig utveckling av företagen, i takt med att den internationella konkurrensen då öppnas upp.

Arbetet bör också, som föreslås, fokusera på optimering av tiden i spår. Kostnaderna för störningar bör medföra att arbetena i största möjliga utsträckning utförs när trafiken är låg, eller så att avstängningarna kan minimeras. De extra kostnader som kan vara förknippade med natt- och helgarbete är sannolikt lägre än störningskostnaderna om arbetena utförs vid högtrafik.

Förhållandena med materialförsörjning via Trafikverkets Materialservice bör analyseras noga. Den materiel som tillhandahålls eller avropas från Materialservice bör sannolikt minimeras, för att ge entreprenörerna största möjliga frihet avseende val av metod och material – givetvis inom givna krav på funktion och utrustning.

Kontaktledningsgruppen nämner att totalentreprenader provats i begränsad omfattning, men föreslår inte någon satsning på detta. Vi tror att detta är en korrekt bedömning, området är genom de järnvägsspecifika kraven så detaljstyrt att det sannolikt skulle vara svårt att definiera totalentreprenader med tillräckligt utrymme för entreprenörerna att komma med egna förslag.

E. Spårväxlar

Området kräver såväl specialkompetens som speciell utrustning som kräver stora investeringar. Det är därför inom detta område i ännu högre grad än för kontaktledningar nödvändigt att acceptera att endast ett fåtal aktörer har möjlighet att bedriva lönsam verksamhet inom området. För att säkerställa konkurrensen och samtidigt ge utvecklande företag en överlevnadsmöjlighet är serieupphandlingar sannolikt en bra metod.

Liksom för kontaktledningar redovisas att ÄTA-kostnaderna kan minskas, vi är även här tveksamma till detta, det är endast störningskostnaden för att en uppgift kommer fram för sent som kan påverkas. Bättre projektering och planering ger förutsättningar för att undvika negativa överraskningar.

I förslaget redovisas minskat helg- och nattarbete som en viktig källa till besparingar. Vi tror att detta är fel väg att gå. Effektivisering innebär såväl minskning av de ingående resurserna som ökning av nyttoeffekterna. Minskat helg- och nattarbete minskar säkert de direkta personalkostnaderna, men det är inte ens säkert att detta minskar entreprenörens totala kostnader. En planering som utnyttjar dygnet och veckan på optimalt sätt kan mycket väl vara den mest kostnadseffektiva lösningen, genom att dyrbara maskiner får en

större utnyttjandegrad och entreprenören har ett större handlingsutrymme att välja hur man vill använda tiden. Om man dessutom tar in nyttoeffekterna hos brukarna, vilket måste ses som självklart, bör det vara ganska givet att arbeten på trånga trafikerade spår bör utföras när trafiken är så liten som möjligt.

Spårväxelgruppen föreslår en ökad andel totalentreprenader. För att detta ska vara effektivt måste produktens funktionskrav beskrivas mer generellt. Dagens koppling till tillhandahållande respektive avrop av materiel från Trafikverkets Materialservice kan vara hämmande i detta avseende. Funktionen Materialservice bör (liksom för kontaktledningar ovan) analyseras noga. Den bärande tanken med denna funktion är väl att Trafikverket som stor inköpare kan få bättre villkor än om varje entreprenör köper material från sina leverantörer. Detta är inte självklart. De entreprenörer som kan vara aktuella för komplicerade arbeten med stora maskininvesteringar har sannolikt en så stor egen volym att de också kan förhandla till sig bra priser på material och utrustning, och vill kunna göra detta själva för att få en koppling till sina egna processer och sin egen logistikplanering. Eget ansvar för val av material ger dessutom entreprenörerna möjlighet att etablera ett närmare samarbete med leverantörerna för att löpande utveckla bättre lösningar.

Lidingö 2012-03-20

Mårten Lindström

More10 AB, Södra Kungsvägen 266A, 181 65 LIDINGÖ, marten.lindstrom@more10ab.se,
070-523 38 51
Org. nr 556729-7774, Säte i Lidingö kommun, Stockholms län

BIM-rapport Produktivitetskommittén

Mårten Lindström

More10 AB

1 Uppdrag

Produktivitetsskommittén har uppdragit åt More10 AB, Mårten Lindström att redovisa läget och ge en del rekommendationer avseende Trafikverkets arbete med BIM. Detta uppdrag redovisas härmed. Arbetet har utgått från de erfarenheter som Mårten Lindström har genom bl. a. ett uppdrag som projektledare för det sektorsgemensamma initiativet OpenBIM. I arbetet har också Rogier Jongeling, teknisk projektledare för OpenBIM konsulterats.

2 Definition av BIM

Med BIM avses ByggnadsInformationsModell eller ByggnadsInformationsModellering, bägge uttrycken används frekvent.

BIM har vuxit fram som begrepp under 2000-talet och blivit allmänt vedertaget som ett sätt att beskriva hur man systematiskt kan hantera information om byggnader/anläggningar i projekterings-, bygg- och förvaltningsprocesserna.

BIM förutsätter, men inskränker sig inte till, att den geometriska informationen om byggnader/anläggningar och alla deras delar beskrivs som tredimensionella produktmodeller, med hjälp av olika typer av dataprogram.

För att ge större nytta än 3D-CAD, (tredimensionella principer för datorstödd projektering, Computer Aided Design, CAD) kan man genom BIM lagra och använda information om olika typer av egenskaper och prestanda, samt använda informationen i olika faser av bygg- och förvaltningsprocessen. Det kan handla om simulering och kalkylering och om optimering mellan olika alternativa lösningar, tids- och resursplanering, underhållsplanering m.m.

Ofta kan man få intrycket att BIM är en enda stor modell som innehåller information om precis allt. Så är inte fallet, snarare avses att man kombinerar olika modeller med olika databaser och utnyttjar just den information som varje särskild tillämpning kräver.

BIM ger möjligheter att hantera information på ett intelligent sätt från det tidiga planeringsskedet och precisera informationen successivt i projektering och byggande, för att sedan ha en förvaltningsinformation som kan användas under hela anläggningens livslängd, som stöd för drift, underhåll och ombyggnad eller rivning.

Inom Trafikverket används följande definition av BIM:

- Den virtuella framställningen av en anläggnings fysiska och funktionella egenskaper från idéstadiet och framåt.
- Att med avancerad 3D-CAD skapa digitala modeller av byggnader och anläggningar. Modellerna kan sedan användas för till exempel samgranskning, analys av alternativa lösningar, livscykelanalys, tidsplanering, maskinstyrning och kostnadsberäkningar.
- Objektsorienterad modell med egenskaper kopplade till objekt och relationer beskrivna mellan objekt.
- Att ha tillgång till information kopplad till anläggningen genom hela livscykeln.

BIM-frågorna har kommit i fokus för hela samhällsbyggnadssektorn sedan cirka 5 år tillbaka. I Sverige finns sedan 2009 initiativet OpenBIM, som startats av 15 företag hösten 2008 och under 2011 ombildats från ett löst sammanhållet nätverk till en ideell förening, som i början av 2012 har cirka 90 företag och organisationer som medlemmar. OpenBIM verkar under visionen ”Ett bättre samhällsbyggande med hjälp av BIM” som ett slags katalysator som initierar utvecklings- och forskningsprojekt och sprider information om bra tillämpningar, inom såväl husbyggnads- som anläggningsområdet och inom alla skeden. Trafikverket är en aktiv medlem i OpenBIM och har varit pådrivande för att en särskild anläggningsgrupp etablerats inom föreningen.

Inom markanvändnings- och planeringsområdet, såväl statligt som kommunalt, används GIS – Geografiska InformationsSystem – som IT-stöd. Gränsdragningen mellan GIS och BIM är inte självklar och begreppen glider alltmer i varandra. För Trafikverkets verksamhet är det viktigt att bejaka denna tendens, för att använda rätt informationsstöd i alla skeden och i alla frågor.

3 Öppna standarder – fördelar, möjligheter och hinder

För att effekterna av BIM ska bli så stora som möjligt krävs standardisering av olika slag. I huvudsak brukar man prata om tre olika standardiseringsområden:

- Begrepp, det gemensamma språket avseende bygg- och anläggningsdelar, produkter, komponenter etc.
- Datamodeller, de programspråk och motsvarande som behöver standardiseras för att information som är skapad i ett program ska kunna föras över till ett annat program, utan att informationen förvanskas.
- Processer, de gemensamma arbetssätten och rutinerna för att t.ex. överlämna information från en part till en annan, inklusive de juridiska och praktiska förhållanden som hänger ihop med detta.

För **begreppsstandardisering** finns dels tekniska nomenklaturregler (hur fackuttryck preciseras), dels BSAB-systemet, som förvaltas av Svensk Byggtjänst och är en systematik för kodifiering av byggnadsverk och byggdelar, från övergripande begrepp ner till detaljer. BSAB-systemet har utvecklats sedan 1950-talet och står nu i behov av en större vidareutveckling, för att ta hänsyn till de krav som en mer systematisk BIM-hantering ställer. Ett arbete med utveckling av BSAB på husbyggnadssidan har igångsatts, det är angeläget att motsvarande utförs också inom anläggningsområdet.

När det gäller **datamodeller** finns olika standarder att ta hänsyn till. Internationellt samarbetar föreningen buildingSMART för att utveckla den s.k. IFC-standard. Denna är en öppen standard som fullt ut medför att information kan överföras mellan program som är utvecklade och sålda av konkurrerande programvaruföretag. Förutom IFC finns andra standarder/standardformat som påverkar BIM-arbetet. Några exempel är LandXML, Fi2 och SBXML.

I **processtandardiseringen** kan generellt inräknas saker som standardavtalen AB, ABT, ABK etc., samt tillämpningen av AMA-systemet för beskrivning av definierade arbeten i utförandeentreprenader. Bygghandlingar 90, som beskriver hur ritningar och andra handlingar ska vara upprättade är ett annat exempel inom detta område. Inom processtandardiseringen är det angeläget att anpassa juridiska standardavtal till nya digitala möjligheter, liksom att utveckla det som brukar kallas IDM, Information Delivery Manuals, regler och rutiner för hur information ska överlämnas mellan parter i processen.

I användningen av BIM är det viktigt att se flera tidshorisonter. På lång sikt ska man givetvis eftersträva att övergripande internationellt förankrade standarder tillämpas och effektiviserar använd-

ningen, både ur säkerhets- och kvalitetssynpunkt samt för att få snabba processer. Men i det internationella samarbetet kvarstår en hel del arbeten – och det kommer säkert att dröja många år innan ”allt” är klart.

För att utnyttja de stora fördelarna med BIM så tidigt som möjligt måste man på kortare sikt acceptera ofullkomligheter vad gäller standardisering. Detta innebär att man behöver ha speciella personalkategorier som modellsamordnare och liknande, som har kompetens att hantera olika program och kan möjliggöra även ganska komplicerade processer i dagsläget. Den successiva ökade användningen och de stegvisa förbättringarna är i själva verket kanske det som kan ge ekonomiska möjligheter att driva det mer långsiktiga standardiseringsarbetet parallellt. På längre sikt är det sannolikt, och förmodligen önskvärt, att modellsamordnare och liknande inte längre erfordras i samma utsträckning som i dagsläget, eftersom program och processer då blivit så standardiserade att ”det BIM-specifika” inte längre är specifikt utan en naturlig del av alla olika specialisters normala arbetsuppgifter.

Trafikverket har tenderat att ta fram egna standarder för begreppsmodeller, datamodeller och processer. Det har lett till delvis överlappande och liknande standarder med risk för redundans och begreppsförvirring. Standardiseringsarbetet internationaliseras i allt högre grad. I det perspektivet blir det allt svårare att ta fram och förvalta myndighetsspecifika standarder.

Standardiseringsarbetet inom detta område har länge varit uppdelat på många organisationer. Det finns i dag ett övergripande intresse att tydliggöra hur de olika organisationernas arbeten hör samman och hur arbetet kan preciseras och målstyras. Det finns också ett antal industriaktörer (såväl programvaruleverantörer, som konsulter, entreprenörer och materialtillverkare) som tydligt kan se nyttan med standardiseringen och hur en bättre standardisering kan förbättra de egna processerna och den egna konkurrenskraften. En kartläggning av detta pågår genom föreningen OpenBIM. De företag som kan se egen nytta av standardiseringen kommer sannolikt att bidra till denna, med såväl finansiering som expertinsatser. Det är dock sannolikt att, för att standardiseringsarbetet ska påskyndas, även stora organisationer som Trafikverket också engagerar sig, såväl genom att ställa tydliga krav som genom att bidra ekonomiskt.

4 Hur kan BIM bidra till ökad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen

Trafikverkets övergripande vision och verksamhetsidé är:

Vision

Alla kommer fram smidigt, grönt och tryggt.

Verksamhetsidé

Vi är samhällsutvecklare som varje dag utvecklar och förvaltar smart infrastruktur. Vi gör det i samverkan med andra aktörer för att underlätta livet i hela Sverige.

Nya verktyg och rätt processer för att använda verktygen på ett effektivt sätt kommer att ha stor betydelse för hur nära man kan komma visionen och hur samverkan med andra aktörer ger så positiva effekter som möjligt.

De största möjligheterna med BIM i anläggningsbranschen är, som Trafikverket själva uttryckt det, att man uppnår en effektivare förvaltning och därmed anläggningar av högre kvalitet och bättre punktlighet för väg- och järnvägstrafiken. Som största enskilda aktör inom anläggningsområdet har Trafikverket också påverka på andra aktörer, som kommuner och transport- och industriföretag, vars verksamheter kan dra nytta av Trafikverkets konsekventa satsningar, varigenom samhällseffekterna blir ännu större.

Några exempel på hur BIM kan förändra processerna, i alla typer av projekt och i alla skeden är:

- Att **möjliggöra bästa val** ur ett antal aspekter, där främst de långsiktiga nyttoeffekterna för brukarna av trafiksystemen och för förvaltning, drift och underhåll är mest tydliga.
 - Att välja en viss teknisk lösning är en komplicerad optimeringsfråga. Dagens i stort sett manuella processer möjliggör inte att mer än några få alternativ studeras. I alltför stor utsträckning suboptimeras därför besluten i dag, och tendensen att välja den för respektive kortsiktiga skede billigaste lösningen överväger.
 - När leverantörer under lång tid vant sig vid att upphandlingar i stor utsträckning genomförs med priset i den enskilda upphandlingen som avgörande faktor, har incitamentet att utveckla bättre lösningar saknats. BIM kan bidra till att möjlig-

göra upphandlingar som tar bättre hänsyn till helheten och livscykelkostnaderna.

- Att **stärka beslutsprocessens hållbarhet genom korrekt och tydlig information** till såväl externa sakägare och nyttjare som aktörerna i processen och beslutsfattare.
 - Med korrekt och lättförståelig information kan det kanske t.o.m. gå att minska tidsåtgången för överklagandeprocesser, som i dag ger oönskade tidsförskjutningar, ibland beroende av att man inte nått ut med tillräckligt bra och tydlig information om exempelvis ett nybyggnadsprojekts påverkan på omgivningen och nyttoeffekter i samhället.
- Att **minimera mängden fel** – och att se till att oundvikliga fel upptäcks i de skeden då de är relativt billiga att rätta till.
 - Enligt undersökningar vid Chalmers Tekniska Högskola kostar arbeten med att rätta till fel i byggprocessen storleksordningen 5 % av byggkostnaden, eller mer. Det går inte att helt undvika mänskliga fel och misstag. Men huvudanledningen till de höga kostnaderna är att felen upptäcks i ett sent skede, när en stor byggplatsorganisation kan drabbas av stillestånd i avvaktan på besked om åtgärd för att rätta till fel. Genom rätt användning av visualiserings- och andra hjälpmedel i BIM-processerna ökas möjligheterna att upptäcka fel i ett tidigt skede, när kostnadseffekterna är små.
- Att upprätta underlag som ger **säkrare underlag för anbud**.
 - Anläggningsarbeten innebär normalt att man inte på förhand exakt kan bestämma vad arbetena kommer att innefatta exempelvis avseende jord- och bergarbeten. Det är inte ekonomiskt försvarbart att göra geotekniska undersökningar som är heltäckande. Ett relativt stort mått av osäkerhet finns alltid. BIM ger större möjligheter att på ett entydigt sätt visa t.ex. vad som ska vara kalkyleringsförutsättningar i en upphandling. Man kan innan förfrågningsunderlag upprättas diskutera och värdera kvaliteten i modellerna och beskriva detta i förfrågningsunderlaget eller, om det bedöms mer ekonomiskt, besluta om kompletterande undersökningar.
- Att ge anbudsgivare möjlighet att omedelbart efter mottagning av förfrågningsunderlag kunna inleda mängdberäkningar, kalkylarbete och planeringsarbete utan tidsödande tolkning. Ett

entydigt förfrågningsunderlag ger också entydiga kontraktshandlingar.

- Man kan med detta förfarande säkerställa att alla anbudsgivare tolkar underlaget på samma sätt, varigenom risken för missförstånd och tvist om underlagets riktighet minimeras.
 - Anbudsgivarnas riskpåslag för okända och/eller icke kvantifierade risker bör kunna minska väsentligt, vilket ger bättre jämförbarhet mellan anbud och lägre priser.
 - Diskussioner om regleringar av kontraktspriser, exempelvis vid avvikande mellan antagna och verkliga geotekniska förhållanden baseras på fakta och inte på subjektiva tolkningar.
- Att bedriva **projektering och byggande enligt observationsmetoden** ("aktiv design").
- Med observationsmetoden menas att man i projekteringen har beredskap för olika scenarios vad gäller t.ex. komplicerade grundförhållanden. Alternativa lösningar som tar hänsyn till olika förhållanden utreds och projekteras i förväg. När man under byggskedet får klarhet i hur förhållandena ser ut kan man snabbt välja den av de projekterade lösningarna som passar bäst för de verkliga förhållandena. Med detta förfarande ökas visserligen projekteringskostnaderna, men detta sparas in genom att man kan undvika förseningar och stillestånd i byggprocessen.
- Att **utan manuella mellansteg använda information** från projekteringen till information som styr utförandet, exempelvis genom GPS-positionerade anläggningsmaskiner som får sin information direkt från BIM-modeller. Effektivare användning av maskin- och personresurser möjliggörs, samtidigt som risken för fel minimeras.
- Att **säkerställa en obruten informationskedja**, som ger möjlighet att i alla skeden (från tidig planering till långsiktig förvaltning och så småningom avveckling) ha relevant och korrekt information, anpassad till den uppgift som är aktuell för tillfället.
- Att i **driftsskedet utnyttja BIM-baserad information** för trafikantinformation, information till driftsentreprenörer m.fl.

- Rätt förvaltd och strukturerad information kan vara till stor nytta i det långsiktiga driftsskedet, för att underlätta upphandling och styrning av entreprenörer för drift och underhåll, för att ge trafikanter relevant information om störningar, alternativa färdvägar/färdsätt etc.
- Att **säkerställa ökad kalkylsäkerhet** genom att möjliggöra lagring och uppdatering av relevanta nyckeltal för genomförda projekt och använda dessa i samband med planering och investeringsbeslut för nya projekt.
 - Ekonomisk statistik om genomförda projekt är av stor vikt för att kunna bedriva planering av nya, och ha rätt underlag för beslut. Kostnaderna för utförda anläggningsprojekt varierar starkt med hänsyn till anläggningstyp och lokala förhållanden som marknadssituation. Med systematisk lagring av stora datamängder ges möjlighet att utnyttja materialet på ett bättre sätt än i dag.
- Att **återföra drifts- och förvaltningserfarenheter** på ett effektivt sätt till planerings-, projekterings- och byggskedena avseende nya projekt.

5 Trafikverkets riktlinjer och pågående arbete

Trafikverket har inlett ett arbete med höga ambitioner om införande av BIM i alla processer. Detta är ett utmärkt initiativ, men det kommer att ställa en hel del krav på såväl organisationen som på relationerna med bland annat Trafikverkets leverantörer.

Trafikverket har satt upp följande mål:

- År 2014 ska minst 75 % av alla upphandlingar för projekt med möjlighet att erhålla nyttoeffekter baseras på BIM i stället för ritningar.
- Trafikverket ska ha en tydlig policy för vad man fyller BIM-begreppet med och vilka projekt som kan ha nytta av BIM.
- Alla delar av Trafikverket som kan erhålla nyttoeffekter och ett värde med BIM ska vara med i införandet.
- Det ska vara tydligt hur ansvaret för BIM i Trafikverkets anläggningsprojekt är fördelat mellan projektet, projektets konsulter och entreprenörer.

- Det ska vara tydligt hur ansvaret för att driva BIM-utveckling är fördelat mellan anläggningsbranschen och Trafikverket.

Strategin för att uppnå målen är:

- Uppmuntra användande av BIM i fler projekt.
- Följa projekt på Trafikverket som tillämpar BIM för att:
 - samla in erfarenheter,
 - kartlägga arbetssätt.
- Driva interna utvecklingsprojekt rörande teknikfrågor när behov uppstår i anläggningsprojekten.
- Delta i branschgemensamma utvecklingsprojekt.

De interna utvecklingsprojekten, som är kopplade till arbetet inom föreningen OpenBIM och därmed också engagerar externa aktörer, är samlade i följande huvudprojekt:

- Dataflyt. Främjar nyttjande av information(data) mellan teknikområden och över skeden i tid. Mängdhantering, maskinstyrning, datafångst för projekteringsunderlag m.m.
- Projekteringsmetodik. Främjar modellanpassat byggande, belyser juridisk status, upphandling, integrerad projektering och sammansatta modeller samt befintliga underlag och informationskrav via t.ex. Bygghandling 90 del 7.

- Stomnät i luften. Infrastruktur för noggrann positionering i realtid med projektanpassade system, används i flera projekt under sedan 2004 med mycket goda erfarenheter. Främjar uppföljning och produktivitet.
- Objektbibliotek. System för skapande av gemensamma, virtuella objekt vid design/projektering, minimerar resurser och är en förutsättning för industriell projektering med stora vinster för designprocessen. Projektet skapar standardkomponenter som återanvändbara intelligenta 3D-celler.

I flera av de största projekten på Trafikverket arbetar man med BIM i olika former, exempelvis i Förbifart Stockholm, Hallandsåsprojektet, Västlänken och Mälarbanan. Som exempel kan nämnas att man i Förbifart Stockholm har byggt upp modeller för bland annat samgranskning där olika projektörer arbetar gemensamt och kan säkerställa att informationen kopplas samman och återanvänds för projektets olika behov och skeden. I modellerna kan man ”provåka” i tunnelsystemet och studera olika lösningar för ventilation, utrymningsvägar m.m.

Det finns även många mindre projekt som arbetar med olika BIM-tillämpningar såsom visualisering, maskinstyrning, samgranskning, mängdreglering och förvaltning av modelldata.

Några kommentarer kring detta:

- Målen för införande av BIM bör brytas ned och kommuniceras. En bedömning är att många av de externa aktörerna ligger längre fram i sin ”BIM-mognad” än Trafikverkets egen organisation i stort. Stor kraft kan därför behöva läggas på intern kommunikation. En svårighet i detta är att BIM-frågorna bör integreras i organisationen och inte ligga som en fråga ”vid sidan om”. För integrering i organisationen krävs att specialister av olika slag får utbildning och förståelse för BIM-behovet och hur det påverkar arbetet. Samtidigt har samma specialister redan i dag sannolikt stora utmaningar med att hinna med sina huvuduppgifter inom respektive specialområde.
- Trafikverkets verksamhet är omfattande och med många olika typer av projekt och med olika komplexitet avseende såväl rent tekniska frågor som relationer till omvärlden, relationer till nyttjare, relationer till leverantörer m.m. Även om BIM på sikt ska kunna genomsyra alla delverksamheter och alla skeden, kan

- det vara klokt att inledningsvis prioritera några projekt- och processtyper där införandet av nya processer är enkelt.
- Den organisation som nu etableras för införande av BIM i Trafikverket är ett bra steg i rätt riktning. Det finns dock en risk för att behovet av resurser är underskattat och det kan inte nog betonas att det behövs en långsiktighet och uthållighet i satsningen.
 - Det är klokt att ställa krav på leverantörer att tillämpa BIM. Kraven ska ställas så att man ger incitament för utveckling och mångfald, leverantörerna ska konkurrera på att leverera bästa lösning. Det innebär bland annat att ställa krav på hur information levereras, men att undvika att ställa krav på användning av vissa programvaror, eftersom detta både kan vara utvecklingshämmande och innebära att vissa leverantörer stängs ute från upphandlingar.
 - Man behöver utveckla standardiserade processer som gäller för alla projekt – både små och stora. Arbetsprocesserna kan givetvis skilja sig åt beroende på projektets komplexitet, men i grunden kan en och samma huvudprocess gälla, oavsett projekttyp och geografiskt läge.

6 Viktiga rekommendationer

Trafikverkets organisation för införande av BIM bör utvecklas. Berörda personer måste få både ansvar och sammanhängande befogenheter för att ställa krav på BIM. De övergripande målen, som är rimliga och med säkerhet ekonomiskt motiverade, behöver brytas ned i tidsatta delmål, metoder och resurser för uppföljning behöver också utvecklas.

Trafikverket bör i största möjliga utsträckning följa och påverka branschstandarder och utveckla metoder och processer som blir tillgängliga och naturliga även för andra anläggningsägare och –beställare. Trafikverkets volym kan visserligen tyckas så stor att man inte har behov av samverka med exempelvis kommuner. Med ett snävt synsätt kan detta vara rätt, men möjligheterna för Trafikverkets leverantörer att effektivisera sig är starkt avhängigt möjligheterna att ha konsekvent genomförda gemensamma processer i alla sina åtaganden. Det finns i dag i tillämpningen av t.ex. AMA en del Trafikverksspecifika tillämpningar som skiljer sig från de tillämp-

ningar som finns inom den kommunala sektorn och hos privata byggherrar. Dessa medför att konsulter och entreprenörer måste ha personal och verktyg som klarar olika processer för i princip samma arbete. Varje sådan speciallösning bidrar till ökade kostnader. Trafikverket bör gå före och delta aktivt i utvecklingen av branschgemensamma processer. I exemplet med AMA finns historiska skäl till olikheterna. Med BIM finns möjlighet att etablera gemensamma processer från början.

Trafikverket går allt tydligare mot en roll där myndighets- och beställarkompetensen är det centrala. Under lång tid finns dock i organisationen också stark utförarkompetens, både för projektering och byggande. Innehav av sådan kompetens är givetvis inte fel, men det gäller att hantera kompetensen på sådant sätt att leverantörsmarknaden inte uppfattar det som att Trafikverket vill detaljstyra det som leverantörerna bör vara bäst på att själva utveckla.

I Trafikverkets riktlinjer för val av affärsform för projekteringsuppdrag finns bra anvisningar om att man ska utreda om aktuellt projekt kan dra nytta av BIM i projekteringskedet. Detta är en bra rekommendation i ett inledningsskede, men utvecklingen har inom kort nått så långt att det är mer relevant att vända på detta. Man bör alltså ställa krav på den som svarar för upphandlingen att särskilt redovisa skälen, om man i något fall anser att man inte ska ha BIM-krav med i projekteringen. Man bör vidare tydliggöra BIM-krav för det långsiktiga perspektivet, för bästa möjliga nytta ska BIM-kraven spegla både hur man kan effektivisera själva byggandet samt hur man kan ha nytta av BIM i den långsiktiga förvaltningen.

Nyttoeffekter från införandet av BIM uppstår framförallt i de områdena där olika skeden och aktörer möter varandra. Här krävs multidisciplinär och övergripande processutvecklingsfokus. I dagsläget tenderar många BIM-utvecklings- och pilotprojekt fokusera på datamodeller och i mindre grad på processer och samarbetsformer.

Trafikverket bör, för att få leverantörsmarknadens aktörer att få ett långsiktigt förtroende för Trafikverkets roll som myndighet och beställare, säkerställa att t.ex. standardiseringsarbeten som möjliggör effektiviseringar blir utförda.

Trafikverket bör engagera sig i forsknings- och utvecklingsfrågor, genom att vara en tydlig kravställare, och i de fall där Trafikverkets långsiktiga nytta är beroende av resultaten, även finansiera FoU-insatser som inte uppenbart ligger i leverantörernas

intresse att finansiera. Forsknings- och utvecklingsfrågor bör bedrivas i en internationell kontext.

Utvecklingen av hur funktionskrav definieras, mäts och följs upp är en central fråga för möjligheterna att i ökad grad gå mot upphandlingar med mer funktionsinriktade krav och mindre av detaljstyrning. BIM kan vara ett viktigt hjälpmedel i sammanhanget, eftersom systematisk hantering och uppföljning underlättas. Trafikverket bör ta en aktiv roll i detta arbete.

Införande av BIM ställer stora krav på utbildning, såväl internt inom Trafikverket på en både djup nivå och med stor bredd, som avseende leverantörernas förmåga att förstå Trafikverkets krav.

Lidingö 2012-03-15

Mårten Lindström

More10 AB, Södra Kungsvägen 266A, 181 65 LIDINGÖ, marten.lindstrom@more10ab.se,
070-523 38 51
Org. nr 556729-7774, Säte i Lidingö kommun, Stockholms län

Statens offentliga utredningar 2012

Kronologisk förteckning

1. Tre blir två! Två nya myndigheter inom utbildningsområdet. U.
2. Framtidens högkostnadsskydd i vården. S.
3. Skatteincitament för riskkapital. Fi.
4. Kompletterande regler om personuppgiftsbehandling på det arbetsmarknadspolitiska området. A.
5. Högskolornas föreskrifter. U.
6. Åtgärder mot fusk och felaktigheter med assistansersättning. S.
7. Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2012 – långsiktig säkerhet, haverier och global utblick. M.
8. Skadeståndsansvar och försäkringsplikt vid sjötransporter – Atenförordningen och försäkringsdirektivet i svensk rätt. Ju.
9. Förmån och fälla – nyanländas uttag av föräldrapenning. A.
10. Läsarnas marknad, marknadens läsare – en forskningsantologi. Ku.
11. Snabbare betalningar. Ju.
12. Penningtvätt – kriminalisering, förverkande och dispositionsförbud. Ju.
13. En sammanhållen svensk polis. Ju.
14. Ekonomiskt värde och samhällsnytta – förslag till en ny statlig ägarförvaltning. Fi.
15. Plan för framtagandet av en strategi för långsiktigt hållbar markanvändning. M.
16. Att angöra en kulturbrygga – för stöd till nyskapande kultur. Ku.
17. Psykiatri och lagen – tvångsvård, straffansvar och samhällsskydd. S.
18. Så enkelt som möjligt för så många som möjligt. – den mjuka infrastrukturen på väg. N.
19. Nationella patent på engelska? N.
20. Kvalitetssäkring av forskning och utveckling vid statliga myndigheter. U.
21. Här finns mer att hämta – it-användningen i småföretag. N.
22. Mål för rovdjuren. M.
23. Mindre våld för pengarna. Ku.
24. Likvärdig utbildning – riksrekryterande gymnasial utbildning för vissa ungdomar med funktionsnedsättning. U.
25. Enklare för privatpersoner att hyra ut sin bostad med bostadsrätt eller äganderätt. S.
26. En ny brottsskadelag. Ju.
27. Färdplan för framtiden – en utvecklad flygtrafiktjänst. N.
28. Längre liv, längre arbetsliv. Förutsättningar och hinder för äldre att arbeta längre. S.
29. Sveriges möjligheter att ta emot internationellt stöd vid kriser och allvarliga händelser i fredstid. Fö.
30. Vital kommunal demokrati. Fi.
31. Sänkta trösklar – högt i tak Arbete, utveckling, trygghet. A.
32. Upphandlingsstödet framtid. S.
33. Gör det enklare! S.
34. Nya påföljder + kort presentation. Ju.
35. Stärkt skydd mot tvångsåktenskap och barnåktenskap. Ju.
36. Registerdata för forskning. Fi.
37. Kulturmiljöarbete i en ny tid. Ku.
38. Minska riskerna med farliga ämnen! Strategi för Sveriges arbete för en giftfri miljö. M.
39. Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen + Bilagedel. N.

Statens offentliga utredningar 2012

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

- Skadeståndsansvar och försäkringsplikt vid sjötransporter – Atenförordningen och försäkringsdirektivet i svensk rätt. [8]
- Snabbare betalningar. [11]
- Penningtvätt – kriminalisering, förverkande och dispositionsförbud. [12]
- En sammanhållen svensk polis. [13]
- En ny brottskadelag. [26]
- Nya påföljder + kort presentation. [34]
- Stärkt skydd mot tvångsäktenskap och barnäktenskap. [35]

Försvarsdepartementet

- Sveriges möjligheter att ta emot internationellt stöd vid kriser och allvarliga händelser i fredstid. [29]

Socialdepartementet

- Framtidens högkostnadsskydd i vården. [2]
- Åtgärder mot fusk och felaktigheter med assistansersättning. [6]
- Psykiatri och lagen – tvångsvård, straffansvar och samhällsskydd. [17]
- Enklare för privatpersoner att hyra ut sin bostad med bostadsrätt eller äganderätt. [25]
- Längre liv, längre arbetsliv. Förutsättningar och hinder för äldre att arbeta längre. [28]
- Upphandlingsstödet framtid. [32]
- Gör det enklare! [33]

Finansdepartementet

- Skatteincitament för riskkapital. [3]
- Ekonomiskt värde och samhällsnytta – förslag till en ny statlig ägarförvaltning. [14]
- Vital kommunal demokrati. [30]
- Registerdata för forskning. [36]

Utbildningsdepartementet

- Tre blir två! Två nya myndigheter inom utbildningsområdet. [1]
- Högskolornas föreskrifter. [5]
- Kvalitetssäkring av forskning och utveckling vid statliga myndigheter. [20]
- Likvärdig utbildning – riksrekryterande gymnasial utbildning för vissa ungdomar med funktionsnedsättning. [24]

Miljödepartementet

- Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2012 – långsiktig säkerhet, haverier och global utblick. [7]
- Plan för framtagandet av en strategi för långsiktigt hållbar markanvändning. [15]
- Mål för rovdjuren. M. [22]
- Minska riskerna med farliga ämnen! Strategi för Sveriges arbete för en giftfri miljö. [38]

Näringsdepartementet

- Så enkelt som möjligt för så många som möjligt – den mjuka infrastrukturen på väg. [18]
- Nationella patent på engelska? [19]
- Här finns mer att hämta – it-användningen i småföretag. N. [21]
- Färdplan för framtiden – en utvecklad flygtrafiktjänst. [27]
- Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen + Bilagedel. [39]

Kulturdepartementet

- Läsarnas marknad, marknadens läsare – en forskningsantologi. [10]
- Att angöra en kulturbygga – för stöd till nyskapande kultur. [16]
- Mindre våld för pengarna. [23]
- Kulturmiljöarbete i en ny tid. [37]

Arbetsmarknadsdepartementet

Kompletterande regler om personuppgifts-
behandling på det arbetsmarknadspolitiska
området [4]

Förmån och fälla – nyanländas uttag av
föräldrapenning. [9]

Sänkta trösklar – högt i tak
Arbete, utveckling, trygghet. [31]