

FÖRSTUDIE

BIM, integrerade arbetssätt och samverkan

- för ökad kvalitet och innovation i stora komplexa projekt



Trafikverket

Kruthusgatan 17, 411 054 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: BIM, integrerade arbetssätt och samverkan - för ökad kvalitet och innovation i stora komplexa projekt

Författare: Petra Bosch, Jennie Carlstedt, Margit Hermundsgård och Susanne van Raalte.

Dokumentdatum: 2017-09-01

Ärendenummer: 6383

Version: 1.0

Kontaktperson: Susanne van Raalte

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	5
1. INLEDNING	6
1.1. Syfte och mål	6
1.2. Disposition	7
2. TRAFIKVERKET I DAG	8
2.1. Trafikverket och den renodlade beställarrollen.....	8
2.1.1. Renodlad beställare och marknaden	8
2.1.2. Renodlad beställare i Trafikverkets investeringsverksamhet	8
2.1.3. Renodlad beställare i ett forskningsperspektiv.....	10
2.1.4. Renodlad beställarroll i ECI-projekt	10
2.2. Ansvar för ökad Digitalisering	10
2.3. Trafikverkets upphandlingsstrategier för mer samverkan och innovation.....	11
2.3.1. Ökat fokus på innovation och samverkan	13
2.3.2. Innovationsupphandling	13
2.3.3. Kontraktmodell samverkan nivå hög (ECI)	14
2.3.4. Arbetssätt succesiv acceptans	15
2.3.5. Upphandlingsform OPS (Offentligt Privat Samarbete).....	15
2.4. BIM i Trafikverket	16
2.4.1. BIM-samarbete på nationell nivå.....	17
2.4.2. BIM-samarbete på internationell nivå	18
2.5. Forskning, innovation och utveckling i Trafikverket	18
2.5.1. Upphandlingsstrategier för hållbar utveckling inom infrastruktur	19
2.5.2. Informationshantering och standardisering	19
2.5.3. Övriga BIM-relaterade Fol-projekt.....	20
3. BIM SOM KATALYSATOR FÖR SAMVERKAN	21
4. KONTRAKTS- OCH UPPHANDLINGSMODELLER	24
4.1. ECI – Early Contractor Involvement	24
4.2. OPS - Offentligt Privat Samarbete	26
4.3. IPD – Integrated Project Delivery	27
4.4. BVP – Best Value Procurement.....	28

5. INTEGRERADE ARBETSSÄTT	31
5.1. Lean	31
5.2. Concurrent Engineering	32
5.3. Virtual Design and Construction (VDC).....	33
5.3.1. Bigroom/iRoom	33
5.3.2. Integrated Concurrent Engineering (ICE)	34
5.4. IPD som arbetssätt.....	36
5.5. Agil metodik.....	37
6. ERFARENHETER FRÅN PROJEKT	40
6.1. Fellesprojektet E6 – Dovrebanen, Jernbaneverket och Statens vegvesen, Norge	40
6.2. Utbyggnad E18, Vegvesenet, Norge	41
6.3. Slussen, Stockholms stad, Sverige	43
6.4. 3D-modell och digitalisering i Vejdirektoratet, Danmark	44
6.5. Isoisänsilta «farfarsbron» och Liikennevirasto	45
6.6. InterCity-projekt och Samtidig projektering i Bane NOR	46
6.7. Nye Veier – Best Value Procurement och integrerat arbete	49
6.8. Concurrent metodik på underhålls- och modifikationsprojekt i Statoil	49
6.9. BIM, samlokalisering och Lean hos Statsbygg	51
7. HELHETSPERSPEKTIV FÖR SAMVERKAN, KVALITET OCH INNOVATION I STORA KOMPLEXA PROJEKT	54
7.1. Teknik: välfungerande informationssystem och modeller.....	55
7.1.1. Rekommendationer för teknik.....	56
7.2. Organisation: beställarrollen och upphandlingsstrategier.....	56
7.2.1. Rekommendationer för organisation.....	57
7.3. Process: integrerat arbetssätt och metoder för samverkan.....	58
7.3.1. Rekommendationer för process	59
8. HUR TEKNIK, PROCESS OCH ORGANISATION KAN BIDRA TILL HÖGRE KVALITET OCH MER INNOVATION I STORA KOMPLEXA PROJEKT	60
8.1. Fortsatt arbete.....	60
REFERENSER.....	62

Sammanfattning

Det sätt Trafikverket agerar på har stor betydelse för produktivitet och innovationskraft i anläggningsbranschen. 2013 uppmanade regeringen Trafikverket, som anläggningsmarknadens största beställare, att BIM skulle utgöra en beståndsdel i projekteringsuppdrag, samt att Trafikverket skulle eftersträva branschgemensamma standarder och processer för att skynda på utvecklingen av BIM i anläggningsbranschen, i Sverige.

Syftet med denna förstudie är att skapa en grund för att utveckla användandet av BIM och integrerade arbetssätt, med målet att skapa förutsättningar för ökad innovationsgrad, både i Trafikverket och i anläggningsbranschen. Förstudien utgör det initiala steget i fortsatt forskning och utveckling där det slutliga resultatet, inom ramen för efterföljande projekt, föreslås utgöra underlag till revideringar i Trafikverkets nuvarande ledningssystem. Dessa förändringar antas gälla både juridiska och affärsmässiga dimensioner samt förändringar i arbetssätt och teknisk kravställning.

Rapporten redogör för status i Trafikverket i dag inom främst BIM och samverkan. Studien visar på att Trafikverket redan idag kommit en bit på vägen i arbetet med att använda utökad samverkan och BIM. Bilden av Trafikverkets förutsättningar kompletteras med en redogörelse för BIM som katalysator för samverkan. Här visas att BIM utgör en premis och är en katalysator för innovation och kvalitet genom att knyta samman elementen teknik, process och organisation. Fortsättningsvis ges en vidare översikt över olika typer av kontraktsmodeller såsom ECI, BVP, IPD, OPS samt Concurrent Engineering, VDC, ICE som metoder för integrerade arbetssätt. Ett antal stora komplexa projekt, både inom infrastruktur och forskning exemplifierar hur dessa arbetssätt tillämpas idag i Norden. Projekten visar på stora effekter med att arbeta med samverkan, integrerade arbetssätt samt på vikten av beställarens aktiva medverkan i stora komplexa projekt.

Rapporten avslutas med en diskussion där rekommendationer ges till Trafikverket om fortsatta studier och utveckling. Dessa kan sammanfattas i tre möjliga inriktningar som kan komplettera och utveckla Trafikverkets arbetssätt idag, för att nå ytterligare samverkan, effektivisera beslutsprocessen och ge ett mer transparent arbetssätt där beställaren kan vara mer delaktig. Som tänkbara lösningar, med BIM i centrum, föreslås digitala verktyg och processer som *samhandling* (processororienterat integrerat arbetssätt), *successiv samacceptans* (besluts- och ersättningsmodell) och *samprojektering* (modellorienterat integrerat arbetssätt). De här tre i kombination, antas ha stor potential att tillsammans skapa de effekter som eftersöks: ökad kvalitet och innovation.

Rapporten är framtagen av Petra Bosch, Chalmers Tekniska Högskola, Margit Hermundsgård, ÅF Engineering, Jennie Carlstedt och Susanne van Raalte, Trafikverket, VO Stora projekt.

1. Inledning

Det sätt Trafikverket agerar på har stor betydelse för produktivitet och innovationskraft i anläggningsbranschen. 2013 uppmanade regeringen Trafikverket, som anläggningsmarknadens största beställare, att BIM skulle utgöra en beståndsdel i projekteringsuppdrag, samt att Trafikverket skulle eftersträva branschgemensamma standarder och processer för att skynda på utvecklingen av BIM i anläggningsbranschen, i Sverige. Införandet av BIM inleddes i Trafikverkets investeringsverksamhet där, enligt ledningssystemet, nystartade investeringsprojekt ska kravställa BIM enligt en definierad basnivå. Denna basnivå ligger i linje med den mognadsnivå som Trafikverkets investeringsverksamhet, vid införandet, låg på samt branschen i sin helhet.

BIM ses ofta som en katalysator, eftersom en informationsmodell möjliggör ökad samverkan, produktivitet och innovation och innebär ett livscykelperspektiv. Men endast modellen åstadkommer inte detta. Det krävs ett helhetsperspektiv, där både organisation och processer samspelar med tekniken.

Denna förstudie ska undersöka hur användandet av BIM och integrerade arbetssätt kan utvecklas, och ytterligare förstärka de processer som Trafikverket redan arbetar med för att infria mål för ökad produktivitet och innovation, med ökad samverkan som en förutsättning. Som grund till förstudien ligger därför några av Trafikverkets strategiska inriktningar och beslut, såsom renodlad beställarroll, införandet av BIM och nya kontraktsmodeller för utökad samverkan (ECI) inom stora och komplexa väg- och järnvägsprojekt. Trafikverket anser att samverkan är en viktig faktor i utvecklandet av anläggningsbranschen mot ökad produktivitet och innovationsgrad.

Att renodla beställarrollen för Trafikverket ska sporra effektivitet, utveckling och innovation. En renodlad beställarroll förklaras av Trafikverket som ett förhållningssätt i relationen mellan beställare och marknaden. Förhållningssättet antas enligt www.trafikverket.se ge förutsättningar för marknaden att: 1) ta större ansvar, 2) öka innovationstakten, 3) öka konkurrensen och, 4) öka produktiviteten.

1.1. Syfte och mål

Det långsiktiga, övergripande syftet med denna forskning, där förstudien utgör ett initialt steg, är att utveckla användandet av BIM och Integrerade arbetssätt, för att skapa förutsättningar för ökad innovationsgrad, både i Trafikverket och i anläggningsbranschen. Resultatet förväntas utgöra förändringar i Trafikverkets ledningssystem avseende både juridiska och affärsrättsliga dimensioner samt förändringar i arbetssätt och teknisk kravställning. Det slutliga resultatet, inom ramen för efterföljande projekt, föreslås utgöra underlag till revideringar i Trafikverkets nuvarande ledningssystem.

Denna förstudie har tre mål.

1. Att undersöka förutsättningar i Trafikverket i syfte att påvisa eventuella förändringsbehov inför framtida implementering av förändringar rörande samverkan och integrerade arbetssätt.

Kapitel 2

Genom att tydliggöra de förutsättningar som finns i Trafikverket idag för att arbeta med ökad samverkan och BIM i ett komplext, multidisciplinärt investeringsprojekt, kan dessa analyseras i vilken grad de gynnar (eller missgynnar) innovation och ökad produktivitet.

2. Att kartlägga dels former för ökad samverkan och hur de fallit ut i genomförda projekt med avseende på ökad produktivitet, effektivitet och innovation och dels integrerade arbetssätt och hur de tillämpats i genomförda projekt tillsammans med påvisad effekt.

Kapitel 3 - 6

Detta görs med ett nationellt och Nordiskt perspektiv med som huvudfokus. I kartläggningen lyfts framgångsfaktorer och fallgropar fram.

3. Att rekommendera Trafikverket i ett fortsatt arbete för att utveckla arbetssätt för ökad samverkan och integrerade arbetssätt.

Kapitel 8

Trafikverket har av regeringen blivit uppmanade att ta rollen som draglok för utvecklingen av BIM inom anläggningsbranschen. Syftet med att bedriva forskning inom detta område är övergripande att bidra till utvecklingen av BIM, och därmed hitta arbetsformer för ökad innovation i anläggningsbranschen. På så sätt inte-greras utvecklingen av BIM i Trafikverket till att bli en språngbräda till utveckling i branschen.

1.2. Disposition

Förstudien är uppdelad i fyra huvudsakliga delar. Inledningsvis ges en bakgrund där relevanta förutsättningar i Trafikverket kortfattat beskrivs, kapitel 2. Därefter följer en kort redogörelse för BIM som katalysator för samverkan, genom att belysa helhetsperspektivet på organisation, process och teknik, kapitel 3. Därefter följer en begreppsredogörelse för olika typer av kontraktsmodeller, kapitel 4, och sedan motsvarande för ett antal metoder för Integrerade arbetssätt, kapitel 5.

För att kunna se vad som är i bruk och används mer vedertaget beskrivs ett antal stora, komplexa projekt, både infrastrukturprojekt och pågående forskningsinitiativ, kapitel 6. Förstudien avslutas med en diskussion som ger rekommendationer till Trafikverket om fortsatt utveckling, kapitel 7 samt förslag till fortsatt arbete, kapitel 8.

2. Trafikverket i dag

Trafikverket bildades 2010 för att utveckla det samlade transportsystemet (Dir 2009:75). Bakgrunden till bildandet låg främst i behovet av effektivisering inom transportområdet.

2.1. Trafikverket och den renodlade beställarrollen

Bildandet av myndigheten föregicks av ett antal utredningar där Trafikverksutredningen (N2008:06) var en. Här presenterades förslag på åtgärder som skulle bidra till utvecklade beställarfunktioner hos myndigheter inom transportområdet. Syftet var att uppnå en bättre fungerande anläggningsmarknad och högre effektivitet. Utredningen föreslog ett samlat program för statliga beställarfunktionerna med syftet att öka produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen. I direktivet klargörs betydelsen av hur beställarrollen utövas för utvecklingen av anläggningsbranschen; marknaden, produktivitet och innovationsgrad.

2.1.1. Renodlad beställare och marknaden

Arbetet med renodlad beställarroll initierades vid Trafikverkets bildande som ett svar på direktivet. Innebörden av renodlad beställare beskrivs¹ som ett förhållningssätt där Trafikverket som beställare ska:

- Skapa förutsättningar för marknaden och dess drivkrafter till ökad innovation och produktivitet.
- Utveckla vår roll och vårt agerande som beställare i syfte att överlämna ett större åtagande och ansvar till leverantörerna.
- Ge förutsättningar för ökad konkurrens i anläggningsbranschen.

Det långsiktiga övergripande målet med renodlad beställarroll beskrivs vara att öka produktiviteten med 2 -3 % årligen. Fyra fokusområden pekas ut; ökad andel konsultuppdrag med fast pris, tydligare roller och ansvar i uppdragen, ökad andel krav på funktion, ökad andel totalentreprenader. Den strategiska huvudinriktningen har varit att öka andelen totalentreprenader. Fortsättningsvis inriktas utvecklingsarbetet bl a mot att bli bättre på att välja entreprenadform och ersättningsform anpassat till det enskilda projektet samt öka andelen funktionskrav i totalentreprenader. Andelen konsultupphandlingar baserade på avtal om fast pris ska öka, och fast och rörligt pris i kombination ska utgöra en betydande andel. Tydligt resultat- och produktspecificerade upphandlingar ska ge konsulten ett tydligt totalåtagande.

2.1.2. Renodlad beställare i Trafikverkets investeringsverksamhet

Arbetet med renodlad beställare inleddes med utvecklingsprojektet PIA (Produktivitet i Anläggningsbranschen) 2010 – 2012. Arbetet togs därefter upp av ett internt trafikverksövergripande Produktivitetsskontor (2012 – 2014). Här lyftes ett gemensamt arbetssätt och

¹ http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/produktivitet_och_innovation/Fokusomraden/Renodlad-bestallarroll/

nya mätmetoder utvecklades. Arbetssättet gäller för samtliga verksamhetsområden och beskrivs i urval i kapitel 2.3.

Det fortsatta utvecklingsarbetet fortsatte i linjeverksamheten med uppdraget att specificera vad förhållningssättet innebär för den egna verksamheten och utifrån det gemensamma arbetssättet. Det innebär att renodlad beställare i viss mån implementeras olika mellan olika verksamhetsområden (VO).

VO Investering² har gjort ett antal förtydliganden (Presentation VO Investering) gällande innebörden av den renodlade beställarrollen. Att leverantören står för hur det som beställts utförs och levereras i enlighet med kontrakt innebär att leverantören tar fullt ansvar för att leverera den produkt som är beställd. Behovet att utveckla ett mer affärsmässigt förhållningssätt samt utveckla formerna för beställarens uppgift och ansvar vid leveransuppföljning lyfts fram. Leverantörens ansvar består i att vara innovativ och ta vara på möjligheterna med krav på egenskap och funktion. Trafikverkets uppgift är att planera och följa upp krav och kontrakt, vilket lyfter fram kvalitetskontroll av leverans som en viktig komponent. Mer tid ska läggas i tidigt skede, på planering av uppdraget, framtagande av strategier, analys och planering och därefter uppföljning av kontrakt och krav.

Inom VO Stora projekt³ beskrivs ett önskat läge för tillämpningen av renodlad och professionell beställarroll i nedan punkter (Broschyr, 2016):

- Kontroll av rätt saker, vilket innebär att inte göra konsultens eller entreprenörens jobb. Leverantörerna ska ha en väl fungerande egenkontroll.
- God struktur och styrning där gemensamma system för projektledning, mätning och uppföljning används med låga byggherrekostnader som resultat.
- Öppenhet för affärsformer och ökad konkurrens som tar tillvara branschens innovation.
- LCC-perspektiv och hållbart tänkande där val av teknisk lösning värderas ur ett långsiktigt perspektiv.

Ovan ska uppnås bl a genom god och kontinuerlig dialog med marknaden före och under upphandlingsprocessen, kontinuerlig dialog och samverkan med branschen och samarbetspartners för en tydlig renodlade beställarroll, tydliga och uppföljningsbara krav kring innovation, produktivitet och hållbarhet i våra upphandlingar.

En omdiskuterad fråga i sammanhanget är graden av kontroll av konsultens och entreprenörens utförda arbete och leveranser. VO Stora projekt beslutade i april 2017 (beslutslogg, 2017) att kontroll ska ske genom successiv uppföljning i samverkan med leverantören.

² Omfattar mindre investeringsprojekt avseende storlek och komplexitet. Understiger 4 mdkr i projektkostnad.

³ Omfattar större och komplexa investeringsprojekt med en projektkostnad som överstiger 4 mdkr.

2.1.3. Renodlad beställare i ett forskningsperspektiv

Renodlad beställarroll har sedan Trafikverkets bildande varit föremål för forskning (Eriksson, P. E., Kadefors A., Karrbom Gustavsson T., Lind H., Olander S., (2013); Österberg, 2016; Samuelsson, Klareld, Hellmer, 2016)). I en analys (Österberg, 2016) redogörs för kopplingen mellan renodlad beställare och samverkan. Slutsatsen är att ”renodling av beställarrollen går hand i hand med ökade behov av, och krav på, samverkan”, både branschövergripande och i det enskilda projektet. (Österberg, 2016, s 88) I rapporten ovan visas att i flera av de verktyg (ökad andel totalentreprenader, förändrat samspel med leverantörerna, ökad andel konsultuppdrag med fast pris, utvecklad kravhantering i affären) som används för att realisera renodlad beställarroll lyfter fram en samverkansbetonad relation där nära samarbete och förtroende är viktiga beståndsdelar snarare än en distanserad relation.

2.1.4. Renodlad beställarroll i ECI-projekt

I en rapport från ett examensarbete på mastersnivå vid Chalmers (Hallgren och Häggblad, 2017) beskrivs några av erfarenheterna inom ECI (Early Contractor Involvement, läs mer i kapitel 4.) kopplat till renodlad beställarroll. Slutsatsen för två av de studerade ECI-projekten är att den renodlade beställarrollen inte varit tillräckligt tydligt diskuterad och definierad. Leverantören har ingen tydlig rollbeskrivning över den nya beställarrollen och Trafikverket har inte heller varit helt konsistent med hur den nya rollen utförs. Att vara en professionell beställare, beskrivs i rapporten, som att vara involverad i hög grad, men i rätt delar av projektet, med större fokus på projektets helhet än på tekniska detaljer. I litteratur inom ECI (Hallgren och Häggblad, 2017) beskrivs att beställarkompetens och engagemang kan påverka ECI-processens effektivitet. Att ha både teknisk kompetens och upphandlings-kompetens, och att vara mer involverad som beställare är en framgångsfaktor. En tydlig slutsats från ovan examensarbete är att Trafikverkets renodlade beställarroll så som den är definierad idag skulle kunna fungera väl men att det krävs en tydlighet i hur agerandet som renodlad beställare ska se ut. Alla på Trafikverket som ingår i ett investeringsprojekt behöver känna till rollen och hur man ska agera utifrån den. Vikten att diskutera rollen som renodlad beställare, de olika förväntningar som finns, samt hur frågor och kommunikation ska hanteras, för att skapa tydlighet inom projektet med de olika leverantörerna lyfts också fram. Transparens och tydlighet utgör viktiga komponenter i renodlad beställarroll.

2.2. Ansvar för ökad Digitalisering

Ekonomistyrningsverket, ESV, med ansvar att följa upp hur myndigheter tar till vara på digitaliseringens möjligheter samt stödja myndigheterna i detta arbete, vill se kraftfullt agerande och ökat ansvar för digitaliseringen. I rapporten *Digitalisering av det offentliga Sverige* (ESV 2017) konstateras att statsförvaltningen inte i tillräcklig utsträckning bidrar till regeringens målsättning för digitaliseringen. Enligt ESV:s beräkning uppgår itkostnaderna i statsförvaltningen till ca 25-30 Mnr. Målet är att statsförvaltningen ska skapa en enklare, öppnare och effektivare förvaltning till nytta för medborgare och företag genom gemensamt arbete.

Trafikverket lämnar för andra året, som en av ett 60-tal myndigheter, uppgifter om nuläge och ambition. ESV:s rapport visar att det finns mer att göra när det gäller digitaliseringen.

ESV lämnar flera förslag på åtgärder sammanfattade i tre områden: regeringen bör agera kraftfullt för att etablera en nationell digital infrastruktur, myndigheter behöver både få och ta ökat ansvar för digitalisering och Sverige behöver en digitaliseringsmyndighet. Som svar på rapporten presenterades i maj en ny digitaliseringsstrategi (Regeringskansliet 2017).

Trafikverket har beslutade strategier för både it (TDOK 2013:0147) och digitalisering (TDOK 2015:0489). Trafikverkets förvaltningsmodell tydliggör att verksamhet och it samverkar (TDOK 2010:61). Framtagna stadsplaner vägleder i planeringen av it-delarna. Styrningen av större verksamhetsutveckling är sedan 2016 samlad i en portfölj med gemensamma rutiner och ekonomisk ram. Ett portföljstöd it ska etableras då i princip all verksamhetsutveckling innehåller it i arbetet mot ökad digitalisering⁴.

2.3. Trafikverkets upphandlingsstrategier för mer samverkan och innovation

Trafikverket genomför årligen ca 900 upphandlingar av konsulttjänster och entreprenader till värdet av ca 40 miljarder kronor, vilket gör Trafikverket till en av Sveriges största beställare.

I ett betänkande från 2012 (SOU 2012:39) ser Produktivitetskommittén en stor potential att öka produktiviteten och innovationsgraden i anläggningsbranschen. Val av affärsform och utformning av kontrakt ses som avgörande för utvecklingen av branschens samverkans-, produktivets- och innovationsförmåga.

Trafikverket har en beställar- och upphandlarstrategi (TDOK 2011:196) som definierar beställaruppgiften. Strategin ligger till grund för framtagen styrning, dels i form av ett antal strategier för olika inköpskategorier, framtagna och fastställda under 2015 – 2016 och dels ett antal riktlinjer, rutinbeskrivningar och krav. Ändringar i inköpsprocessen, investeringsprocessen och underhållsprocessen är gjorda för att ge en kompletterande styrning.

En nationell strategi för inköpskategorifamilj entreprenader och inköpskategorifamilj tekniska konsulter (TDOK 2016:0199)⁵ beskriver övergripande mål och strategisk inriktning samt ett antal delstrategier. I urval anses nedan vara relevanta för denna förstudie:

1. För entreprenadupphandlingar ska ersättningsform vara enligt riktlinje med löpande räkning med incitament, ett fastställt eller konkurrensutsatt riktpreis tillämpas liksom konkurrensutsatta entreprenörsarvoden, i de fall samverkan nivå hög tillämpas.
2. Vid upphandling av teknisk konsult är ett övergripande mål att Trafikverket ska öka andelen innovationsvänliga upphandlingar. I denna strategi ges även stöd i valet av affärsform (se nedan tabell) utifrån typ av projekt vid entreprenadupphandling respektive konsultupphandling.

⁴ <http://intranat.trafikverket.local/Aktuellt/Nyhetsarkiv/Nyheter/Nyheter---arkiv/2017/2017-april/gemensamma/ekonomistyrningsverket-om-digitalisering/>

⁵ Ny version planeras fastställas årsskiftet 2017/2018.

För både entreprenad och teknisk konsult ska samverkan nivå hög beaktas vid komplexa och osäkra projekt och användandet av BIM tillämpas enligt fastställd riktlinje.

I entreprenadkontrakt för komplexa projekt med mycket hög osäkerhet rekommenderas följande:

Entreprenadform	Djupare samarbete kring projekteringen genom ECI Ansvarsfördelning genom exempelvis tidig upphandling på ABK Val av entreprenadform i senare skeden framgår av Samverkan hög nivå
Ersättningsform	Självkostnadsprincipen (löpande räkning). Eventuellt med fast entreprenörsarvode och/eller bonus för kvalitetsaspekter
Upphandlingsförfarande	Selektiv, förhandlad upphandling, konkurrenspräglad dialog. Även urval under tröskelvärdet. Begränsning av antal anbudsgivare
Anbudsvärdering	Störst fokus på kvalitet
Samverkansform	Samverkan enligt TRV hög nivå, flera samverkansaktiviteter (se aktiviteter s. 15 - 16)

För kontrakt för tekniska konsulter i komplexa projekt med mycket hög osäkerhet ges följande rekommendation:

Uppdragsform	Uppdrag är preciserat i samråd
Ersättningsform	Rörligt arvode. Eventuellt med kvalitetsbonus eller incitament
Upphandlingsförfarande	Selektiv, förhandlad upphandling, projekttävling, konkurrenspräglad dialog. Även urval under tröskelvärdet Begränsning av antal anbudsgivare
Anbudsvärdering	Störst fokus på kvalitet
Samverkan	Samverkan enligt TRV hög nivå, stora/complexa projekt. Flera samverkansaktiviteter (se aktiviteter s. 15 -16)

2.3.1. Ökat fokus på innovation och samverkan

På Trafikverket finns många pågående initiativ för att stimulera produktivitet, innovation och samverkan. Här nedan nämns några nya strategier, upphandlingsformer, kontraktsmodeller och arbetssätt relevanta för att uppnå ökad samverkan.

Rapporten *På rätt väg?* (Statskontoret, 2015) är en uppföljning av Trafikverkets och Transportstyrelsens verksamheter. I den menar de att Trafikverket har fokuserat mer på att skapa produktivitetsvinster än innovationer, vilket kan hindra innovationer på marknaden. Rekommendationen är därför att arbeta mer med innovation för att långsiktigt främja anläggningsbranschen och skapa produktivitet.

Regeringens budskap i *Nationella upphandlingsstrategin* (Regeringskansliet, 2016) är att upphandling som verktyg har stor potential i främjandet av ett nära samarbete mellan upphandlande myndigheter och näringsliv så att alternativa lösningar, utveckling och innovation stimuleras. Trafikverket ska därför ha upphandling i fokus och öka användningen av innovationsupphandling. Det innebär bland annat att använda metoder såsom förkommersiell upphandling och innovationspartnerskap.

2.3.2. Innovationsupphandling

Innovationsupphandling används som ett strategiskt utvecklingsverktyg för att nå bättre funktion, ökad produktivitet och ökad kvalitet samt skapa ökat utrymme för innovation, i syfte att främja marknadsdriven utveckling och möjliggöra och stimulera nytänkande. Det finns tre upplägg inom innovationsupphandling: utvecklingsfrämjande upphandling, upphandling av nya lösningar samt anskaffning av forsknings- och utvecklingstjänster (Upphandlingsmyndigheten 2015).

Utvecklingsfrämjande upphandlingar är Trafikverkets främsta fokus för att öka utveckling och innovation på leverantörsmarknaden i underhålls- och investeringsprojekt. Här skapas förutsättningar för leverantörerna att ta fram lösningar, utifrån Trafikverkets behov, som inte tidigare testats av Trafikverket. Upphandling av nya lösningar innebär att Trafikverket fungerar som första kund eller referenskund. Anskaffning av forsknings- och utvecklingstjänster är en process för att få fram lösningar som ännu inte finns på marknaden.

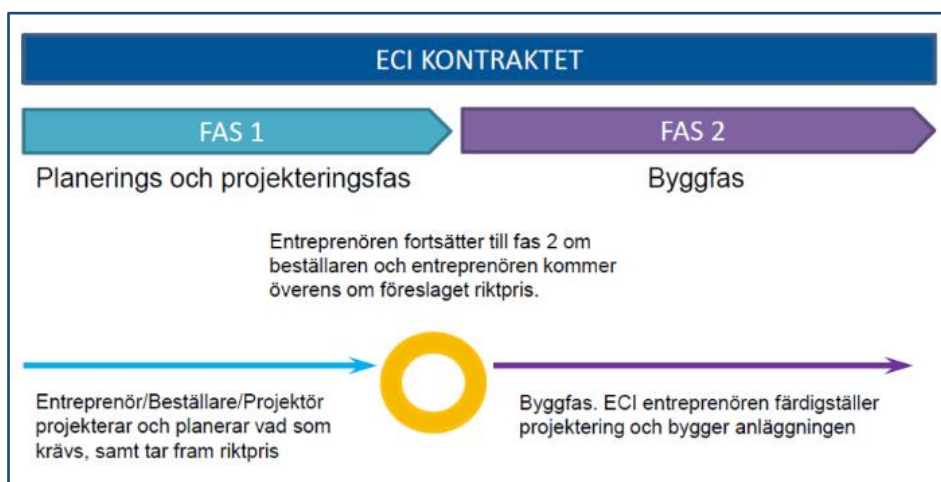
I Trafikverkets rapport *Regeringsuppdrag om innovationsupphandling* (2014) nämns de viktigaste framgångsfaktorerna för att en innovationsupphandling ska nå sitt mål:

- Ställ tydliga funktionskrav som kan kontrolleras och kvalitetssäkras
- Utveckla och använd affärsformer och utvärderingsmodeller anpassade till projektets förutsättningar
- Underlätta och skapa tydlighet för ägande, nyttjande och introduktion av ny teknik
- Utveckla och implementera förhållningssätt och arbetssätt som uppmuntrar till att främja innovation samt spridning av resultat och erfarenheter
- Vidareutveckla ändamålsenliga modeller för incitamentsersättningar och riskfördelning

2.3.3. Kontraktmodell samverkan nivå hög (ECI)

Då Trafikverket anser att samverkan är en viktig faktor för ökad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen, har en kontraktmodell (TDOK 2016:0233, TDOK 2016:0234) tagits fram med tillhörande arbetssätt. Från januari 2015 är det obligatoriskt att arbeta med samverkan på basnivå. En modell för samverkan på en högre nivå, ECI (Early Contractor Involvement), används i de mest komplexa och osäkra anläggningskontrakten. Samverkan innebär att arbetet utförs i nära samarbete mellan beställare och leverantör, för att säkerställa ett effektivt arbetssätt, rätt kvalitet, förbättringar och god måluppfyllelse. I uppdraget ska samverkan ske i strukturerad form och genomsyra arbetssätt, förhållningssätt till uppdraget och till varandras roller. Nivå på samverkan väljs utifrån faktorer som projektets storlek och omfattning, riskfylldhet, medialt intresse, ny leverantör, komplexitet och hur tidskritiskt det är.

Grundtanken med kontraktmodellen ECI är att entreprenören involveras i tidigt skede i projektet med möjlighet att påverka utformningen genom kunskap om produktionsmetoder och kostnader. Den viktigaste skillnaden mellan en traditionell totalentreprenad och ECI är att entreprenören engageras mycket tidigare för största möjliga inflytandet på kapital-kostnader och projektresultat. Modellen bygger på samverkan mellan parter och antagandet av en "bäst för projektet" attityd av alla parter. Läs mer i kapitel 4.



Trafikverkets kontraktmodell för ECI

Trafikverkets kontraktmodell för ECI, samverkan nivå hög, bygger på erfarenheter från ett antal projekt, bl a ESS, en forskningsanläggning i Lund. ESS-projektet använde ett så kallat samverkansavtal för att få full flexibilitet och kontroll under det komplexa byggprojektet. Ett antal interna och externa workshops ligger också till grund för utformning av modellen.

Trafikverket definierar kontraktmodellen samverkan nivå hög med nedan listade aktiviteter:

- Gemensam målstyrning och riskhantering
- Konfliktlösningsmetoder
- Utsedd samverkansledare inom projektgruppen

- Samlokalisering med upplägg anpassat efter entreprenad/uppdrag
- Kontinuerlig uppföljning, förbättring och benchmarking
- Öppenhet i frågor av gemensam art
- Objektanpassade aktiviteter ex. team-building
- Projektanpassad kommunikationsplan

2.3.4. Arbetssätt succesiv acceptans

Inom ramen för kvalitetssäkring på Trafikverket finns ett projektspecifikt arbetssätt, succesiv acceptans, med syftet att effektivisera traditionell granskning och få högre kvalitet och samtidigt ge leverantören en trygghet i att de är rätt ute i sin projektering. Arbetet går ut på att gemensamt hitta rätt nivå i projekteringen och ta principiella beslut tidigt, med resultatet att projekterad handling uppfyller ställda krav på tid, kostnad och innehåll, och blir optimalt utformad avseende byggbarhet samt drift och underhåll.

Projekt E4 Förbifart Stockholm har en rutinbeskrivning (E4FS 2012:0049) för succesiv acceptans. Här beskrivs arbetssätt för granskning och godkännande av projekterade handlingar i två steg: 1. Acceptera projekterad lösning och 2. Godkänna slutleverans. Acceptera projekterad lösning innebär att samgranskning mellan flera ämnesområden sker successivt under projekteringsarbetet, vilket leder till en acceptans av projekterade lösningar, del för del. Det innebär att lösningen kan användas för fortsatt projektering och produktion. Målet är att så snabbt som möjligt låsa projekteringsstyrande delar och undvika sena ändringar. Slutgranskning inför godkännande av projektörens slutleverans ska ske samlat och ha karaktär av helhetsgranskning. Slutgranskningen ska inte omfatta delar som tidigare accepterats såvida inte helheten föranleder annat. Slutgranskningen ska leda till projektets godkännande av projekterade handlingar. Detta arbetssätt ingår i kontraktet och ger beställaren och leverantören en trygghet och en närmre samverkan.

VO Stora projekt har våren 2017 beslutat att införa successiv kontroll som ett generellt arbetssätt för att säkerställa kvalitet i leveranser från leverantören. Syftet är att minimera risken för dyra grundläggande fel. Läs mer i kapitel 2.1.2.

2.3.5. Upphandlingsform OPS (Offentligt Privat Samarbete)

Statens offentliga utredningar, Kommittén om finansiering av offentliga infrastrukturinvesteringar (SOU 2017:13) bedömer att offentlig-privat samverkan (OPS), där privat kapital ingår i finansieringen av investeringar i statlig transportinfrastruktur kan leda till effektivitetsvinster. Ett svenskt försöksprogram förordas för minst tre större väg- eller järnvägsprojekt.

Sverigeförhandlingen⁶ har därför fått i uppdrag, att undersöka alternativ finansiering av höghastighetsjärnväg, utreda vilka delar av det planerade höghastighetssystemet som kan vara aktuella för OPS och vilka nackdelarna kan vara. Resultatet presenteras i en Trafikverksrapport (Lindahl och EY, 2017) där modeller för alternativ finansiering och

⁶ <http://sverigeforhandlingen.se/>

organisering av OPS-kontrakt tagits fram, utifrån tidigare forskning, gjorda intervjuer med marknadsaktörer, kartlagda internationella exempel. Som ett illustrativt exempel har modellerna applicerats på projekt Ostlänken, vad gäller förslag på paket, indelningar etc. Inget beslut är taget vad gäller val av projekt som ska ingå i försöksprogrammet vid denna förstudies färdigställande. Läs mer i kapitel 4.

2.4. BIM i Trafikverket

Trafikverket har använt BIM-metodik i olika former i vissa större investerings- och underhållsprojekt sedan ungefär 2005. 2013 beslutade (TRV 2013/8035) dåvarande GD att Trafikverket skulle införa BIM samordnat och kontrollerat i hela verket. Bakgrunden till detta var bland annat ett betänkande (SOU 2012:39)⁷ från Produktivitetskommittén där BIM lyfts fram. Branschen hade också uttryckligen i olika sammanhang efterfrågat att Trafikverket skulle ta sitt ansvar som beställare genom att visa på en BIM-inriktning med en tydlig kravbild och att aktivt delta i utvecklingen av BIM.

Arbetet genomfördes initialt i projekt, på två år. En strategi (TDOK 2013:0688) togs fram där Trafikverkets inriktning tydliggjordes både internt och för branschen, och där ett kort- och långsiktigt mål med BIM formulerades. Under 2015 inleddes implementeringen av ett antal förutsättningar som tagits fram i projektet; förändringar i inköpsmallar, tekniskt regelverk, riktlinje samt handledning, implementerades samtliga i ledningssystemet. Dessutom startades två implementeringsprojekt för BIM inom berörda verksamhets-områden, VO Investering och VO Stora projekt. För att stötta implementeringen lanserades 2014 en grundläggande utbildning för projektledare, tekniska specialister, BIM-sam-ordnare och datasamordnare inom dessa verksamhetsområden. Utbildningens fokus var att förklara vad BIM är och vad Trafikverket vill med införandet. Ca 600 personer genomgick utbildningen. 2016 kompletterades den med en nätbaserad utbildning som fördjupat gick in på arbetssätt och ovan nämnda förutsättningar i ledningssystemet.

Trafikverkets införande av BIM är i stor utsträckning inspirerad av det arbete som gjorts i Storbritannien där UK BIM Task Group⁸ utvecklat bland annat en mognadsmodell som Trafikverket använder i sin strategi för BIM. Utifrån denna arbetades en lägsta nivå, basnivå BIM, fram inför implementeringen av BIM i investeringsverksamheten 2015. Basnivå BIM finns inarbetad i Trafikverkets tekniska krav (TDOK 2015:0181) för BIM⁹.

Basnivå BIM definierades och utarbetades i syfte att lyfta användandet av objektorienterad information i 3D-modeller till en lägsta nivå som Trafikverkets investeringsprojekt skulle kunna uppnå. Basnivån landade därmed lägre i mognad än den mognadsnivå vissa investeringsprojekt redan låg på, med syftet att lyfta lägsta nivån i Trafikverket. Huvudfokus

7 ”Inför i Trafikverkets riktlinjer för upphandling av projekterings-uppdrag att man särskilt ska redovisa skälen om man inte i förfrågningsunderlaget har med att BIM ska tillämpas. För bästa möjliga nytta ska BIM-kraven spegla både hur man kan effektivisera byggandet och hur man kan ha nytta av BIM i den långsiktiga förvaltningen.”

”Trafikverket bör eftersträva branschgemensamma standarder och processer”

8 Tillsatt av regeringen för nationellt införande av BIM i Storbritannien.

9 BIM som begrepp används endast övergripande. I regelverket och i inköpsmallar används begreppet objektorienterad informationsmodell tillsammans med andra begrepp över modeller.

för basnivån handlar om att skapa ett användande av strukturerad, klassificerad, objektifierad information så långt det var möjligt med dagens tekniska förutsättningar. Här gjordes en avvägning mellan mognadsnivån i Trafikverket och mognadsnivån i branschen, då det var och är viktigt att inte utestänga för stora delar av branschen.

Det fortsatta införandet av BIM har haft två fokusområden, dels att fortsätta utveckla BIM som ett arbetssätt i processen Investera där 3D-modeller används, vid bland annat samråd och kommunikation, samt att skapa förutsättningar för en effektiv informationshantering i hela anläggningens livscykel med utgångspunkt i principer för BIM. Trafikverket har den kommande ISO 19650 som utgångspunkt i det fortsatta införandet av BIM. Detta arbete pågår samtidigt som utveckling av arbetssätt och kravställning för investerings-verksamheten samt andra implementeringsåtgärder som kommunikationsinsatser, utbildning av inköpare och det långsiktiga standardiseringsarbetet fortgår.

Införandet av BIM är i vissa avseenden framgångsrikt medan det i andra avseenden har gått mindre bra. Förståelsen för vad Trafikverket avser med BIM har inte nått ut i tillräckligt stor grad. De förutsättningar som 2015 implementerades i ledningssystemet ger inte tillräckligt med stöd till investeringsprojekten, vilket innebär stora egna insatser i projekten samt försvårar för projekten att se nyttan med att använda BIM. För att uppnå verklig nytta med BIM behöver också en fortsatt utveckling mot livscykel-hantering uppnås, där information mellan skeden kan återanvändas utan att förvanskas eller försvinna.

2.4.1. BIM-samarbete på nationell nivå

Arbetet sker genom sakområde BIM, i ett antal nationella samverkansprojekt och organisationer för BIM.

Smart Built Environment

Smart Built Environment är ett nationellt strategiskt innovationsprogram för hur samhällsbyggnadssektorn kan realisera möjligheter som digitaliseringen för med sig¹⁰. Forskning, utveckling och innovation inom GIS, BIM och industriella processer syftar till att skapa ny kunskap, kompetens, nya tjänster och produkter. Programmet startade 2016 och är en långsiktig satsning på upp till 12 år, som i den första treårsperioden omfattar ca 200 mnr kronor. Programmet har en bred förankring i sektorn med myndigheter, företag, organisationer och kommuner. Programmets mål är att till 2030 uppnå: 40 % minskad miljöpåverkan; 33 % minskning av byggtid, 33 % minskning av byggkostnader samt flera nya värdekedjor och affärsmodeller.

BIM Alliance

BIM Alliance är en sektordriven ideell förening som arbetar för bättre samhällsbyggande med hjälp av BIM - digital strukturerad informationshantering¹¹. BIM Alliance har ett stort nätverk av olika företag, myndigheter, organisationer med 180 medlemmar varav Trafikverket är en.

CMB – Centre for Management of the Built environment

CMB är ett forum för frågor om styrning, ledning och management inom samhällsbyggnadssektorn. I olika utskott och grupper medverkar företrädare för företag och för olika forskningsområden vid Chalmers tekniska högskola. Trafikverket är medlem och deltar aktivt

¹⁰ <http://www.smartbuilt.se/om-oss/>

¹¹ <http://www.bimalliance.se/om-oss/>

i exempelvis BIM-Managementgruppen som syftar till att utveckla kunskap och erfarenheter kring utvecklingen av BIM och dess effekter på bland annat styrning, ledning, management och nya arbetsformer.

2.4.2. BIM-samarbete på internationell nivå

Trafikverket ingår, genom sakområde BIM, även i ett antal internationella samverkansprojekt och organisationer för BIM.

Nordic Road and Rail BIM Collaboration

Samarbetet omfattar representanter som jobbar med BIM i myndigheterna för väg- och järnvägsförvaltning i Danmark, Finland, Norge och Sverige. Arbetet inleddes hösten 2015, och syftar till att samverka och därigenom stödja gemensamma Nordiska mål kopplat till BIM i ett internationellt sammanhang.

EU BIM Task Group

Projektet, 2016-2017, är finansierat av EU-kommissionen. Med utgångspunkt i dagens mognadsnivå för BIM i Europa har en handbok som beskriver implementeringsåtgärder för BIM tagits fram. Målgruppen är primärt offentliga beställare i Europa och sekundärt mjukvaruleverantörer, akademien och byggbranschen. Syftet är att höja mognadsnivån för BIM hos offentliga beställare och skapa en ökad samsyn för vad BIM är och hur BIM ska upphandlas för att öka digitaliseringen av byggnadsbranschen i Europa. Handboken ska lanseras under hösten 2017. Kommissionen har uttryckt en önskan om fortsättning, då initiativet ses som ett av de viktigaste av generaldirektoratet GROW (tillväxt) för Europa.

Standardiseringsutveckling

Trafikverket medverkar både inom bSI (buildingSMART International) och OGC (Open Geospatial Consortium) i standardiseringsutveckling av öppna, standardiserade överföringsformat. Inom bSI arbetas formatet IFC (Industry Foundation Classes) fram för information om planerad och byggd miljö. Inom OGC arbetas olika varianter av formatet GML fram. Den här typen av utvecklingsarbete ligger sedan till grund för formell standardisering inom ISO (Internationella Standardiseringsorganisationen). Arbetet är framgångsrikt och i april 2017 undertecknades tre internationella samarbetsavtal (Informationsbrev från sakområde BIM, maj 2017) inom ramen för bSI, där Trafikverket medverkar i tre av dessa samarbeten.

2.5. Forskning, innovation och utveckling i Trafikverket

Trafikverkets forsknings- och innovationsarbete, FoI, (TDOK 2011:314) utgår från Trafikverkets uppdrag från regeringen; FoI ska underlätta för Trafikverket att uppnå sina mål genom att tillföra ny kunskap, utveckla nya lösningar, verifiera och demonstrera lösningar samt förbättra befintliga tjänster, produkter och processer. I en rapport från Trafikanalys (Trafikanalys, 2015) föreslogs Trafikverket öka insatserna för strategisk forskning och innovation för systemövergripande förändringar.

En ny FoI-struktur (2017) grundlägger för en mer strategisk forskning och möjliggör långsiktig och tvärovergripande forskning på systemnivå för transportsystemet. Trafikverkets verksamheter ges större inflytande och ansvar för FoI, för ökat engagemang. FoI-verksamheten är organiserad utifrån de strategiska områdena; Planera, Vidmakthålla, Möjliggöra, Bygga, Sjöfart, Luftfart och Strategiska initiativ.

För att driva FoI så effektivt som möjligt arbetar Trafikverket¹² både med nya lösningar i teknikens framkant och med färdiga och beprövade lösningar från andra länder som kan anpassas till svenska förhållanden. Trafikverket samarbetar även med externa problemägare eller forskningsfinansiärer och fokuserar främst på projekt som ger nytta åt fler parter.

Idag finns det ett antal pågående och planerade FoI-projekt i Trafikverket, ofta i samarbete med branschen, vilka bl a syftar till att öka samverkan och förbereda för och möjliggöra bruk av BIM i ett livscykelperspektiv. Nedan beskrivs kortfattat några av de pågående och planerade utvecklings-, och forskningsprojekt som är relevanta för denna förstudie.

2.5.1. Upphandlingsstrategier för hållbar utveckling inom infrastruktur

ProcSIBE är ett forskningsprojekt mellan Trafikverket och Luleå Tekniska Universitet. Projektet består av fyra delprojekt: Delprojekt 1 + 2: *Kvalitativ uppföljning av total- och funktionsentreprenader*, med syftet att studera och utvärdera ett antal genomförda entreprenader för att kartlägga vilka upphandlingsstrategier som använts, erfarenheterna av dem samt vad projekten resulterat i. Delstudieprojekt 3: *Kvalitativ uppföljning av Samverkansentreprenader* syftar till att öka kunskapen om hur samverkansinriktade upphandlingsstrategier och arbetssätt bör utformas för olika typer av projektförutsättningar. Delstudie 4: *Sociala och miljömässiga ställningstaganden vid upphandling av offentliga infrastrukturprojekt*, syftar till att utvärdera om Trafikverkets modell för uppföljning av sociala kontraktsskrav fungerar såväl preventivt som avhjälpande och därmed har en positiv påverkan på anläggningsbranschen och de som arbetar där.

2.5.2. Informationshantering och standardisering

Överföring av information mellan olika applikationer, olika verksamhetsområden och mellan beställare och leverantörer och andra mottagare under hela livscykeln är nödvändigt för att underlätta och möjliggöra informationshanteringen i projekt. Det kräver standardiserad data och att informationssystem anpassas för samverkande kunskapshantering (Collaborative Knowledge Management) och att arbete på distans stöds på ett effektivt sätt. Ett antal utvecklingsprojekt pågår som syftar till att underlätta informationsöverföring, hantering och nyttjande av data:

Virtuellt byggande av vägar (V-Con)

Projektet syftar att förbättra användandet av BIM i infrastruktursektorn. Idag saknas standardiserade datautbytesformat, vilket ses vara grunden till att infrastruktursektorn inte har hunnit lika långt i utvecklingen som andra sektorer. Mjukvarubranschen tvekar att utveckla ny programvara anpassad till infrastruktursektorn så länge den potentiella marknaden är osäker. Syftet med V-Con är att definiera en första gemensam standard.

Standardisering, CoClass, IFC och GML

Trafikverket samarbetar och deltar aktivt i arbetet med standardisering. På nationell nivå är Trafikverket en viktig part i utvecklandet av klassifikationssystemet CoClass, och utgör remissinstans för standardisering inom SIS. På internationell nivå, inom organisationer som OCG och BuildingSMART International, läs mer i kapitel 2.4.

¹² <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Forskning-och-innovation/>

Anda – Anläggningsdata och trafiknät

I en förstudie 2012 konstaterades att Trafikverket samlar in och hanterar anläggningsdata mindre bra både kvalitativt och effektivt sätt. Verksamhetsutvecklingsprojektet Anda på VO Underhåll har uppdraget att ta fram en Trafikverksgemensam hantering av anläggningsdata och senare även trafiknät. ANDA, ett systemstöd för den digitala anläggningens hela livscykel utgöra en enhetlig, gemensam lösning för anläggningsdata med tillgång till historisk, nutida och framtida information. Projektet omfattar anläggsregister, trafiknät och en informationshubb med tillhörande arbetssätt samt ett dokument- och modellarkiv och konsoliderad referensdata. Visionen är att uppnå en enhetlig, tillförlitlig och effektiv hantering av anläggnings- och trafiknätsdata med hållbar struktur över hela livscykeln.

GUS – Gemensamt underhållsstöd

Ett annat viktigt utvecklingsprojekt i Trafikverket är GUS. Genom att samla information om anläggningen och trafiknät i ANDA och underhållsåtgärder i ett annat gemensamt systemstöd GUS kommer Trafikverket att kunna planera, beställa, leda och följa upp underhållsverksamheten på ett mer effektivt sätt. GUS kommer att leverera ett systemstöd – Maximo – som nyttjar ANDAs anläggningsdata och trafiknätsdata och adderar information om underhållsåtgärder, det tekniska tillståndet i anläggningen och ger underlag för framtida behov av underhållsåtgärder.

2.5.3. Övriga BIM-relaterade Fol-projekt

Ytterligare pågående forsknings- och utvecklingsprojekt som rör BIM men utan direkt koppling till denna förstudie är: *Effektivt industriellt byggande av broar genom en integrerad konstruktions- och produktionsprocess* där BIM pekas som särskilt intressant avseende informations- och kommunikationsteknologi, *3D-data ovan och under mark för väg- och järnvägsanläggningar* undersöker tekniker för högupplöst 3D-data om fysiska förhållanden. Avancerade sensorer för mätning och anpassning av data kopplas till BIM-orienterad projektering och byggande. *Hantering av inspektionshandlingar i 3D* och *Ökat industriellt tänkande i hela värdekedjan genom koppling av geodesi, geodatakvalitet och BIM* ska ge en bättre koppling av geodatakvalitet och geodetiska objekt i BIM för användning i hela livscykeln.

Ett forskningsprojekt på doktorandnivå *Mätning av affärsnyttan av BIM* är under färdigställande under hösten 2017. Det övergripande målet är att ta fram, testa och verifiera vetenskapligt framtagna analysmetoder och nyckeltal för att mäta affärsnyttan av BIM (Vass och Gustavsson, 2017).

3. BIM som katalysator för samverkan

Denna förstudie undersöker hur användandet av BIM och integrerade arbetssätt kan utvecklas, och ytterligare förstärka de processer som Trafikverket redan arbetar med för att infria mål för ökad produktivitet och innovation, med ökad samverkan som en förutsättning.

Användandet av BIM inom byggbranschen har under de senare åren ökat i omfattning. BIM är inte bara en teknik, utan ses mer och mer som en katalysator för samverkan. BIM ses som en process som kan underlätta visualisering, kommunikation, koordinering, mängdning, simulering, inköp, tillverkning, sekvensering, schemaläggning och arbetsplatsdisposition men även i drift och underhåll.

UK BIM Task Group¹³ definierar: “BIM is essentially value creating collaboration through the entire life-cycle of an asset, underpinned by the creation, collation and exchange of shared 3D models and intelligent, structured data attached to them”

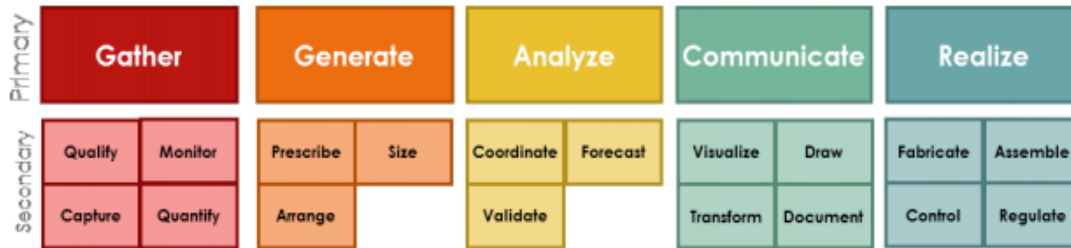
De viktigaste områdena inom utvecklingen och tillämpningen av digital teknik omfattar visualisering, samarbete, automatisering, integration och omvandling (Ibrahim, 2013). BIM uppfattas som den ledande paradigmen, under framväxt, inom området. BIM bör betraktas som en dynamisk process, snarare än bara en digital 3D-modell, vilken kan stödja samarbetet för berörda parter under hela projektets livscykel. Vid användandet av BIM i ett samarbetssammanhang är det viktigt att förstå att BIM inte bara är en teknisk fråga, utan att aspekter som rör affärsprocesser, kultur, värderingar och hantering av avtal mellan samverkande parter också har en stor vikt (He et al., 2016).

Värdet av BIM för projektets intressenter anges i litteraturen som minskad risk för projektets intressenter samt ett sätt att engagera intressenter ytterligare. BIM betraktas här oftast inte bara som ett informationssystem men också som ett kommunikationssystem som underlättar kommunikation mellan olika intressenter under hela projektets livscykel.

BIM stödjer visualisering av inte bara byggprojektet eller anläggningsprojektet, utan underlättar också visualisering av olika typer av data och möjliggör tillämpning av mycket omfattande datorvisualisering. Arkitektonisk visualisering spelar en viktig roll i samspelet mellan berörda parter för att balansera olika begränsningar och krav. BIM kan underlätta visuell planering (visual management) under byggprojektet och ökar transparensen mellan berörda parter. BIM främjar flerdimensionell visualisering för att kommunicera idéer och dela information mellan olika intressenter i byggprojekt som en digital representation av fysiska och funktionella egenskaper.

Tillämpningsområden för BIM klassificeras ibland utifrån fem olika mål: 1) samla in, 2) generera, 3) analysera, 4) kommunicera och 5) genomföra (Kreider et al., 2013).

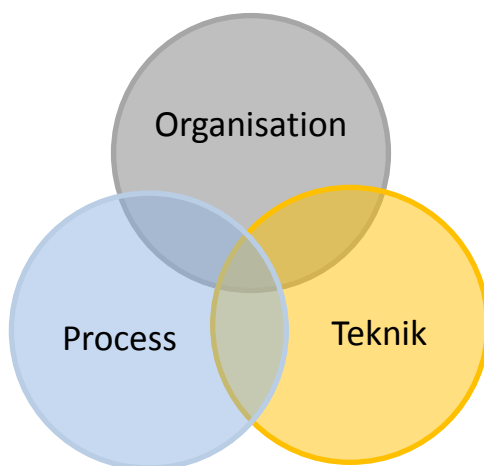
¹³ <http://www.bimtaskgroup.org/bim-faqs/>



Tillämpningsområden för BIM (Kreider et al., 2013: 6)

Att arbeta med standarder, integrering, gemensamma informationssystem och modeller är viktigt, då det utgör den grund som skapar en miniminivå för att effektivt kunna överföra information mellan parter. Genom att arbeta i en informativ modell blir BIM en katalysator för vidare utveckling av samarbete och delning av information.

Även om BIM ses som drivkraft för förändring så finns det också svårigheter vid implementering och användandet av BIM. För att kunna nyttja potentialen med BIM behöver branschen utveckla inte bara den tekniska kunskapen, utan också se över riktlinjer, arbetsprocesser, organisationsstrukturer, och kultur. Förändringen måste göras utifrån ett helhetsperspektiv, så att samspelet mellan de olika delarna synliggörs. Det är relevant att undersöka de tekniska utmaningarna, men också utmaningar kopplade till arbetsprocesser och involverade människor som tekniken ska stötta. En enkel modell över relationerna mellan teknik, process och organisation kan beskrivas som nedan:



Modell över relationerna mellan teknik, process och organisation

Organisation omfattar i modellen ovan de aktörer som deltar (till exempel Trafikverket), hur makt och ansvar fördelas, samt roller och uppgifter. Det handlar om organiseringen och utförandet av beställar- och leverantörsrollerna, ansvarsfördelning och därmed också kontrakts- och upphandlingsstrategier.

Nästa del är teknik, som handlar om användandet och tillämpningen av BIM, vilken typ av programvaruplattform som etableras och vilken infrastruktur som ligger till grund för processen. Här identifieras utmaningar kopplade till system och filformat.

Den sista delen är process, vilken handlar om val av ramar för organisering av arbetet och tillvägagångssätt för att lösa utmaningar mellan ämnesområden; olika varianter av integrerat arbetssätt är exempel på detta.

Alla tre delar i ovan modell påverkas och är avhängiga varandra, vilket synliggör vikten av att förhålla sig till helheten och arbeta med alla områden parallellt för att uppnå önskad effekt. Varje del måste stötta de andra två för att de ska kunna fungera så väl som möjligt.

4. Kontrakts- och upphandlingsmodeller

Rätt kontrakts- och upphandlingsmodell är en viktig faktor för att lägga grunden för en bra och fungerande interaktion och samverkan mellan deltagande aktörer. Här går vi mer in på modellerna ECI och OPS, som båda används inom Trafikverket. Därefter beskrivs kortfattat modellerna IPD och BVP, som har element i sig som kan vara relevant för Trafikverket att värdera och studera närmare som grund för samverkan.

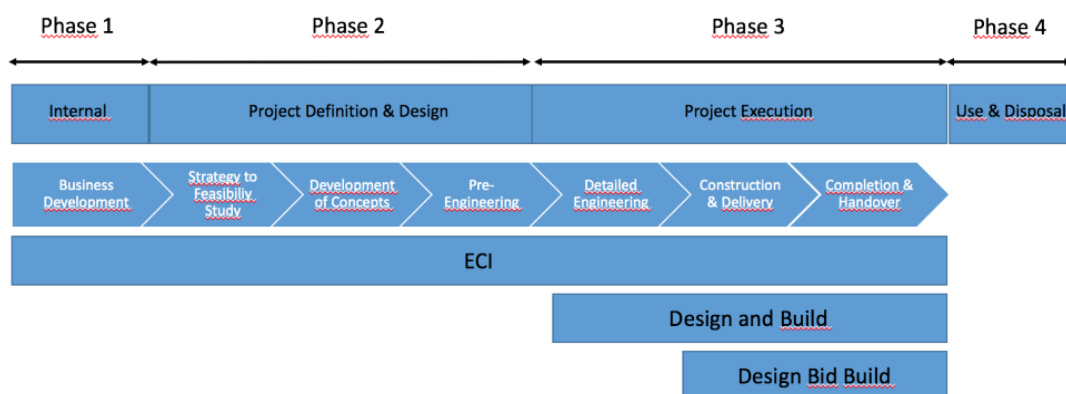
4.1. ECI – Early Contractor Involvement

Kontraktsmodellen ECI används inom infrastrukturprojekt, med syftet att nyttja entreprenörens kunskap och expertis redan i den tidiga designfasen av projektet för att öka byggbarheten (Rahman och Alhassan, 2012). ECI är framförallt utvecklat för stora och komplexa projekt. ECI syftar till att skapa bättre relationer, öka förståelsen mellan parterna och minska risken för motsättningar i samarbetet genom tät interaktion och kommunikation (Eadie och Graham, 2014). ECI syftar till att utveckla långsiktiga relationer mellan de inblandade parterna för att uppnå bästa värde. För att nå framgång i ECI-projekt krävs det öppenhet och ärlig kommunikation mellan alla parter.

Samarbete baserar sig ofta på förtroende och detta bygger man över tid. I och med ECI-upplägget ges detta optimala möjligheter. I praktiken innebär det att man redan i projektets absoluta startskede tar ett beslut om modellen ska användas. Beslut ska bedömas utifrån projektets komplexitet och osäkerhet.

ECI är en två-stepsprocess med två separata avtal, ett för konstruktionsfasen och ett för byggfasen (Love et al, 2014). Kunden väljer huvudentreprenör baserat på villkoren för till exempel vinstmarginal, omkostnader, inställning till risk, prissättning och andra kostnadskomponenter (Love et al, 2014). Dessutom utvärderas entreprenören också utifrån inte-prisbaserade kriterier som bygghet, strategi för risk, erfarenhet av liknande projekt och förtrogenhet med lokala underleverantörer och leverantörer (Love et al, 2014). Idén med steget för konstruktionsfasen är att entreprenören tillsammans med kunden utvecklar projektets utformning och gemensamt kommer överens om ett riktpolis inklusive ett gemensamt upplägg utifrån principen "pain/gain" för uppbyggnadsfasen (Rahmani et al 2013; Rahman och Alhassan, 2012). Om kunden är nöjd med entreprenören och alla de ställda kraven har uppfyllts tilldelas samma entreprenör kontraktet för nästa fas, byggfasen.

Tillsättning av projektledare och övrig projektorganisation sker med målet att få in rätt kompetenser ur ett samverkansperspektiv (teknisk kompetens förutsätts). Rätt samt tillräckligt med kompetens bör också komma in i projektet så tidigt som möjligt. På detta sätt uppnås en kompetensspridning och ökad samverkan mellan teknisk konsult/entreprenör/beställare.



Projektcykel från PMI tillämpad på processen för ECI (Walker and Lloyd Walker, 2012)

Både upphandlingsstrategier och val av affärsform för entreprenad/teknisk konsult har ökad samverkan som motiv. Men det leder också per automatik till optimering av kvalitet/ekonomi/arbetsmiljö, vilket även det främjar innovation samt arbetet med livscykelperspektiv.

En absolut grundförutsättning för att samverkan ska fungera är tillgänglighet och beslutsförmåga i projektet. Det är viktigt att senast vid startmötet ha med genomgång av samverkanskonceptet där hur/vad/varför projektet jobbar med samverkan går igenom. Arbets sättet skapar en attraktiv och stimulerande miljö och ger ett mervärde för samtliga intressenter i anläggningsbranschen. Ett exjobb genomfört av Hallgren och Häggblad (2017) bekräftar detta och lyfter fram att alla parter kan dela kunskap på ett helt annat sätt inom ett ECI-projekt.

En annan punkt som lyfts fram av Hallgren och Häggblad (2017) är vikten av samlokalisering. Med samlokalisering menas att beställaren finns på plats regelbundet på anläggningen under projektet för att säkerställa tillgänglighet och beslutsförmåga, enligt fastslagen delegeringsordning i det specifika projektet. Som exempel kan det röra sig om någon/några dagar i veckan på en byggentreprenad, fysiska byggmöten i en underhålls-entreprenad eller fysiska projekteringsmöten under ett projekteringsuppdrag.

STYRKOR*	SVAGHETER
<ul style="list-style-type: none"> • Tillförlitligare tid och kostnadsberäkning för projektet • Minskade överskridanden av tid och kostnader • Ökad benägenhet för innovation • Minskar tiden mellan projektering – upphandling – produktion • Bättre riskbedömningar och riskhantering 	<ul style="list-style-type: none"> • Riktpris konkurrens sätts inte för Fas 2 • vid tidpunkten för upphandlingen är det svårt att tävla om slutkostnad • Potential för högre overhead • Eftersom modellen bygger på samverkan är projektets framgång beroende av att alla parter har rätt projektkultur och förstår samverkansmodellen

* Bundgaard, Klazinga & Visser (2011), Song Mohamed & Abou Rizk (2009)

I litteraturen finns ett antal dilemman när man diskuterar ECI. En svårighet är höga transaktionskostnader för att inleda ett ECI-samarbete, vilket kan hindra användningen av ECI. Transaktionskostnader är visserligen ofta höga men det är viktigt att se arbetssättet med samverkan som en investering som kommer att betala sig i slutändan. Ytterligare en aspekt är att det finns många parter som behöver beaktas inom ett ECI-samarbete vilket innebär att det kan ta tid att nå ömsesidiga överenskommelser som passar för alla. För att kunna samarbeta ställs det krav på öppenhet och flexibilitet från projektmedlemmarna. Svårigheten i att skapa förändring vid negativa attityder och arbetskultur i ett projekt kan vara ytterligare en svårighet i att lyckas med ett ECI-projekt.

4.2. OPS - Offentligt Privat Samarbete

Offentligt privat samarbete är en upphandlingsform som används för stora komplexa infrastrukturprojekt i olika länder och kan kort beskrivas som en upphandlingsform med en finansieringslösning som även involverar entreprenören - en entreprenadform bortom funktionsentreprenad med helhetsåtagande. OPS kan övergripande också ses som ett samlingsnamn för olika former av samarbeten mellan offentliga och privata aktörer (Hasselgren 2016).

Den offentliga parten i en OPS-lösning är beställare. Det som beställs är en offentlig tjänst, i detta sammanhang möjligheten till transport. Motparten är vanligen en leverantör med flera olika ägare som tar ett helhetsansvar för projektering, byggprocess, drift och underhåll. Ett projektavtal definierar vad som ska levereras under avtalstiden, primärt i termer av funktionalitet. Detta ger leverantören stor frihet att själv planera och utforma alla anläggningar som krävs för att kunna tillhandahålla tjänsten.

Incitamenten är stora, för såväl beställare som leverantör, att leverera i tid, inom tid, och gärna under budget. Det långa helhetsansvaret innebär att både beställare och leverantör, i ett livscykelperspektiv, har anledning att säkerställa långsiktig hållbarhet och kvalitet. Denna entreprenadform stimulerar leverantören att åstadkomma kostnadseffektiva och långsiktiga lösningar, nya sätt att tänka, det vill säga ger utrymme för innovation. Grundtanken är alltså att dela på ansvar, risker och finansiering för att skapa incitament för leverantören att öka effektiviteten och utveckla nya lösningar. Exempel på OPS-projekt i Sverige är Arlandabanan och Nya Karolinska Sjukhuset i Solna.

Fördelar med OPS är att man kan få till bättre infrastrukturlösningar, snabbare projektförbättringar och minskade förseningar på infrastrukturprojekt genom att inkludera tid till färdigställande som mått på prestanda och därmed vinst. Avkastning på investeringar i offentlig-privata partnerskap kan vara större än traditionella upphandlingar. Risker överförs från regeringen till den privata parten, som har mer erfarenhet av kostnadsbegränsning. Offentliga - Privata partnerskap kan innefatta bonusar för tidigt slutförande, vilket ytterligare ökar effektiviteten. De kan ibland också minska kostnaderna för förändringsorder.

Kostnaden måste också ses i samband med att OPS-bolagets ägare och långivare bär risker som statliga långivare inte bär. Riskfördelningen mellan staten och ett OPS-bolag kan, rätt utformad, också ge upphov till gynnsamma ekonomiska drivkrafter. För att de potentiella effektivitetsvinster som bedöms finnas med OPS ska vara möjliga att uppnå ställs höga krav på statens organisation samt beställar- och förhandlingskompetens. En noggrann analys av

riskerna i projektet och att rätt risker överförs till privat sektor är helt avgörande för framgång (Lindahl och EY, 2017).

I en affärsrelation bestämmer kontraktmodellen spelreglerna, vad respektive part får och ska göra. Affärsmodellen bestämmer hur parterna fördelar ekonomiskt värde. Det är kombinationen av dessa två aspekter som avgör vilka incitament och ageranden som kommer att prägla relationen mellan parterna – och därmed i slutändan om målet med relationen uppnås. Forskning har under de senaste 20 åren visat att kontraktrelationer som vilar på tillit och ömsesidighet presterar bättre i jämförelse med mer traditionella, maktbaserade relationer (Hasselgren 2016).

4.3. IPD – Integrated Project Delivery

Integrerad Projektleverans (IPD) är en samverkande allians av människor, system, affärsstrukturer och praxis i en process som nyttjar alla deltagares talanger och insikter för att optimera projektresultat, öka värdet till ägaren, minska avfall och maximera effektiviteten genom alla faser av design, tillverkning, produktion (American Institute of Architects, 2007). IPD är en metod som utvecklades i USA runt 2003 (Lahdenperä, 2012). Metoden är särskilt lämplig för byggnadskonstruktion. Projekt som arbetar med IPD tillämpar ett tidigt samarbete mellan beställare, teknisk konsult, entreprenör och viktiga leverantörer, vilket är grundbulten i IPD. I kontraktet definieras användandet av management metoder såsom Lean (se kapitel 5.1), etc. IPD är inte en typ av kontraktmodell i sig självt, och olika typer av kontrakt har använts för IPD. Det finns flera olika kontraktstyper som kan tillämpas men ofta används ett integrerat kontrakt, i vilket ett riktpolis ingår, där alla parter också delar på både vinst eller förlust. På detta sätt kopplas IPD till en tydlig kostnadsbild över hela projektet där alla parter bär projektets kostnad under hela projektets gång.

Ett vanligt sätt att främja målen för IPD är genom ett flerpartsavtal (MPA, multipartneravtal). I ett flerpartsavtal tecknar de primära projektdeltagarna ett kontrakt som anger deras respektive roller, rättigheter och skyldigheter. I själva verket skapar flerpartsavtalet en tillfällig virtuell, och i vissa fall formell organisation, för ett specifikt projekt. Former för ett flertalskontrakt kan vara projektallianser/partnering, eller man använder sig av en enhet som är en tillfällig men har en formell juridisk struktur som skapats för att genomföra ett specifikt projekt. IPD använder både transaktions- och relationskontrakt. Transaktionskontrakt är ett utbyte för tjänster och varor, medan ett relationellt kontrakt är ett kontrakt vars verkan är baserad på ett förtroendeförhållande mellan de parter som avtalet gäller. Förväntningar från båda parter skrivs inte ut i detalj i kontraktet utan utvecklas som en pågående arbetsrelation.

Arbetsätt enligt IPD innebär en hög grad av samverkan. Eftersom arbetsättet innebär att projektdeltagare, i olika grad, delar både framgångar och misslyckanden i projektet kan IPD ses som en slags 'joint venture' snarare än de oberoende entreprenörsarrangemang som normalt påträffas i traditionella kontraktmodeller.

American Institute of Architects (AIA) har utvecklat ett standardiserat tillvägagångssätt för IPD i USA (AIA C191-2009). Syftet med tillvägagångssättet med IPD är att integrera beställare, teknisk konsult och entreprenör i hela processen från planering till konstruktion. Viktiga faktorer är (Parrot och Bomba, 2010) att beställare, teknisk konsult och entreprenör är parter som ingår i avtalet. I kontraktet föreskrivs att riskerna delas mellan parterna. AIA

förespråkar en "verkställande ledningsgrupp" och en projektledningsgrupp. Den senare genomför direktiven från den verkställande ledningsgruppen. Projektledningen utvecklar projektets arbetsplan och rapporterar också till ledningen.

IPD är således en strategi för projektleverans där människor, system, affärsstrukturer och metoder integreras i en process. Syftet är att samarbetet leder till att bättre nyttja färdigheter och idéer hos alla projektets deltagare för att minska onödigt arbete och optimera effektiviteten genom alla faser; planering, projektering, och konstruktion. En viktig del är ett integrerat arbetssätt där BIM ofta används för en fördjupad samarbetsprocess.

Fördelar med IPD är ökad transparens mellan alla parter samt tidsbesparingar. Eftersom alla parter har delad ansvarsskyldighet, betyder det att när projektet blir dyrare så förlorar alla, och när projektet gör vinst så delar alla på den vinsten. En delad ansvarsskyldighet ger incitament för alla partner att jobba effektivt och innovativt och partnererna är mer engagerade att få till ett lyckat projekt. Svårigheter med IPD är kopplade till mjuka aspekter som rör kommunikation och gruppkultur vilka utmärks av öppenhet och tillit. IPD kräver att en ägare utses vilken kan ge ett tydligt ledarskap med klart definierade mål för projektet och en detaljerad kunskap om byggprocessen. Det är särskilt viktigt då budgeteringar och schemaläggningar gör tillsammans. Då krävs det att beställaren förstår och engagerar sig i processen och vilken överenskommelse som gjorts. Vid IPD är det också viktigt med en ägare som kan välja lagmedlemmar som skapar ett team som kan samarbeta och inom vilket alla är villiga att dela risk och vara transparent i sitt arbete. Det är också viktigt att tydligt definiera roller och ansvarsområden. Se mer om IPD som arbetssätt i kapitel 5.4.

4.4. BVP – Best Value Procurement

Best Value Procurement (BVP) är en metod för inköp och uppdragsstyrning, och är därmed inte bara en kontraktstrategi. Metoden anger dock riktlinjer för hur kontraktet bör fastställas, bland annat utan att använda en förhandlingsfas. Fokus ligger istället på utarbetandet och förtydligande av upphandlingen, som dokumenteras och arkiveras som en del av kontraktet. Upphandlingen har därmed inverkan på kontraktstrategin.

BVP är utvecklat av University of Arizona och används i runt 1700 projekt över hela världen, främst inom husbyggnadssektorn. I Nederländerna har metoden använts i stor utsträckning, i cirka 300 projekt. Erfarenheter från Nederländerna har varit att inkommande anbud har legat 15 % lägre i pris, att behovet av personal för kontraktshantering minskat med 50 % och att projekttiden minskats med 25 %. Dessutom har antal konflikter under genomförandet minskat (Sorensen, 2016).

Metoden BVP skiljer sig från traditionella upphandlingsmetoder i att man lägger mer vikt på leverantörens kompetens än att beställaren använder tid till att beskriva uppdraget i detalj. Beställaren ska anta rollen som kvalitetsuppföljare och inte en kvalitetskontrollant, vilket innebär att samarbete och förtroende är viktiga faktorer. Beställaren måste underlätta för leverantören att göra ett bra jobb. Detta gör att beställaren bör beskriva funktionsbaserade kravspecifikationer, och lägga större vikt vid att mer beskriva "vad" än "hur". Beställaren måste också ha tydliga och prioriterade mål och måste låta leverantören själv hitta bästa lösningar. Syftet med processen är att hitta rätt leverantör med rätt kompetens för det specifika uppdraget.



Upphandling enligt BVP-metoden

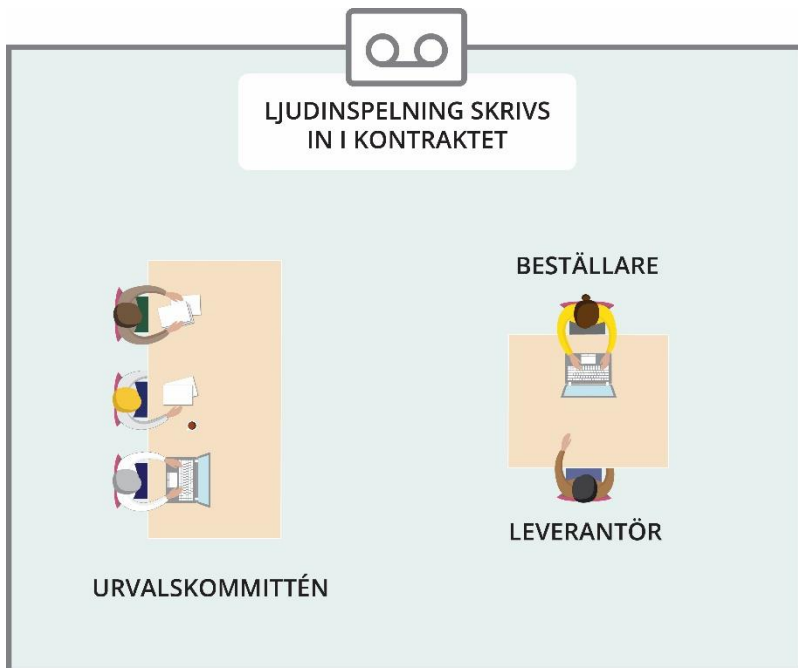
Inför upphandlingen, utöver att ta fram funktionsbeskrivningar, har man redan kommunicerat med marknaden. Det vill säga att man talar med leverantörerna om projektet, utan att ha en dialog om riskerna i projektet. Detta är viktigt eftersom risken är en del i anbudet.

Beställaren utlyser upphandlingen på vanligt sätt. Anbudshandlingarna innehåller en kravspecifikation, projektmål, ett maxpris och kompetens- och tilldelningskriterier. Genom att sätta ett maxpris, kommer det att vara upp till leverantören att leverera en så bra produkt som möjligt till det fastsatta priset. Ett mer traditionellt tillvägagångssätt hade varit att upphandla en redan färdigt formgiven produkt och få den producerad till ett så lågt pris som möjligt.

Leverantörerna lämnar ett 6-sidigt anbud där anbudsgivaren beskriver prestation, projektrisker och mervärden. Var och ett av dessa teman har två sidor till förfogande. Det begränsade formatet innebär att beskrivningen måste vara specifik och begriplig, samt endast presentera det viktigaste. I beskrivningen måste leverantören visa att de är kompetenta att utföra uppdraget och hantera riskerna. Förutom att de visar att de kan identifiera och hantera risker i projektet, bör de också beskriva risker som påverkar beställaren, och åtgärder för att hantera dem. Utöver anbudstexten ska en grov tidplan biläggas och en kostnadsberäkning som uppfyller kravspecifikation och mervärden. Anbudet bedöms enligt en uppsättning kriterier. Beställaren bjuder in de man önskar utvärdera ytterligare till urvalsfasen.

I urvalsfasen utvärderas leverantörerna ytterligare genom kompletterande och noggranna intervjuer. De som blir intervjuade är nyckelpersoner som leverantören har föreslagit i anbudet. Det är de som kommer att faktiskt genomföra projektet. Typiska frågor i en sådan intervju kan vara "Vilka är de huvudsakliga riskerna och vad ska du göra för att minska dem?" och "Vad gör du om åtgärderna inte fungerar?"

Intervjuerna genomförs av beställaren. Utöver det observeras de intervjuade av en urvalskommitté som sitter i vid ett annat bord i rummet. Intervjuerna spelas in, transkriberas och läggs till kontraktet. Det innebär att det som sägs i intervjun direkt bli en del av avtalet mellan parterna.



En illustration på intervusituationen i en urvalsfas.

Baserat på anbud och intervju väljs den leverantör som anses bäst. Därefter går processen in i en ny fas med den utvalda leverantören, en så kallad förberedelsefas. Förberedelsefasen är inte en förhandling utan mer en specificering och detaljering av anbudet. Det handlar om detaljering av projektplanen, en genomförandestrategi för BIM och förtydligande av vad som ingår och inte i kontraktet. Resultatet av förberedelsefasen biläggs också till kontraktet när fasen är klar. Därefter undertecknas kontraktet. Processen lägger tonvikt på att få till så många klargöranden så tidigt som möjligt, för att underlätta uppföljning av det som är överenskommet.

BVP är också en metod som kan underlätta innovation hos leverantören, till exempel genom att ställa krav på konkreta utvecklingsplaner och bonusar.

5. Integrerade arbetssätt

Integrerade arbetssätt (samhandling¹⁴) innebär att olika aktörer arbetar tillsammans, över gränser och gärna på distans. Det kan vara över ämnesområden, organisations-enheter eller kund/leverantör. Det finns olika varianter av integrerade arbetssätt, vilka fokuserar på olika saker. Det kan vara samarbete mellan aktörer vid användandet av teknik; som att jobba i samma modell, organisatorisk; som mellan kund och leverantör eller mer individuellt; som till exempel olika sätt att samarbeta på i projekt.

Varianter av integrerat arbetssätt används i branschen av flera aktörer, och vissa har gett sina versioner egna namn. Gemensamt för dem är att de ofta har rötter från Lean och «concurrent engineering», och syftar till att skapa mer effektivitet i projektet genom att jobba integrerat, gärna med utgångspunkt i en modell. Nedan beskrivs ett antal integrerade arbetssätt, vilka anses ha relevans för Trafikverkets verksamhet. Dessa har en nära koppling på så sätt att de utgår från samma bakgrund och principer.

5.1. Lean

Lean har sina rötter i filosofin bakom Toyotas bilproduktion; Toyota Production System (TPS) där produktionsprocessen effektiviserats genom att fokusera på det som tillför projektet värde, och samtidigt minimerar olika former av slöseri. Exempel på slöseri eller "waste" kan vara defekter, överproduktion, transporter, onödigt arbete eller lagerhållning. Denna produktionsfilosofi har studerats och överförts till andra branscher, och på 1990-talet uppstod den som Lean Production.

Nyckelprinciper:

- Stoppa produktionen när defekta produkter eller komponenter upptäcks, för att säkerställa att orsaken till felet är åtgärdat och flödet är tillförlitlig.
- Definiera värden utifrån kundens önskemål och behov, och identifiera värdekedjan; det vill säga de aktiviteter som ger produkten sitt värde.
- Kontrollera flödet i värdekedjan genom att fokusera på hela leveranskedjan.
- Inför "pull"-produktion snarare än "push". Det innebär att kunden får värden från tillverkaren efter behov, snarare än tillverkaren skjuter ut värden på marknaden.
- Förbättra kontinuerligt, målet är att leverera en produkt som fyller kundens behov och förväntningar i tid och utan fel. (Womack 1996)

Koskela (1992) utvecklade Lean Production för byggindustrin och myntade termen Lean Construction. Lean Construction var först och främst ett nytt sätt att tänka på, där hela

¹⁴ Samhandling är ett begrepp som används för att beskriva koordinering och genomförandet av aktiviteter i en process där ingen enskild person eller institution har totalansvaret för processen, till exempel att landa ett flygplan. Processen är därför beroende av kommunikation mellan aktörerna.

arbetsprocessen ses som en helhet, men som fokuserar på planering och ledning av byggprojekt.

Det finns en mängd olika metoder inom Lean vilka är kopplade till analyser av arbetsprocessen samt distribution, planering och förbättring. Ett exempel är Last Planner System of Production Control.

Last Planner System of Production Control är utvecklad av Glen Ballard och syftar till att skapa ett flöde i byggprocessen baserat på tillförlitlighet och engagemang. Systemet har fått sitt namn från den grundläggande principen om att det är aktörer i det sista ledet i planeringen som skall utarbeta den slutliga planen för de uppgifter som ska utföras. Målet är att skapa ett flöde i byggprocessen, utifrån tillförlitlighet och engagemang. Last Planner är mest använd i produktionsfasen.

Lean används också i design- och planeringsfasen, och då används konceptet Target Value Design (TVD) (Zimina et al., 2012). TVD kan delas in i fem undergrupper. 1) Produktions-systemdesign, 2) Samlokalisering, 3) Samarbete, 4) Set-based design och 5) Riktpris. De är alla komponenter som bidrar till att påverka värdet i ett projekt och behålla fokus för att skapa mest värde inom ramen för budget. (Nguyen et al., 2009). Produktions-systemdesign fokuserar på hur design- och planeringsfasen ska konstrueras för att minska slösande. Det görs genom att engagera olika discipliner tidigare i planeringsprocessen med syfte att minska andelen omarbetningar (Koskela, 1992). Samlokalisering kan vara till hjälp i samarbetet. Samarbetet är kopplat till att skapa en miljö i designfasen där alla vet vad alla gör och varför. Från Toyota har man hämtat BIG-room konceptet för att samla all expertis i ett rum. På Toyota heter det *Obeya*, vilket på engelska betyder BIG-room (Liker, 2004). Set-based design står för att beslut fattas för en designlösning så sent som möjligt. Riktpris innebär att en budget sätts för projektet och sedan förväntas entreprenörerna utveckla det bästa värdet för projektet inom ramen för den budgeten (Zimina et al., 2012).

5.2. Concurrent Engineering

Concurrent engineering (CE) introducerades på 80-talet inom produktutveckling och design, och har fått många olika definitioner. Winner et al (1988), refererar till Concurrent engineering som «ett systematiskt tillvägagångssätt för den integrerade, samtidiga utformningen av produkter och deras relaterade processer, produktion och stöd inkluderat. Detta tillvägagångssätt syftar till att säkerställa att utvecklingarna från starten värderar alla komponenter i produktens livscykel, från koncept till avveckling, där kvalitet, kostnader, tidsplan och användarbehov är inkluderade».

Concurrent engineering är därmed ett arbetssätt inom produktutveckling och design, och introducerades som en reaktion på kommunikationssvårigheter vid sekventiell projektering, där disciplinerna arbetar självständigt och isolerat från varandra. Denna typ av specialisering innebär att enheterna fokuserade på sina lokala prestationer, snarare än att se till hela produktionsprocessen. Det motverkar ofta en optimering av processen som helhet (Parsaei och Sullivan, 1993). Två saker är därför särskilt centrala i CE; parallellitet och integration. Parallelliteten handlar om att genomföra flera processer och aktiviteter parallellt utmed en tidsaxel. Integrationen har sin utgångspunkt i idén att det över-ordnade projektet ska vara mer samkört, att alla involverade personer och avdelningar är integrerade och tillgängliga för

varandra över projektets faser (Zidane mfl.,2015). Concurrent engineering ger därmed möjligheter att snabbare kunna möta kundens behov.

5.3. Virtual Design and Construction (VDC)

Virtual Design and Construction (VDC) är en metodik och ett ramverk utvecklat av Centre of Integrated Facility Engineering (CIFE) vid Stanford University i USA. De definierar VDC som "The use of multi-disciplinary performance models on design-construction projects, including the Product, work, processes and organization of the design – construction – operation team in order to support business objectives." (Fisher et. al 2004). Det är alltså en arbetsmetodik för hur ämnesområdesmodeller ska användas och hanteras, för att främja och stötta projektets mål och framgångskriterier. VDC har fått god framgång bland de stora entreprenörerna i Sverige under de sista åren.

Konceptet VDC bygger på tankegången inom Lean om att ha fokus på det som tillför projektet värde, samt att minimera det som saknar ändamålsenlighet (Khanzode, et.al. 2006). Konceptet innebär att hänsyn tas till hela arbetsprocessen med fokus på att effektivisera alla led i värdekedjan och göra vägen från tanke till handling så kort som möjlig, oavsett var i värdekedjan du befinner dig. VDC innebär både att implementera nya tekniska verktyg som BIM, och en metodik. Konceptet VDC kan därmed bidra till optimering av BIM-modellering i projekten utifrån ändamål och användningsområden, och leda till bättre teknikövergripande samhandling i projekteringen.

Virtual Design Construction betonar modeller för aspekterna produkt, organisation och process (POP) (Kunz och Fischer, 2009). Produktmodellen definierar byggelement som golv, väggar och pelare, medan organisationsmodellen definierar den organisatoriska gruppen, och processmodellen definierar aktiviteter och milstolpar. Modellerna har olika nivåer av detaljering och är integrerade. Eftersom de är integrerade har alla tillgång till delad data, och när ändringar görs i en av modellerna, kan det påverka de andra relaterade modellerna. Syftet är att använda dessa virtuella modeller (produkt, organisation och process) för att simulera komplexiteten i projektleveransen redan tidigt i projektet.

I begreppet VDC ligger en rad metoder och verktyg, som stöttar arbetet med modeller, processer och produkt, bland annat Bigroom eller iRoom och Integrated Concurrent Engineering.

5.3.1. Bigroom/iRoom

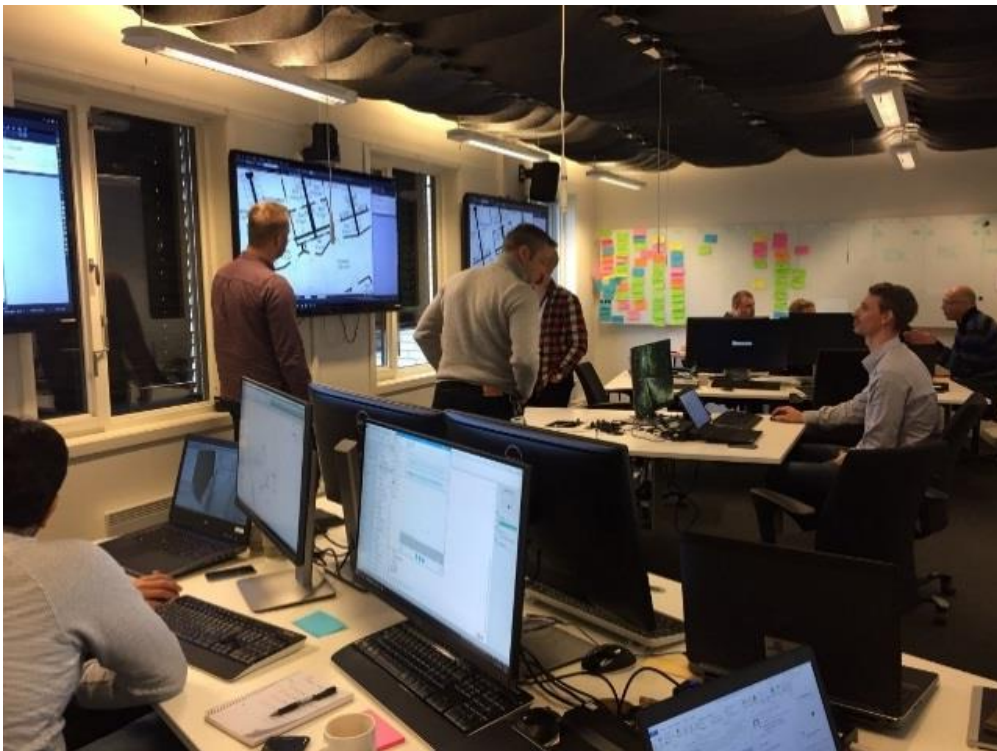
Både Lean och VDC kräver att projektteamet arbetar tillsammans för att hantera ömse-sidiga beroenden kontinuerligt mellan ämnesområdena, istället för att vänta på förtydliganden. För att göra det enklare att koordinera arbetet i projektgruppen, är det rekommenderat att deltagarna samlokaliseras i ett så kallat bigroom, där de kan arbeta samtidigt.

En utveckling av bigroom är ett interaktivt samarbetsrum utrustat med datateknologi, iRoom, vilket utgör en plattform för samarbete. I ett iRoom bör det vara flera visningsytor, till exempel skärmar med touch screen. Med hjälp av dessa skärmar skapas möjlighet att visa upp olika alternativ för projektet samtidigt.

5.3.2. Integrated Concurrent Engineering (ICE)

Integrated Concurrent Engineering (ICE) är en metodik särskilt lämplig i projekteringsfasen. ICE har sin teoretiska utgångspunkt i Concurrent engineering (se 5.3), och sina praktiska rötter från NASA, där metoden utvecklades i deras rymdprogram. Virtual Design and Construction-miljöer vid Stanford (CIFE) började använda metodiken i sin undervisning av VDC-metoder för projektering i bygg och anläggning, och lanserade ICE-begreppet (Chachere, et.al. 2009). I Norge tillämpas metodiken också i olja och gas-branschen, se kapitel 6.9.

Kärnan i metodiken är ämnesövergripande arbetssessioner, där syftet är att samla alla relevanta aktörer till ett gemensamt arbetspass, i ett så kallat iRoom. Ett iRoom, eller ett samhandlingsrum, är en interaktiv arbetsplats utrustat med flera smartboards eller väggskråmar, som gör det möjligt att visa flera saker samtidigt. Ett sådant rum är viktigt, då det gör att man enkelt kan visa, beskriva och värdera olika projektperspektiv samtidigt.



Samhandlingsrum ÅF Engineering

Genom att samla alla aktörer skapas möjligheten att se risker, möjligheter, behov och lösningar tidigare än vid traditionellt projektgenomförande. Förutom att ha fokus på att integrera teamet, är också samtidighet eller parallellitet viktigt. Det vill säga att man inte väntar på att andra är färdiga med sitt arbete, innan nästa part påbörjar sitt arbete. Genom att göra tidiga avstämningar, är det också möjligt att koordinera arbetet och fördela uppgifter, och lösa dem på ett tidigt stadium. Detta kan också öka möjligheten till snabbare mognad och även ett tidigt avslöjande av risker, möjligheter och behov över gränssnitt.

Användandet av ICE bidrar därmed till att BIM-arbetet kan effektiviseras, genom att man inte arbetar sekventiellt med teknikövergripande beslutsmöten utan istället arbetar samtidigt i så kallade arbets-sessioner. En viktig faktor för att få ICE till att fungera som en effektiviseringsmetod, är deltagande av beslutsfattare. Det har visat sig att det som ofta tar lång tid i projekt, är väntetiden mellan ämnesområden (ref. Chachere, J. et al 2009). Genom att parallellisera arbetet, och inkludera de rätta beslutsfattarna, är det möjligt att förkorta projektets genomförandetid.

För att projektdeltagarna ska kunna arbeta samtidigt, är det viktigt att arbets-sessionen leds av en facilitator och att man har en god arbetsplan. Facilitator är en person som har överordnat ansvar för framdriften i sessionen, och en sessionsplan är en projektplan som visar vilka arbets-sessioner som behöver genomföras. Här ingår vilka teman som ska arbetas med i de olika sessionerna, vad som då ska vara input och output till/från sessionerna. En sådan plan ger också en översikt för att avgöra vad som behöver utföras så att rätt deltagare deltar vid arbets-sessionen, och en smidig beslutsprocess underlättas. Deltagarna utgör därmed projektdeltagare, deltagare med beslutsmandat, specialister eller underleverantörer. Oavsett vad som är temat, är det viktigt att ta med sig de med-verkande som kan ge bästa möjliga resultat för arbets-sessionen.

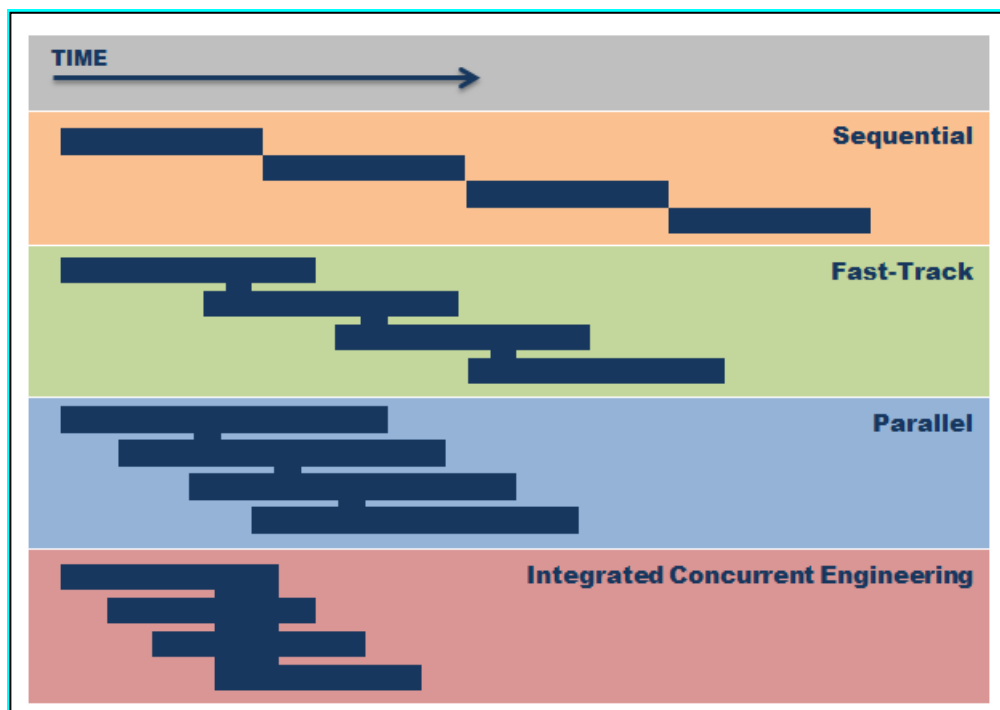


Illustration baserad på Chachere (2009)

Figuren visar olika genomförandemodeller för projekt. Den översta, sekventiella, är den som ses som traditionell projektmetodik, där arbetet genomförs, en uppgift i taget. Detta ger en pålitlig, enkel, billig men ofta långsam arbetsprocess.

Fast-Track och parallellt genomförande liknar kanske mest det sätt projekt genomförs i dag. Här startar flera aktiviteter samtidigt, och ämnesövergripande möten hålls där framdriften diskuteras, utmaningar och möjligheter i kommande uppgifter. Därefter går man tillbaka till sina respektive kontor och löser uppgifterna man har fått sig tilldelade, fram till nästa möte.

Chansen att uppgifterna inte löses optimalt ökar på grund av bristande koordinering mellan disciplinerna, något som också kan leda till behov att omarbete resultatet.

Slutligen illustreras genomförandet vid användandet av Integrated concurrent engineering. Här sker mycket av arbetet parallellt, men också mycket mer koordinerat mellan disciplinerna för att undvika informationsglapp. Detta ger en snabbare genomförandetid, högre kvalitet och lägre projektkostnad eftersom omarbetning kan undvikas. Däremot är det en högre startkostnad för denna metodik, eftersom den kräver mer koordinering och till viss grad mer teknisk utrustning.

5.4. IPD som arbetssätt

Integrerat projektleverans (IPD) är ett arbetssätt som har blivit mer populärt i och med införandet av BIM. IPD är en projektleverans med ett tillvägagångssätt där människor, system, affärsstrukturer och metoder integreras i en process som gemensamt nyttjar alla medverkandes talang och kompetens för att optimera projektresultat, öka värdet till ägaren, minska svinn och maximera effektiviteten genom alla faser av projektering och produktion.

IPD-principer (se nedan) kan tillämpas på en mängd olika typer av avtal och IPD-team kan omfatta medlemmar långt utöver den grundläggande triaden av beställare, teknisk konsult och entreprenör. I samtliga fall är projekt som använder IPD unikt kännetecknade av mycket effektiv samverkan mellan beställare, ansvarig teknisk konsult och entreprenör, med början i tidiga skeden och fortsättningsvis genom alla faser till överlämningen. IPD har en stor fokus på projektgruppen och hur den byggs upp och hur ansvar, roller, beslutsfattande och konflikter hanteras. IPD utgår enligt American Institute for Architecture (2007) från ett antal grundprinciper:

1. Ömsesidig respekt och förtroende: IPD-teamet består av beställare, teknisk konsult, entreprenör, underleverantör och övriga leverantörer, vilka arbetar som ett team.
2. Ömsesidig nytta och belöning: Alla deltagare eller projektmedlemmar drar nytta från IPD. Eftersom den integrerade processen kräver tidig inblandning av flera parter, erkänner och belönar ersättningsstrukturer inom IPD tidigt engagemang. Ersättningen baseras på det värde en organisation bidrar med som och belönar "det som är bäst för projektet"-beteende, genom att skapa incitament knutna till uppfyllelse av projektets mål.
3. Gemensam innovation och beslutsfattande: Innovation stimuleras när idéer fritt utbyts mellan alla deltagare. Viktiga beslut utvärderas av projektgruppen och görs enhetligt i så stor grad som praktiskt möjligt.
4. Tidig inblandning av nyckelmedlemmar: I ett integrerat projekt är de viktigaste deltagarna med så tidigt som praktiskt möjligt.
5. Tidigt måldefinierande: Projekt mål utvecklas tidigt, är överenskomna och respekt-eras av alla deltagare.
6. Intensiv planering: Det tillvägagångssätt IPD identifierar, med ökade insatser i planeringen resulterar i ökad effektivitet och besparingar under utförandet.

7. Öppen kommunikation: Öppen, direkt och ärlig kommunikation mellan alla deltagare (no-blaim kultur)
8. Lämplig teknik: Ha förtroende för den senaste tekniken. Teknikval specificeras vid projektstart för att maximera funktionalitet, generalitet och interoperabilitet. BIM diskuteras oftast som lämplig teknik.
9. Organisation och ledarskap: Projektgruppen utgör i sig en egen organisation och det är viktigt att alla gruppmedlemmar är engagerade i projektgruppens mål och värderingar.

Traditionell Projektleverans		Integrerad Projektleverans
Fragmenterad, sammansatta efter principen "just-as-needed" eller på basis av "minimum-necessary" basis, starkt hierarkisk, kontrollerad	Team	Ett integrerat team bestående av projektets nyckelintressenter, sätts ihop tidigt i processen, öppen, kollaborativt
Linjär, tydlig, segregerad ; kunskap samlad där den behövs; informationslagring; kunskap och expertis i stuprör	Process	Samtidig och med multi-nivåer; tidig tillgång till kunskap och expertis; information delas öppet; tillit och respekt bland intressenter
Individuellt hanterad, överförd i så stor utsträckning som möjligt	Risk	Kollektivt hanterad, lämpligt delad
Individuellt erhållen; minimal ansträngning för maximal avkastning; (vanligtvis) självkostnadsbaserad	Ersättning/belöning	Teamframgång kopplad till projektframgång; värdebaserad
Pappersbaserad, 2-D; analogt	Kommunikation/ teknik	Digitalt baserad, virtuellt; BIM (3-, 4- and 5- D)
Uppmuntra unilaterala ansträngningar; tilldela och överföra risk; ingen delning.	Överenskommelser	Uppmuntra, utveckla och stödja multi-lateral öppenhet, dela och samarbeta; riskfördelning

IPD jämfört med traditionell projektleverans (AIA, 2007)

5.5. Agil metodik

Begreppet agil («att vara smidig»), kommer från uttrycket «agility» och beskriver förmågan till en snabb och smidig handling. Agil metodik innebär hög grad av flexibilitet, vilket möjliggör ändringar i den riktning projektet har utifrån kundens återkoppling, samtidigt som balans upprätthålls och projektet flyttar sig framåt med snabbhet och tydlighet. Agila metoder identifierar människor som de viktigaste komponenterna för att driva projektet mot framgång, och är ett effektivt tillvägagångssätt i modern projekt-ledning. Samtidigt kräver de, på grund av sin flexibilitet, en hög grad av disciplin och samordning.

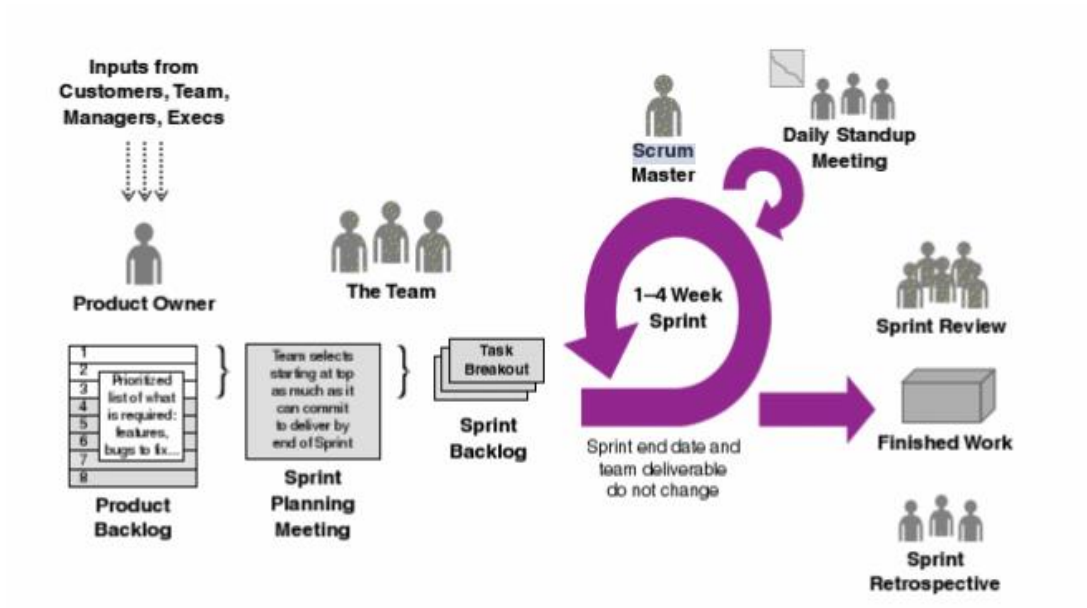
Agila metoder togs främst fram inom programvaruutveckling, för att förbättra och effektivisera processen. Metoderna är vagt definierade. 2001 togs det fram ett «agilt manifest», för att definiera generella fokusområden för agil programvaruutveckling. Manifestet beskriver allmänna principer för effektiv måluppfyllelse vid användandet av agila metoder, och betonar speciellt fyra värden; individer och interaktion, fungerande program, samarbete med kunden och att genomföra ändringar.

Gemensamt för agila metoder är att man använder sig av små team (6-8 personer). Kunden involveras i en meningsfull dialog, en effektiv kommunikation säkerställs, osäkerhets- hantering används genom hela projektets genomförande, hög grad av flexibilitet, iterativ utveckling, omställningsförmåga, fokus på samhandling och reducerad byråkrati. Förutsättningarna förändras under arbetets gång, och de agila metoderna gör det enklare att hantera ändringar, och reducera behovet att kunna förutse dem.

Agila metoder är ett sätt att hantera en komplex verklighet där allt inte är förutsägbart!

- Gör det som ger mest nytta först
- Ger en tidig indikation om vi är på rätt väg
- Succesiv förfining
- Ständig förbättring
- Transparens och insyn i arbetet

Inom agila arbetsmetoder upprättas kontinuerliga och iterativa projektplaner så sent som möjligt för att inte låsa projektets riktning för tidigt. Det underlättar för snabb uppstart av projektet och möjliggör att snabbt kunna svara på förändringar. Det finns olika metoder att använda inom agil projektledning. Ett exempel är Scrum. Det är ett iterativt och inkrementellt flexibelt ramverk för hantering av produktutveckling. Det definierar "en flexibel, holistisk produktutvecklingsstrategi där ett utvecklingsteam verkar som en enhet för att nå ett gemensamt mål", och antaganden om "traditionellt, sekventiellt tillvägagångssätt" utmanas. Möjligheter för projektgruppen att själv organisera sig finns och metoden uppmuntrar fysisk samlokalisering alternativt ett nära online-samarbete mellan alla teammedlemmar. Dessutom rekommenderas daglig ansikte-mot-ansikte-kommunikation mellan alla teammedlemmar och berörda discipliner. Projektet är uppdelat i iterativa segment som kallas "sprints" som är mellan 1 - 4 veckor långa och där daglig kontakt inom sprintgruppen sker, se figur nedan.



Ramverk för projektledning med Scrum (Cobb, 2015 p.39).

Den agila metodiken tillämpas ofta för mindre grupper om cirka 12 medlemmar, men fler och fler exempel finns där agila projektledningsmetoder implementerats även på större team. När storleken på teamet växer blir koordinerande gränssnitt en dominerande fråga. När man jobbar med större grupper, över 40 personer, blir det exempelvis svårare med ansikte-mot-ansikte-kommunikation (face-to-face communication). Då behöver upp-skalningsstrategier för agil projektledning tillämpas, (exempel på stora agila projekt: Bosch och Bosch-Sijtsema, 2011).

6. Erfarenheter från projekt

Det här kapitlet beskriver ett antal projekt och de erfarenheter, knutna till BIM och 3D-modeller, som kan dras från dessa. Kapitlet beskriver därmed var branschen står idag när det gäller integrerat arbete. Exempelen är till största del hämtade från branscher som infrastruktur, bygg och olja-gas. De visar att det finns en tydlig riktning att gå från att använda ritningar till att använda endast en digital 3D-modell. Erfarenheterna visar att finns några gemensamma faktorer som kan bidra till ett lyckat användande av modell:

- Ställ krav på modell redan från början (anbud)
- Använd handböcker, standarder
- Beställaren är en viktig drivkraft
- Använd arbetsmöten, geomatikmöten¹⁵. Här kan utmaningar rörande format och system lösas direkt, vilket bidrar till en kommunicerbar modell.

6.1. Fellesprojektet E6 – Dovrebanen, Jernbaneverket och Statens vegvesen, Norge¹⁶

För att säkra en enhetlig planering och utbyggnad av väg och järnväg utmed Mjösa, startade Statens vegvesen och Jernbaneverket Fellesprojektet E6 – Dovrebanen 2005. Uppdraget var att bygga en 21,5 km fyrfältsmotorväg och 16,8 km dubbelspårig järnväg längs med Mjösa. Projektet delades upp i tre delsträckor. Projektet var Norges första stora projekt, med satsning på 3D-projektering. Fellesprojektet satte upp tydliga krav på att 3D-projektering skulle användas genomgående för alla ämnesområden. Ansvaret tillföll Aas-Jakobsen/ViaNova Plan och Trafikk, Norconsult och Cowi för respektive delsträcka i projektet. De tekniska konsulterna beskrev tidigt uppdraget som ett genombrottsprojekt. Kontraktformen i projektet var byggherrestyrt, det vill säga byggherren hade utfört mycket av den inledande projekteringen. Dessa sträckor färdigställdes 2015.

Erfarenheterna i Fellesprojektet visar att byggherren hade en öppen inställning och att entreprenören var positiv till att fokusera på tekniska lösningar. Byggherren gav bra och tydliga ramar och leverantörerna gavs tid och möjlighet att arbeta med modell. Underlagsdata var av god kvalitet och samlades in genom ett par dagars helikopter-scanning av området. Detta utgjorde en viktig utgångspunkt för vidare arbete.

Erfarenheterna visar på vikten av bra styrdokument, som exempelvis Statens vegvesens handbok (Handbok V770). Handboken planeras uppdateras hösten 2017. Bane NOR kommer även att genomföra en uppdatering av sin handbok. Handböckerna beskriver hur modellerna

¹⁵ Samlingsbegrepp för discipliner som omfattar GIS, mätteknik och BIM.

¹⁶ Intervju med representant från ViaNova Plan och Trafikk

skall levereras och anbudshandlingarna refererar till dessa. Det gör att man har en gemensam utgångspunkt för att jobba i modeller.

Samarbetsklimatet i Fellesprojektet var gott och det fanns intresse för och fokus på geomatik hos alla involverade parter. BIM-koordinatorerna möttes en gång per vecka för att diskutera lösningar på gemensamma utmaningar. Det gjorde att projektmedlemmarna lärde känna varandra och kunde prata ihop sig om dataflyt. Entreprenören deltog också vid dessa möten. Det medförde att entreprenören fick förståelse för utmaningarna i projekteringen och omvänt att projektörerna fick förståelse för hur entreprenörerna arbetar och vilka behov de har. Det gav också möjlighet att prova lösningar innan de skickades ut på bygget. Mötena bidrog också till att det blev enklare att ta kontakt över teknikslagen och mellan leverantör/beställare, teamet blev mer integrerat, och alla frågor behövde inte lyftas via projektledaren.

Det tydliggjordes också vikten att arbetsprocesserna utformas bra, för att tydliggöra att det är ett lagarbete. Det är också viktigt att alla ämnesområden gör det som gemensamt beslutats om så att teamet drar i samma riktning. Exempelvis är det väldigt viktigt att samtliga förbereder sig inför de tekniköverskridande mötena, så att det är tydligt vad som skall göras och att svar på eventuella frågorna finns.

Tankar som de har, om en naturlig vidareutveckling av det tekniköverskridande samarbetet, är att använda delar från Integrated concurrent engineering, där det är större fokus på att arbetet sker samtidigt och att beslut tas «här och nu».

Erfarenheter från Fellesprojektet har jämförts med erfarenheter från andra liknande projekt. Det har visat sig att det är svårt att arbeta med 3D-modeller om byggherren inte ser vikten av kompetens och där entreprenören inte har något intresse i frågan. Ställs det tydliga krav i anbudet om att fler människor ska kunna modellering, innebär det en extra kostnad, som ofta tas igen i slutet av projektet. Kommer den expertisen in först halvvägs i projektet så uppstår komplikationer med högre kostnader som påföljd. Därför är det viktigt att krav på kompetens inom geomatik ställs redan i anbudet, för samtliga leverantörer, samt att byggherren själv har denna kompetens hos sig.

6.2. Utbyggnad E18, Vegvesenet, Norge¹⁷

Den nya E18-sträckningen från Bommestad till Sky i Larvik är ca sju kilometer lång. Delsträckan utgör sista etappen i byggandet av en fyrfältsmotorväg genom Vestfold. Arbetet startade sent hösten 2013 och den nya vägen ska, enligt planen öppna i december 2017. Projektet E18 Bommestad-Sky inkluderar också byggnation av nya lokalvägar och en knutpunkt för kollektivtrafik vid Farriseidet, samt rivning av nuvarande E18-broarna. Projektet har en kostnadsram på 4,5 mdr. Norska kronor (2016). Ungefär 30 % är statligt finansierad och resten kommer från vägtullar.

¹⁷ Källa: Intervju med representant från Statens vegvesen.



L2 Arkitekter AS och Ramböll Norge AS. Perspektiv från Martineåsen

Projektet genomförs i tre delar och användandet av 3D-modell varierar mellan de tre delkontrakten.

I den första delen av utbyggnaden diskuterades att arbeta i 3D fullt ut, men projektet valde att starta försiktigt. Att projektera i 3D var naturlig, men att bygga efter modell fanns mindre erfarenhet av. Därför beslutades det att ritningar skulle vara primära, medan modellen utgjorde ett komplement.

Det visade sig vara en stor utmaning för projektet: Om 3D ska användas är det viktigt att det är tydligt vilken information som är gällande. Det är problematiskt med dubbla leveranser; både en komplett modell och fullständiga ritningar. Det innebär att projektet har två handlingar som visar samma sak. Görs en justering på ritning, för att ritningar är det arbetssätt teamet är mest van vid, och uppdatering i modellen glöms bort.

I del två av projektet gick projektet ett steg längre mot användandet av modell, modeller och ritningar var fullständiga, men modellen var styrande. Det arbetssättet fungerade bra.

En viktig erfarenhet från användandet av 3D-modeller, är att byggherren får ett bättre underlag för snabba och rätt beslut. Det tack vare att modellen visualiserar information från alla ämnesområden och gränssnitten dem emellan. Dessutom kan man tydliggöra kommande byggprojekt, genom att visualisera det som ska byggas om två år. Då ges en större helhet, och det blir enklare att fatta beslut. Användandet av modeller bidrar även till att beslutsprocessen kan förenklas, beslut kan tas direkt vid modellen istället för att ritningar skickas fram och tillbaka.

Viktigt för att få samarbetet mellan aktörerna att fungera bra, är geomatikmöte. Här deltar både projektör och entreprenör och diskuterar tillsammans. För bara några få år sedan var det inte vanligt att projektören faktiskt träffade entreprenören. Vid dessa möten är byggherren är koordinator uppgiften handlar om vad som måste göras för att få modellen och dataflyt att fungera. Vid dessa möten tas endast tekniska frågor knutna till modellen upp.

Hösten 2017 släpps annonsen för del tre av utbyggnaden. Med ytterligare erfarenhet som utgångspunkt, planeras modellen att användas som primär källa för information och vara styrande, och endast producera några få ritningar.

Erfarenheten från detta projekt visar att om man ska satsa, måste man också vara lite tuff. En central strategi är avgörande och dessutom samarbeta med entreprenören för att ett bra genomförande. Beställaren bör ha en projekteringsledare som också är 3D-koordinator utöver tekniska konsulter och entreprenörernas projekteringsledare. Det kan också vara ändamålsenligt att etablera ett internt nätverk, så att personer med relevanta roller i projektet kan utbyta erfarenheter. Det bidrar till ett systematiskt utbyte av erfarenheter och kunskap. I Statens vegvesen är det idag istället så kontakter byggs upp utifrån möten mellan olika projekt.

6.3. Slussen, Stockholms stad, Sverige

Slussenområdet i Stockholm byggs om för att rusta upp trafikanläggningen där vissa delar sjunker och grundläggningen är i dåligt skick. Ombyggnaden pågår mellan 2015 och 2025. Kostnaden beräknas bli ungefär 12 miljarder kronor. Beställare och finansiär av bygget är Stockholms stad. Bussterminalen är medfinansierad av landstinget och staten. De två största entreprenaderna i Slussenprojektet rör ombyggnader på land (torg, park, handelsyta, t-baneuppgång) respektive intill vatten (slussanläggningen, kajer, kanalen, landfästen till bron). Kontrakten omfattar totalt två miljarder kronor.

Slussenprojektet byggs till största del utan pappersritningar¹⁸. I de två största entreprenaderna är det istället digitala modeller som används, vilka också är juridiskt bindande. Det innebär att det är modellerna som utgör de skarpa bygghandlingarna. Mättekniker har tidigare behövt information i digital form, men när informationen hämtas direkt från en juridiskt bindande datormodell slipper man ett moment där fel kan uppstå. Anledningen till att Stockholms stad valt att testa arbetssättet med juridiskt bindande digitala modeller är att man bedömer att både kvalitet och effektivitet ökar, samtidigt som behovet av kontroller minskar. Till exempel bedömer staden att det är mindre risk att något blir fel när byggtreprenören får alla mått i modellen och inte längre behöver mäta med tumstock på pappersritningen. Stockholms stad bedömer att det blir enklare att hantera modellerna än att administrera de uppemot 20 000 pappersritningar som projektet skulle kräva. En annan fördel är att det blir enklare att få fram exakta mängder och material som kommer att gå åt under byggtiden.

Även om de två största entreprenaderna kommer att byggas utan traditionella ritningar betyder det inte att byggena blir helt papperslösa. Utskrivna modellvyer kommer att användas, men det är inga riktiga ritningar utan används mer som ett komplement till 3d-modellen.

I projektet används också en moln-baserad BIM-datamanagementplattform för att planera och hantera de komplexa pålningarna. I systemet kan alla parter lägga in och synka

¹⁸ <http://www.nyteknik.se/bygg/slussen-byggs-utan-ritningar-6840537>

information för varje påle i realtid och inga ritningar behöver produceras. Möjligheten för informationstapp/-glapp minimeras och eftersom data är tillgänglig på många olika platser har kvaliteten och riktigheten i informationen ökat.

6.4. 3D-modell och digitalisering i Vejdirektoratet, Danmark¹⁹

Vejdirektoratet har jobbat med digitalisering sedan 2011 i ett program kallat ”Det digitale anlæg²⁰”. Inom ramen för programmet har det funnits flera delprojekt med fokus att möjliggöra arbete med digitala modeller.

Att arbeta digitalt är något som diskuterats inom verksamheten i många år. Det som ledde till att Vejdirektoratet påbörjade arbetet var att deras egna entreprenörer började använda maskinstyrning. De projekterande i Vejdirektoratet upptäckte att de producerade ritningarna omarbetades av entreprenören till en 3D-modell, som sedan används vid maskinstyrning. Det innebar dels att grävmaskinen styrdes utifrån något annat än vad projektören tagit fram, men också att entreprenören var redo att börja arbeta med modeller. Detta var utgångspunkten för arbetet med att ta fram bra markmodeller, men också början på användning av BIM och att fortsätta utveckla nyttjandet av modeller.

Som del av programmet Det digitale byggeriet genomfördes det ett fullskaligt pilotprojekt. Projektet innebar att bygga en 39 km motorväg mellan Herning och Holstebro samt två km förlängning av ringvägen norr om Holstebro. De första tio km motorväg väster om Herning är klara att öppna under 2017. Resten av projektet öppnar under 2018. I projektet finns modellen i centrum, men då det är ett pilotprojekt tas ritningar fram som säkerhet.

Projektet är ännu inte färdigt, men det finns redan nu några bra erfarenheter. Vejdirektoratets totalentreprenör har arbetat bra utifrån de digitala modellerna. Initialt i anbudsarbetet, där modellerna har fungerat som en utgångspunkt som ger översikt i projektet med hjälp av visualiseringar, logistik och markberäkningar. Under byggtiden har modellerna också använts och totalentreprenören har bidragit till att ge en mer detaljerad digital produkt än vad Vejdirektoratet har efterfrågat. Det har gett en ökad tillgång till digital information i projektet också genom att GIS-lösningar har använts för att visa information .

För att säkerställa kvalitet och korrekt struktur i modellen har Vejdirektoratet en egen hemsida för modellstandard, som beskriver hur modeller ska delas upp, och vad som förväntas från olika ämnesområden. Som komplement finns en projektwebb där filerna publiceras och kontrolleras. Ett antal kontrollprocedurer finns för de metadata som säkerställer kvalitet och struktur. Om någon utanför Vejdirektoratet tar fram 3D-data, upprättas ett så kallat IKT-avtal som krävställer hur modellerna byggs. Vejdirektoratet har också en koordinerande funktion i projekten, som säkerställer att gränssnitten är i ordning, att inget överlappar eller finns några kollisioner i modellerna.

Inget specifikt har gjorts rörande arbetsprocesser i team för att öka användandet av modeller. Däremot finns det många fördelar med att använda modeller i projekteringen, där visualisering kanske är viktigast. Visualisering tydliggör vissa aspekter och ökar förståelsen för komplexa delar, till skillnad från tidigare arbetssätt. Exempelvis har användandet av

¹⁹ Källa: Intervju med representant från Vejdirektoratet

²⁰ Anlæg = konstruktion

modeller lett till minskat användande av e-post, då lösningarna synliggörs visuellt, och kollisionstester görs. Det ger en gemensam referens att kommunicera utifrån.

Modeller inkluderas också gärna vid anbudsannonseringen, så att anbudsgivarna kan arbeta vidare på modellen och sedan använda den som underlag för egna modeller. Det har ändrat anbudsgivningen där modellen har blivit ett verktyg för att förstå vad leverantörerna grundar sina beräkningar på, något som troligtvis resulterar i mer korrekta anbud.

En viktig erfarenhet vid användandet av modeller är att fel upptäcks tidigare i planeringen; dels genom visuell översyn och dels genom kollisionkontroller. Man har också arbetat med att göra de digitala modellerna klara för att direkt användas i maskinstyrning, så att entreprenören nu kan arbeta direkt utifrån de digitala modellerna. Deras entreprenadplanering har kunnat göra översyn i projektområdet genom att navigera efter de digitala modellerna, och har kunnat etablera digitala registreringar och ärende-hantering på plats.

Det råder heller ingen tvekan om att projektet är ett förändringsprojekt där det krävs en stor insats för att få alla med i utvecklingen. Den viktigaste insikten är att det finns en stor potential i detta arbetssätt och att branschen är redo att arbeta med denna metod (digitala modeller, visualisering). Ju mer erfarenhet alla parter får med digitala modeller, desto mer kommer man att få ut av dem.

6.5. Isoisänsilta «farfarsbron» och Liikennevirasto²¹

Isoisänsilta, «Farfarsbron», var Finlands första projekt som var fullständigt BIM-baserat. Med det avses att modellen var styrande genom hela projektet från planering till byggfas. Bron är cirka 170 meter lång, och är en gång- och cykelbro i stål i Helsingfors. Bron färdigställdes under 2016, och vann pris för «årets bro».

Det var byggherren Helsinki stad som önskade att använda digitala modeller i så stor utsträckning som möjligt. En tävling utlystes, där bron projekterades i och byggdes utifrån en BIM-modell. När projekteringen var färdig, inkluderades BIM-modellen i anbudshandlingarna vid upphandling av entreprenör. I avtalet ingick att det mesta av informationen skulle finnas modellen.

Entreprenören ansvarade för att byggherre, projekterande part och entreprenören delade modellinformation och uppdaterade byggplaner. Entreprenören ansvarade även för projektets upplägg. Med detta arbetssätt säkerställdes att underhåll och uppdatering av modellen var kontinuerlig. Möjligheten till att använda en datamodell har varit en stor fördel för att reducera överraskningar och risker under projektets gång, utöver att förbereda byggplaner. Det har bidragit till att projektet har minskat sina kostnader.

²¹ Källa: Kreate.fi och intervju med representanter från Liikennevirasto.



Bron Isoisänsilta under konstruktion. Foto: Kreate.fi.

Konsulten Liikennevirasto, arbetar mycket med utveckling av 3D-modeller och vidare integrering av BIM till förvaltningssystemet. För broar överför man redan information från BIM-modell till andra system. Konsultfirman har utvecklat gemensamma guider för BIM-modeller, speciellt framtagna för design- och konstruktionsfasen inom hus-byggnation, men för broar inkluderar också riktlinjerna drifts- och underhållsfasen. I dag överförs inte data från modellen till underhållssystemet, men utveckling pågår för att hantera det.

En intressant utveckling i användandet av BIM-modell är att koppla kostnadsestimering och budgetering till modellen. Användandet av modellen som utgångspunkt för planering, kräver mer precis planläggning i tidiga faser av projektet. Det igen möjliggör uttagning av mängder från modellen tidigare i processen, och därmed är det möjligt att göra mer precisa kostnadsberäkningar i framtiden. På sikt är förhoppningen att det blir fler öppna processer kopplade till kostnader; i dag fungerar det endast för mängd och enhetspris, och bakomliggande data är dolda. I framtiden är det rimligt att informationen om enhetspriser också bli mer öppna.

6.6. InterCity-projekt och Samtidig projektering i Bane NOR²²

Samtidig projektering är ett projekt inom Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA) och finansieras av Norges forskningsråd. Projektet pågår mellan 2016-2019. Deltagande organisationer är Vianova Plan och Trafikk, Ramböll, Metier, Epsis, Vianova Systems, BaneNOR, Sweco Norge. Från forskningssidan deltar Norges tekniska natur-vetenskapeliga universitet; NTNU. Projektet uppstod ur ett annat branschinitiativ, BA 2015, där flera av parterna i Samtidig Projektering deltog.

Samtidig Projektering har vidareutvecklats utifrån metoden Integrated concurrent engineering. Då flera av konsulterna från detta samarbete hade kontrakt på InterCity-utbyggnaden, kom man fram till att det kunde vara intressant att samarbeta i ett nytt

²² Källa: intervju med representant från Bane NOR (tidigare Jernbaneverket)

forskningsprojekt, där Samtidig projektering testas i praktiken, och vidareutvecklas för infrastruktur. Projektets överordnade idé är att utveckla en metodik för att reducera plan- och projekteringstiden inom anläggningsprojekt med minst 50 % kalendertid. Det kommer att ge stora besparingar för det norska samhället.

InterCity-projektet är Norges hittills största infrastrukturprojekt. I dag planeras och byggs det dubbelspår mellan städer i åtta kommuner på Östlandet. Arbetet går fort, men skulle ändå kunna accelereras kraftig. Fyra sträckor inom InterCity utbyggnaden är utvalda och ska fungera som piloter i projektet Samtidig projektering. Delprojekten är inne olika faser, och har olika kontraktsformer. Ett projekt är en totalentreprenad och en annan en utförandeentreprenad, vilket är intressant för att kunna jämföra likheter och skillnader.

Då Intercityprojektet startade var målsättningen att alla ämnesområden enbart skulle arbeta modellbaserat, men det togs ändå fram en del ritningar. Det dröjer troligtvis några år tills ritningar kan uteslutas helt, men projektet är mycket nöjd med att kunna se vilka ritningar som krävs som tillägg till modellen. För att bidra till en framtida övergång till endast modell, ges återkoppling till programvaruleverantörerna för att se vilka an-passningar som kan göras, för att kunna ta bort alla ritningar i framtiden.

Särskilt plan- och profilritningar behövs fortsättningsvis. I dessa ritningar finns information som inte framgår lika bra i modell. Men om det går att ordna så att de som arbetar med spår, kan få tillgång till information utan att det definieras som en formell ritningsleverans, då kan mycket tid sparas. I dag fungerar det så att för att få information om senaste revideringarna, krävs det ett tekniskt underlag som är en formell leverans med rapporter, modeller och ritningar. Men om det löses mer informellt, att kontinuerligt ha tillgång till materialet, att ha möjligt att alltid se sista versionen av spåret, så kan snabbare informationsutväxling ske och det ger samtidigt ett mer smidigt samarbete.

Ett kravdokument har utarbetats för att säkerställa koordinering av arbetet. Dokumentet utgör en bilaga till anbudsförfrågan, och utgör krav på arbetssätt. Bane NOR har en egen handbok för modellbaserade projekt, men den är under revidering. Handboken är bland annat baserad på projekt med bra och fungerande samarbeten. Här framgår krav på att geomatikmöten ska genomföras var fjortonde dag och att modellen ska diskuteras vid dessa möten. Det har även blivit vanligare att man i totalentreprenader ställer krav på hur entreprenören skall jobba med modell.

Utvecklingen har ökat behovet för en gemensam standard. Därför har ett standardiseringsarbete för filer och format, startats tillsammans med Departementet och Nye Veier. Egenskaper har definierats för en del objekt, och eventuellt kommer arbetet att utvecklas till ett forskningsprojekt.

Bane NOR vill också att utveckla mer fungerande arbetsprocesser för mer integrerat arbete, och jobbar därför med att vidareutveckla arbetsmetodiken Samtidig Projektering. BIM-modellen utgör en naturlig mittpunkt bland annat tack vare den tekniköver-skridande koordineringen och samordningen, men den är inte en metodik i sig själv. Modellen är ett verktyg för att kunna koordinera mellan ämnesområden eftersom alla ämnesområden ska leverera till en gemensam modell. Nu används också molnlösningar vilket underlättar mottagandet av data. Det innebär alltså att ramarna runt samtidig projektering, tekniköverskridande modellering, nästan är på plats, genom att de allra flesta

ämnesområdena har möjlighet att jobba över gränserna. Då är det naturligt att vidare undersöka hur man kan integrera detta in i arbetsprocesserna.

I dag används metodiken Samtidig projektering endast bland projektörerna, och det har fungerat bra. Bane NOR, som byggherre, har ännu inte varit involverad i de faktiska arbetsessionerna. Ambitionen är att Bane NOR ska medverka framöver och frågan arbetas med. En stor utmaning för Bane NOR som byggherre är att sörja för att rätt personer deltar vid rätt session, så att det går att faktisk fatta beslut.



Här används 3D-modellen i planeringen av Fellesprojektet Ringeriksbanen och E16, som ska byggas ut av Bane NOR och Statens vegvesen. Från vänster ser vi Knut S. Rekaa och Rune Rian från ViaNova Plan och Trafikk och Jan Martin Ståvi från Asplan Viak. Foto: Trimble Källa: Bygg.no

Projektet Samtidig projektering har gett Bane NOR, de involverade entreprenörerna och projektörerna en bra kompetens inom integrerat arbete. De mindre aktörerna är inte lika erfarna, och kommer att behöva göra ett större kompetenslyft. Eftersom kommer det kanske att utvecklas en handbok som behandlar krav och förväntningar på arbetsformer. Det är ett svårt område, eftersom man inte vill styra för detaljerat. En lösning kommer vara att lägga med en «best practise», samt några checklistor och tips till projekterings-ledare.

Erfarenheterna så här långt in i projektet visar att det är viktigt att tidigt ha en färdig kontraktstrategi och att tydligt definiera vad denna typ av projekt innebär för ändringar från standardkontrakten. Det är också viktigt att ha kompetensen i sin egen organisation: det är viktigt att beställaren har kunskap om att arbeta modellbaserat, vad BIM är och hur arbetar man med det. Det gör folk tryggare i mötet med andra.

Det är viktig att ha en BIM-strategi, och en bra handbok som kan säga vad som krävs både vad gäller det tekniska och arbetssätt. En samling av krav och «best practice » kan också vara ändamålsenligt att etablera via en central enhet, som har strategiskt ansvar för BIM-arbetet.

En sådan enhet kan arbeta med standardisering, strategier, riktlinjer och för att stötta projekten vid uppstart.

I det praktiska arbetet i projektet, har man sett att för att få alla parter att aktivt använda modellen, måste den användas vid alla möten, och byggherren måste ta ledningen. Det kommer att bidra till att driva utvecklingen vidare, och att göra modellarbetet mer ofarligt.

6.7. Nye Veier – Best Value Procurement och integrerat arbete

Nye Veier är ett relativt nyetablerat statligt ägt vägföretag i Norge. Företagets uppdrag är att planlägga, bygga, drifta och underhålla viktiga huvudvägar. Nye Veier ska vara en slank och effektiv byggherreorganisation, med målet att säkra en helhetssyn och kostnads-effektiv utbyggnad och drift av trafiksäkra huvudvägar. Nye Veier har i sin etablering valt inköps- och kontraktsformer som bygger på samarbete och tillit, och de har lagt höga förväntningar och krav på användande av BIM hos sina leverantörer.

I anbudsprocessen ställer företaget tydliga krav på leverantörerna, för att understödja noggrann kontroll och ett mer tillitsbaserat samarbete. Nye Veier önskar att uppnå insyn, samhandling och effektiva beslut, effektiva och korrekta godkännandeprocesser, simulering av arbetsprocesser och logistik, effektiv projektledning, effektiv drift och underhåll med livscykelinformation. I flera av projekten har företaget tagit i bruk Best Value Procurement (BVP) som inköpsprocess. Dessa genomförs som piloter för metoden i samarbete med direktoratet för förvaltning och IKT. Med en sådan inköpsmetod önskar Nye Veier att uppnå ett mer tydligt tillitsbaserat samarbete med sina leverantörer.

Nye Veier placerar BIM i centrum för alla faser och aktiviteter, genom att inte längre använda samordningsmodell, utan en gemensam modell. Det betyder att man måste gå från filbaserad delning till mer integrerade webblösningar, från 3D-ämnesområdes-modeller till en BIM-modell. Detta innebär också att man måste gå från låsta format till en öppen standard.

För att säkra en effektiv projektering ställer Nye Veier inte bara krav på användande av BIM, men också på ett mer integrerat arbetssätt. Ett exempel på ett kontraktskrav från Nye Veier är att projekteringsmöten ska baseras på VDC och att man ska använda BIM-modellen online vid projekteringsmöten. Mötena måste vara upplagda så att representanter från Nye Veier kan delta, och bidra till effektiva beslut genom samhandling. Det ger tydliga riktlinjer för leverantören, samtidigt som man inte har krav på vilken form av integrerat arbete leverantören ska använda sig av.

6.8. Concurrent metodik på underhålls- och modifikationsprojekt i Statoil

Genom sin satsning på Integrerte operasjoner, har olja- och gasverksamheten aktivt använt olika integrerade arbetsmetoder, både mellan team, mellan individer och mellan platser. Integrerade operationer definieras som en integrerad arbetsform: "IO är en arbetsform baserad på samspelet mellan människa, teknik och organisation (MTO), med fokus på effektiv samhandling och nyttjande av data, kompetens och erfarenhet mellan organisation och

ämnesområde oberoende av plats”. I projekteringsfasen, har det varit vanligt att använda metodik som Concurrent metodik och Concurrent design²³.

Statoil arbetade med Concurrent design mellan 2005-2008 genom ett samarbete med NASA och SIMTANO via Knut Öxnevad. Beslut att använda metoden togs i förbindelse med koncerninitiativet för Integrerte operasjoner, som var en storsatsning i Statoil.

Införandet av Concurrent design i Statoil gjordes för att skapa bättre integration mellan ämnesområden i projektarbetet. Olika tekniska discipliner har traditionellt hållit sig inom sitt eget ämne, och inte varit särskilt intresserade av att dela kunskapen med andra. Genom att arbeta i Concurrent-sessioner fick teammedlemmarna möjlighet att arbeta fram design och analyser i realtid, tillsammans med alla relevanta discipliner för det aktuella projektet (Öxnevad 2000).

Erfarenheterna visade att effektiviteten ökade, och det gjorde även förståelsen för värdekedjan i projektet. Det mest framträdande i resultatet var dock den interdisciplinära kommunikationen och ”fun”-aspekten. Att arbeta i ett projekt som använder Concurrent design är utmanande och lärorikt. Varje disciplin blir ansvarig och blir experten inom sitt ämnesområde i det konkreta projektet (Rosendahl et.al 2008).

Metoden användes särskilt inom planering av brunnar, men också inom tidig felsökning. Av resursskäl blev metoden mer eller mindre utfasad som egen arbetsmetodik internt i Statoil från 2008 (Rasmussen, S. G. 2016), istället blev den prioriterad som arbetsmetod i underhåll- och modifikationsprojekt hos leverantörerna.

Arbetsmetodavsikten Concurrent infördes succesivt hos flera av leverantörerna till Statoil. I kontrakten för underhåll- och modifikationer av Statoils offshoreanläggning, som tecknades 2010, ställdes det i upphandlingen krav om att integrerade operationer skulle vara en arbetsform hos leverantören.

Begreppet Concurrent metoder nämns inte specifikt i upphandlingen men är en arbetsmetod som passar väl in i definitionen för Integrerte operasjoner (IO). Som leverantör i ett V&M-kontrakt var Integrerte operasjoner en del av mättings och uppföljningsuppdraget från Statoil, och visades genom åtgärder i en handlingsplan. Concurrent metoden var en viktig del i handlingsplanen, hos exempelvis Reinertsen Olja&Gas, både för att säkra kompetens i organisationen, inneha rätt tekniska faciliteter samt trygga genomförandet av projektet. Genom att följa upp leverantörernas handlings-planer med hjälp av IO hos sig, kan man säga att Statoil indirekt genomförde uppföljning på Concurrent Metodik.

2015 publicerade Statoil en vägledning för att främja ett enhetligt arbetssätt och gemensam förståelse av Concurrent metodik i Statoil och hos leverantörerna. Denna väg-ledning ligger som krav i styrande dokumentation, men utgör ett svagt krav.

I vägledningen beskrivs metodavsikten i detalj, och också vilken roll Statoils represen-tanter ska och kan ta. Till exempel beskrivs det hur Statoil kan delta som representant vid konkreta arbets-sessioner. Det finns många erfarenheter som visar på bra arbets-sessioner där man

²³ Concurrent design är en registrerad benämning, som Öxnevad har rättigheter till. Då Reinertsen och Statoil har anammat metodiken och vidareutvecklat den något, har de ur rättighetsaspekten använt namnet Concurrent metodik.

arbetar väl tillsammans med Statoils representant. Samtidig är det en utmaning att varje leverantör har sitt eget sätt att arbeta, och att deltagandet från Statoils representanter inte alltid är lika aktivt.

Statoils roll som uppdragsgivare har varit en viktig drivkraft vid införandet av Concurrent metodik i norsk olja- och gasindustri. Genom att ställa krav på integrerat arbete, tvingades leverantörerna hitta nya sätt att arbeta på, och för flera blev Concurrent metodik en lösning.

6.9. BIM, samlokalisering och Lean hos Statsbygg

Forskningsprojektet SamBIM avslutades 2016, och hade som mål att utveckla och etablera processer och samhandlingsmodeller, med stöd av BIM, för att öka värdeskapandet i byggprojekt, byggbranschen och byggföretagen (Bråthen et.al 2016). Projektet genomfördes av forskare från: Fafo²⁴, NTNU²⁵ och SINTEF byggforsk²⁶, samt fyra industriparter (verksamheter) som har haft ansvar för test av processer med BIM i sina projekt. De är Skanska, LINK arkitektur, Multiconsult och Statsbygg. Hos de olika parterna och i olika pilotprojekt testades varianter av BIM och integrerat arbete.

SamBIM är inte banbrytande som projekt om man ser till forskningen kring BIM-användandet i sig själv. Det handlar i stort sätt om att använda BIM som en avancerad 3D-modell. Undantaget är försöket med BIM-kiosker som placerades ut på byggplatser, där arbetarna på byggplatsen fick tillgång till en, veckovis, uppdaterad modell. Det som var en central insikt i konceptet var att användandet av BIM som en integrerad del av olika process- och samhandlingskoncept gav intressanta rön och indikerar en stor vinst-potential. Det bästa exemplet var Eikefjord skola, där en samhandlingsstrategi tagits fram genom utveckling av en samprojekterings- och samhandlingsmodell för workshopbaserad samhandling redan från dag ett. Här fanns ett tydligt fokus på samhandling och användandet av BIM som genomsyrade projektet. Samhandlings-modellen låg till grund för allt samarbete, projektering, upphandling av leverantör och så vidare, och projekteringsprocessen styrdes efter samhandlingsmodellen med hjälp av en koordinator.

Erfarenheter från SamBIM gav inte något underlag för att hävda att en enkel kontraktsform i sig själv är bäst för att lyckas med ett BIM-projekt. Men kännedom om effekter av olika kontraktsformer är relevant för att kunna diskutera några huvud-alternativ i organiseringen av byggprojekt.

I exemplet från samBIM är det värt att titta närmare på den involverade beställaren, Statsbygg. Statsbygg är ett statligt förvaltningsföretag som ligger under Kommunal- och moderniseringsdepartementet. Statsbyggs huvuduppdrag är att erbjuda kostnads-effektiva och funktionella lokaler till statliga verksamheter. Statsbyggs ambition i detta projekt var att pröva ett relativt omfattande användande av BIM, med samlokalisering av projekteringsteamet och användandet av Lean i detaljprojekterings-fasen av rehabilitering och restaurering på Urbygningen vid NMBU²⁷. I detaljprojekteringsfasen skulle

²⁴ Forskningsstiftelse, ett av Norges största inom samfunnsvitenskap, www.faf.no

²⁵ Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, www.ntnu.no

²⁶ Ett internationellt ledande forskningsinstitut för utveckling inom bygg och infrastruktur, www.sintef.no/byggforsk

²⁷ Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet

projekteringsgruppen utföra följande arbete: optimering och kvalitetssäkring av pilotprojektet (från 2009) samt genomföra detaljprojektering med anbudshandlingar för rivningsentreprenad och senare generalupphandling. Projektet är upplagt som en generalentreprenad, vilket innebär att Statsbygg som byggherre själv engagerar arkitekter och rådgivare samt en entreprenör som har avtal med de andra underentreprenörerna.

Urbygningen har varit en central byggnad vid NMBU i över 100 år och har ett högt bevarandevärde. Den är i dag skyddad, något som gör projektet komplicerat med många olika tekniska utmaningar. Det gör också projektet idealt för att testa BIM, sam-lokalisering och Lean, då projektet involverar många aktörer och innebär ett tätt tekniköverskridande samarbete. Statsbygg ansåg också att det skulle bli lättare för dem att ha kontroll över projekteringsgruppens arbete genom att använda BIM.

Projekteringsgruppen lokaliserades i närheten av Urbygningen, eftersom de skulle arbeta tillsammans i utpekade rum två efterföljande arbetsdagar i veckan. Syftet var att det skulle bidra positivt till det tekniköverskridande arbetet specialisterna emellan, eftersom användandet av BIM skulle ge en bättre förståelse för varandras arbete.

Projekteringsgruppen upplevde det som problematiskt att BIM-arbetet inte startade från inledande projektering, utan utgick istället från en laserscanning av bygget. Korrigering av modellen försvårade arbetet, förutom att specialisterna såg en fördel i att kunna modellen som om de hade byggt upp den själv.

Samtidigt upplevde flera av projektörerna att tekniken kopplat till olika program och liknande hade gått mer eller mindre smärtfritt, troligtvis tack vare stor kunskap hos BIM-koordinatören och den tekniska utvecklingen på leverantörssidan. Samtliga representanter från projekteringsgruppen hade tidigare erfarenhet från projekt där samlokalisering och BIM användes.

BIM presenterades i stor grad som fördelaktigt för de goda visualiseringsmöjligheterna, en tekniköverskridande kontroll och möjlighet till att arbeta tillsammans i en gemensam modell. Statsbyggs återkoppling var positiv, men de påpekade också att BIM och 3D-scanning gjorde projekteringsfasen dyrare. Trots allt såg de att planeringen blev bättre, och därmed skulle det leda till besparingar på sikt.

Alla framhöll att samlokaliseringen var nyttig, och menade att den bidrog till att gruppen arbetade som ett enhetligt team, med kortare kommunikationsvägar och bättre möjligheter till att kunna fatta beslut «där och då», över teknikdiscipliner. Genom att arbeta avskilt från sin normala arbetsplats blev det ett större engagemang och koncentration i arbetet. Informationen flöt bättre och snabbare, och förtydliganden gavs snabbare. Dessutom var det bra för den sociala sammanhållningen i projekteringsgruppen att sitta samlokaliserat. I utvärderingen lyftes det fram att specialisterna kände sig ensamma, då det inte fanns möjlighet att diskutera med kollegor inom samma tekniska bakgrund.

Samlokaliseringen utnyttjades först och främst av projekteringsgruppen, och mindre av Statsbygg som byggherre. Det ledde därmed inte till några ändringar i Statsbyggs arbete.

Merparten av informanterna menade att projekteringsprocessen i projekt inte skilde sig särskilt från andra projekt de hade varit involverade i där BIM och samlokalisering hade använts, alltså att Lean-fokuset inte var tydligare här än annars. Genom intervjuerna kom det

fram att kännedomen om vad Lean konkret innebär var relativt liten, och präglade därför inte projektet nämnvärt. BIM och samlokalisering fungerade väl, då det var metoder projektgruppen och Statsbygg hade god kunskap om sedan tidigare.

7. Helhetsperspektiv för samverkan, kvalitet och innovation i stora komplexa projekt

Som Sveriges största aktör inom transportsektorn ska Trafikverket vara drivande för utvecklingen i branschen, och som en del av detta är rollen som renodlad beställare viktig för att få till högre effektivitet genom att öka produktiviteten och innovationsgraden i branschen. I den här rapporten har vi redogjort för status i Trafikverket i dag; angående beställarroll, samverkan och innovation. Med utgångspunkt i BIM, som en katalysator för förändring, och behovet att se samverkan och användandet av BIM i ett helhetsperspektiv, har vi också redogjort för olika kontrakts- och upphandlingsstrategier som är intressanta gentemot samverkan och innovation. Därefter har vi gått igenom några begrepp som rör integrerat arbetssätt, samt exempel från olika projekt.

Integrerade arbetssätt som beskrivs i olika former i kapitel 3, är metoder som uppstått ur ett stort behov av samordning och kommunikation i mycket stora, komplexa projekt, där många inblandade ämnesområden är med. Arbetssätten ger ett särskilt stort värde i dessa projekt och är i stor grad avgörande för projektets genomförande och resultat.

Som beskrevs i kapitel 3 är det viktigt att förhålla sig till sammanhanget. Det som krävs för att få bra effekt av användandet av BIM och ökad samhandling är att förändringar genomförs inom samtliga områden. Teknik, arbetsmetodik eller kontraktstrategier ger inte resultat ensamt. Mycket görs inom vart och ett av områdena, men potentialen ligger i att ha ett helhetsperspektiv, och få alla tillvägagångssätt inom området att samspela. De är ömsesidigt beroende av varandra, för att ge full effekt. På så sätt kan man se det som ett ekosystem.

I teorin som ligger till grund för Innovation Ecosystems (Bosch-Sijtsema och Bosch, 2015) ses ett innovationsekosystem som ett nätverk av företag och individer där medlemmar samexisterar, samarbetar och utvecklas genom relationer. Tillsammans bildar de en större organism. Forskning inom detta fält fokuserar oftast på en aktör inom ekosystemet exempelvis kunden, och hur den aktören kan påverka eller förändra innovation inom ekosystemet. Trafikverket utgör en central part i ett symbiotiskt affärsekosystem där ett samspel mellan leverantörer men också olika samhällsaktörer är nödvändiga för att få systemet att fungera. Systemet utvecklas tillsammans och parterna är därför beroende av varandra och är även i behov av gemensamma plattformar (exempelvis informations-system och BIM). För att skapa förändring och innovation i ett sådant ekosystem är gemensamma processer av stor vikt.

Trafikverket är en drivande motor, men är samtidigt beroende av de andra parterna i detta ekosystem. För att skapa förändring måste ambitionen vara att påverka detta ekosystem med leverantörer och andra aktörer; att förändra och initiera nya arbetssätt i branschen. I dag finns det många olika forskningsinitiativ inom Trafikverket kopplat till upphandlingsstrategier, projekt och forskningsinitiativ kopplat till användandet av 3D-modeller och BIM, men inga aktiviteter som fokuserar på integrerade arbetssätt. Med det som utgångspunkt, följer nedan en diskussion om hur Trafikverket kan fortsätta sitt arbete för att utveckla och komplettera strategier och metoder för ökad samverkan, ett mer integrerat arbetssätt och en grund för utveckling av fler gemensamma processer.

Kapitlet är strukturerat utifrån områdena teknik, organisation och process, och varje del avslutas med en rekommendation om hur Trafikverket kan föra arbetet vidare.

7.1. Teknik: välfungerande informationssystem och modeller

BIM införs systematiskt i Trafikverket sedan några år tillbaka, där mognadsnivå har definierats, och organisationen har lärt upp i arbetssätt. Det är också bestämt att alla projekt ska levereras i modell. Dessutom finns flera interna projekt kopplat till standardisering och användandet av 3D-modeller. Trafikverket deltar också i flera nationella och internationella BIM-samarbeten och BIM-relaterade forskningsprojekt. Detta gör att Trafikverket har mycket kunskap om BIM, och vad som krävs för att säkerställa att användandet av modellen fungerar väl.

En väl integrerad modell kan bidra till ökad kvalitet och effektivisering av processerna, eftersom framskridande i projektet enklare kan följas. Det gör att det blir enklare att ta beslut över tekniklagen. Genom att hitta utmaningar och genomföra kollisioner tidigt, kan arbetet effektiviseras. Det visar erfarenheter från projektet vid Bane NOR i kapitel 6.7. Genom att använda modellen direkt för att göra en uppdatering för spår, slapp leverantören att utarbeta en formell leverans med en uppsättning ritningar och dokumentation. Det ledde både till mindre arbete för leverantören och möjligheten till mer frekventa uppdateringar för beställaren.

Även om användandet av modell ger många bra nyttor och fördelar, skiljer det sig i hur stor grad BIM har tagits i bruk som ett genomgående verktyg. Några orsaker är att modellerna i dag inte upplevs som tillräckligt bra för ett ämnesövergripande arbete. Olika filformat gör att allt inte visualiseras i tillräckligt god kvalitet i modellen, och det gör det svårt att orientera sig i modellen, och därmed också att granska direkt i modell.

I framgångsrika projekt där modellen har varit central och primär, har det varit stort fokus på informationsflyt mellan system. Om det inte fungerar, är det svårt att samordna all information. Det kan orsaka praktiska problem som att en aktör inte ser all information i sin modell, för att det är olika format i de olika ämnesområdesmodellerna. För att lösa denna problemställning utvecklade Statoil flera lösningar för att kunna samla information och data från system som ursprungligen inte kommunicerar. Det var ett stort, omfattande och kostsamt arbete, men det har varit viktigt för att få data att samspela. En enklare lösning är att ta till vara erfarenheterna med kommunikation mellan aktörer i Felles-projektet, där många bra erfarenheter är knutna till samordning av modeller. Byggherren och entreprenören tog där initiativ till gemensamma geomatikmöten för alla BIM-koordinatorer, så att man kunde diskutera svårigheter/utmaningar knutna till regel-bunden dataflyt. Geomatikmötena förs också fram som centralt av Bane NOR i Intercityprojektet. Genom att diskutera informationsflyt och informationssystem, kan man hantera problem innan det blir för stora problem.

I dag är det inga bra gemensamma standarder inom infrastruktur, därför är det viktigt att precisera vilka format som skall användas, genom IKT-avtal och handböcker. Flera av projektexemplen visar att handböcker och riktlinjer för modell och format har tagits fram. Det har varit viktigt för att sätta gemensam standard, och tydliggöra krav från byggherren. Det gör att leverantören vet vad som förväntas, och nya standarder eller versioner behöver inte byggas upp i varje nytt projekt. Det är också viktigt för att kunna involvera även mindre aktörer, och inte bara de största som driver sin egen utveckling. När alla använder samma utgångspunkt, är det också enklare att förstå varandras bidrag.

Fördelen med modell är att det enbart finns ett ställe att hitta och uppdatera informationen. Det betyder att det är en förutsättning att man har bra modeller som är visuella och orienterbara, och standarder eller öppna format, som gör att det är möjligt att dela information mellan flera parter. Med mer tillgänglig och transparent data möjliggör man en tryggare kvalitetssäkring under hela projektets gång, och man har möjlighet att samprojektera i samma modell.

7.1.1. Rekommendationer för teknik

Arbetet med BIM och 3D-modeller har kommit långt i Trafikverket, men det är fortsatt viktigt att också vidareutveckla informationssystemen samtidigt med utveckling av arbetsmetoder och överordnade grepp som stödjer användning av modell. Konkreta grepp kan vara:

- Utred frågeställningar för integrerat arbetssätt kopplat till informationssäkerhet och juridik utifrån förutsättningen moln-tjänster
- Fortsätt utvecklingen av gemensamma standarder
- Utveckla informationssystem och automatisering som stödjer användandet av modeller
- Ta fram tydliga krav, riktlinjer och handböcker för informationsinnehåll, leverans och användning (kvalitetssäkring, kontinuerlig uppföljning och visualisering etc.) av modell

7.2. Organisation: beställarrollen och upphandlingsstrategier

Som diskuterats i rapporten kan olika typer av kontrakt och upphandlingar stimulera nära samverkan mellan olika aktörer. IPD (Integrated Project Delivery) används framförallt i USA och bygger på ett tidigt samarbete mellan kunden, entreprenören och viktiga leverantörer som blir kontraktsparter. Ett riktpreis användes och alla parter delar på vinst eller förlust. På detta sätt kopplas IPD till en tydlig kostnadsbild över hela projektet där alla parter bär projektets kostnad under hela projektets gång. IPD använder både transaktions- och relationskontrakt. Relationskontraktet beskriver samarbetsavtalet, vilket minimerar transaktionskostnaderna genom att binda parter tillsammans i ett partnerskap för projektet. De kontraktsmässiga incitamenten belönar samarbetet samt stimulerar innovativa metoder för att hantera arbetet och spara projektkostnader. IPD fokuserar framförallt på hur man kan sätta upp ett samverkande arbetssätt mellan parterna.

ECI (Early Contractor Involvement) avser användning av entreprenörens kunskap och expertis i den tidiga designfasen av projektet för att öka byggbarheten. ECI syftar till att utveckla långsiktiga relationer mellan de inblandade parterna för att uppnå bästa värde. Samverkan blir därför en viktig komponent inom ECI kontrakt. ECI är en två-stepsprocess med två separata avtal, ett för konstruktionsstadiet och en för byggskedet. Sverige har nyligen börjat med ECI kontrakt inom infrastruktur men det finns mycket erfarenhet inom ECI från länder som England och Australien både inom anläggningsbranschen men också i andra byggprojekt som är väldigt komplexa.

OPS (offentligt privat samarbete) har använts i Nederländerna och England. Inom OPS tilldelas ett privat företag uppdraget att finansiera, bygga och under en längre tid driva en

offentlig anläggning. Trafikverket kommer att prova OPS i när framtid. Fördelen med OPS är att det finns mer incitament att utveckla bättre infrastrukturlösningar och projektförbättringar och ökning av effektiviteten.

BVP (best value procurement) är en upphandlingsmetodik som tittar på andra faktorer än bara pris, såsom kvalitet och kompetens, när man väljer leverantörer eller entreprenörer. I BVP väljs en entreprenör eller leverantör genom en process för att undersöka leverantörerna eller entreprenörerna innan en detaljerad projektplan görs.

Inom IPD, ECI och OPS använder man sig av kunskap från olika aktörer i byggprocessen för att kunna genomföra bättre byggprocesser, t ex konsulter, entreprenörer och leverantörer. IPD, ECI, OPS och BVP anses vara relevant för att få nå innovation genom att använda kunskap från olika parter tidigt i projektet och använda olika incitamentsstrukturer. Trafikverket arbetar idag med ett anpassat ECI och kommer att arbeta med OPS i framtiden. I komplexa projekt skulle Trafikverket kunna komplettera ECI med IPDs arbetssätt för samverkan mellan olika aktörer. Inom IPD finns riktlinjer för hur samverkan kan byggas upp, koordineras och organiseras mellan olika parter som en verksamhet kan dra nytta av. Som våra fallstudier och litteraturen visar är projekt-organisationen av stor betydelse för ett lyckat projekt. Därför blir det relevant att se över processen hur man väljer parter och leverantörer för komplexa projekt. Trafikverket skulle i detta kunna använda BVP för att förändra processen hur man väljer leverantörer och entreprenörer baserat inte bara på pris, utan framförallt på kvalitet och kompetens.

En utveckling av upphandlingsstrategier för att nå tydligare samverkan och mer fokus på innovation, kräver en genomgång av den totala beställarrollen. Genom att vara tydlig i sina krav, kan stödja leverantören att utnyttja sin fulla kapacitet och kompetens. Men för att få till detta, är det oerhört viktigt med en tydlig förståelse för ens egen roll, ansvar och uppgift, som tillägg till att aktörerna som ska arbeta tillsammans har en gemensam förståelse för hur de skall fungera väl tillsammans. Gemensamt för de projekterande som har goda erfarenheter med modellarbete och införandet av ett mer integrerat arbetssätt, var att alla parter har en förståelse av vad metodiken innebar, samt att byggherren som har satt tydliga krav på modellanvändande också är en pådrivande part för användandet av samhandling i projekten.

7.2.1. Rekommendationer för organisation

För att ta rollen som pådrivare för samhandling och därmed rollen som den förenande parten i utvecklingen, måste Trafikverket ha en tydlig förståelse för roller och fungerande processer.

- Genomgång av den totala beställarrollen, skapa tydlig förståelse för den egna rollen, ansvar och uppdrag
- Etablera arbetsprocesser som förankrar beställarrollen i hela organisationen.
- Komplettera ECI med IPD's arbetssätt för samverkan mellan olika aktörer
- Vidareutveckla succesiv samacceptans, för att öka engagemanget och flytta fokus från att bara tillgodose kravställningen till att bli mer innovativa
- Ta i bruk BVP för att förändra processen hur man väljer leverantörer och entreprenörer baserat inte bara på pris, utan framförallt på kvalitet och kompetens

7.3. Process: integrerat arbetssätt och metoder för samverkan

Trafikverket har fram till i dag mest arbetat med tekniksidan angående BIM, samt anammat ECI och succesiv acceptans för att uppnå mer samverkan. Med dessa grepp har man fokuserat både på grundläggande nivå (teknik) och på en överordnad nivå (organisation). Metoder för ett mer integrerat arbetssätt kan ses som kompletterande till de två nivåerna, genom att man kopplar de tätare samman till en helhet, och säkerställer effektivitet och samverkan genom hela projektprocessen.

Som komplement till standarder och riktlinjer, är det viktigt att underlätta och ta fram stöd för kommunikation mellan parterna. Det kan göras på olika sätt och i olika grad av integrering. BIM bidrar genom visualisering och integrering av information, något som tillsammans ger bättre beslutsunderlag och kan underlätta informationsflytet. Men digitalisering gör inte det av sig själv, som Bane NOR understryker; modellen är inte metoden!

Genom systematiskt integrerade arbetsmetoder, kan man få mer effektivitet och kvalitet och på så sätt lösa utmaningar så tidigt som möjligt. LEAN, Concurrent engineering, VDC och IPD, lägger alla vikt på att man ska hitta arbetssätt som bidrar till effektivitet och bättre kvalitet i produkten. Det finns flera gemensamma nämnare, till exempel att projektet arbetar tillsammans för att hitta den bästa lösningen, och att organiseringen görs så att kvalitetstapp över gränserna undviks i störst möjlig grad.

I exemplet från Fellesprojektet, blev det tydligt att geomatikmötena var ett viktigt arbetssätt för att få ett bra samarbete mellan aktörerna; det gjorde att det var enkelt att ta kontakt över gränserna, och teamet blev mer integrerat. Byggherren är koordinator vid dessa möten, och temat för mötet sätts utifrån vad som måste göras för att få modellen och dataflytet att fungera. Eftersom även entreprenören deltog i mötena fick denne förståelse för vad som var utmaningar i projekteringen och omvänt att projektörerna fick förståelse för hur entreprenörerna arbetar och vilka behov de har. Det medförde en bra diskussion mellan konsult och entreprenör kring problemställningarna. För bara några få år sedan var det ovanligt att konsulter faktiskt träffade entreprenören. Tack vare att parterna var bra integrerade och hade en bra kommunikation och informationsflyt, behövde de heller inte gå via projektledaren för att etablera kontakt över gränserna. Det gjorde det också möjligt att få testat saker innan de sändes ut på anläggningen.

I samBIM-projektet, som studerade flera fall knutna till BIM och ökad samhandling, fann man att användandet av BIM-modell i sig själv inte ökar samhandlingen. Intressanta iakttagelser gjordes och ett centralt resultat för samBIM, var att användandet av BIM som en integrerad del av olika processer- och samhandlingskoncept indikerar stora potentiella fördelar. Till exempel bidrog samlokalisering av projekteringsteam till att gruppen arbetade mer tillsammans som ett enhetligt team. Korta kommunikationslinjer och bättre möjlighet att fatta beslut där och då, öppnar för enklare samarbete och problemlösning på över ämnesområdesgränser. Fall där man testat varianter av ICE, visade tendenser på att projekteringstiden kunde kortas ned och att kvaliteten blev bättre på grund av färre fel i projekteringen. Det sista är emellertid inte verifierat, då de sista evalueringarna inte är färdigställda.

Genom att se till att leverantörerna arbetar mer systematiskt tillsammans, med utgångspunkt i en gemensam modell, gör också att beställaren kan följa upp och enklare ta del i utvecklingen

av projektet då man i större grad får tillgång till realtidsinformation, framför avrapporterad status.

Erfarenheten här så långt i Intercityprojektet och Bane NOR, är att det är värdefullt och effektivt för leverantörerna/projektörerna att jobba enligt arbetsmetoden Samtidig projektering (en variant av Integrated Concurrent Engineering). Men de ser samtidig att potentialen är större om också Bane NOR själva och andra beslutstagare deltar. Det stämmer överens med erfarenheterna från Statoil som såg att de fick ut mer potential när de aktivt deltog i arbets-sessioner tillsammans med sina leverantörer i Concurrent-sessioner, än om de inte deltar. Projekteringen kan fortsatt göras snabbare om metodiken används internt i ingenjörsguppen. Men om beställaren inte deltar, minskas möjligheten för snabba klargörande under projektets gång.

Erfarenheter kopplat till integrerat arbete, till exempel från Statoil, visar också på vikten av vägledning, krav och handböcker knutna till arbetsmetoder. Bane NOR ser i sitt forskningsprojekt Samtidig projektering, att en guide eller handbok som beskriver integrerat arbetssätt kan vara relevant, också för att tydliggöra roller och ansvar. Nye Veier har också tagit initiativ till att ställa krav på arbetsmetod i sina kontrakt, men har än så länge inte utvecklat några riktlinjer eller någon handbok i ämnet.

7.3.1. Rekommendationer för process

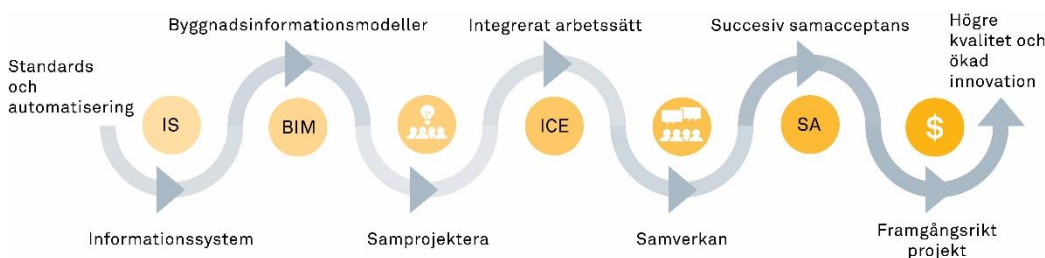
Integrerat arbete, samhandling eller samverkan, är alla begrepp som pekar på ett systematiskt samarbete där alla *tillsammans*, har ansvar för det övergripande resultatet. För att få till detta måste man arbeta systematiskt med processer.

- Etablera egna interna praxis och arbetsprocesser för integrerat arbete
- Ställ krav på integrerat arbete hos leverantörer
- Bedöm behovet att utveckla en handbok för integrerat arbete
- Ta initiativ till systematiska ämnesövergripande möten om informationsflyt och informationssystem i projekten

8. Hur teknik, process och organisation kan bidra till högre kvalitet och mer innovation i stora komplexa projekt

I stora multidisciplinära och komplexa projekt finns ett stort behov av en fungerande kommunikation, för att ta rätt beslut, i rätt tid. Det är tydligt att ökad samverkan är av stor betydelse och till och med nödvändig för att uppnå detta. Ökad samverkan ger samtidigt en ökad kvalitet och underlättar och ökar innovation. Av stor vikt är därför att använda verktyg som stödjer samverkan. Lika viktigt för att lyckas, är att säkerställa den digitala omställningen med förändrat arbetssätt, där behovet att öka delning av data är avgörande. Det innebär att begrepp som transparens, tillgänglighet och tillit blir viktiga att förhålla sig till. En förutsättning för att få till ett mer integrerat arbetssätt innebär också att de juridiska och affärsmässiga villkoren definieras.

Rapporten visar att det är viktigt att ha ett helhetsperspektiv för hur BIM, integrerade arbetssätt och samverkan hänger samman och är beroende av varandra. Det kan illustreras som nedan:



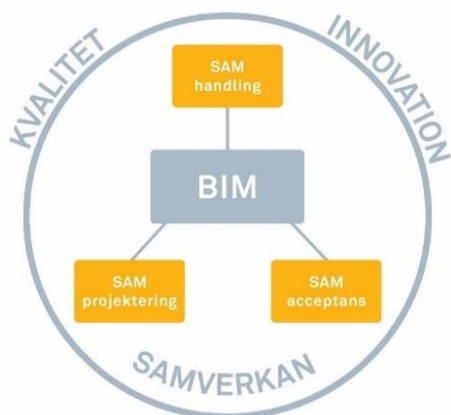
BIM, integrerade arbetssätt och samverkan hänger samman och är beroende av varandra

Här pekas det på standardisering och automatisering som bas för informationssystem och BIM-modeller. Med data och gemensamma informationsmodeller, kan man lägga grunden för samprojektering med utgångspunkt i samma modell. Det gör att man kan använda ett integrerat arbetssätt, som till exempel ICE för att arbeta tillsammans i modellen, och bereda för samverkan i projekt. Succesiv acceptans kan vara ett centralt instrument vid samprojektering och samverkan i projektet, och om dessa element genomförs väl kommer det att bana väg för framgångsrika projekt med högre kvalitet och ökad innovation som resultat.

8.1. Fortsatt arbete

Denna förstudie visar att det finns tre möjliga inriktningar som kan komplettera och utveckla Trafikverkets arbetssätt idag, för att nå ytterligare samverkan, effektivisera beslutsprocessen och ge ett mer transparent arbetssätt där beställaren kan vara mer delaktig. Som tänkbara lösningar, med BIM i centrum, föreslås digitala verktyg och processer som *samhandling* (processororienterat integrerat arbetssätt), *successiv samacceptans* (besluts- och ersättningsmodell) och *samprojektering* (modellorienterat integrerat arbetssätt). De här tre i kombination, antas ha stor potential att tillsammans skapa de effekter som eftersöks.

BIM utgör en premiss och en katalysator för innovation och kvalitet genom att knyta samman elementen teknik, process och organisation. Figuren nedanför visar hur BIM kan placeras i centrum för samverkan.



En figur på hur BIM kan placeras i centrum för samverkan

Genom att *samhandla* i aktivitets- och processtyrda arbetsmöten, vilka stödjer samverkan, där alla som behövs (både beslutsfattare och utförare) för att genomföra mötets mål, är tillgängliga, tillrättaläggs ett mer kommunikativt och sömlöst informationsflöde. Genom att osäkerheter och risker tydliggörs kan de minskas vilket resulterar i ett mer tillitsfullt och effektivt samarbete. Arbetssättet ger även förutsättningar för ökat engagemang från samtliga deltagare för projektets genomförande och dess lösningar. Metodiken är beskriven och uppstyrd för hela projektprocessen. Rapporten har visat att integrerad samverkan, *samhandling*, leder till bättre beslut och att mer tid och utrymme frigörs för innovation.

Att *samprojektera* i samma modell, som ständigt uppdateras och där beställaren hela tiden kan följa projektet innebär mer tillgänglig och transparent data vilket möjliggör en tryggare kvalitetssäkring under hela projektets gång.

Båda dessa arbetssätt lägger också grunden för en *successiv samacceptans* av del-leveranser där hela projektteamet är med att ta beslut. *Successiv acceptans* syftar till att effektivisera traditionell granskning och få högre kvalitet på handlingar. Samtidigt ger det leverantören en trygghet i att de är rätt ute i sin projektering. Till detta kan en ersättningsmodell kopplas, vilken säger att leverantören får betalt först vid godkänd delleverans, något som är viktigt för att säkerställa leverans i tid. *Samacceptans* innebär att hela teamet tar gemensamma beslut, vilket i sin tur bidrar till ett ökat engagemang med flyttat fokus från att bara tillgodose kravställning till att bli mer innovativa.

Samprojektering, Successiv Samacceptans och Samhandling kan tillsammans bidra till ett lyft inom process, organisation och teknik i Trafikverket. Därför rekommenderas att dessa områden, i en utredningsfas, studeras närmare var och en för sig. Därefter genomförs ett pilotprojekt där de studeras tillsammans i en samverkansmiljö. Eftersom dessa områden har ett särskilt stort värde i stora komplexa projekt är det rimligt att dessa studier görs i koppling till den typen av projekt och att det framtida arbetssättet tas fram särskilt för dem, men att Trafikverket därefter tittar på vilka delar och på vilken nivå arbetssätten kan ge ett värde även i de mindre projekten.

Referenser

AIA C191-2009

American Institute of Architects (2007). Integrated Project Delivery: A Guide. Version 1.

Bane NOR (2017): Intervju med Kristin Lysebo, ämnesområdesansvarig 3D, intercityprojektet.

Bosch, J. & P.M. Bosch-Sijtsema (2011). Introducing agile customer-centred development in a legacy software product line. *Software: Practice and Experience*, 41(8): 871-882.

Broschyr 2016, Stora projekts strategier på 10 minuter v 3.0, Trafikverket

Bråthen, K., Flyen C., Moland, L.E., Moum, A. Skinnarland, S (2016): SamBIM: Bedre samhandling i byggeprocessen med BIM som katalysator. Hovedrapport. Fafo-rapport 2016:40.

Bundgaard, K., Klazinga, D., & Visser, M. (2011). Traditional procurement methods are broken: can early contractor involvement be the cure?'. *Terra et Aqua*, 124(1), 25-30.

Dir 2009:75, Inrättande av den nya myndigheten Trafikverket, Kommittédirektiv.

Eadie, R., & Graham, M. (2014). Analysing the advantages of early contractor involvement. *International Journal of Procurement Management*, 7(6), 661-676.

Ekonomistyrningsverket, EVS, Rapport Digitalisering av det offentliga Sverige 2017 ESV 2017:13

Eriksson, P. E., Kadefors A., Karrbom Gustavsson T., Lind H., Olander S., (2013) Renodlad beställare – en förstudie Sveriges bygguniversitet, Chalmers, KTH, LTH, LTU i samverkan. TRV 2013/56184.

Hallgren, M., Häggblad, F. (2017). ECI & BIM: a multiple case study in the Swedish context. MSc thesis Chalmers University of Technology.

Hasselgren, B. (2016) PM om OPS och entreprenadformer Trafikverket 1 juni 2016.

He, Q., Wang, G., Luo, L., Shi, Q., Xie, J., Meng, X (online 2016). Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis. *International journal of project management*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.001>

Ibrahim, N. H. (2013). Reviewing the evidence: use of digital collaboration technologies in major building and infrastructure projects. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 18(3), 40-63.

ISO/DIS 19650, Organization of Information about Construction Works – Information-management using Building Information Modelling

Kadefors, A. and Eriksson, P.E. (2015), Forsknings-sammanställning Utökad Samverkan/Partnering, TRV 2014/50591, Trafikverket

Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D. och Ballard, G. (2006) A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process. CIFE Working Paper #WPO93, Stanford University, USA.

Kommittén om finansiering av offentliga infrastrukturinvesteringar, SOU 2017:13 Betänkande: *Finansiering av infrastruktur med privat kapital?*

Koskela, L. 1992. Application of the new production philosophy to construction. S.I.: CIFE, Stanford Univ.,CA,1992. Tech.report No. 72.

Kreider, Ralph G. and Messner, John I. (2013). "The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses". Version 0.9, September, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. <http://bim.psu.edu>.

Kristensen, E. Lind, & Schmidt A.N. 2001/2002. Paper 3: Lean Construction. Aalborg: Aalborg Universitet, 20012/2002.

Kunz, J. och Fischer, M. (2012) Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. CIFE Working Paper #WPO97, Stanford University, USA.

Lahdenperä, P. (2012). Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery. *Construction Management and Economics*, 30(1), 57-79.

Liikennevirasto (Finske Trafikverket) (2017): Intervju med BIM specialister och BIM utvecklare Timo Tirkonen, Tarmo Savolainen, Heikki Myllymäki och Laura Saarlo.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota way*. MC Graw-Hill.

Lindahl och EY (2017). *En svensk höghastighetsjärnväg – alternativa former för finansiering och samverkan* Trafikverket Slutrapport

Love, P. ED, O'Donoghue, D., R. Davis, P., & Smith, J. (2014). Procurement of public sector facilities: Views of early contractor involvement. *facilities*, 32(9/10), 460-471.

Mosey, D. (2009). *Early Contractor Involvement in Building Procurement*. Oxford, Wiley-Blackwell. Mosey, D. (2012). "Procurement for growth and savings." *Construction Law*: 17-19.

Parrot, B.C. and Bomba, M.B (2010). integrated project delivery and building information modeling, a new breed of contract. *PCI journal*, Fall 2010: 147-152.

Parsaei, H. R. och Sullivan, W. G. (1993) *Concurrent Engineering - Contemporary Issues and Modern Design Tools*. London: Chapman & Hall.

PAS 1192, PAS 1192-2, PAS 1192-3, PAS 1192-5. Delar av innehållet ska under 2017 fastställas som ISO-standard, ISO 19650.

Beslutslogg PR

Presentation framtagen av VO Investering, beskriver verksamhetsområdets arbete med renodlad beställare. <http://intranat.trafikverket.local/Aktuellt/Nyhetsarkiv/Nyheter---Aktuella/Nyheter/2016-december/investering/film-om-renodlad-bestallarroll/>

Projekt Förbifart Stockholms Rutinbeskrivning för Succesiv Acceptans E4FS 2012:0049

Rahman, M., & Alhassan, A. (2012). A contractor's perception on early contractor involvement. *Built Environment Project and Asset Management*, 2(2), 217-233.

Rahmani, F., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2013, November). The use of early contractor involvement in different countries. In *AUBEA 2013* (pp. 1-10). University of Auckland.

Rasmussen, S.G. (2016): Integrated Concurrent Engineering i Samferdselsprosjekter. Masteroppgave. Institutt for bygg, anlegg og transport. Norges naturvitenskapelige universitet.

Regeringskansliet Rapport 2017 *För ett hållbart digitaliserat Sverige – en digitaliseringsstrategi*

Regeringskansliet, Finansdepartementet (2016) *Nationella upphandlingsstrategin*, Inriktningsmål 5, 18-19.

Rosendahl, A. E. (2008). "Multidisciplinære team og oljeindustrien." magma Nr 6-2008.

Samuelsson, G., Klareld, A-S., Hellmer, E., En effektiv digital informationshantering, 2016.

Song, L., Mohamed, Y., & Abou Rizk, S. M. (2009). Early contractor involvement in design and its impact on construction schedule performance. *Journal of Management in Engineering*, 25(1), 12-20.

Statens Vegvesen (2017): Intervju med Thomas Aas

Sundvakt, I. & Hammarlund, S., Trafikverket Rapport (2014), *Regeringsoppdrag om innovationsupphandling* (2014:084)

Sörensen, V. (2016). "Hva er Best Value Procurement», seminar direktoratet for forvaltning og IKT, 14.januar 2016, Oslo.

T. Ringbom, Statskontoret (2015) *På rätt väg? - Uppföljning av Trafikverket och Transportstyrelsen* 2015:14

Trafikanalys (2015) *Analys av Trafikverkets förslag på forskning og innovation inom transportområdet 2016-2029*

Trafikverkets Handledning för Samverkan nivå hög TDOK 2016:0234

Trafikverkets regelverk Objektorienterad informationsmodell TDOK 2015:0181

Trafikverkets Riktlinje för Samverkan nivå hög TDOK 2016:0233

Trafikverkets Strategi för forskning och innovation TDOK 2011:314

Trafikverkets beställar- och upphandlarstrategi TDOK 2011:196. Är under revidering och planeras fastställas årskiftet 2017/2018. En riktlinje för samverkan hög för BAS-kontrakt är under framtagande.

Trafikverket Rapport *Regeringsuppdrag om innovationsupphandling* 2014

Trafikverksutredningen, (N 2008:06), Kommittéberättelse 2008:No6

Upphandlingsmyndigheten Informationsblad: *Innovationsupphandling – utvecklar din verksamhet* (2015)

Walker, D. H., & Lloyd-Walker, B. (2012, September). Understanding early contractor involvement (ECI) procurement forms. In *Twenty-Eighth ARCOM Annual Conference, Edinburgh* (pp. 5-7).

Vass, S., Gustavsson Karrbom, T.(2017) Challenges when implementing BIM for industry change. In *Construction Management and Economics*

Vejdirektoratet (2017) intervju med Rasmus Lynge Fuglsang

ViaNova plan och trafik (2017): Intervju med Torbjörn Tveiten

Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen, SOU 2012:39

Winner, R. I., Pennell, J. P., Bertrand, H. E. och Slusarczuk, M. M. (1988) The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition. IDA Report R-338. Institute for Defence Analyses, Alexandria, Virginia.

Wondimu, P. A., Hailemichael, E., Hosseini, A., Lohne, J., Torp, O., & Lædre, O. (2016). Success Factors for Early Contractor Involvement (ECI) in Public Infrastructure Projects. *Energy Procedia*, 96, 845-854

www.Kreativ.fi

Zidane, Y. J., Stordal, K. B., Johansen, A. och van Raalte, S. (2015) Barriers and Challenges in Employing of Concurrent Engineering within the Norwegian Construction Projects, *Procedia Economics and Finance*, 21, s. 494-501.

Zimina, D., Ballard, G., Pasture, C. (2012) Target value design: using collaboration and a Lean approach to reduce construction costs. *Construction Management and Economics*, 30 (5): 383-398.

Österberg, Emma Ek (2016) ”Marknadsidéer i själva verket, Trafikverket och den renodlade beställarrollen”, Södertörns högskola.

Öxnevad, K. I. (2000). The NPDT - The Next Generation Concurrent Design Approach. EuSEC 2000, Munich.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 411 04 Göteborg. Besöksadress: Kruthusgatan 17
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 99 97

www.trafikverket.se