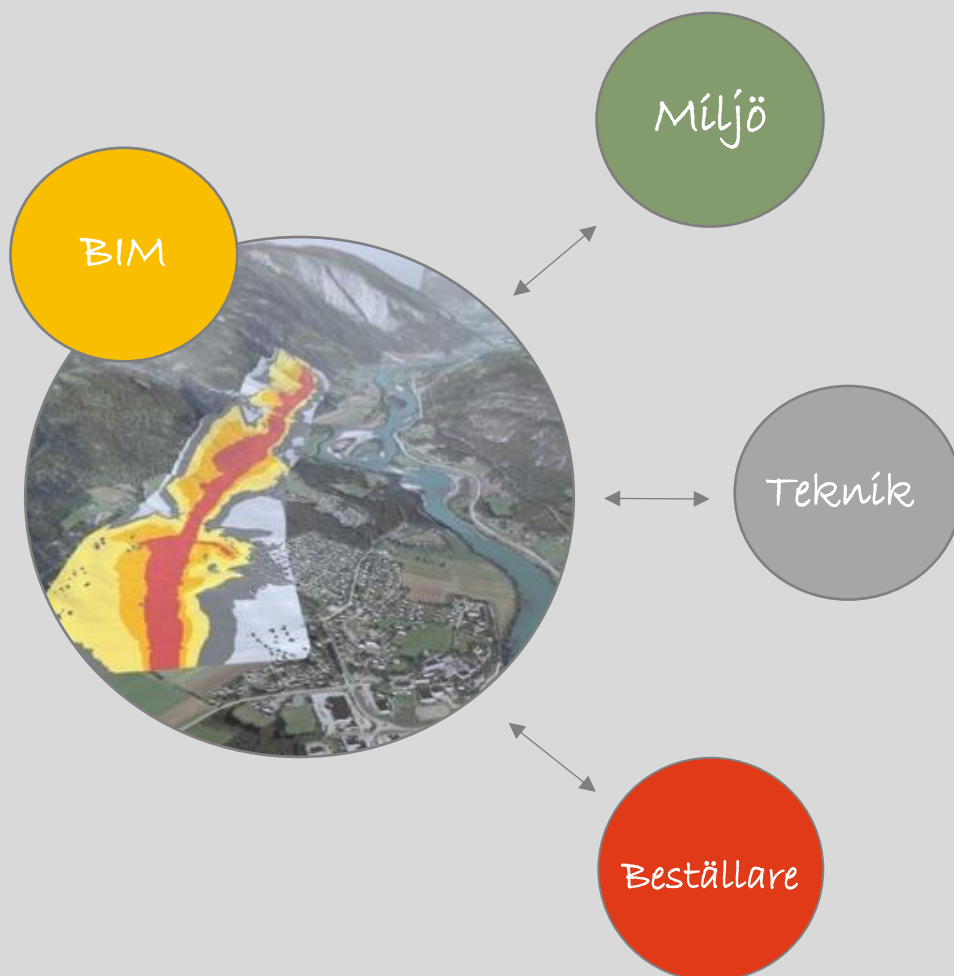


RAPPORT

Modellorienterat integrerat arbetssätt

- för bättre samverkan i komplexa projekt



Trafikverket

Postadress: 405 33 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Modellorienterat integrerat arbetssätt för bättre samverkan i komplexa projekt

Författare: Petra Bosch-Sijtsema, Susanne van Raalte, Jennie Carlstedt

Dokumentdatum: 2020-03-31

Ärendenummer: 6883

Version: 1.0

Kontaktperson: Susanne van Raalte

Innehåll

Sammanfattning	5
Disposition	5
1 Inledning	6
1.1. Syfte och mål	7
1.2. Fokus och frågeställningar	8
1.3. Teoretisk referensram	10
1.4. Avgränsningar	11
2 Projektgenomförande	11
2.1. Sammanställning av kunskapsområdet	12
2.2. Workshop.....	13
3 Sammanställning över modellorienterat integrerat arbetsätt	13
3.1. Modellen i centrum	13
3.2. Molnlösningar och sekretessbelagd information	16
3.2.1. Systemlösningar i molnet.....	17
3.2.2. Sekretessbelagd och hemlig information	18
3.3. Standardisering och öppna format.....	19
3.3.1. ISO 19650.....	20
3.3.2. Industry Foundation Classes (IFC) – ett öppet format.....	22
3.3.3. VDC – virtual design and construction och ICE – integrated concurrent engineering	23
3.4. Kvalitetssäkring	24
3.5. Juridik.....	26
3.6. Sammanfattning	26
4 Processer för modellbaserat integrerat arbetsätt	27
4.1. Upphandling och kontraktsmodeller	27
4.2. Kravställning.....	29
4.3. Drivkrafter för integrerade arbetsätt.....	30
4.4. Integrerade arbetsprocesser – Forskningsprojekt i Norge	33
4.4.1. SpeedUp.....	33
4.4.2. Samtidig projektering.....	35
4.5. Sammanfattning	37

5	Workshopen modellen i centrum	37
5.1.	För- och nackdelar med olika lösningar modellen i centrum	38
5.2.	Modellen i centrum och integrerade arbetssätt	41
5.2.1.	Tekniska förutsättningar.....	41
5.2.2.	Organisatoriska förutsättningar	42
5.2.3.	Processuella förutsättningar	43
6	Förutsättningar och rekommendationer för MIA och PIA.....	44
6.1.	Tekniska förutsättningar och rekommendationer	44
6.1.1.	Sammanfattning av tekniska förutsättningar.....	44
6.1.2.	Rekommendationer.....	45
6.2.	Organisatoriska förutsättningar och rekommendationer	46
6.2.1.	Sammanfattning av förutsättningar	46
6.2.2.	Rekommendationer.....	47
6.3.	Processuella förutsättningar och rekommendationer	47
6.3.1.	Sammanfattning av förutsättningar	47
6.3.2.	Rekommendationer.....	47
6.4.	Juridiska förutsättningar.....	48
6.4.1.	Sammanfattning av förutsättningar	48
6.4.2.	Rekommendationer.....	48
7	Slutsatser	49
8	Fortsättning	50
	Ordlista	51
	Bilagor.....	51
	Referenser.....	52

Sammanfattning

Projektet har avsett att tydliggöra nyttan, behovet och förutsättningar av att använda samordningsmodeller och ett integrerat arbetssätt. Studien syftade därmed till att ta fram en kunskapsbas genom att fördjupat undersöka integrerat arbetssätt. Kunskapsbasen har hämtats från en översyn av litteraturen, intervjuer med olika aktörer, en mindre enkät inom Trafikverket samt en workshop med leverantörer och beställaren om modellen i centrum. Projektet har kommit fram med en kartläggning och identifiering av nyttor för modell-orienterad projektering och integrerat arbetssätt.

Studien har även kartlagt olika förutsättningar inom teknik, organisation, process och juridik som behövs för att kunna arbeta med ett modellorienterat och integrerat arbetssätt. Studien avslutas med att lista tekniska, organisatoriska, processuella och juridiska rekommendationer för branschen och Trafikverket, för att möjliggöra en mer framgångsrik implementering av ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt.

Disposition

Rapporten är uppdelad i tre huvudsakliga delar. Inledningsvis, i kapitel 1, ges en bakgrund av området och projektets syfte och mål. I kapitel 2 beskrivs genomförande och metodik.

Efter bakgrund och projekt genomförande diskuterar rapporten en sammanställning utifrån resultat från genomförda intervjuer, en workshop och en enkätstudie samt omvärldsanalysen för modellorienterat arbetssätt (kapitel 3), processororienterat arbetssätt (kapitel 4), och en workshop (kapitel 5).

Sista delen av rapporten handlar om förutsättningar och rekommendationer för implementering av ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt i branschen och inom Trafikverket (kapitel 6). Rapporten avslutar med slutsatser (kapitel 7) och förslag på fortsättning och framtida forsknings-områden (kapitel 8).

1 Inledning

Bygg- och anläggningsbranschen står inför en fundamental omvandling med digitaliseringen som den drivande kraften. Med den nya digitaliseringsvågen i branschen ser man främst att nya arbetssätt och förändrade roller uppstår, vilka möjliggörs av digitala verktyg, som är nyckeln till framgång. Det är framförallt samverkan mellan nya arbetssätt och nya digitala verktyg som kan leda till en radikal förändring (Bygg 4.0 Albinsson, 2019). Ett digitalt informationsflöde genom ett projekt, vilket används av alla parter, med kreativitet, innovation och effektivitet som signum, är en av målbilderna. En central komponent i denna omvandling är BIM, (Byggnads Informations Modellerings), med utgångspunkt i ISO 19650. Kärnan i BIM utgörs av information. Digitaliseringen av information om anläggningen i hela dess livscykel utgår från informationsstyrningsprinciper för BIM¹. Det handlar om rätt information, som är rätt hanterad, i gemensamma processer för informationsöverföring och informationshantering.

Trafikverket, branschens största aktör, spelar en stor roll i denna förändring.

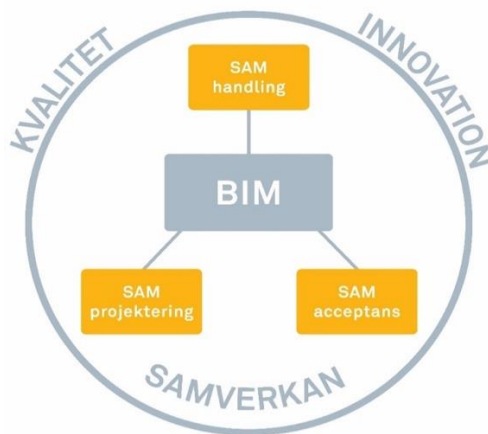
Projekt inom bygg- och anläggningsbranschen ökar i komplexitet och storlek, har alltmer beröring med kringliggande projekt och blir mer och mer specialiserade och internationella. Ökad komplexitet är känt som den främsta orsaken till att projekt misslyckas i att uppnå mål att leverera i rätt tid, till rätt kostnad och önskad kvalitet. Stor komplexitet innebär ofta även höga risker.

Det finns stora effekter att vinna med BIM och digitalisering kopplat till projekterings- och byggprocessen. BIM ses ibland som en katalysator för förändring (Bosch m fl. 2017). En styrd, kvalitetssäkrad och effektiv hantering av information om anläggningen kan rätt hanterat bland annat lämna ett ökat utrymme för innovation. Dagens arbetssätt, där samordningsmodellen till största del används för att visualisera projektet, behöver utvecklas för att ge plats för en effektiv, integrerad process som stödjer samverkan och kommunikation mellan projektets olika parter. Det finns en lång erfarenhet av integrerat arbetssätt inom exempelvis olja- och gasindustrin. För att uppnå bästa effekt av användandet av BIM visar forskningen (Bosch m fl. 2017) också att förändringar behöver genomföras med ett helhetsperspektiv som knyter samman teknik, processer och organisation.

Denna rapport grundar sig på en förstudie utförd våren 2017, *BIM, integrerade arbetssätt och samverkan - för ökad kvalitet och innovation i stora komplexa projekt* (Bosch m fl. 2017). Förstudien redogjorde för integrerade arbetssätt som Integrated Concurrent Engineering och Agila arbetssätt samt ett antal upphandlings- och kontraktsmodeller vilka stödjer samverkan. Ett integrerat arbetssätt uppstår ur en kombination av ett fungerande informationsflöde/informationssystem, en anpassad organisation, en planlagd arbetsprocess och samordningsmodeller.

¹ Principer för BIM innebär en informationsstyrning med grunden i objektifierad, strukturerad, och klassificerad information i objektorienterade informationsmodeller.

Resultatet från förstudien visar att olika lösningar och metoder, med syfte att få till en god samverkan i komplexa projekt, prövas i branschen. Det är tydligt att ökad samverkan är av stor betydelse och till och med nödvändig för att uppnå ökad kvalitet, samt att ökad samverkan underlättar och ökar innovationsgraden (figur 1).



Figur 1: Relationen BIM, kvalitet, innovation och samverkan (Bosch m fl. 2017).

1.1. Syfte och mål

Med detta projekt drar vi nytta av den utveckling som finns internationellt och kan analysera vilka kritiska komponenter som Trafikverket behöver gå vidare med. Resultatet bidrar till att ta fram ett framtida, mer effektivt och integrerat arbetssätt för bättre samverkan i anläggningsbranschen.

Projektet syftar därmed till att ta fram en kunskapsbas genom att fördjupat undersöka integrerat arbetssätt. Denna kunskapsbas föreslås ligga till grund för fortsatt forskning och utveckling inom området. Därmed kan förändringar föreslås i form av utvecklade processer och arbetssätt i projekterings- och byggfasen, utifrån ett helhetsperspektiv inom organisation, process och teknik. I förlängningen förväntas det ge ökad produktivitet, samverkan, kvalitet och innovation samt ett mer hållbart byggande.

Genom att lägga grunden och att skapa förutsättningar för att utveckla detta område, i kommande steg, med kravställning och kontraktsformer skapas möjlighet för effektivisering i samverkan med branschen, där Trafikverkets leverantörer bidrar till utvecklingen.

Det långsiktiga målet är att förändra Trafikverkets och branschens arbetssätt med BIM och mer integrerade arbetssätt, för att öka innovation, kvalitet och produktivitet och ett sömlöst digitalt informationsflöde. I längden förväntas det ge en positiv påverkan på tid, kostnad och innehåll, i komplexa projekt. Exempelvis genom möjlighet till ökad förståelse och bättre beslutsfattanden och bättre och mer innovativa designlösningar.

Målet för projektet är att hämta hem redan kända lösningar för att få kunskap, om BIM, kopplat till integrerade arbetssätt, både internationellt och inom Trafikverket. Mål inom tidsramen för projektet är följande:

- Kartlägga och identifiera viktiga nyttor och tekniska förutsättningar för modellorienterad projektering.
- Kartlägga och identifiera välfungerade aspekter för BIM och integrerade arbetssätt utifrån organisation, process och teknik baserat på branschens och Trafikverkets erfarenheter.
- Kartlägga och identifiera förutsättningar, inom Trafikverket, för att arbeta med BIM kopplat till ett integrerat arbetssätt.

Projektet avser att tydliggöra nyttan, behovet och förutsättningar av att använda samordningsmodeller och ett integrerat arbetssätt.

1.2. Fokus och frågeställningar

Projektet har fokuserat på två områden: dels ett modellorienterat integrerat arbetssätt, MIA och dels ett processororienterat integrerat arbetssätt, PIA. Frågeställningar som har behandlats i projektet är indelade utifrån respektive fokusområde.

Integrerade arbetssätt innebär att olika aktörer arbetar tillsammans, över gränser och även på distans. Det kan vara över ämnesområden, organisationsenheter 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 samordningsmodell, organisatorisk; som mellan kund och leverantör eller mer individuellt; som till exempel olika sätt att samarbeta på i projekt.

Att *arbeta integrerat* i samma objektorienterade informationsmodell, med ändringar gjorda i realtid möjliggör en smidig kvalitetssäkring och successiv uppföljning under hela projektets gång. Det görs genom ett sömlöst informationsflöde samt aktivitets- och processtyrda arbetsmöten, vilket stödjer samverkan och där alla (både beslutsfattare och utförare) som behövs för att genomdriva mötets mål, är tillgängliga. Osäkerheter och risker synliggörs och kan därmed minskas. Arbetssättet resulterar i ett mer transparent, tillitsfullt och effektivt samarbete och ger förutsättningar för ökat engagemang från samtliga deltagare för projektets genomförande och dess lösningar.

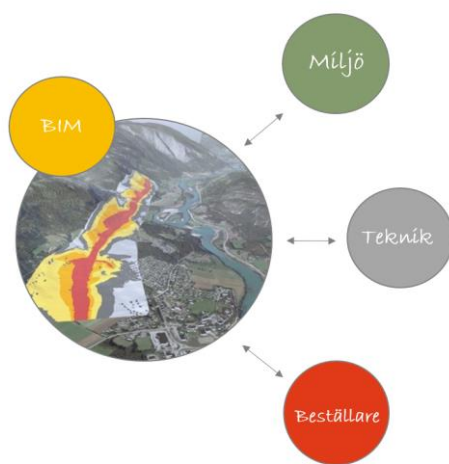
MIA Modellorienterat integrerat arbetssätt (modellen i centrum)

Utgångspunkten för ett integrerat arbetssätt utgörs av samordningsmodellen i projekteringen där varje teknikområde har en eller flera ämnesområdesmodeller som illustrerar deras del i den tänkta lösningen, exempelvis VA-ledningar eller brokonstruktioner. När dessa ämnesområdesmodeller ligger i samma samordningsmodell och projektering sker mot en gemensam modell, med uppdateringar i realtid, ges möjlighet till att i ett komplext sammanhang få ett helhetsperspektiv där teknik- och miljöspecialisterna från olika ämnesområden

samverkar och tillsammans kan hitta bästa lösningen (se figur 2). Med modellen i centrum ges en ökad förståelse för projektet i sin helhet. Vid samverkan mellan parter är detta extra viktigt då den gemensamma bilden är nyckeln för kommunikation och involvering.

Några övergripande frågeställningar som har studerats är:

- Vilka aspekter, vid modellbaserad projektering, identifieras som nödvändiga för att kunna använda modellen i centrum inom integrerade arbetssätt?
- Vilka tekniska förutsättningar behövs vid ett modellorienterat integrerat arbetssätt?



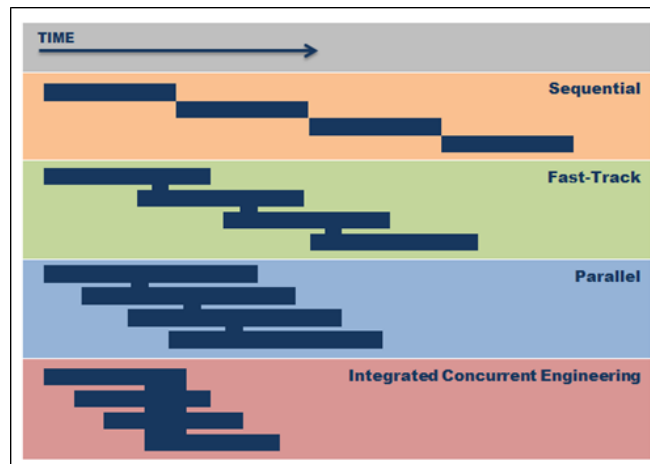
Figur 2: Samordningsmodell (BIM) i mitten och alla teknik- och miljöområden länkade till modellen.

PIA - Processorienterat integrerat arbetssätt (processen i centrum)

För att ur ett samverkansperspektiv bäst nyttja modellen behövs processer som definierar ett integrerat arbetssätt. Viktiga aktiviteter i dessa processer kan vara definierade flerdagarsessioner där representanter från alla parter i projektet deltar och arbetar tillsammans. Sådana arbetsmöten kan ge möjlighet till ändringar i realtid, beslutsfattande i stunden, minimering av risker och undvikande av konflikter. Detta arbetssätt har därmed stor positiv påverkan på tid, kostnad

Några övergripande frågeställningar som har studerats är:

- Vilka aspekter vid integrerade arbetssätt identifieras som förstärkande för samverkan?
- Vilka svårigheter finns det att uppfylla dessa aspekter?



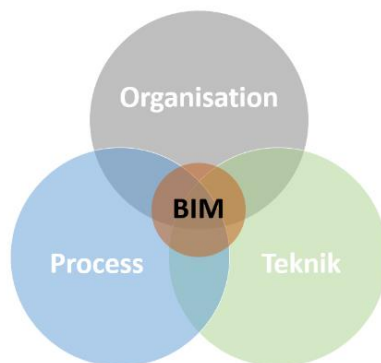
Figur 3: Process runt integrerat arbetssätt. Illustration baserad på Chachere (2009)

Förutsättningar för MIA och PIA

Utifrån en omvärldsanalys inom modell- och processororienterade arbetssätt för anläggnings-branschen har det studerats vilka möjligheter som finns för branschen och Trafikverket att arbeta med ett integrerat modell- och processororienterat arbetssätt för komplexa anläggningsprojekt. För att kunna svara på frågan undersöks förutsättningar för Trafikverket som beställare och vilka juridiska, tekniska, organisatoriska och processuella förutsättningar som krävs för ett modellorienterat och processororienterat integrerat arbetssätt.

1.3. Teoretisk referensram

Som teoretiskt ramverk har ett socio-tekniskt angreppssätt används. Socio-tekniska system (STS) i organisationsutveckling är ett tillvägagångssätt för att studera och analysera det komplexa samspelet mellan människor och teknik på arbetsplatser. Termen hänvisar också till samspelet mellan samhällets komplexa infrastrukturer och mänskligt beteende. Nya trender inom digitalisering har öppnat upp för diskussioner om till exempel att ompröva och omorganisera den projektbaserade industrin och utveckla nya metoder för samarbete och informationsutbyte mellan företag i byggprojekt. Ett sociotekniskt angreppssätt tar ett helhetsperspektiv som studerar samspelet mellan ny teknik men också förändrade beteende, normer och metoder. Synsättet betonar att båda systemen (teknologi och människor) måste vara gemensamt optimerade för att producera positiva praktiska resultat (cf. Leonardi and Barley, 2010). Med utgångspunkt i detta ramverk har BIM i centrum studerats utifrån tekniska, organisatoriska och processuella aspekter (se figur 4).



Figur 4: Samordningsmodellen studeras som helhet i samband med organisation, process och teknik (cf. Bosch m fl. 2017).

1.4. Avgränsningar

Sammanställningen inom kunskapsområdena och litteraturundersökningen har haft ett globalt perspektiv, men intervjuer har framförallt begränsats geografiskt till Skandinavien. Projektet fokuserar på komplexa projekt där BIM som arbetssätt krävts. Ytterligare avgränsning innefattar projekt som har ett större fokus på samverkan och ett mer integrerat modell- och processororienterat arbetssätt. Detta forskningsprojekt är ett begränsat projekt och resultatet ger en inblick och indikation i området, detta betyder att det är svårare att generalisera resultatet till hela branschen.

2 Projektgenomförande

Projektet har genomförts i flera delar: en omvärldsanalys, en workshop och ett enkätutskick.

Nedan beskrivs aktiviteterna inom ramen för respektive del. En fördjupning och beskrivning av resultat finns under egna kapitel. Omvärldsanalysen beskrivs i kapitel fyra och fem, workshopen i kapitel sex och enkätresultat i kapitel sju. Inom alla tre datainsamlingsmetoder efterfrågades följande aspekter:

1. Studera och analysera processer för att jobba med ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt
2. Identifiera hinder och drivkrafter för implementering av ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt
3. Identifiera organisatoriska förutsättningar för genomförande av ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt
4. Undersöka tekniska förutsättningar för modellorienterat integrerat arbetssätt (t.ex. IT-system, kompatibilitet med andra IT-system, osv), genom intervjuer med experter inom området

2.1. Sammanställning av kunskapsområdet

En sammanställning av kunskapsområdet inom modellorienterat och processorienterat integrerat arbetssätt genomfördes på flera sätt.

Litteraturstudie: Insamling av data genom att hämta hem kända lösningar, genomgång av forskning

Intervjuer och dialog: Insamling av data genom intervjuer och dialog (internt och externt) med fokus på ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt. Ett antal intervjuer med olika inriktningar genomfördes, t ex programvara/verktyg experter, BIM manager/ samordnare, säkerhetsexperter, och informationshanteringsexperter från både beställare, konsult och program-varuleverantör (totalt 15 intervjuer). Alla intervjuer spelades in och transkriberades om möjligt.

Internationella konferenser: För omvärldsanalysen har två konferenser besökts, en i Storbritannien och en i Norge, för att få en inblick i den utländska marknaden och hur de hanterar modellerna.

Forskningsprojekt: Fördjupade analyser i två norska forskningsprojekt som handlade om integrerad samverkan och att korta ner projektering och bygg-tiden: Projekt Samtidig Projektering, och SpeedUp Norge. I förstudien (Bosch et al., 2017) kom det fram att Norge har kommit långt med både samordningsmodeller och integrerade arbetssätt och därför valdes att titta närmare på två stora nationella forskningsprojekt inom detta område. Detta genomfördes genom intervjuer och studier av projektdokument. Intervjuer genomfördes med beställare (2st) och med teknikkonsultföretag (1st) i Norge.

Mindre enkät: En mindre enkät skickades internt inom Trafikverket. Enkäten syftade främst på att få en inblick i hur man använder modellerna inom pågående investeringsprojekt. Enkäten ställde frågor om hur man använder BIM modellerna, molnet och hur och om man genomförde kvalitetskontroll i pågående anläggningsprojekt. Från enkäten svarade 31 pågående projekt, vilka endast är ett fåtal av alla de projekt Trafikverket handhar. Enkäten ger endast en indikation i vissa projekt inom Trafikverket men ger ingen fullständig bild över alla pågående projekt. I enkäten användes olika komplexitetsnivåer (se Trafikverket Affärsstrategi 3.0) var komplexitetsnivå 1 står för låg komplexitet och nivå 5 för mycket hög komplexitetsnivå (se tabell 1).

Komplexitetsnivå per projekt	Antal projekt som svarade på enkäten	%
Komplexitet 1	1	3,2%
Komplexitet 2	4	12,9%
Komplexitet 3	2	6,5%
Komplexitet 4	9	29%
Komplexitet 5	15	48,4%
TOTALT	31	100%

Tabell 1: Antal enkätsvar från projekt inom olika komplexitetsnivåer

2.2. Workshop

Genom en workshop med leverantörer och Trafikverket har en dialog om frågeställningar med branschen förts, för att få ytterligare reflektioner om ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt. En workshop genomfördes med 24 deltagare varav 8 från Trafikverket och 16 projekterande leverantörer (konsulter) och tre personer som tog anteckningar (se tabell 2). Workshopen spelades in, post-it lappar samlades in och anteckningar av diskussionen genomfördes. Workshopen fokuserade på följande frågeställningar:

- Jämför de olika lösningarna för BIM-modellen i centrum
- Hur kan ”modell i centrum” stödja ett integrerat arbetssätt (ICE, VDC)?

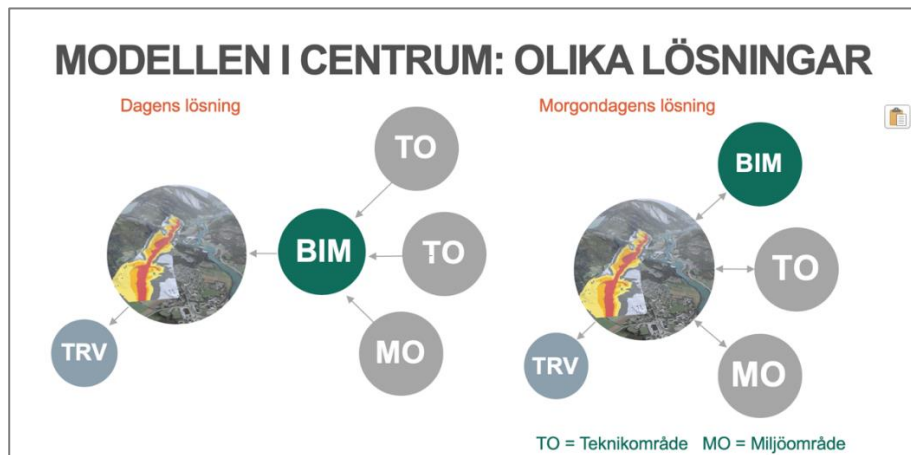
3 Sammanställning över modellorienterat integrerat arbetssätt

Sammanställningen av kunskapsområdet fokuserade på två aspekter, modellbaserad projektering och processer för modellorienterad projektering. I kapitel fyra diskuteras främst aspekter och erfarenheter relaterad till modellbaserad projektering och förutsättningar för att kunna hantera modellen i centrum.

3.1. Modellen i centrum

Från sammanställningen av kunskapsområdet och intervjuerna finns det i Sverige nästan inga komplexa anläggningsprojekt som har erfarenhet med att arbeta med en digital modell i centrum. Att arbeta med *modellen i centrum* avses här ett arbetssätt där alla projekterande discipliner jobbar direkt mot en och samma modell som kontinuerligt uppdateras i realtid. Från intervjuer med programvaruleverantörer finns det få tekniska hinder för att arbeta på ett mer realtidsbaserat modellorienterat sätt.

System som används, till exempel BIM360 och Novapoint Quadri, har en lösning som integrerar arbetsgruppen och använder en molnlösning för att kunna jobba med en gemensam modell som också kan uppdateras kontinuerligt. Dessa tekniska lösningar fungerar för ett mer integrerat arbetssätt och när man vill jobba med/mot en gemensam modell. I dessa lösningar jobbar alla mot en gemensam molnlösning eller en gemensam server var modellerna sparas och delas. Programvaruföretagen nämner, som sagt att det inte finns några tekniska begränsningar att arbeta med/mot samma modell utan att det mer är ett organisatoriskt och processuellt problem. För att kunna praktisera arbetssättet krävs det en tydlig arbetsprocess för hur man ska arbeta i en gemensam modell (vem gör vad, när, hur osv).



Figur 5: Modellen i centrum: olika lösningar, till höger är dagens lösning och till vänster är morgondagens lösning.

Man behöver en intern process för hur man ska jobba på detta sätt. I dagsläget finns oftast inte en sådan tydlig struktur och process på plats och därför bryter man oftast ut delar av modellen för olika aktörer och den finns oftast inte på plats och det blir då svårt att jobba inom samma modell. I dagsläget är det oftast olika teknikområden som jobbar med delar av modellen och där en modell-samordnare samlar modellen och jobbar mot molnlösningen eller servern. Dagens Lösning (vänstra bilden i figur 5) är en bild som visar mer hur an-läggingsbranschen jobbar med samordningsmodellen idag och hur ett team av BIM/datasamordnare kontrollerar alla ämnesområdesmodeller innan man lägger upp alla modeller i en gemensam modell. För att kunna ändra till ett arbetssätt med en gemensam modell i centrum där alla jobbar med och mot samma modell kräver det en omställning i hur man jobbar med modellerna i projekt. Från intervjuer och workshopen kom det fram att modellen i centrum är en morgondagens lösning (se figur 5 – höger bild), och som är en lösning där alla jobbar med och mot samma modell som oftast ligger i en molnlösning.

Om man arbetar med en gemensam modell blir det också viktigt att man använder tydliga standarder och en gemensam eller ett öppet format (t ex IFC) så att alla kan jobba med samma begrepp, strukturer och format. När alla teknik och miljöområden jobbar med en gemensam modell i centrum krävs det en struktur och lösning för hantering av nivåer av information i modellerna, exempelvis LOD och MMI. LOD – Level Of Development, är en hänvisning till tillförlitligheten för modellen. Level of Development förväxlas ofta med Level of Detail. Level of Detail är ett mått på mängden information som tillhandahålls. Level of Development är graden till vilken elementets geometri och bifogade information har tänkts igenom - i vilken grad projektgruppens medlemmar kan lita på informationen när de använder modellen. Oftast används olika nivåer av LOD för modellerna. LOD nivåerna är viktigt när man använder modellerna för kommunikation och koordinering mellan olika aktörer.

I Norge har man börjat med att använda MMI eller Mognadsmodellindex (Model Maturity Index), som beskriver graden av mognad för objekten i samordningsmodeller med hjälp av enhetliga sifferkoder, både vad gäller geometri och informationsinnehåll. Införandet av termen MMI syftar också till att motverka den rådande osäkerheten kring förkortningen LOD, som har flera och ungefärliga betydelser som exempel "utvecklingsnivå" eller "detaljnivå". MMI är främst en metod för kommunikation vid implementeringen av designen. Genom att planera när objekt i hela eller delar av strukturer ska ha ett visst värde på MMI, kommer det att vara möjligt att styra designprocessen på ett sätt som är mer i linje med ett en gemensam modell i centrum. I Norge används MMI (se figur 6) främst för husbyggnad och bara för byggskedet, men man arbetar fram ett MMI för infra för respektive fas som skulle vara klart under hösten 2019. Inom Trafikverket har man också börjat titta på MMI för infra som kan användas för alla faser. MMI är en viktig aspekt för att öka effektiviteten och möjligheten att kunna jobba med en modell i centrum (morgondagens lösning).



Figur 6: MMI - mognadsmodellindex² (2018)

I dagsläget jobbar en del projekt med olika LOD nivåer, men användandet av MMI nivåer är ännu inte så utbrett. Det finns heller inga krav från offentliga beställare att arbeta med LOD eller MMI som standard eller ett gemensamt format som IFC inom anläggningsbranschen. Mognaden och kunskap för att jobba med samordningsmodeller skiljer sig mellan olika aktörer i anläggningsbranschen jämfört med byggbranschen. För att få en inblick i några anläggningsprojekt från Trafikverket och hur de jobbar med modellerna genomförde vi en kortare enkät.

Modell användning inom Trafikverket

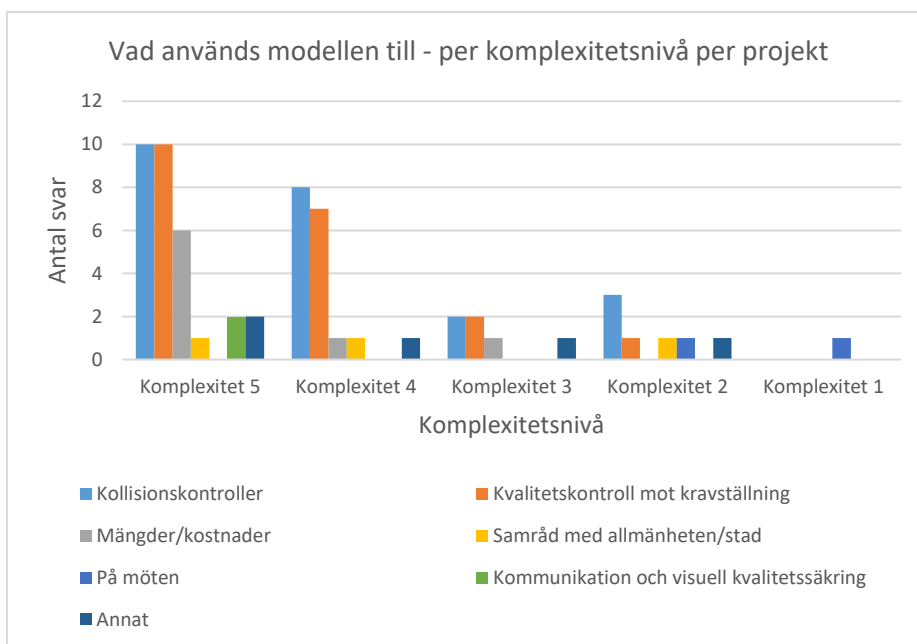
Från en kortare enkät, med svar från 31 investeringsprojekt i Trafikverket (alla med krav på BIM), ges en indikation av hur modellerna används i projekt med olika komplexitetsnivåer. Användning av modellerna är olika i de 31 projekten, men generellt använder de flesta modellen främst till kollisionkontroll och kvalitetssäkring mot kravställning (se tabell 2). BIM användningen inom Trafikverket framgår även i större mätningar, gjorda under 2016-2018. De är inte kopplade till resultaten från den här mindre enkäten.

² <https://www.arkitektbedriftene.no/arkitektbedriftene-rif-og-eba-med-felles-mmi-veileder>

Vad används modellen till?		
	Antal	%
A. Kollisionskontroller	23	36%
B. Kvalitetskontroll mot kravställning	20	32%
C. Mängder/kostnader	8	13%
D. Annat: specificera vad	12	19%
TOTALT	63	100%

Tabell 2: Enkät svar på frågan: Vad används modellen till i ert projekt? Data från 31 projekt.

När vi jämför de olika komplexitetsnivåerna med hur modellen används, ser vi att komplexa projekt använder främst kollisionskontroller, kvalitetskontroll och mängder/kostnader (se figur 7). Några svar som specificerades ytterligare (under annat) var: samordning av projektering och produktion; teknisk kontroll; visualisering, beräkningar, entreprenad, planering, underhåll, rivning osv; samt att systematiskt generera likartad information som kan användas till generering av tabeller och ritningar.



Figur 7: Enkät svar på frågan: vad används modellen till klassificerad per komplexitetsnivå per projekt. Data från 31 projekt

3.2. Molnlösningar och sekretessbelagd information

För att kunna jobba mer integrerat så krävs det att olika parter kan dela information med varandra på ett sådant sätt att man kan se alla uppdateringar i realtid. För att gynna samarbetet mellan olika företag, discipliner och IT system finns

det en möjlighet att använda molnlösningar. En molnlösning är IT-tjänster som tillhandahålls över Internet. Fler och fler företag använder molnlösningar internt eller inom bygg- och anläggningsprojekt för att dela och spara information och data över internet (molnet). Det finns olika typer av molnlösningar, vissa företag har ett eget moln (internt), andra köper in en molntjänst från en leverantör. För anläggningsprojekt finns båda lösningar men en extern lösning där molnet har en server som är placerat hos tredje part har blivit vanligare inom branschen. Programvaruleverantörer levererar idag stora systemlösningar som används inom den svenska anläggningsbranschen. Dessa kan inom systemet även leverera en molnlösning med en server som är placerad vid ett internationellt företag eller en server som är placerat hos tredje part. För anläggningsbranschen och offentliga beställare blir det svårare att ha kontroll över data som ligger hos en tredje part och därför är det relevant att diskutera molnlösningar och säkerhet.

3.2.1. Systemlösningar i molnet

Många system som används i Sverige inom bygg- och anläggningsbranschen, använder molnlösningar som Autodesk BIM360, Trimble Novapoint Quadri, Microsoft Sharepoint Cloud, Infrakit Cloud osv. Enligt programvaruleverantörerna har vissa av dem sina moln i Europa men inte alla, men inom de närmast åren kommer det finnas europeiska moln för de flesta systemlösningar. Den fysiska/geografiska platsen och egendom av molnet blir då viktiga frågor speciellt när det handlar om data som är sekretessbelagd. Den här frågan har också ställts till Trimble och Autodesk som har egna moln som ligger i Europa. Trimble – Novapoint har en server som ligger i Norge och man använder en molnlösning för att skicka data till den servern. Autodesk har sin server i Europa (inte Skandinavien). När vi diskuterade frågan hur amerikanska företag hanterar den data som lagras i molnet så svarade Trimble följande:

”Vi lagrar ingen data - Trimble lagrar ingen data. Det är vår tekniska lösning, för de som har köpt den här programvaran, som lagrar data. Däremot så säljer vi en tjänst där vi kan ta hand om lagringen, men den ligger hos ett annat företag - som också är ett stort databasföretag och deras servrar står i Norge”.

I intervjuer med Trafikverket så kom det upp två lösningar med molnet. Antingen så har man någon form av succesiv uppföljning för att kunna gå in i modellen i externa molntjänster och sen när produkter levereras till Trafikverket lagras allting internt. Sedan slutet av förra året (2019) har Trafikverket dock förtydligat att molntjänster som kräver registrering av enskilda användare inte är tillåtet. Trafikverkets krav på leverans av filer (och inte bara modeller) försvårar också användningen av externa molnlösningar.

Den andra möjligheten är att man använder en intern lösning inom Trafikverket såsom PDBi (Projectwise) från Bentley. Den används idag och innebär att man lagrar alla modeller i Trafikverkets egen servermiljö. Här kan Trafikverket och leverantörer gå in och hämta ut data direkt. Filerna ligger därmed inte lokalt på leverantörens servrar utan hos Trafikverket, i ett svenskt statligt moln. Detta är ett system som Trafikverket har jobbat med under ett antal år och som fungerar utifrån regelverk och kvalitetssäkringsprocessen. En viktig punkt som lyfts upp av flera är att systemet inte kan integreras med exempelvis Autodesk Revit. I

vissa delprojekt inom t ex Ostlänken, jobbar man redan direkt mot Trafikverkets egna PDBi. Det finns alltså lösningar inom systemet som skulle kunna stödja ett mer integrerat arbetssätt men de har inte använts och är låst i programvaran.

En konsult berättar om hur de jobbar inom systemet:

”Just nu jobbar vi veckovis med BIM – varje tisdag – varje teknikgrupp gör en uppdatering på torsdagar och man vet detta på fredag – tydlig modellcykel. På fredag jobbar vi då med BIM samordning för projektet och där kravställer och granskar vi en gemensam samordningsmodell för vår sträcka – och vi gör detta veckovis och vi gör också successiv granskning av olika delar. Projektet är stort och vi har ungefär 300 projektmedlemmar, och +/-250 olika modeller, då kan vi inte granska allting men vi gör då detta successivt och ger feedback per teknikgrupp successivt”.

I den tidigare nämnda enkäten inom Trafikverkets investeringsverksamhet, som endast skickades till BIM, modell-, datasamordnare, efterfrågades hur många projekt som arbetar mot/med en extern molnlösning. En extern molnlösning betyder i här att en leverantör står för molnlösningen och beställaren loggar in i molnlösningen. Svar kom in från 31 projekt och som endast kan ge en indikation i hur omfattande extern molnanvändning är. Frågan om hur många projekt använder en extern molnlösning gav svaret att få investeringsprojekt använder en extern molnlösning (bara 5 projekt). Projekten som anger att de jobbar med en extern molnlösning har olika komplexitetsnivå (2, 4 och 5). För projekt på nivå 4 och 5 används systemen BIM360, Trimble, och ArcGISonline. För projekt med komplexitetsnivå 2 användes mer Easy Access och Sharepoint.

En annan punkt som har kommit upp är att alla programvaruleverantörer (Trimble, Autodesk och Bentley) kräver en inloggning för att komma åt deras system eller viewers. Det kan vara bekymmersamt för statliga beställare då man även hanterar känslig information. Det kan också uppstå tekniska problem med bland annat brandväggar. Statliga beställare har ofta höga krav på säkerhet som också kan göra det svårt för deras personal att logga in i systemen. Med hjälp av den tidigare nämnda enkäten, till Trafikverkets investeringsprojekt, efterfrågades hur många projekt som kräver inloggning för att komma åt modellerna. Mer än hälften (19 svar) svarade att de behöver logga in för att komma åt modellerna och 12 svarade att de inte behöver göra detta. Det skiljer sig mellan projektens komplexitetsnivå. Program-varan som används i de mindre komplexa projekten behöver ingen inloggning, men de mer komplexa projekten har ofta en blandning av programvaror som kräver inloggning för att komma åt modellerna.

3.2.2. Sekretessbelagd och hemlig information

Sekretess vad gäller information och data är något som också kom fram i intervjuerna. De system, som nämndes tidigare, har mycket fokus på öppenhet och transparens för att stödja ett mer integrerat arbetssätt, men utifrån sekretessfrågan behöver man ibland släcka eller ta bort delar i modellen. När man diskuterar sekretessbelagd information, så är det möjligt att ha vissa delar i molnet

och andra delar separat men då är detta beroende på företaget som beställer och äger data och deras policy över hur de vill filtrera data.

När man jobbar med flera olika molnlösningar, t ex. BIM360 Cloud, Novapoint Cloud eller Sharepoint Cloud, från flera programvaruleverantörer är det fortfarande inte helt enkelt hur man integrerar de olika lösningar i molnet. Här behöver man se över API och standarder för att kunna dela attributet, objekt och data mellan olika moln. Enligt programvaruföretagen behövs en diskussion om hur man på bästa sätt skulle kunna lösa detta rent tekniskt sätt.

Inom Trafikverket är ungefär 80% av den tillgängliga informationen så kallad öppen information. 15% är sekretessbelagd information som är känslig och begränsad och cirka 5% är hemlig, säkerhetsskyddad information som är av stor betydelse för Sveriges säkerhet. När man jobbar med olika typer av informationsklassning ställer detta krav på hur leverantörer kan jobba med information och molnlösningar. Inom Trafikverket är det bestämt att endast ej känslig information får lagras i molntjänster – vilket betyder att det är öppen information. Hur man hanterar molnlösningar är under utredning inom Trafikverket. Användning av molntjänster inom anläggningsprojekt är också en juridisk fråga men även en politisk fråga i termer av hur vi ska säkerställa myndigheters känsliga och sekretessbelagda information.

Många som intervjuades berättade att det fanns stor otydlighet runt frågorna om molnet och det inte var helt klart vad man får och inte får göra. Andra lyfter upp egendom av data och leveranser och frågar sig när ägandet av handlingar går över till Trafikverket?

När har vi rätt att bestämma över de här? Vi har ju våra regelverk som ju våra leverantörer ska uppfylla men om nu en entreprenad anser att de uppfyller den här reglerna när de lagrar i Autodesk 360 – BIM 360 moln, har vi rätt att ifrågasätta det?

Det inte bara molntjänster som lyfts upp, utan även informationshantering mellan olika IT-system och mellan olika företag, framförallt hur man ska hantera och dela information mellan beställare och olika leverantörer. Här kommer också IT-säkerhetsfrågorna in. Man kommer att hantera mer och mer information från andra och då behöver man undersöka hur man delar information mellan olika aktörer.

3.3. Standardisering och öppna format

Standardiserade och öppna format blir viktigt när man jobbar med en gemensam modell i projekt och framförallt om man har ett integrerat modellcentrerat arbetssätt. Organisationen BIM Alliance Sverige diskuterar standardisering utifrån tre aspekter: begrepp, datamodeller och process. Standardisering och öppna format stödjer utvecklingen av gemensamma begrepp så att alla aktörer ska tala samma språk. Med neutrala och öppna format för datamodeller kan system och aktörer utbyta information entydigt. Det behövs också gemensamma processer för informationsleveranser och arbetssätt.

För att kunna använda modellerna i hela branschen, över företagsgränser, i byggfasen och förvaltning är standarder och öppna filformat viktiga komponenter. I detta avsnitt, om standardisering och öppna format, diskuteras ISO 19650 standarden, IFC:s öppna och neutrala filformat och en trend inom de nordiska länder som har blivit mer och mer en gemensam metodik som kallas VDC (Virtual Design and Construction).

3.3.1. ISO 19650

I vissa länder har man satsat på specifika standarder och filformat som exempelvis i Norge, Storbritannien och Finland. Storbritannien har varit tidigt ute med nationella standarder för BIM men de går just nu över till den nya internationella ISO³ 19650 standarden. De gör detta för att få en gemensam terminologi, struktur, och data input för alla projekt. ISO 19650-standarden är en internationell standard för att hantera av information över hela livscykel med hjälp av byggnadsinformationsmodellering (BIM). I 2018 publicerades de första två internationella standarder ISO 19650-1/2:

- ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling -- Information management using building information modelling: Concepts and principles
- ISO 19650-2: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling -- Information management using building information modelling: Delivery phase of the assets
- ISO/DIS 19650 part 3 är under utveckling – Operational phase of assets
- ISO/WD 19650 part 4 är under utveckling – Information exchange
- ISO/FDIS 19650 part 5 är under utveckling - Security-minded approach to information management

ISO 19650 skapar förutsättningar för att lägga grunden för en gemensam informations-styrning och samverkan ses som centralt för effektiva leveranser som bland annat leder till högre kvalitet, tillvaratagande av kompetens och erfarenheter. Ett kollaborativt sammanhang kräver ömsesidig förståelse, tillit och en högre nivå av standardiserade processer.

Inom Storbritanniens ligger fokus på hur ISO standarden förhåller sig till den standarden som Storbritannien använde innan. UK BIM Alliance med BSI (British Standards Institution) och CDBB (Center for Digital Build Britain) utvecklar riktlinjer för att stödja individer och organisationer i Storbritannien för att förstå de grundläggande principerna för att bygga informationsmodeller enligt ISO 19650 Del 1 och 2. ISO 19650-serien framställs över tid och del 3, 4 och 5 utvecklas fortfarande. Inom Storbritannien ersätter ISO-19650 del 1 och 2 de tidigare standarder BS 1192: 2007 och PAS 1192-2: 2013.

³ ISO = International Standard Organisation

Storbritannien leder arbetet och en del av ISO standarden utgår från tidigare standards inom Storbritannien.



Figur 8: Information management in the context of broader management system (ISO 19650-1). AIM: Asset Information Model; PIM: Project Information Model, A: Start of delivery phase, B: progressive development of design intent model into the virtual construction model and C: End of delivery phase.

För att förbättra samarbetet måste tydligt definierade ansvarsområden i relation till aktiviteter och informationsleveranser förstås av alla parter. ISO 19650-serien föreslår två typer av ansvarsmatriser:

1. Informationshanteringsaktiviteter - En ansvarsmatris för att tilldela parter, i en lista över funktioner/aktiviteter för informationshantering.
2. Informationsleveranser - En ansvarsmatris för informationsleveranser mot de obligatoriska informationsutbytesstegen.

För att möjliggöra samarbete i en samverkansmiljö så rekommenderas att information produceras i enlighet med ISO 19650-2. En gemensam datamiljö (CDE) med ett styrt och kontrollerat arbetsflöde bör enligt standarden implementeras för att tillgängliggöra informationen (19650-1: 11 Managing the collaborative production of information).

Genom att arbeta enligt ISO 19650 kan den gemensamma datamiljön, med ett arbetsflöde, möjliggöra utvecklandet av en sammanlänkad (federated) informationsmodell som omfattar modeller från olika ansvarsområden. Identifierade ansvarsområden är: *appointing party* (uppdragsgivare) som oftast är beställaren eller den som äger projektet; *lead appointed parties* (huvudleverantörer) och *appointed parties* (underleverantörer) som ansvarar för att samordna information mellan de olika parterna. De olika parterna är:

- *appointing party* (beställare)
- project team (projektgrupp)
- delivery team (projekteringsgrupp)
- task team (arbetsgrupp)

Säkerhetsfrågor och informationskvalitet bör tas i beaktande. ISO 19650-1 ger input till uppdelning i status på arbete, status arbete pågår (work in progress), delas (shared) och publiceras (published) samtidigt som informationen även arkiveras kontinuerligt.

ISO standarden är känd hos vissa företag och Svenska BIM Alliance har börjat att ta upp en diskussion om den nya ISO standarden. Men standarden har annars inte diskuterats mycket i Sverige. Inom Trafikverket har man jobbat delvis med den nya ISO standarden och en del av deras informationshanterings-tänk, är baserat på brittiska systemet som också är basen till den nya ISO standarden. Till exempel har Trafikverket tagit ett samlat grepp om anläggningsdata som är baserat på den nya ISO 19650 standarden. Men ISO 19650 har inte implementerats i Trafikverkets investeringsprojekt. Enligt Trafikverket kommer de självklart följa standarden över tid. I undersökningen kom det fram att vissa regeringar och ministerier i ett antal europeiska länder har sagt att de ska jobba med ISO 19650 standarden, men svenska regeringen och myndigheter har hittills inte gjort det.

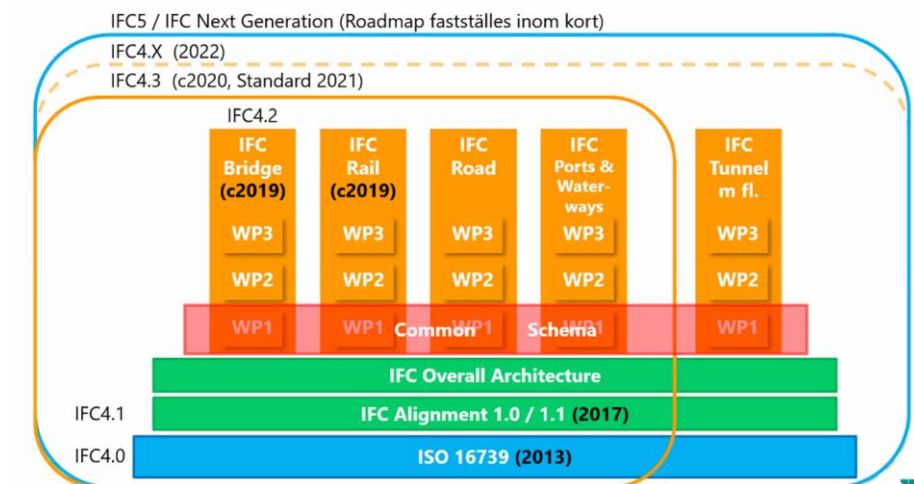
3.3.2. Industry Foundation Classes (IFC) – ett öppet format

IFC, Industry Foundation Classes (buildingSMART, 2016) är en öppen och neutral standard för BIM som syftar till att överbrygga klyftan mellan olika discipliner inom samhällsbyggnadsbranschen. IFC är ett öppet format som inte kontrolleras av en leverantör eller grupp, utan används av branschen för att dela data oavsett vilken programvaruplattform de använder. Det är ett objektbaserat filformat med en datamodell utvecklad av den internationella organisationen buildingSMART.

IFC är registrerat som en officiell internationell standard: ISO 16739-1:2018 och har använts i branschen ett bra tag. Det finns två stora utmaningar för IFC: (i) IFC har tidigare fokuserat specifikt på byggnader och har därför begränsat stöd för infrastrukturelement, (ii) Informationsutbytet syftar huvudsakligen till att beskriva byggfasen (Floros et al., 2019). Under hösten 2019 har IFC Infra (road och rail) publicerats som stödjer infrastruktur (buildingSmart, 2019). Det finns få projekt som har testat detta i realtid.

Inom buildingSMART arbetar man nu med en IFC standard för infrastruktur. I en av standardiseringsgrupperna; Infrastructure Room eller InfraRoom har man för avsikt att utöka IFC-schemat för användning inom anläggnings-projektering (se figur 9). Sverige och Trafikverket är med i denna standardiseringsgrupp. Under 2018 skapades en ny standardiseringsgrupp för järnväg, RailRoom, som först grupperad under Infrastructure Room och har som uppgift att driva fram delar i IFC5 för järnväg. Trafikverket är medfinansiär och aktiv deltagare i projektet⁴.

⁴ <https://www.bimalliance.se/om-oss/nyheter/2018/180425-tekniska-radet-paris-rail-room/>



Figur 9: IFC Infra Roadmap (2020).

En viktig förutsättning för att kunna jobba mer integrerat och för Trafikverket att kunna hantera modellerna och filerna är att jobba i standardiserade format eller öppna format. Trafikverket ställer mer och mer krav på IFC format (öppet format), men detta gäller inte för alla projekt och många projekt arbetar man med flera olika format. Programvaruleverantörerna antyder att öppna format och filformat generellt fortfarande är en stor utmaning i branschen och att man inte har ett lätt sätt att utbyta data med varandra och det innebär även att det även är svårt att få olika programvaror och system att arbeta med varandra.

3.3.3. VDC – virtual design and construction och ICE – integrated concurrent engineering

VDC (virtual design and construction) är en arbetsmetodik för hur ämnes-områdesmodeller kan användas och hanteras, det för att främja och stötta projektets mål och framgångs-kriterier. Arbetsmetodiken är utvecklad av Stanford University, USA, CIFE (USA) (cf Khanzode et al., 2006; Kunz & Fischer, 2012). Med VDC kommer en rad metoder och verktyg som stöttar arbetet med modeller bland annat Bigroom/iRoom och Integrated Concurrent Engineering (ICE).

I Norge till exempel har många certifierat inom VDC. Stanford har gjort ett utbildningspaket tillsammans med NTNU för att utföra certifieringar och ett antal företag erbjuder utbildningar inom VDC och ICE. I Norge ställer en offentlig beställare inom infrastruktur, Nye Veier krav på VDC certifiering i flertalet av deras komplexa vägprojekt. Också i Sverige ser man fler och fler företag som satsar på en utbildning och en VDC certifiering. VDC används främst i Norden och i mycket mindre omfattning i andra europeiska länder och USA. Fler och fler utbildningar i Sverige (universitets- och högskoleingenjörs-utbildningar) undervisar om öppna format och standarder men också VDC och olika arbets-sätt för projektering som ICE och andra Lean-inspirerade metodiker.

3.4. Kvalitetssäkring

Kvalitetssäkring och kvalitetskontroll har kommit upp som en viktig punkt i studien, för alla aktörer. Kvalitetssäkring anses som ett proaktivt arbetssätt för att få in kvalitet i leveranserna och IT-systemen genom att använda en tydlig metodik och verktyg. Kvalitetssäkring görs genom mottagnings- och kvalitetskontroll av leveranser. Kvalitetskontroll kan definieras som kontroll och testning av struktur och ämnesinnehåll i dokument och modeller.

Programvaruleverantörer skiljer mellan kvalitetssäkring av modellen för kollisionkontroll som erbjuds av många, men kollisionkontrollen ger oftast ingen funktionskvalitetskontroll (innehåll eller design) – förutom i verktyget Solibri som kan göra detta till viss del. För att kunna hantera kvalitetskontroll av funktioner är man beroende av ett tydligt regelverk. Det är därför viktigt att även titta på olika typer av kravställningar för att kunna hitta metoder för en mer regelstyrd kvalitetssäkring.

Vad gäller kollisionkontroll (kollisioner mellan objekt) är det viktigt att kunna följa upp hanteringen av kollisioner. Det görs inte alltid på ett bra eller metodiskt sätt. En kontinuerlig process i ärendehantering kan stödja. Den möjligheten finns inom BIM360 men används inte av alla. I flera intervjuer kom det fram att det till viss del finns tekniska möjligheter för kvalitetskontroller, men att det handlar mer om ett arbetssätt, struktur och regelverk och det blir därför viktigt att få inblick i vem som hanterar och utför granskningen, när den genomförs, baserat på vilka regler och på vilket sätt som kvalitén kontrolleras. Förutsättningar för att styra mot en mer regelstyrd och automatiserad kvalitetssäkring är av stor vikt.

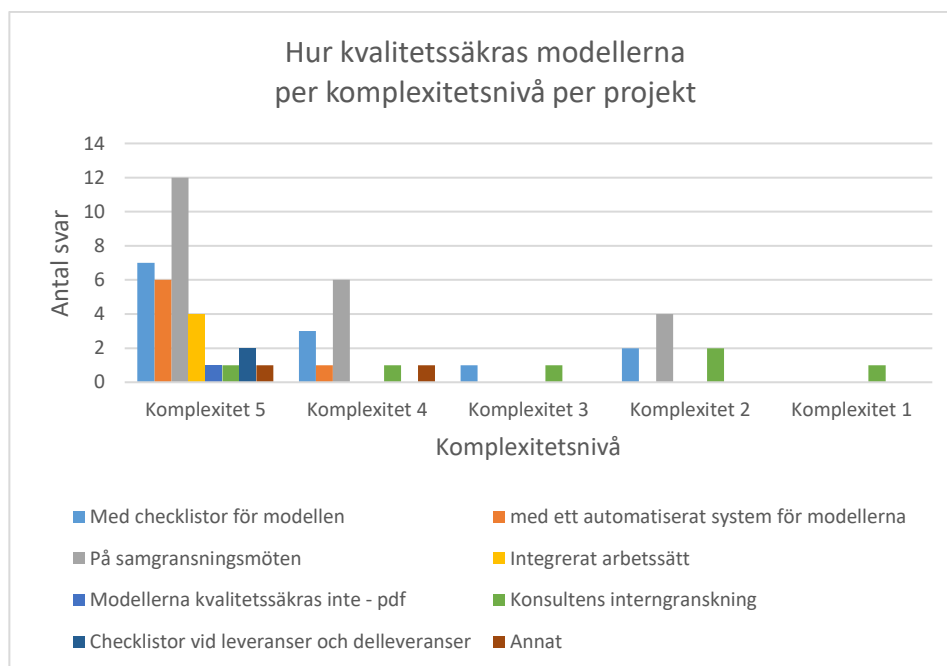
Inom Trafikverket har man jobbat, inom ramen för kvalitetssäkring, med successiv uppföljning, i syfte att effektivisera traditionell granskning och få högre kvalitet och samtidigt ge leverantören en trygghet i att de är rätt ute i sin projektering. Verksamhetsområdet Stora projekt har under våren 2017 beslutat att införa successiv uppföljning som ett generellt arbetssätt för att säkerställa kvalitet i leveranser från leverantören. Syftet är att minimera risken, i tid, för dyra grundläggande fel. Trafikverkets definition av beställarrollen och dess innebörd för kvalitetssäkring fortsätter att arbetas med. Det tidigare begreppet ”Renodlad Beställare” som tidigare använts har nu förändrats till endast begreppet ’beställare’.

In den mindre enkäten efterfrågades hur kvalitetssäkring av modellerna sker – se tabellen här nere (tabell 3). Data från de 31 olika projekten ger bara en indikation i hur kvalitetssäkring av och med modeller genomförs i olika typer av projekt. Här nedan syns att kvalitetssäkring gäller både kontroll av modellerna men också för designen/innehållet.

Hur kvalitetssäkras modellerna?		
	Antal	%
A. Med checklistor för modellen	13	22%
B. Med ett automatiserat system för modellerna	8	14%
C. På samgranskningsmöten (med många miljö- och teknikområden representerade)	21	36%
D. Integrerat arbetssätt (ICE o dyl)	4	7%
E. Modellerna kvalitetssäkras inte. Vi använder PDF/ritningar vid kvalitetssäkring	1	2%
F. Annat - specificera vad:	11	19%
TOTALT	58	100%

Tabell 3: Enkät svar på frågan hur kvalitetssäkras modellerna i ert projekt? Data från 31 projekt.

Kvalitetssäkringen sker bland annat genom egenkontroll. I de mer komplexa projekten sker det främst på samgranskningsmöten jämfört med i mindre komplexa projekt (se figur 10). På samgranskningsmöten kontrolleras oftast designen (innehåll) och inte bara modellen (struktur). Det finns också flera olika sätt för kvalitetssäkring av modellerna för komplexa projekt. För mindre komplexa projekt använder man främst konsultens eller leverantörens interna kvalitetssäkring (egenkontroll). Andra svar som kom fram i enkäten var: frågor hanteras även på projekteringsmöten; kvalitetssäkring genom kontroll mot godkända värden på attribut och attributdata från programmets objektdatabas.



Figur 10: Enkät svar på frågan: Hur kvalitetssäkras modellerna? Klassificerad per komplexitetsnivå per projekt. Data från 31 projekt.

3.5. Juridik

Inte bara tekniska aspekter är viktigt att diskutera när man jobbar med en gemensam modell, utan även de juridiska. I en förstudierapport inom BIM Alliance och Sveriges Byggherrarna, Installationsföretagen, Svenska Teknik och Designföretagen och Sveriges Byggindustrier (2016: BIM påverkan på affär och avtal) har det kommit fram att i dagens sätt att använda BIM där alla aktörer arbetar i sin egen modell och som man sammanställer till en gemensam samordningsmodell, ställer det krav på affär och avtal.

När man i framtiden kommer att jobba i och mot en gemensam modell, ställer detta andra krav på avtal för att reglera spårbarhet, ansvar och nyttjandefrågor (SBUF id: 13133). Juridiska frågor har också nämnts i intervjustudien där juridiska aspekter runt säkerhet, informationsskydd, hantering av sekretess-information och användning av molnet har diskuterats. En litteraturstudie över de juridiska aspekterna kopplad till BIM, har genomförts av Fan et al., 2018. Den tar upp fyra områden som är viktigt inom litteraturen: (1) Brist på kompatibilitet mellan upphandlingssystem och BIM. (2) Ansvarsfrågan (liability) som uppstår när det finns ett krav på informationsutbyte mellan projektdeltagare. Om BIM-information kan överföras för att användas av andra parter, löper konsulterna större risk för exponering och professionellt ansvar. Dessutom kan andra projektdeltagare påverkas, eftersom entreprenörer utsätts för ansvar för filöversättningsfel, förlust av data eller missbruk av data (Fan et al., 2018).

(3) Modellägande och immateriella rättigheter. Från litteraturen identifierades ett antal juridiska konsekvenser för modellägande och immateriella rättigheter: kränkning av immateriella rättigheter; med en gemensam BIM modell blir det svårare att skydda affärskunskap; säkerhetsfrågor och skydd av information nämns också när BIM blir framträdande och lagras i en central databas som delas med projektdeltagare, risken blir att data kan utsättas för tredje part, hackare eller att drabbas av virus kommer öka (Fan et al., 2018). (4) Otydliga rättigheter och ansvarsområden. Litteraturen diskuterar att nya roller uppstår och att rättigheter och ansvarsområden kan vara otydlig.

3.6. Sammanfattning

I detta kapitel har vi presenterat en sammanställning av området för modellorienterat integrerat arbetssätt baserat på dokument, litteratur, intervjuer och en mindre enkät. Sammanfattningsvis finns det ett antal områden som är relevant att diskutera inom fältet. Tekniskt är det fullt möjligt att jobba med en modell i centrum – ett modellorienterat arbetssätt, men det finns ett antal organisatoriska, processuella och juridiska punkter som behöver tydliggöras.

Med ett modellorienterat arbetssätt använder man oftast en molnlösning och för moln-lösningen är det viktigt att få fram riktlinjer för när och hur man kan jobba med molnlösningar och hur juridiska frågor kan hanteras såsom säkerhet, informationsskydd, sekretessbelagd information och immateriella rättigheter. Det blir även viktigt att branschen börja arbeta mer med öppna filformat som IFC och att man följer en gemensam standard när man vill jobba med och mot en gemensam modell. Ett modellorienterat arbetssätt har konsekvenser för pro-

cesserna med också för kvalitetssäkringen som skulle kunna utföras delvis automatiserat och med hjälp av integrerade arbetssätt. Till slut finns det juridiska frågor som behöver tas upp i branschen för att hantera olika typer av ansvarsfrågor, modellägande och hantering av immateriella rättigheter samt tydliggörandet av rättigheter, roller och ansvarsområden för olika aktörer.

4 Processer för modellbaserat integrerat arbetssätt

Projektering där flera arbetar tillsammans i en gemensam modell, så kallad samprojektering med modellen i centrum, kräver ett annat arbetssätt för att hantera den gemensamma modellen. För att, ur ett samverkansperspektiv, bäst nyttja modellen behövs processer som definierar ett mer integrerat arbetssätt. Här nedan diskuteras kravställning för integrerade processer, aspekter som förstärker samverkan och integrerade arbetssätt som också exemplifieras med två stora forskningsprojekt från Norge som redogör för processer för integrerad samverkan.

4.1. Upphandling och kontraktsmodeller

Litteraturen visar, vilket även lyfts fram vid intervjuer att kravställning och kontrakt kan ha påverkan på processer för ett modellorienterat integrerat arbetssätt. Från litteraturstudien, finns det ett antal artiklar som jämför olika typer av anläggningsprojekt kontrakt som Design-Build (totalentreprenad) (t ex Nordic Road Association (NVF), 2018).

Rätt kontrakts- och upphandlingsmodell är en viktig faktor för att lägga grunden för en bra och fungerande interaktion och samverkan mellan deltagande aktörer. En del av litteraturen om integrerade arbetssätt fokuserar främst på kontraktsmodellen, exempelvis Integrated Project Delivery (IPD), Design-Build, partnering, Allians, eller Early Contractor Involvement (Tidig Entreprenör Medverkan). Dessa kontraktstyper fokuserar på samverkan och relationen mellan olika parter (collaborative contracts) och har använts för komplexa och stora anläggningsprojekt i världen. Andra forskningsprojekt som ProcSIBE⁵ (Procurement for Sustainable Innovation in the Built Environment) fokuserar mer på upphandlingsformer och kontrakt och etablering av en stark tvärvetenskaplig plattform för forskning och utveckling som berör upphandling inom samhällsbyggnadsområdet.

Vid intervjuer med respondenter från Norge (konsult och offentlig beställare) framkommer stora skillnader mellan de olika offentliga beställarna för infrastruktur i Norge. Statens Vegvesen (väg) och BaneNor (järnväg) har många olika typer av projekt och ställer olika typer av krav. Nye Veier (statligt bolag)

⁵ <https://www.procsibe.se/>

som beställer stora vägprojekt, jobbar bara med totalentreprenadkontrakt (design-build) och ställer höga krav på BIM och nya sätt att jobba med information. Ett antal punkter som några av deras kontrakt lyfter upp är att projekten ska jobba med VDC (Virtual design and construction), ICE (Integrated concurrent engineering) och Big Room-konceptet.

Inom Trafikverket finns det möjlighet att använda BVP - Best Value Procurement (TDOK 2016:0199, Trafikverkets affärsstrategi för entreprenader och konsulter, version 3.0). BVP är en metod för inköps- och uppdragsstyrning, och metoden anger riktlinjer för hur ett kontrakt bör utformas, bland annat utan att använda en förhandlingsfas. Vikten läggs främst på leverantörens kompetens med syftet att hitta rätt leverantör med rätt kompetens för det specifika uppdraget.

I den förstudie som ligger till grund för detta arbete (Bosch m fl. 2017) identifierades att utökad samverkan behövs för att skapa utrymme för innovation. Trafikverket har idag arbetssätt och upphandlingsformer för samverkan med tydliga inslag av utökad samverkan för projekt med hög komplexitet och arbete pågår att fortsatt utveckla detta. Aktörer kan få bonus om de visar att de använder ett integrerat arbetssätt inom stora anläggningsupphandlingar, men Trafikverket handlar inte upp arbetssättet.

Trafikverkets nya affärsstrategi (TDOK 2016:0199, version 3.0) innebär möjligheten att tillämpa nya upphandlings- och kontraktmodeller för projekt med samverkan nivå bas och samverkan nivå hög. Samverkan nivå hög ska beaktas vid komplexa och osäkra projekt. Dessa upphandlings och kontraktmodeller är framtagna för entreprenörer och från 2019 även för konsultkontrakten. Från januari 2015 är det obligatoriskt att arbeta med samverkan på basnivå. En modell för samverkan på en högre nivå, TEM (Tidig Entreprenör Medverkan), har börjat användas i de mest komplexa och osäkra anläggningskontrakten. Samverkan ska ske i en strukturerad form och genomsyra arbetssätt, förhållningsätt till uppdraget och till varandras roller. Trafikverket definierar kontraktmodellen samverkansnivå hög (TDOK 2016:0233) 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 exv. team-building
- Projektanpassad kommunikationsplan

Behovsstyrda och objektsanpassade aktiviteter kan vara teambuilding aktiviteter och gemensamma utbildningsinsatser. Utöver listade aktiviteter ska en samverkansledare, vara utsedd för att leda och följa upp beslutade samverkansaktiviteter.

4.2. Kravställning

Vid litteraturstudien och intervjuerna lyftes kravställning upp som en viktig komponent som kan stödja arbetet med en gemensam modell och ett integrerat arbetssätt. Ett antal artiklar diskuterar BIM-krav i olika typer av kontrakt. Ett fåtal artiklar diskuterar BIM-krav från offentliga beställare, men det finns några studier som jämför BIM dokument, policyer och riktlinjer från ett antal länder (t ex Chae & Kan, 2015; Edirisinghe & London, 2015, Kassem et al., 2015 och Sacks et al., 2016). En studie från Sacks et al., (2016), studerar kontrakt och BIM-krav från stora beställarorganisationer i USA, Finland, Norge, Australien, Singapore, och Canada. Artikelnen tittar på ett antal gemensamma BIM-krav i dessa kontrakt, vilka listas nedan (Sacks et al., 2016):

- Interoperabilitet, det vill säga krav som anger hur leverantörer ska tillhandahålla sina modeller, och specifikt i vilka format, så att information kan utbytas mellan olika aktörer.
- Rollen som BIM manager där ansvarsområden och funktioner hos den eller de personer som utsetts för att hantera byggnadsmodellerna i ett projekt.
- Samarbetssätt (exempelvis koordinering, kollisionskontroll), där vissa kravställer hur projektparter ska samarbeta
- Pre-kvalificering gällande BIM-kunskap för konsulter: vilken är den lägsta nivån för olika kompetenser och erfarenheter inom BIM, som projektörer och andra parter behöver uppfylla för att bidra till projektet, och vilka metoder krävs för att bedöma detta.
- BIM-specifika krav för olika projektfaser och vilka leveranser behövs inom olika faser.
- Level of Development/Detail, det är vanligt att det anges till vilken detaljeringsnivå en modell ska utvecklas eller detaljeras inom respektive ämnesområde för varje fas för projektet.
- En genomförandeplan för BIM (execution plan) eller projekteringsplan är ett vanligt krav, där varje projektgrupp ska upprätta en formell och specifik plan för hur BIM ska integreras i projektets olika informationsflöden. Det är ett mer vanligt tillvägagångssätt än att ange dessa villkor i själva kontraktsdokumentet.
- Drift och underhålls krav som definierar vilket innehåll och vilka format för byggnadsinformation som krävs för överlämnande till drifts- och underhållsfunktioner.
- Simuleringar, eftersom mycket av värdet med BIM kommer med möjligheten att genomföra analyser och simuleringar. I vissa fall säkerställs användningen av dessa verktyg genom att specifika simuleringar och analyser kravställs.
- Ändring i betalningsplaner – när BIM används blir projekteringen mer detaljerad tidigare än normalt, då traditionella verktyg används varför tidplan för betalning bör ses över och viss procentsats flyttas till tidigare faser.

Samarbete mellan olika discipliner är nödvändigt för att dra nytta av fördelarna med BIM. Därför krav ställer de flesta en handledning för de sätt som projekt-

parterna förväntas dela information och samarbeta i både projektering och konstruktion. Enligt Sacks et al. (2016), innefattar ungefär hälften av granskade dokumenten kravställning av regelbundna möten för samordning av all verksamhet i BIM-teamet. Vissa av de övriga dokumenten definierar krav på gemensamma antingen fysiska utrymmen eller digitala plattformar för att dela information och idéer mellan teammedlemmarna som ett sätt att främja samarbete. En trend som går att påvisa enligt Sacks et al. (2016) är att det i kontrakt ibland krävs ett arbetssätt för samarbete. Ett exempel är att projektering bör bedrivas i ett "Big Room" (Alhava et al., 2015), där alla discipliner (leverantörer) inklusive beställare är samlokaliserade delar av eller hela projektet.

I Norge har den offentliga beställaren Nye Veier, ställt höga krav i de senaste komplexa vägprojekten. Enligt en konsult och rådgivare: "*de strängaste BIM kraven som jag har varit med om*". Kraven omfattar både tekniska men även processuella krav som ICE (Integrated Concurrent Engineering) och visuell planering. Konsulten visar också att man i Norge har olika BIM-nivåer där nivå 0 är 2D ritningar, nivå 1 är 3D modeller, nivå 2 är 3D samverkan, nivå 3 är A source of Truth med ett projekt delad och central modell som är uppdaterad hela tiden och nivå 4 är enterprise BIM. BaneNor har ställt krav på nivå 3 med en gemensam modell (one source of truth) i exempelvis InterCity-projektet med syftet att pusha branschen till innovation. Detta innebär dock att det inte är lätt för alla aktörer på marknaden att hantera kraven. Endast de företag i branschen som har kommit långt i sin BIM-implementering kan uppfylla kraven.

Trafikverket har i sin kravställning att ritningar ska generas från modellen och att modellen rankas högre än ritningar i rangordningen för kontrakts-handlingar. Tidigare var ritningar och modell jämbördiga, med utrymme att anpassa till det specifika projektet. Trafikverket har en kravställning för modellen, och specifika krav på format, men vissa intervjuade nämner att leveransen kan se olika ut när de levereras. Från branschens perspektiv finns det andra synpunkter på BIM-kraven. Exempelvis säger programvaru-leverantören att det inte finns några problem att leva upp till de nuvarande BIM-krav ställda av Trafikverket. Däremot önskas att kraven i större utsträckning ställs utifrån ett specifikt sätt att hantera modellerna, ett specifikt arbetssätt som exempelvis att jobba med en gemensam modell i centrum. Inom vissa delar av Trafikverket jobbar man med BIM-kraven i en kravdatabas. Detta möjliggör en systematisk kravhantering kopplat till modellerna, vilket är tänkt att ligga till grund för automatisering av förfrågningsunderlagen för BIM och öka spårbarheten samt koppla kraven till kvalitetssäkring i modellen.

4.3. Drivkrafter för integrerade arbetssätt

Från litteraturen finns det ett antal studier som diskuterar integrerade arbetssätt och vilka aspekter som behövs för att kunna förstärka samverkan. Från förstudierapporten (Bosch m fl. 2017) togs det upp ett antal olika typer av samverkansformer som ibland omnämns som integrerade arbetssätt. Några av dessa är: Integrated Concurrent Engineering (ICE), Integrated Project Delivery (IPD) och Lean.

I Bosch m fl (2017) definierades olika typer av integrerad samverkan. Nedan nämns dessa endast kort. Inom VDC ryms en rad metoder och verktyg, vilka

stödjer arbetet med modeller, processer och produkt, bland annat Big Room eller iRoom och ICE. Både Lean och VDC kräver att projektteamet arbetar tillsammans för att kontinuerligt hantera de ömsesidiga beroenden som finns mellan ämnesområdena. För detta rekommenderas det att deltagarna är samlokalisade och arbetar i ett gemensamt system. För att samarbeta mer integrerat arbetar många med ett systematiskt tillvägagångssätt som kommer från concurrent engineering (CE).

Inom CE jobbar man med att genomföra flera processer och aktiviteter parallellt utmed en tidsaxel. Det innebär att det övergripande projektet blir mer samkört, att alla involverade personer och avdelningar är integrerade och därmed tillgängliga för varandra mellan projektets faser (Zidane et al., 2015). Inom ICE (Integrated Concurrent Engineering) som används av många inom Sverige och Norge tillsammans med VDC (Virtual Design and Construction systematiken), jobbar man med ämnesövergripande arbets-sessioner, där syftet är att samla alla relevanta aktörer till ett gemensamt arbetspass, i ett så kallat iRoom (Holand et al., 2017). En nackdel som har tagits upp i litteraturen avseende iRoom/Big Room är att projektdeltagare behöver vara fysiskt närvarande vilket kan vara mycket utmanande i geografiskt spridda projekt (Hosseini et al., 2018; Majava et al., 2019). Majava et al., 2019 diskuterar vikten att visualisera olika områden med hjälp av exempelvis ”visuell management” inom ett Big Room-koncept.

Khazode och Senescu (2012) presenterar flera rekommendationer för att göra genomförandet med iRoom/Big Room framgångsrikt.

Rekommendationerna fokuserar på teknisk infrastruktur, mötesplanering, tidshantering, prioritering av de frågor som ska hanteras, användning av integrerad teknik, rumsplanering och placering av människor i rummet. Dessutom betonar Kokkonen och Vaagaasar (2017) vikten av att planera det fysiska och sociala utrymmet noggrant samt att rollen som facilitator är viktig som stöd vid samarbete i byggnadsprojekt med flera parter. Användandet av ICE bidrar därmed till att BIM-arbetet kan effektiviseras, genom att istället för att arbeta sekventiellt med teknikövergripande beslutsmöten arbetar parallellt i så kallade arbets-sessioner (Bosch m fl. 2017). Genom att samla alla aktörer skapas större möjligheter att se risker, möjligheter, behov och lösningar tidigare än vid traditionellt projekt-genomförande.

Ett antal aspekter som stödjer samverkan lyfts fram, och de nämns i tabell 4.

Drivkrafter för integrerad samverkan	Referenser
Olika aktörer behöver tidigt delta i processen (beställare, konsult, entreprenör) för en gemensam förståelse	Alhava et al., 2015; Byggballe et al., 2015; Franz et al., 2017; Tjell 2016; Zidane et al. 2015
Engagemang från de olika aktörerna är viktigt	Alhava et al., 2015; Franz et al., 2017; Tjell 2016
Samlokalisering	Alhava et al., 2015; Majava et al., 2019; Tjell 2016
Delade administrationssystem	Bosch et al. 2017
Användning av Big Room/I-Room	Alhava et al., 2015; Bosch-Sijtsema & Tjell, 2017); Khanzode och Senescu 2012; Kokkonen & Vaagaasar 2017; Majava et al., 2019; Tjell 2016; Sacks et al. 2016
Visualisering – Visual management	Alhava et al., 2015; Majava et al., 2019; Tjell 2016
Dela på risker och vinster	Alhava et al., 2015; Byggballe et al., 2015
Urval av projektmedlemmar baserat på kvalificeringar	Franz et al., 2017; Leight & Harty 2017; Sacks et al. 2016
Transparenta kontakter – öppna böcker	Franz et al., 2017; Leight & Harty 2017; Sacks et al. 2016
Gruppsammanhållning/gemensam kultur	Byggballe et al., 2015; Franz et al., 2017
Gemensamt ansvar för framgång av projekten	Byggballe et al., 2015
Rollen som facilitator viktig	Kokkonen & Vaagaasar, 2017; Majava et al., 2019
Användning av BIM	Sacks et al., 2016
Beställarens krav	Sacks et al., 2016

Tabell 4: Aspekter vid integrerat arbetssätt som förstärker samverkan

Samverkan och gemensam projektering (samprojektering) i modellen utgör fokusområde för ett antal stora forskningsprojekt i Norge. Slutsatserna från dessa forskningsprojekt diskuteras kort i sammanfattningen, kapitel 4. Utifrån dessa forskningsprojekt har ett antal produkter utvecklats, exempelvis en handbok för användandet av ICE (Bosch, 2017). I Sverige har man börjat jobba med integrerade arbetssätt som ICE. Det är främst de stora entreprenadföretagen och några konsulter som har kommit igång med både VDC och ICE. Ett antal större aktörer har sina egna Big Room eller ICE-rum och Trafikverket har också tagit fram ett samverkansrum för att stödja samlokalisering och samverkan i sina projekt.

4.4. Integrerade arbetsprocesser – Forskningsprojekt i Norge

Det finns ett antal forskningsprojekt i Norge som har studerat integrerade arbetsätt och i detta kapitel beskrivs två av de större som också är avslutade: *Speedup* och *Samtidig projektering*. Det finns många mindre forsknings- och utvecklingsprojekt inom samma tema, men i detta kapitel presenteras kort endast dessa större projekt.

Båda projekten har stort fokus på integrerade arbetsprocesser med syftet att studera hur projekterings- och byggprocessen kan kortas ner och effektiviseras. Dessa projekt initierades efter ett stort forskningsprojekt, BA2015, i Norge. BA2015 (Andersen & Kilde, slutrapport BA2015) uppkom ur en situation där det fanns mycket kritik kring produktivitetstillväxt inom bygg- och anläggningsbranschen. BA2015 var ett samarbetsprojekt mellan branschen och forskning där de skulle bidra till ett lyft i industrin genom att utveckla, implementera och mäta processer, system och kunskap för att öka projektens effektivitet. Efter BA2015, startades flera stora forskningsprojekt upp för att stödja Norges bygg- och anläggningsindustri.

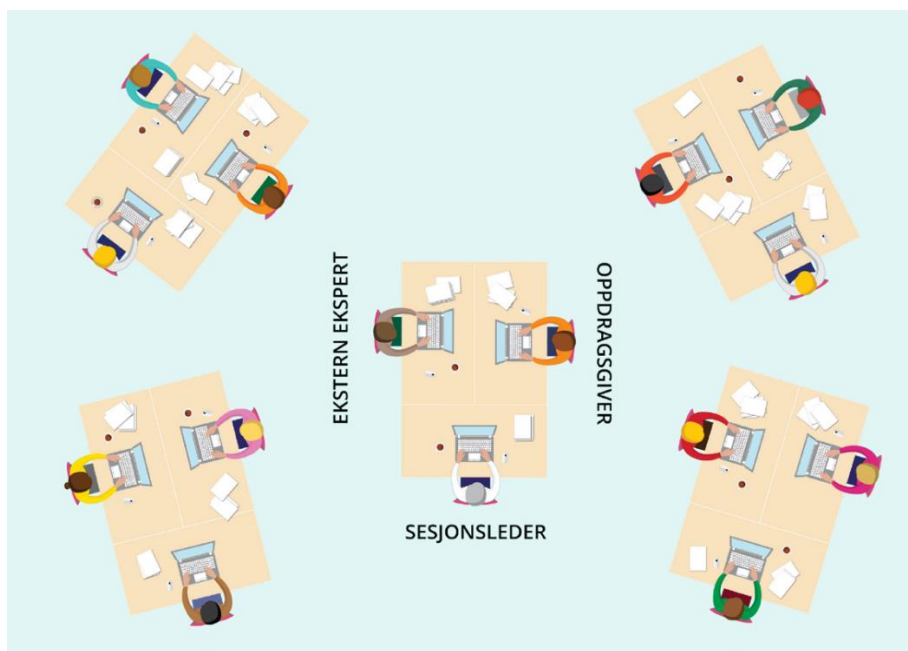
4.4.1. SpeedUp

SpeedUp-projektet fokuserade på kortare genomföringstid i bygg- och anläggningsprojekt. Det pågick under 2014–2018 (4,5 år). SpeedUp's övergripande idé är att företag ska minska den totala genomförandetiden i komplexa byggprojekt till ett minimum på 30-50% jämfört med 2013 års nivå. Projektet finansierades av Norges forskningsråd, Prosjekt Norge och industriella samarbetsparter och var ett BIA-projekt – "Brukerstyrt Innovation-arena" (Användardriven innovationsarena). Huvudmålet med SpeedUp var att utveckla strategiska, taktiska och operativa strategier som kan bidra till att minska genomförandetiden i stora projekt. Detta gjordes i samarbete med ÅF Engineering, Statsbygg, BaneNOR, försvars-materiell, Statens Vegvesen, BundeGruppen, Oslo kommun, Opak och WSP Norway och ett antal akademiska partner som NTNU, SINTEF, Aalto University Finland, Construction Industry Institute (CII) och University of California, Berkely, USA.

Projektets utgångspunkt var att se över hela genomförandet för ett byggprojekt: fas 1: genomförbarhetsstudier, planeringsarbete och beslut i projektplaneringsfasen, och 2: byggfasen. För att kunna minska genomförandetiden behövs båda faserna ses över. Enligt slutrapporten från SpeedUp så behandlas olika faser och discipliner traditionellt som separata områden som är dåligt samordnade. Oftast kommer samordningen i gång först när man börja med byggfasen. Då handlar det dock mer om brandsläckning än att tillämpa smidiga och väl-koordinerade byggprocesser (Resultatrapport IPN i BiA 235160).

Speedup-projektet har varit ett aktionsforskningsprojekt med både forskningsinstitut och privata och publika organisationer inblandade. Projektet har introducerat och utvecklat forskningsbaserade och kommersiella metoder i faktiska projekt. Ett antal produkter har levererats; forskning, publikationer, exjobb och doktorandprojekt. Genomförandetid har kartlagts för de avslutade projekt som referens för att mäta effekterna, en samverkansplattform har utvecklats, nya

former för samverkan har utvecklats och testats och ett generiskt tidsanalysverktyg för byggprocessen har utvecklats. SpeedUp fokuserade på olika områden som: undersökning av flaskhalsar och tidstjuvar i projekt, insamling av tidsdata från ett stort antal projekt, undersökning av samarbetsformer i olika faser, utveckling av verktyg för tidsanalys och forskning på arbetsmetoder under projekteringsfasen (Gjersvik & Hermundsgård, 2018).



Figur 11: Samhandlingsrum enligt ICE-handboken (Hermundsgård, 2016).

Projektet genomförde ett antal demonstrationsprojekt i vilka man testade olika verktyg och metoder som t ex Integrated Concurrent Engineering och Lean-metodiker. Från det demonstrationsprojekt som implementerade ett mer systematiskt tillvägagångssätt för ICE kom man fram till att metodens värde ligger i det tvärvetenskapliga mötet, där resultatet blir väl förankrade lösningar genom diskussioner. Genom att träffas ofta sänks tröskeln för frågor, vilket kan säkerställa att förtydliganden görs i ett tidigare skede. Detta kan bidra till större tim- och kostnadsbesparingar. Områden som lyfts fram som ytterligare kan utvecklas är en mer systematisk träning och kunskapsutveckling och en tydlig sessions-planering. Användning och organisering av det fysiska rummet och lyftes också fram som utvecklingspunkter samt att utbilda fler projektledare inom metodiken.

SpeedUp-projektet har visat att fokus på tid är användbart och att det är möjligt att förkorta tiden i stora komplexa projekt, delvis avsevärt, om projektet prioriterar och tillämpar ramvillkor, utan att för den skull kompromissa med säkerheten och kvaliteten på den levererade produkten. Men projektet anger också att man har sett en förskjutning i fokus för många av de deltagande företagen - kostnad och kvalitet har fått ännu större fokus - och därmed blir tid någonting som fortfarande pressas. Projektet har fokuserat på forskning med flera doktorandprojekt och masteruppsatser, kompetensutveckling och byggandet av

nätverk. För de inblandade företagen har inga separata planer för uppföljning av resultat gjorts som en del av projektet. Det är mycket krävande att ta fram en mätmetod som tydligt visar hur de olika kontrakts-parterna drar nytta av snabbare och effektivare utförande.

Resultatet från SpeedUp utgörs av flera publikationer, doktorsavhandlingar och magister-uppsatser, rapporter från ett antal demonstrationer inom olika projekt och ett antal projekthäften som kan användas som handbok (riktlinjer) för Integrated Concurrent Engineering (Hermundsgård, 2016) samt en handbok för uppstartsprocessen för samtidig projektering (Hermundsgård & Stene, 2016).

4.4.2. Samtidig projektering

Samtidig projektering var ett projekt inom Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA) som finansierats av Norges forskningsråd (2016 - 2019). Deltagande organisationer var Vianova Plan och Trafik, Ramböll, Metier, Epsis, Vianova Systems, BaneNOR och Sweco Norge. Från forskningssidan har Norges tekniska naturvetenskapliga universitet; NTNU deltagit. Projektet var en direkt konsekvens av ett tidigare projekt BA2015. Syftet från norska regeringen var att hitta nya, mer effektiva sätt att jobba på eftersom anläggningsprojekt traditionellt tar för lång tid.

Fokus i *Samtidig projektering* ligger på samverkan och samverkansprocesser. Samtidig projektering är baserat på Integrated Concurrent Engineering-metodiken (ICE). I projektet testades detta praktiskt i delar av ett nytt anläggningsprojekt, Intercity. Utifrån resultaten utvecklades sedan en systematiserad metodik för bygg- och anläggningsbranschen. Syftet med projektet var att utveckla en arbetsmetodik som kan reducera plan- och projekterings-tiden med minst 50% kalendertid.

InterCity-projektet består av ett dubbelspår mellan städer i åtta kommuner på östlandet och fyra sträckor valdes ut för att testa metodiken. Projektet är avslutat och en handbok har publicerats online⁶ som redogör hur man kan jobba med samtidig plan- och projekterings-metodik i anläggningsbranschen i Norge.

Metodiken kallas Samtidig Plan och Projektering (SPP) och definieras som ett strukturerat tillvägagångssätt för tvärvetenskapligt samarbete i projekt. Syftet med SPP som metod är att främja tvärvetenskapligt samarbete och goda beslut. Förutsättningar för att kunna göra detta vid projektering är kontraktsformer, verktyg och arbetsmetoder som stödjer en kultur baserat på tillit. (SPP) och Virtual Design and Construction (VDC) är två kompletterande metoder som till stor del bygger på samma principer. SPP har utvecklats specifikt för att möta behovet hos norska transportprojekt för snabbare och smidigare genomförande. Samtidig projektering består av fyra element: samverkan, stegmodell, sessioner/arbetsmöten, och visualisering.

⁶ <https://www.samtidigprosjektering.no/>

För att säkerställa ett framgångsrikt projekt har en metodik tagits fram för att underlätta ett sammanhang karaktäriserat av samverkan och effektivt beslutsfattande. Viktiga beslut fattas tillsammans, i samma rum, av rätt beslutsfattare. Centralt i arbetsmetoden är väl förberedda arbetsessioner i interaktionsrum som hålls med en överenskommen frekvens under hela projekteringsperioden. Några framgångsfaktorer som diskuteras i handboken är stöd från ledningen, engagemang hos projektmedlemmar, tydliga specifikationer och krav, kompetenta resurser, ägarskap och en tydlig vision och krav. Fallpropar som tas upp är otydliga mål, bristande stöd från ledningen, ändrade specifikationer och krav under projektets gång och brist på resurser och kompetens. Metodiken innefattar även en stegmodell för att bryta upp större projektuppgifter. En projektfas består av ett antal olika aktiviteter som måste genomföras och beslut som måste fattas. Enligt handboken ligger fokus i traditionell projektplanering på de aktiviteter som ska utföras. Men i den nya metodiken av en stegmodell fokuserar man på beslut. De aktiviteter som måste genomföras för att få fram ett beslutsunderlag.



Figur 12: Samtidig projektering (ref. <https://www.samtidigprojektering.no/>)

Metodiken innefattar sessioner, ett koncept som kommer från CE-metodiken. Sessioner definieras som välplanerade arbetsmöten med främsta syftet att hitta realtidslösningar till i förväg definierade frågor och/eller för att fatta viktiga beslut. Dessa sessioner används för att minska beslutstiden och för att samordna tvärvetenskapliga lösningar. Detta uppnås genom att använda visualisering och digitala verktyg som BIM och digitala modeller. Genom att använda BIM-modeller och visualisera lösningar i sessioner kan utmaningar illustreras på ett lättförståeligt sätt för projektgruppen och andra intressenter. Viktiga framgångsfaktorer är att se till att alla arbetar i samma modell, att man använder realtidsdata under sessionerna och att man gör de beslutade ändringarna i den gemensamma modellen (Andersen, Hoel & Torsteinson, 2018).

Handboken omfattar en metodik som är baserat på praktiska erfarenheter från projekt. Deltagande projektparter har genom projektet byggt upp erfarenheter och utvecklat kompetens inom integrerat arbete. För mindre aktörer är det svårare att bygga upp den kompetensen, vilket också diskuteras i projektet.

Inom projektet har vikten av en färdig kontraktsstrategi framkommit samt att tydligt definiera vilka eventuella ändringar i standardkontrakten som behövs för den specifika typen av projekt. Även kompetens är viktig del och alla aktörer,

inklusive beställaren behöver ha kompetens inom modellbaserat arbete. För en framgångsrik tillämpning av metodiken krävs utbildningsinsatser och information om de olika rollerna och ansvarsområden inom arbetssättet. Projektet kom också fram till att en tydlig BIM-strategi och en handbok med både tekniska och krav på arbetssätt stödjer processen.

4.5. Sammanfattning

Kapitel 4 kan konkluderas med att integrerat samarbetsätt har blivit mer synligt och populärt i både litteraturen, forskningsprojekt och i bygg- och anläggningsprojekt. Fler aktörer i branschen genomför utbildningar i Lean-metodik och VDC-certifiering vilken inkluderar ICE-metodiken. Det har även blivit ett större fokus på arbetssätt i kravställning och kontraktsformer. Detta kan tolkas som att branschen förstår att det inte bara handlar om att arbeta med digitala modeller och tekniken, utan att process och arbetssätt är viktigt för samverkan mellan olika ämnesområden och aktörer. Integrerade arbetssätt har redan tillämpats i andra branscher och nu blir de mer och mer anpassade och implementerade i bygg- och anläggningsbranschen.

Utvecklingsprojekten i Norge har producerat olika handböcker för branschen om hur de kan implementera och använda ICE-metodiken med störst fokus på tillämpning inom komplexa bygg- och anläggningsprojekt. Intressant är att se att forsknings- och utvecklingsprojekt i Norge har haft ett stort fokus på att förbättra, tillämpa och standardisera arbetssättet och processer för att jobba mer integrerat i branschen. I Sverige har forskning avseende teknik fått större finansiering än forskning avseende arbetssätt.

5 Workshopen modellen i centrum

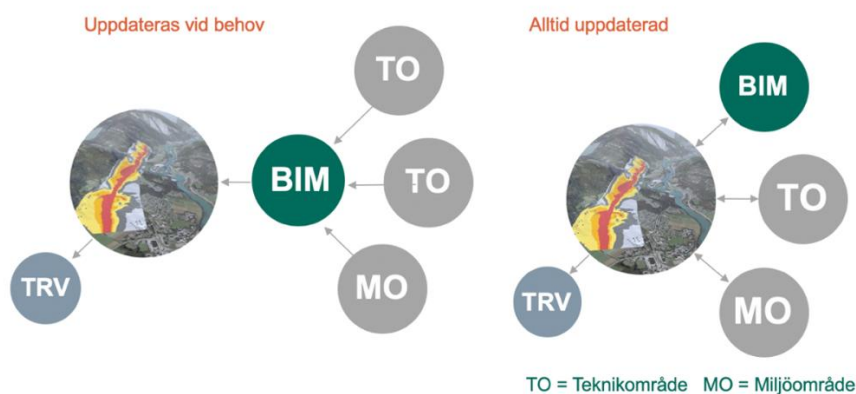
Genom en workshop med leverantörer och Trafikverket har projektet haft en dialog om frågeställningar med branschen för att få ytterligare reflektioner om ett modell- och process-orienterat integrerat arbetssätt. Syftet med workshopen var att hämta in erfarenheter och synpunkter från leverantörer och beställaren inom svenska anläggningsbranschen.

Baserat på intervjuer och omvärldsanalysen, kom det fram att det finns det två olika sätt på hur man jobbar med samordningsmodellerna i stora anläggningsprojekt (se figur 13). För att kunna validera och diskutera de två sätten i samband med integrerade arbetsprocesser presenterades de två lösningar i workshopen med branschen. Kapitel 5.1 diskuterar för- och nackdelar med de två olika lösningarna. Kapitel 5.2 tar upp integrerat arbetssätt i samband med modellen i centrum och de tekniska, organisatoriska och processuella förutsättningar som lyfts upp av deltagarna på workshopen.

5.1. För- och nackdelar med olika lösningar modellen i centrum

Under workshopen fick deltagarna se två olika lösningar för hur man kan arbeta med modellen i centrum (se figur 13). Lösning 1 – morgondagens lösning - (vänster) är en lösning där alla jobbar med och mot samma modell som oftast ligger i en molnlösning. Lösning 1 är mer en framtidsbild. Lösning 2 - dagens lösning - (höger bilden) är en bild som visar mer hur anläggningsbranschen jobbar med samordningsmodellen idag och att en BIM/data-samordnare (eller flera) kontrollerar alla ämnesområdesmodeller innan man lägger upp alla modeller i en gemensam modell.

MODELLEN I CENTRUM: OLIKA LÖSNINGAR



Figur 13: Modellen i centrum – olika lösningar (lösningen till höger = dagens lösning; lösningen till vänster: morgondagens lösning)

Under workshopen efterfrågades för- och nackdelar med båda modellerna. Resultatet visas här nedan.

Dagens lösning 1 - för- och nackdelar: För lösning 1 diskuterades de olika för och nack-delarna (se tabell 5).

Fördelar dagens lösning 1	Antal post-it lappar (%)	Nackdelar dagens lösning 1	Antal post-it lappar (%)
Tydlig roll för modell-samordnare	28% 3	Tid, långsam, mindre effektiv	36% 8
Ger möjlighet för skisser & designförslag	18% 2	Inaktuell information, gammalt material	18% 4
Kvalitetssäkring sker genom modellsamordnare	18% 2	Alla jobbar i olika takt	14% 3
Bättre samordning med tydlig avstämning	18% 1	Envägskommunikation - process	14% 1
Mindre krav på aktörer	9% 2	Rollen modell-samordnare är en flaskhals	9% 2
Lämplig för en omodern organisation	9% 1	BIM-specifikationer - flera program kan användas	5% 3
		Mer press på modell-samordnare	5% 1
TOTALT	100% 11		100% 22

Tabell 5: För och nackdelar dagens lösning 1.

Främsta fördelar för dagens lösning 1:

- Det finns en tydlig roll för BIM/Modellsamordnare som också styr kvalitetssäkringen
- Det finns möjlighet att arbeta med olika skisser och modeller innan man skickar en 3D-modell till modellsamordnaren
- Ställer mindre krav på leverantörer

Främsta nackdelar med dagens lösning 1:

- Processen tar längre tid, är mindre effektivt och alla olika aktörer obbar i olika takt för att leverera sin modell
- Det finns det möjlighet att man jobbar med inaktuell information eller gammalt material eftersom modellerna inte uppdateras kontinuerligt
- Det krävs mer omfattande sakgranskning när man inte jobbar emot en gemensam modell
- BIM-samordnaren blir "ansvarig" för modellen och kan ses som en flaskhals i processen
- Envägskommunikation

Morgondagens lösning 2 - för- och nackdelar: För lösning 2 diskuterades de olika för- och nackdelarna. Men väldigt många var överens att denna modell representerar dit man ville komma till i framtiden (tabell 6).

Fördelar morgondagens lösning 2	Antal post-it lappar (%)	Nackdelar morgondagens lösning 2	Antal post-it lappar (%)
Alla jobbar med samma informationer som är uppdaterad. 'En sanning'	33% 8	Behov för ärendehantering och statushantering	33% 4
Snabbare uppdatering, projektering, möjlighet för automation	21% 5	Styrning, struktur, och arbetssätt behövs	29% 8
Högre kvalitet, mindre informationsförluster, kvalitetssäkring	21% 5	Ställer höga krav på alla aktören	17% 3
Samverkan förbättras	17% 2	Tekniken är inte på plats	13% 7
Större ägandeskap och ansvar för teknikområdena	8% 4	Roll för modellsamordnare förändras	8% 2
TOTALT	100% 24		100% 24

Tabell 6 För och nackdelar lösning 2, Morgondagens lösning.

Främsta fördelar med morgondagens lösning 2:

Utifrån workshopen angavs svaren att främsta fördelen med lösning 2 är:

- Att kunna arbeta i realtid och möjligheten att se vad de andra teknik- och miljöområdena publicerat och att det går att arbeta underhand i en gemensam modell.
- Att alla jobbar med samma information. Det finns en sanning och modellen är konstant uppdaterad vilket ger mindre informationsförluster mellan olika modeller
- Att den ökar samarbetet mellan de olika teknik- och miljöområden
- Att den ökar det personliga ansvaret för modellen och man måste ta ett gemensamt ansvar för samordningen (går inte att "putta" över ansvaret på BIM-samordnaren)
- Att man kan jobba med modellen i olika lägen, arbetsmaterial, delat och publicerat
- Att modellen har en hög trovärdighet

Främsta nackdelar med morgondagens lösning 2:

Från workshopen diskuterades de främsta nackdelarna som morgondagens lösning 1 kunde ge. Den kräver en mogen organisation och förutsätter BIM-kompetens inom alla teknik- och miljöområden.

- Tydlig styrning, struktur och ett tydligt arbetssätt behövs för att kunna jobba med lösning 1, detta finns inte i dagsläget och behövs utvecklas i branschen.

- Viktigt för leverantörer var att de gärna vill kunna skilja mellan skiss och färdigt material och behöver ärendehantering och statushantering av objekt och modeller som inte används just nu.
- Den nya modellen ställer högre krav på leverantören och leverantörer tycker att tekniken inte helt finns på plats ännu.
- Rollen som den nuvarande modellsamordnare (som i modell 2) förändras och detta sågs som en nackdel från några leverantörer, men för andra (t ex beställare) sågs detta som en fördel.

5.2. Modellen i centrum och integrerade arbetssätt

I workshopen, där 24 deltagare från anläggningsbranschen i Sverige (projekterande konsultföretag och Trafikverket) deltog, diskuterades olika lösningar för en samordnings-modell i centrum och kopplingen till integrerade arbetssätt.

Under workshopen resonerades kring för- och nackdelar med att jobba på ett integrerat arbetssätt. Följande fördelar nämndes av deltagarna i workshopen:

- Ett integrerat arbetssätt ger snabbare iterationer och kortare ledtider.
- Man kan minska fel genom att diskutera och samarbeta mellan olika teknikområden. Det uppmuntrar i kortare sprintar och ger större möjlighet att tidigare fånga problem
- Ett integrerat arbetssätt förbättrar samverkan och delaktighet och ökar tydligheten i projektet. Olika teknikområden har möjlighet att lära av varandra.
- Arbetssättet ger snabbare beslut och kritiska punkter synliggörs tidigt. Det ger också bättre underlag för kalkyler.
- Arbetssättet ger rätt information på rätt ställe, ger mer synlighet och möjliggör eller förenklar för att skräddarsy arbetssätt efter skede och behov.

Under workshopen efterfrågades tekniska (5.2.1), organisatoriska (5.2.2) och processuella förutsättningar (5.2.3) för att kunna jobba med modellen i centrum och ett integrerat arbetssätt.

5.2.1. Tekniska förutsättningar

De tekniska förutsättningar som diskuterades under workshopen var följande:

- För att kunna jobba med modellen i centrum och integrerat arbetssätt så behövs ett effektivt ärendehanteringssystem och statushanteringssystem som möjliggör arbete med parallella förslag och lösningar samt loggar förkastade alternativ. Man behöver kunna se vad som är accepterat och förändrat samt vilken status det finns på geografisk information.
- Versionshantering blir viktigt när man arbetar med och mot en gemensam uppkopplad modell. Idag finns det inte så många program som stödjer visuell versionshantering. Idag får man tanka ut en version till en "död och låst version".

- Det behövs stöd i lösningar för filtrering och accessrestriktion och det blir viktigt att olika program kan kommunicera med varandra (kompatibilitet). I dagsläget är de stora system gjorda för öppenhet och transparens men det finns inga möjligheter för accessrestriktion och filtrering av vem som kan se bara vissa saker i modellerna.
- För att kunna jobba med modellen i centrum, så behövs det tydliga och mer krav på modellerna. Det behövs också krav som gör att olika aktörer kan gå in i modellen för att titta på den när de vill, för att modellen ska kunna tillgängliggöras till fler aktörer.
- Protokoll används för att logga historik. Det hade varit bra att kunna koppla ställningstagande och beslutslogg till specifika objekt för att gå igenom gamla protokoll och öka spårbarheten.
- Det behövs en möjlighet att kunna klassa objekten, lägga till vem som ansvarar för objektet/ärendet samt koppla till olika vyer i modellen.
- En plattform blir viktigt som t ex en molntjänst, och som kan sammanställa geometri, metadata och information från externa källor. Olika datakällor måste kunna förhållas via API

5.2.2. Organisatoriska förutsättningar

De organisatoriska förutsättningar som diskuterades under workshopen var följande:

- Det är viktigt och det behövs ett systematiskt och strukturerat arbetssätt för samverkan och en tydlig prioritering.
- Från intervjun med Trimble: En organisatorisk förutsättning för att kunna jobba med modellen i centrum är att det blir viktigt att lägga upp en struktur för vem gör vad och när i modellen och vem är ansvarig för vissa saker.
- Accepterad kultur, accepterade arbetssätt, tydliga roller och mandat behövs så att alla är med för att ta fram produkten från början.
- Viktigt att organisationen har förståelse för varför man jobbar på detta vis samt större förståelse för processen.
- En organisatorisk förutsättning är kompetens och personer som vill jobba med det här arbetssättet. Inte alla människor vill och kan jobba på ett integrerat sätt och det blir viktigt att välja ut människor som vill samarbeta. I integrerade uppdrag, vissa vill köra sitt race, inte jobba tillsammans. Detta arbetssätt kräver mer från deltagarna som bör ha stor kompetens och erfarenhet.
- Det är viktigt att personer som arbetar med ett integrerat arbetssätt har rätt kunskap och beslutsmandat för att kunna fatta beslut på arbets-sessioner. För att kunna fatta snabba beslut blir det viktigt att rätt personer är närvarande i ICE-möten.
- På ett ICE-möte ska man ha med en tydlig frågeställning, alla måste veta vilka problem som ska lösas och det kräver bra förberedelser samt mandat att ta beslut och lösa viktiga punkter. På workshopen diskuterades även att det inte alltid är nödvändigt med en modell för kunna att ha ett ICE-möte.
- En tydlig roll som facilitator och moderator, som styr mötet och låter alla komma till tals, är viktigt i detta sammanhang.
- Resurser behövs i tid, pengar och kompetens för att kunna jobba med modellen i centrum på ett integrerat sätt.

- Juridiska frågor är viktiga att lösa; som vem är ansvarig för modellen, vem har ägandeskap och när osv. "Juridiken är en viktig förutsättning, det största problemet är att juridiken stoppar oss".

5.2.3. Processuella förutsättningar

De processuella förutsättningar som diskuterades under workshopen var följande:

- Flera deltagare på workshopen tyckte att man kan ställa krav på en arbetsprocess men att den kravställningen bör följas upp och valideras. Det bör också göras en konsekvensanalys innan man tar fram och ställer dessa krav.
- För att kunna implementera ett arbetssätt med modellen i centrum behövs en stringent kravställning och metodik. Ett förslag som framkom var att "kontrollstationer" ska krävas. Där det exempelvis blir tydligt med vad som ska finnas med i modellen vid en viss tidpunkt.
- En del av leverantörerna menade att det är viktigt att man kan välja den programvara som fungerar bäst för just deras disciplin. "Tekniken faller alltid på plats, dock en showstopper då vi inte får använda de program vi behöver"
- Det finns behov för tydliga processer och rutiner och regler för publicering och kommunikation.
- Viktigt att kunna använda rätt verktyg för att kunna hantera modellen i centrum och ett integrerat arbetssätt.
- En förutsättning är att alla har en gemensam målbild av både arbetssätt, processer och dess syfte. Det gäller hela organisationen, oavsett part.
- För processen blir det viktigt att alltid utvärdera mötena, (detta ingår i VDC konceptet). Vad fungerade bra, vad fungerade mindre bra? För att på så sätt alltid blir bättre (kontinuerlig förbättring).
- Det är viktigt att alla vet vad syftet med modellen är och vad som behöver levereras.
- Kvalitetssäkring och successiv uppföljning med löpande leveranser blir viktigt för att få tidigare respons på alla nivåer. Löpande leveranser – löpande uppdatering av modell ger bättre förståelse och översikt avseende frågan 'vart är vi' och vad är nästa steg i projekteringen.
- När man arbetar med modellen i centrum blir det viktigt att man bara levererar modeller och inga PDF filer och ritningar – inga dubbla leveranser som det är i dagsläget.

6 Förutsättningar och rekommendationer för MIA och PIA

Från studien diskuterar vi här de olika möjligheter och förutsättningar för att kunna jobba med modellen i centrum tillsammans med ett integrerat arbetssätt. I kapitel 6 sammanfattas tekniska, organisatoriska, processuella och juridiska förutsättningar och rekommendationer ges till alla i branschen.

6.1. Tekniska förutsättningar och rekommendationer

6.1.1. Sammanfattning av tekniska förutsättningar

Modellen i centrum: Enligt programvaruföretagen finns det inga tekniska hinder för projekt att jobba med en gemensam modell och ett modellorienterat arbetssätt, det finns mer organisatoriska och processuella hinder. På workshopen kom det upp ett ytterligare fler praktiska aspekter som behövs för att kunna arbeta med en gemensam modell. Förutsättningar som nämndes, när man diskuterade modellorienterat arbetssätt var: ärendehanteringssystem, statushanteringssystem och versionshantering.

Molnet & sekretess: En gemensam modell krävs att olika parter ska kunna dela information med varandra på ett sådant sätt att man kan se alla uppdateringar i realtid – t ex molnlösning. Det blir viktigt att få inblick i hur och när man kan använda externa molnlösningar (med inloggning) och få en tydlighet om var serverna med data från molnet är placerade geografiskt. Transparens och öppenhet är viktig för molnlösningar, men ibland behövs det en filtrering och restriktionsaccess för modellerna, man behöver kunna lägga in vissa restriktioner i modellen och till modellen för t ex känslig information. För att kunna hantera sekretessbelagd information, filtrering och restriktionsaccess behövs en diskussion med programvaruleverantörer för att leverera dessa tjänster i den nuvarande programvaran för anläggningsprojekt. Hantering av molnet är för offentliga beställaren också en juridisk och politisk fråga över hur man säkerställer myndigheters känsliga och sekretessbelagda information.

Öppna format och standarder: samordningsmodellen i centrum kräver att man jobbar med standards och öppna eller standardiserade format som t ex ISO19650 och IFC.

I litteraturen framgår det att olika typer av krav från beställare och organisationer kan vara lämpligt att förhålla sig till inom anläggningsprojekt i Sverige. Dessa krav hanterar: interoperabilitet, rollen som BIM-ansvarig, sätt att samarbeta på, prekvalificering av kunskap om BIM hos leverantörer, BIM-krav över projektfaser kopplade till leveranser, projekteringsplan för BIM, drift- och underhålls krav, och simuleringar. Vissa adresseras redan i vissa anläggningsprojekt men långt ifrån i alla projekt. För att kunna jobba med modellen i centrum, så behövs det tydliga och högre krav på modellerna.

Kvalitetssäkring: Från workshopen framgick det att det blir viktigt att programvarusystemen har en lösning för ärendehantering och statushantering för att kunna använda modellen i centrum. Transparens och tillgänglighet till data är betydelsefullt för Trafikverket. Med en modell i centrum blir det viktigt att alla aktörer som jobbar med modellerna har tillgång till modellerna och att det finns möjlighet att använda modellerna över en längre tid inom förvaltningen och att information är spårbar. Kvalitetssäkring görs på många olika sätt hos de olika aktörerna i anläggningsbranschen. Det blir viktigt att få en inblick i hur processen går till och att se över om det finns aspekter som kan förenklas, struktureras och automatiseras.

6.1.2. Rekommendationer

Modellen i centrum:

- För en dialog med programvaruleverantörer angående ärendehanteringssystem, statushanteringssystem och versionshantering

Moln & sekretess:

- Molnlösningar: Tydliggör ansvar och ägande kopplat till molnet och data/information
- Molnlösningar: Tydliggör var data/information lagras geografiskt och vilka konsekvenser platsen kan få.
- Molnlösningar: Tydliggör hur information bör hanteras mellan Trafikverket och leverantörer – IT säkerhetsfrågor
- Adressera frågan, till Regeringen, om hur myndigheters känsliga och sekretessbelagda information ska hanteras i Sverige i förhållande till molnet.
- Utveckla informationssystem som stödjer automatisering och användandet av modeller. Viktigt för Trafikverket är att undersöka om och hur man kan arbeta i en extern molnlösning eller om man ska använda/vidareutveckla en intern egen molnlösning, som också leverantörerna kan arbeta mot.

Öppna format och standarder:

- Fortsätt utvecklingen av gemensamma standarder och IFC Infra för att kunna jobba med mer effektivt med modellen i centrum. Utveckla och testa också tillsammans med programleverantörer.
- Kravställ och använd IFC och följ internationella standarder, som exempelvis ISO 19650, i den mån det är möjligt.
- Påverka vidareutvecklingen av standarden ISO 19650 genom att föreslå och komplettera med integrerat arbetssätt.
- Utveckla och systematisera kravställning och kontraktskrav för BIM, för alla investeringsprojekt inom Trafikverket.

Kvalitetssäkring:

- För diskussioner med programvaruleverantörer om hur man kan hantera filtrering, restriktionsaccess och ärendehantering.
- Se över vad i kvalitetssäkringsprocessen som behövs för att kunna strukturera processen och automatisera viss kvalitetskontroll i modellerna.

6.2. Organisatoriska förutsättningar och rekommendationer

6.2.1. Sammanfattning av förutsättningar

För att kunna jobba med ett modellorienterat och processororienterat integrerat arbetssätt, är det viktigt att ta hänsyn till organisatoriska förutsättningarna såsom roller, ansvarsfördelningar, struktur och upphandling och kontraktstrategier.

Krav & kontrakt: I sammanställningen, utifrån litteratur, dokument, intervjuer och forskningsprojekt, kom det fram att upphandling och kravställning i kontrakten är ett viktigt element. Vissa länder och beställarorganisationer ställer tydliga krav på både projektorganisationen och arbetssättet. Kraven ser olika ut, i olika upphandlingsmodeller men alla tar upp något av en strukturerad samverkan, ett ordnat arbetssätt, ett förhållningssätt till uppdraget och till varandras roller, men det specificeras inte hur det ska genomföras. Andra beställare kräver däremot certifierad VDC kunskap och ICE metodik för integrerad samverkan. Hur dessa samverkansmetodiker efterlevs när projektet är igång är otydligt.

Arbetssätt: För att kunna jobba med och mot en gemensam modell, som med stor fördel kan användas tillsammans med integrerade arbetssätt, krävs att man tydliggör ansvarsfördelningen mellan de olika aktörerna och rollerna (t ex vem kan ändra i modellen, och när kan man ändra). I Norge har flera forskningsprojekt studerat integrerade arbetssätt och samtidigt tagit fram en tydlig handbok över hur man implementerar och använder t ex ICE metodiken med tydlig beskrivning av roller och ansvarsbeskrivningar, struktur och metodik.

Att jobba med ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt kräver en kulturförändring och en förändring av nuvarande arbetssätt för alla aktörer i projektet. En organisatorisk förutsättning är kompetens och personer som vill jobba med det här arbetssättet. Ett modell- och processororienterat integrerat arbetssätt kräver dock mer från deltagarna som bör ha stor kompetens och erfarenhet. Detta kräver också resurser i tid, pengar och kompetens för att kunna jobba med modellen i centrum på ett mer integrerat sätt.

6.2.2. Rekommendationer

- Tydliggör roller och ansvarsfördelning när man jobbar med en gemensam modell (vem ändrar och när osv).
- Tydliggör hur man kan samverka på ett systematiskt och strukturerat sätt.
- Se över möjligheten att ställa krav på ett systematiskt och strukturerat arbetssätt som stödjer samverkan, t ex ICE. Ställ krav på integrerat arbete hos leverantörer.
- Kravställ leverans bara i modellen (ingen PDF eller dubbelarbete).

6.3. Processuella förutsättningar och rekommendationer

6.3.1. Sammanfattning av förutsättningar

För att kunna jobba med och mot en gemensam modell (modellorienterat integrerat arbetssätt) finns inga tekniska begränsningar men det finns organisatoriska och processuella begränsningar. För att kunna jobba i en gemensam modell krävs det en tydlig arbetsprocess för hur man jobbar med samma modell (vem gör vad, när, hur osv). Man behöver en intern process för hur man ska jobba på detta sätt. I dagsläget finns oftast inte en sådan tydlig struktur och process på plats.

En stringent kravställning och metodik behövs för leveranser av modeller i olika faser. Från workshopen kom det också fram att leverantörer gärna vill ha tydliga processer och rutiner för kommunikation inom modellerna och hur och var man kan/ska publicera.

Kvalitetssäkring och successiv uppföljning/acceptans med löpande leveranser blir viktigt för att få tidig respons på alla nivåer. Löpande leveranser – löpande uppdatering av modell över tid ger förståelse och översikt avseende frågan 'var är vi' och vad är nästa steg i projekteringen.

När man jobbar med modellen i centrum blir det viktigt att man bara levererar modellen och inga PDF filer och ritningar – inga dubbla leveranser.

6.3.2. Rekommendationer

- Definiera och utveckla systematiska och strukturerade processer för att jobba integrerat i en gemensam modell
- Definiera tydliga processer och rutiner och regler för publicering och kommunikation (när, hur osv).
- Ta fram en handbok för integrerat arbete

- Studera möjligheter för löpande kvalitetssäkring med successiv uppföljning/ acceptans av leveranser i förhållande till kravställning och befintliga processer
- Utred möjligheter för mer automatiserade kvalitetskontroller i modellen
- Genomför en konsekvensanalys för modell och processororienterat arbetssätt – vad betyder detta för olika aktörer, processen, ansvar, osv.

6.4. Juridiska förutsättningar

6.4.1. Sammanfattning av förutsättningar

För att kunna jobba med ett modellorienterat arbetssätt finns det behov att se över de juridiska förutsättningarna. Ett antal punkter har kommit upp: för att kunna jobba med molnet behöver man rent juridiskt se över hantering av sekretessbelagd och känslig information och frågan om ansvar – hur fördelar man ansvar för information och modellerna mellan de olika aktörerna. I litteraturen beskrivs att ägandeskapet till modellerna och de immateriella rättigheterna behöver tydliggöras, t ex hur hanterar man kränkningar av immateriella rättigheter i modellerna, hur skyddar man affärskunskap och de informations-säkerhetsfrågor som kommer upp när man lagrar data i molnet. När man arbetar med mer integrerade arbetssätt och en gemensam modell utvecklas nya roller, ansvarsfördelningar och rättigheter som behöver beskrivas och tydliggöras.

6.4.2. Rekommendationer

- Adressera juridiskt för hur man hanterar sekretessbelagd och känslig information inom molnet
- Tydliggör ansvarsfrågor (liability) mellan olika aktörer
- Tydliggör frågor runt ägandeskap av modellerna och immateriella rättigheter i modellerna
- Tydliggör nya roller, ansvarsfördelningar och rättigheter med ett modellorienterat arbetssätt

7 Slutsatser

Projektet har avsett att tydliggöra nyttan, behovet och förutsättningar av att använda samordningsmodeller och ett integrerat arbetssätt. Studien syftade därmed till att ta fram en kunskapsbas genom att fördjupat undersöka integrerat arbetssätt. Kunskapsbasen har hämtats från en översyn av litteraturen, intervjuer med olika aktörer, en mindre enkät inom Trafikverket och en workshop med leverantörer och beställaren om modellen i centrum.

In studien har det kartlagts och identifierats viktiga nyttor och tekniska förutsättningar för modellorienterad projektering. Viktiga nyttor är att kunna jobba i en gemensam modell, möjligheter till högre kvalitet med mindre informationsförluster och en bättre successiv uppföljning samt automatiserad kvalitetssäkring och en förbättrade samverkan mellan olika aktörer. För att kunna jobba med/mot en modell i centrum behöver man se över användningen av olika molnlösningar (interna eller externa lösningar) och hanteringen av sekretessbelagd och hemlig information. Det blir också viktigt att ställa krav på öppna och neutrala format som till exempel IFC och användning av internationella standarder som ISO 19650 så att alla partner använder samma språk och strukturer.

Ett annat mål för projektet var att kartlägga och identifiera välfungerade aspekter för BIM och integrerade arbetssätt utifrån organisation, process och teknik baserat på branschens och Trafikverkets erfarenheter. I projektet har välfungerade aspekter och drivkrafter för integrerade arbetssätt kartlagts utifrån både litteratur, intervjuer och forskningsprojekt i Norge. Några aspekter som är viktigt är engagemang från alla aktörer, samlokalisering och att alla aktörer behöver vara med i processen tidigt för att få en gemensam förståelse. Genom att samla alla aktörer skapas möjligheten att se risker, möjligheter, behov och lösningar tidigare än vid traditionellt projektgenomförande. Ett integrerat arbetssätt och en modell i centrum kräver andra förutsättningar för tekniken, organisationen, processen och juridiken.

Tekniska förutsättningar för en modellorienterad integrerat arbetssätt är frågor relaterad till molnet, sekretessinformation, öppna format och standarder, ärendehanteringssystem, statushanteringssystem och versionshantering.

Organisatoriska förutsättningar, för att kunna jobba med ett modellorienterat och process-orienterat integrerat arbetssätt, som är viktiga att ta hänsyn till är roller, ansvarsfördelningar, struktur och upphandling samt kontraktsstrategier.

För att kunna jobba i en gemensam modell krävs det en tydlig arbetsprocess för hur man jobbar med samma modell (vem gör vad, när, hur osv). Kvalitetssäkring och successiv acceptans med löpande leveranser blir viktigt för att få tidigare respons på alla nivåer.

För att kunna jobba på ett modellorienterat arbetssätt krävs det att man ser över de juridiska förutsättningarna. Ett antal punkter som är av betydelse är: för att kunna jobba med molnet krävs det en tydlig hantering av sekretessbelagd och känslig information, ägandeskapet av modellerna och immateriella rättigheter som juridiken bör se över.

Slutligen har det i studien kartlagts olika förutsättningar för att kunna arbeta med ett modellorienterat integrerat arbetssätt i branschen och hos Trafikverket. Studien har utvecklat ett flertal rekommendationer för tekniska, organisatoriska, processuella och juridiska aspekter.

8 Fortsättning

Bygg- och anläggningsbranschen står inför en fundamental omvandling med digitaliseringen som den drivande kraften. Med hjälp av digitala modeller finns möjligheter till ökad förståelse för designlösningar och projekt i sin helhet. Modeller kan bidra till att öka samarbetet mellan bland andra teknik- och miljöspecialister samt underlätta att hitta innovativa och bättre lösningar. Att enkelt kunna identifiera och kontrollera att krav är uppfyllda är av stor vikt i stora bygg- och anläggningsprojekt som ofta är komplexa och har många osäkerheter. Här anses BIM vara användbart för att bland annat förbättra kvaliteten genom att eliminera konflikter och minska omarbetningen men det finns lite forskning om att använda samordningsmodeller under hela projektet för kvalitetssäkring och effektivt informations-utnyttjande. En slutsats av projektet är att se över ett mer strukturerat och systematiskt sätt för hur man jobbar med modellerna.

Ett specifikt område som diskuterats av många i studien var om kvalitetssäkringsprocessen och kvalitetskontrollen i modellen. Kvalitets-säkring ses här som ett systematiskt och proaktivt arbetssätt för mottagnings- och kvalitetskontroll av leveranser samt kontroll av leverantörens utförda kvalitetssäkring. Kvalitetskontroll definieras som kontroll av ämnesinnehåll och struktur i modeller och är viktigt för designlösningen (exempelvis byggbarhet, miljö- och hållbarhetskrav) och informationen/data (t ex geometri, digitala leveranskrav). Kvalitetskontroll sker i olika faser och görs av olika aktörer men det finns inga standardiserade sätt att genomföra kvalitetskontroll av designen i modellen.

En fortsättning av projektet skulle vara att studera kvalitetssäkringsprocessen och kvalitetskontrollen i mer detalj och se hur de kan förbättras, systematiseras när man jobbar med modellen i centrum och på ett integrerat sätt. Kvalitetskontroll är efterfrågat i alla faser, av alla aktörer i byggprojekt och är framförallt viktigt för beställaren, leverantören men också program-varuleverantörer. Genom att få en tydlig bild av kvalitetskontroller kan man få en inblick i de kvalitetssäkringsprocesser som är generiska och vilka moment som kan automatiseras. Kravstyrd automatisering av kvalitetskontroller underlättar för alla aktörer och frigör tid för innovation. För att kunna automatisera vissa kontroller och processer blir det viktigt att använda öppna filformat, som IFC Infra och BCF och testa hur väl dessa filformat fungerar för kvalitetskontroll.

Ordlista

Samordningsmodell: byggnadsinformationsmodell

BIM: byggnadsinformationsmodell

Objektorienterad informationsmodell: Används som ett samlande begrepp för modeller med anläggningsinformation (ämnesområdesmodeller, samordningsmodeller och presentationsmodeller) som omfattas av kravdokumentet TDOK 2015:0181 Objektorienterad informationsmodell.

Kvalitetssäkring: Arbetssätt för mottagnings- och kvalitetskontroll av leveranser samt kontroll av leverantörens utförda kvalitetssäkring

Kvalitetskontroll: Kontroll av struktur och ämnesinnehåll i produktokument

Successiv uppföljning: Arbetssätt för att samverkande och successivt följa upp leverantörernas arbete, arbetsmaterial och handlingar med avseende på förutsättningar, risker, kravbild och regelverk.

PDBi: Projektdatabas investering, används som systemstöd för informations- och dokumenthantering. Leverantören levererar produktokument till PDBi.

Bilagor

Bosch, P., Carlstedt, J., Hermundsgård, M. och Raalte, van R. (2017).

Förstudie: BIM, integrerade arbetsätt och samverkan - för ökad kvalitet och innovation i stora komplexa projekt.

Rapport Trafikverket, Dokumentdatum: 2017-09-01, Ärendenummer: 6383

Referenser

- Albinsson, L. (2019). Bygg 4.0. Att bygga skepp på marken Bygg 4.0 Projektering-Hur principer från skeppsbyggnad kan effektivisera byggbranschen. Smart Built Environment rapport. <https://bygg40.se/>
- Alhava, O. Laine, E. Kiviniemi, A. (2015). Intensive big room process for co-creating value in legacy construction projects. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Special Issue: ECPPM 2014, Vol. 20, pg. 146-158, <http://www.itcon.org/2015/11>
- Andersen, B., Kilde, H. (2015). BA2015 slutrapport (2015)
- Andersen, B. Hoel, J-E., & Torsteinson, A. (2018). Hvordan ta ut potensialet av helt nye kontrakts- og samarbeidsformer i samferdselssektoren? Presentation på Prosjekt 2018 Prosjektkonferansen Norge.
- Bosch-Sijtsema, P.M. and Tjell, J. (2017). The concept of project space: studying construction project teams from a spatial perspective. *International Journal of Project Management*, 35 (7), 1312-1321.
- Bradley, A., Li, H., Lark, R., & Dunn, S. (2016). BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Automation in Construction*, 71, 139-152.
- Bråthen, K. Flyen, C. Moland, L. E. Moum, A. och Skinnarland, S. (2016). Sam-BIM
- Bedre samhandling i byggeprosessen med BIM som katalysator. Fafo-rapport 2016:40, SINTEF-rapport SBF 2016 A0549
- Bosch, P., Carlstedt, J., Hermundsgård, M. och Raalte, van R. (2017). Förstudie: BIM, integrerade arbetssätt och samverkan - för ökad kvalitet och innovation i stora komplexa projekt. Rapport Trafikverket, Dokumentdatum: 2017-09-01, Ärendenummer: 6383
- Bråthen, K. & Moum, A. (2016). Bridging the gap: bringing BIM to construction workers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 23(6).
- BuildingSmart (2019) IFC Rail Project, Context and Approach (October 2019). Report version 1.1. Building Smart Railway Room.
- Bygballe, L.E., Dewulf, G. & Levitt, R.E. (2015). The interplay between formal and informal contracting in integrated project delivery. *Engineering Project Organization Journal*, 5:1, 22-35,
- Chachere, J. (2009). Observation, Theory, and Simulation of Integrated Concurrent Engineering: Grounded Theoretical Factors.
- Chae, L.S. and Kang, J. (2015), "Understanding of Essential BIM Skills through BIM Guidelines", in Tulio, Sulbaran (Ed.), *51st ASC Annual International Conference Proceedings, The Associated Schools Construction, April 22-25, 2015*. p.8, Texas A&M University.
- Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.

Edirisinghe, R. and London, K. (2015), "Comparative analysis of international and national level BIM standardization efforts and BIM adoption", *32nd International Conference of CIB W78, Oct 27-29, 2015*, CIB, Eindhoven, The Netherlands, pp. 149–158.

El-Asmar, M, Hanna, A S and Loh, W-Y (2013). Quantifying performance for the integrated project delivery system as compared to established delivery systems. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 139(11), 04013012.

eSAM, Rättsligt uttalande om röjande och molntjänster (2018), Dnr/ref. VER 2018:57

Fan, S. L., Lee, C. Y., Chong, H. Y., & Skibniewski, M. J. (2018). A critical review of legal issues and solutions associated with building information modelling. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(5), 2098-2130.

Floros, G. S., Boyes, G., Owens, D., & Ellul, C. (2019). Developing IFC for infrastructure: a case study of three highway entities. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 4.

Franz, B W, Leicht, R M, Molenaar, K and Messner, J I (2017). Impact of team integration and group cohesion on project delivery performance. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 143(1), 1-12.

Gjersvik, R. och Hermundsgård, M. (2018). Høydedrag fra SpeedUP og erfaringer fra implementering av ICE. Presentation på Prosjekt 2018 Prosjektkonferansen Norge.

Hermundsgård, M. (2017). Integrated Concurrent Engineering Samtidig prosjektering for Byggeprosjekter – Veileder. SpeedUp prosjekt och ÅF Engineering AS.

Hermundsgård, M. & Stene, T.M. (2016). Veileder Oppstartsprosesser – Hvordan få til en god oppstartsprosess. Veileder SpeedUp prosjekt, ÅF Reinertsen och SINTEF.

Holand, A., Gjersvik, R. & Hermundsgård, M. (2017) Implemented Integrated Concurrent Engineering? Evalueringsrapport fra to prosjekter hvor ICE-metodikken er tatt i bruk. Rapport ÅF Engineering

Hosseini, M.R., Bosch-Sijtsema, P., Arashpour, M., Chileshe, N. and Merschbrock, C. (2018). A qualitative investigation of perceived impacts of virtuality on effectiveness of hybrid construction project teams. *Construction Innovation*, 18 (1), pp. 109-131.

ISO 19650-1:2018 (en) Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles

ISO 19650-2:2018 (en) Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery Phase of the assets

- Kamara, J. M., & Anumba, C. J. (2000). Client requirements processing for concurrent life-cycle design and construction. *Concurrent Engineering*, 8(2), 74-88
- Kassem, M., Succar, B. and Dawood, N. (2015), "Building Information Modeling: Analyzing Noteworthy Publications of Eight Countries Using a Knowledge Content Taxonomy", *Building Information Modeling*, American Society of Civil Engineers, pp. 329-371.
- 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.
- Khanzode, A. and Senescu, R. (2012). Making the integrated big room better. DPR construction, available at: www.dpr.com/view/making-big-room-better (accessed 5 March 2020).
- Kokkonen, A. and Vaagaasar, A.L. (2017). Managing collaborative space in multi-partner projects. *Construction Management and Economics*, 36 (2), 83-95.
- Kunz, J. och Fischer, M. (2012) Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. CIFE Working Paper #WPO97, Stanford University, USA
- Leicht, R and Harty, C (2017). Influence of Multiparty IPD Contracts on Construction Innovation In: Chan, P W and Neilson, C J (Eds) *Proceeding of the 33rd Annual ARCOM Conference*, 4-6 September 2017, Cambridge, UK, Association of Researchers in Construction Management, 164-173
- Leonardi, P. M., & Barley, S. R. (2010). What's under construction here? Social action, materiality, and power in constructivist studies of technology and organizing. *Academy of Management Annals*, 4(1), 1-51.
- Majava, J., Haapasalo, H. and Aaltonen, K. (2019), Elaborating factors affecting visual control in a big room. *Construction Innovation*, 19 (1): 34-47.
- Nordic Road Association (NVF) (2018). Design-build Contracts in the Nordic Countries. Can the use of design-build contracts in road construction be optimised? Nordic Road Association (NVF) reports, Denmark, Danish Road Directorate 2018, EAN 9788793689824.
- Resultatrapport IPN i BiA 235160 (2019). Resultatrapport - En kvalitativ oppsummering og vurdering av prosjektet en Kortere gjennomførings tid i bygg og anleggsprosjekter (SpeedUp).
- Sacks, R., Gurevich, U., & Shrestha, P. (2016). A review of building information modeling protocols, guides and standards for large construction clients. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(29), 479-503.
- SBUF id:13133. BIM Alliance och Sveriges Byggherrarna, Installationsföretagen, Svenska Teknik och Design företagen och Sveriges Byggindustrier 2016: BIM påverkan på affär och avtal. Förstudierapport – 15 mars 2016, Revidering A – 7 april 2016
- Tjell, J. (2016). The constructed space of a construction design team. Licentiat thesis. Chalmers Tekniska Högskolan. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/240951/240951.pdf>

Trafikverkets Handledning för Samverkan nivå hög TDOK 2016:023465

Trafikverkets Riktlinje för Samverkan nivå hög TDOK 2016:0233

Trafikverkets Affärsstrategi 3.0 - Trafikverkets affärsstrategi för entreprenader och tekniska konsulter TDOK 2016:0199

Trafikverkets Riktlinje för informationsklassning avseende konfidentialitet, tillgänglighet, riktighet och spårbarhet TDOK 2013:0261

Trafikverket Rapport: Digitaliseringens bidrag till Målbild 2030 – tillgänglighet i ett hållbart samhälle (2020)

Trafikverkets strategi för digitalisering TDOK 2015:0489

Trafikverket Komplexitetsbedömning TMALL 0317

Trafikverkets Snabbguide för molntjänster v 1.0 (2019)

Trafikverket Strategisk Inriktning för BIM och Kvalitetssäkring i Ny Generation Järnväg (2020)

Zidane, Y. J., Stordal, K. B., Johansen, A., & van Raalte, S. (2015). Barriers and challenges in employing of concurrent engineering within the Norwegian construction projects. *Procedia Economics and Finance*, 21, 494-501.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 405 33 Göteborg. Besöksadress: Vikingsgatan 2-4.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

www.trafikverket.se