



Ketil Bråthen, Cecilie Flyen, Leif E. Moland,  
Anita Moum og Sol Skinnarland

# SamBIM

Bedre samhandling i byggeprosessen  
med BIM som katalysator

Hovedrapport



Ketil Bråthen, Cecilie Flyen, Leif E. Moland,  
Anita Moum og Sol Skinnarland

## **SamBIM**

Bedre samhandling i byggeprosessen  
med BIM som katalysator

Hovedrapport

© Fafo 2016

Fafo-rapport 2016:40  
ISBN 978-82-324-0336-3  
ISSN 2387-6859

SINTEF-rapport SBF 2016 A0549  
ISBN 978-82-14-06111-6

# Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>5</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>6</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>20</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>24</b>
1.1 INNOVASJONSPROSJEKTETS OVERORDNEDE IDÉ OG PARTNERE .....	24
1.2 FOU-PROSJEKTETS MÅL .....	27
1.3 RAPPORTENS OPPBYGGING.....	29
1.4 KONTEKST, BEGREPER OG TEORETISK STÅSTED .....	29
<b>2 METODE OG GJENNOMFØRING</b> .....	<b>53</b>
2.1 PLANLEGGINGSFASE .....	53
2.2 ORGANISERING AV HOVEDPROSJEKTET.....	54
2.3 VALG AV CASE.....	55
2.4 FØLGEFORSKNINGEN .....	55
2.5 FORSKNINGSMETODE .....	56
2.6 SENTRAL SAMBIM-VIRKSOMHET.....	58
2.7 METODE- OG GJENNOMFØRINGSKRITIKK.....	60
<b>3 EMPIRI FRA SEKS CASESTUDIER</b> .....	<b>68</b>
3.1 INNLEDNING .....	68
3.2 SAMMENDRAG CASESTUDIENE .....	68
<b>4 RAPPORTER FRA INNOVASJONSGRUPPER OG PH.D.-ARBEID</b> .....	<b>85</b>
4.1 INNLEDNING .....	85
4.2 INNOVASJONSTILTAK GJENNOMFØRINGSMODELL .....	86
4.3 DRIVERE OG BARRIERER FOR SAMPROSJEKTERING VED HJELP AV BIM .....	94
4.4 FAGDAG I SAMBIM OM LEAN CONSTRUCTION .....	114
4.5 SAMMENDRAG PH.D. ....	117

<b>5 ERFARINGSRAPPORTER FRA VIRKSOMHETENE .....</b>	<b>129</b>
5.1 INNLEDNING .....	129
5.2 ERFARINGSRAPPORTENE .....	129
<b>6 DRØFTING OG KONKLUSJONER.....</b>	<b>144</b>
6.1 INNLEDNING .....	144
6.2 DE SEKS CASENE .....	144
6.3 ENTREPRISEFORMER OG KONTRAKTER .....	149
6.4 BIM-BRUK I SAMBIM-PROSJEKTENE.....	152
6.5 SAMHANDLING OG SAMHANDLINGSMODELLER .....	155
6.6 ROLLER, MAKT OG ANSVAR .....	161
6.7 HVA HAR SKILT DE GODE FRA DE DÅRLIGE INNOVASJONSFORSØKENE?.....	172
<b>7 KONKLUDERENDE REFLEKSJONER .....</b>	<b>185</b>
<b>REFERANSER .....</b>	<b>189</b>
<b>APPENDIX .....</b>	<b>195</b>
A.1 FORKORTELSER .....	195
A.2 OVERSIKT OVER FOREDRAG OG MEDIEOMTALER .....	197
A.3 RELEVANTE SLIDES.....	199

## Forord

Dette er hovedrapportering fra innovasjonsprosjektet SamBIM, som er delfinansiert av Norges forskningsråds program «Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA)». SamBIM har hatt som målsetting å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM for å øke verdiskaping i byggeprosjekter, byggebransjen og egne bedrifter. SamBIM-prosjektet ble avsluttet i 2016, og det ble gjennomført av en gruppe bestående av forskere fra tre ulike forskningsmiljøer; Fafo, NTNU og SINTEF Byggforsk, samt fire industripartnere (virksomheter) som har hatt ansvar for utprøving av prosesser med BIM i sine prosjekter. Disse er Skanska, som også har vært prosjekteier, LINK arkitektur, Multiconsult og Statsbygg. I denne hovedrapporten drøfter og analyserer vi funn og konklusjoner på tvers av seks casestudier som har inngått i SamBIM, samt fra arbeider i innovasjonsgrupper med deltakere på tvers av industripartnerne og forskningsmiljøene.

Forskere så vel som virksomhetsrepresentanter har bidratt med selvstendige leveranser. Vi har derfor valgt å navngi de ulike forfatterne av rapportens kapitler og delkapitler. Rapporten hovedstruktur er blitt til på møter hvor både forskere og virksomhetsrepresentanter har deltatt. Leif E. Moland fra Fafo har vært prosjektleder for FoU-miljøet, mens Sol Skinnarland fra Fafo har hatt ansvar for å koordinere og sammenstille alle enkeltbidragene til et felles produkt. Anita Moum fra SINTEF Byggforsk og Anne Inga Hilsen fra Fafo har kvalitetssikret rapporten.

Vi vil rette en stor takk til våre engasjerte medskribenter hos industripartnerne: Bjørn Erik Lie fra LINK arkitektur, Hilde Warp og Øystein Mejlænder-Larsen fra Multiconsult, Thomas Sæve fra Skanska og Morten Dybesland og Sesn Tesfu fra Statsbygg. Vi vil også takke industripartnerne og medlemmene i styringsgruppen for verdifulle innspill til utkast til rapporten. Til slutt vil vi takke nå pensjonerte Torer F. Berg og avdøde Kirsten Arge begge tidligere fra SINTEF Byggforsk for innsatsen i første halvdel av prosjektet. Forfatterne er ene og alene ansvarlige for eventuelle feil og mangler ved rapportens endelige innhold og utforming.

Oslo, 15. november 2016

Leif E. Moland (prosjektleder), Ketil Bråthen, Cecilie Flyen,  
Anita Moum og Sol Skinnarland

# Sammendrag

Sol Skinnarland, Fafo

## Kapittel 1 Innledning

Innovasjonsprosjektet som denne rapporten bygger på, har fått betegnelsen SamBIM og handler om samhandling og bruk av BIM.<sup>1</sup> Prosjektet er delfinansiert av Norges forskningsråds program «Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA)» og har hatt som målsetting å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM.

Innovasjonsprosjektet SamBIM griper fatt i bransjeutfordringer ved at aktørene, gjennom innovative tiltak og med hjelp av BIM-verktøy, tilstreber å planlegge, prosjektere og produsere bygg effektivt, uten feil og til rett tid.

Byggebransjen står fortsatt overfor mange kjente utfordringer og problemer som i hovedsak er forårsaket av samspillet mellom prosess, folk og teknologi. Innovasjonselementet i prosjektet lå derfor i å utvikle, teste og etablere nye eller forbedrede prosesser og samhandlingsmodeller i verdikjeden. Gjennom prosjekttiden har samhandlingsmodeller og samarbeidsprosesser blitt utviklet, og rapporten beskriver og analyserer erfaringer og funn fra casestudiene.

### Prosjektdeltakere fra næringsen og FoU

Skanska Norge (prosjekteier), Statsbygg, Multiconsult og LINK arkitektur har vært driftspartnerne i innovasjonsprosjektet. FoU-partnerne i prosjektet var SINTEF Byggforsk, NTNU og Fafo.

### FoU-prosjektets mål

FoU-prosjektet var både et utviklings-, dokumentasjons- og følgeforskningsprosjekt. FoU-prosjektets mål har vært «å understøtte innovasjonsprosjektet med å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM for å øke verdiskapingen i byggeprosjekter, byggebransjen og egne bedrifter».

### BIM

Den rivende utviklingen av informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) har åpnet for nye verktøy i byggebransjen. Det er knyttet store forventninger til gevinstene av å ta i bruk BIM. Men det er fremdeles få, om noen byggeprosjekter hvor åpen BIM blir brukt av alle aktørene i hele verdikjeden. Til tross for dette, er det likevel en tydelig og etter hvert akselererende utvikling når det gjelder bruk av BIM. Byggenæringen virker å

---

<sup>1</sup> «BIM står for BygningsInformasjonsModell når det henviser til hva som produseres, og BygningsInformasjonsModellering når det henviser til arbeidsprosessene som utføres» (Moen & Moland 2010:10).



være i en slags transformasjon når det gjelder holdningen til digitalisering generelt og BIM spesielt. Bruken av BIM griper både inn i arbeidsprosessene og i organisasjonens forretningsstrategier. Flere begynner å se BIM i sammenheng med prosess- og samhandlingskonsepter som for eksempel lean construction, integrated concurrent engineering og integrated project deliveries. Konseptene beskrives i kapittel 1. SamBIM er det første innovasjonsprosjektet i Norge som spesifikt fokuserer på koblingen mellom BIM og samhandlingsmodeller.

### **Samhandling i byggeprosessen**

I SamBIM har vi støttet oss på Melands definisjon av gjennomføringsmodell:

«Gjennomføringsmodell for et byggeprosjekt defineres gjennom kontraktene mellom partene og i forarbeidene med disse. Ved å kombinere ulike entrepris- og kontraktsformer, kontraheringsstrategier, vederlagsformer og organiseringsmodeller framkommer et sett mulige gjennomføringsmodeller som kan legges til grunn for enkeltprosjekter» (Meland 2000).

De ulike partnerne i SamBIM har likevel sine egne definisjoner på gjennomføringsmodellene de benytter. I flere tilfeller er det som kalles en gjennomføringsmodell, i utgangspunktet en prosessmodell. Når det gjelder organisering av byggeprosessen for økt integrasjon i byggeprosessen, er særlig to relevante for dette prosjektet; a) concurrent engineering og b) IDDS (beskrives i kapittel 1). Disse kan begge mer eller mindre ses på som forskjellige oppskrifter på hvordan man kan organisere byggeprosesser.

### **Lean og trimmet bygging**

Byggenæringen er fragmentert, med mange fagdisipliner, kontrakter og entreprisformer. Fragmenteringen er en hovedårsak til at næringen har hatt rykte på seg for dårlig samarbeid og lav tillit mellom aktørene. I løpet av de siste tiårene, er det gjort en rekke forsøk på å løse utfordringene med dårlig samarbeid, som for eksempel gjennom lean construction. I lean construction hevdes det at byggeprosessens samlede effektivitet best kan økes gjennom å rette oppmerksomheten mot styringen av samspeillet eller *flyten* mellom de ulike aktivitetene. Et interessant funn fra Statsbyggs bruk av lean-metoder på Urbygningen (Bråthen & Moland 2015) er aktørenes vage oppfatning av lean som konsept, på tross av kontraktfestet bruk av lean som tilnærming til arbeidsorganisering.

## **Kapittel 2 Metode og gjennomføring**

### **SamBIMs sammensetning**

Prosjektet har hatt en styringsgruppe bestående av sentrale beslutningstakere hos de fire industripartnerne og en representant fra hver av de tre FoU-partnerne. Hver av de fire industripartnerne har også oppnevnt en endringsagent, som skulle understøtte den strategiske forankringen av innovasjonsprosjektene i de respektive bedriftene. Industripart-

nerne skulle opprinnelig gjennomføre innovasjonstiltak i tre forskjellige case. Det viste seg at det var behov for flere case, og vi endte opp med seks case.

### **Følgforskningen**

Fafo og SINTEF Byggforsk har fulgt og beskrevet samhandlingsprosessene, og gitt løpende prosessanalyser og tilbakemeldinger til deltakerbedriftene og de respektive byggeprosjektene.

I dette forskningsprosjektet har det vært viktig å framskaffe grundig informasjon og kunnskap om ett avgrenset tema, sett i lys av den totale byggeprosessen. Dermed har casestudie som tilnærming vært hensiktsmessig. Datagrunnlaget for følgforskningen bygger på a) semistrukturerte informantintervjuer, b) observasjon og c) dokumentanalyse. Det er gjennomført 60 intervjuer med til sammen 82 informanter. Videre har vi deltatt på lokale prosjektmøter og hatt en rekke uformelle samtaler.

### **Arbeidsform**

Foruten følgforskning har forskerne deltatt i sentrale prosjektsamlinger sammen med representanter fra industripartnerne. Det har også vært FoU-møter der forskerne fra de tre forskningsmiljøene har jobbet sammen. 32 sentrale SamBIM-møter har vært avholdt, først og fremst som et forum hvor industripartnerne og forskerne sammen har diskutert prosjektutformingen, problemstillinger, innovasjonsmuligheter og erfaringer fra de ulike casene, og ikke minst forventninger til hverandre og til tiltakene. I tillegg ble deler av prosjektaktiviteten konsentrert om tre temaer; a) gjennomføringsmodeller, b) barrierer for innovasjon med BIM og c) lean/involverende planlegging/bygging. Til hvert av temaene ble det opprettet grupper med representanter fra både bedriftene og forskningsmiljøene. Arbeidet med gjennomføringsmodeller har vært omfattende. Gjennom prosjektperioden har det vært gjennomført flere fagdager og workshoper. Det har vært avholdt 24 forskermøter, med deltakere fra Fafo, SINTEF Byggforsk og i noen grad også NTNU. De fleste av disse har gått med til begrepsavklaringer og operasjonalisering av problemstillinger, samt til planlegging og koordinering av forskningsaktiviteter.

### **Metode- og gjennomføringskritikk**

Noen av våre erfaringer kan bidra til at nye innovasjonsprosjekter kan gjennomføres mer målrettet og effektivt. Planene viste seg å være litt for ambisiøse, i hovedsak knyttet til prosjektdeltakernes kontroll over byggeprosjektene og byggebransjens manglende kunnskaper og forståelse for SamBIM. Antall aktører i SamBIM-prosjektet har vært høyt, og det var flere utskiftninger av prosjektledelse, endringsagenter og forskere. Valg av gode case var vanskeligere enn forutsatt. Denne typen innovasjonsprosjekt som involverer så mange ulike aktører, bør sikre seg at byggherren er engasjert, trolig helst som konsortiedeltaker. Det har vært vanskelig å forankre SamBIM i byggeprosjekter der byggherre eller andre sentrale aktører i prosjekteringsarbeidet ikke inngikk i SamBIM-konsortiet.

Uten tilstrekkelige caseaktiviteter ble det i startfasen nedlagt mye arbeid på caseuavhengige aktiviteter, som senere viste seg å ha liten verdi, og som derfor ikke ble fulgt opp. SamBIM-møtene utviklet seg etter hvert til å bli en god læringsarena for både fors-

kerne og representantene fra byggebransjen. Industripartnerne har delt både gode og mindre gode erfaringer. Frykten på forhånd om manglende åpenhet, har ikke vært berettiget.

Som følge av begrensninger som lå i enkelte case ble innovasjonsfokuset utvidet til også å gjelde forbedringer i industripartnerens interne organisasjon, det vil si nedslagsfeltet for innovasjon ble utvidet. Etter hvert som arbeidet med casene kom i gang, fikk SamBIM-møtene mer relevant faglig innhold, sett fra forskernes ståsted. Oppstart med følgeforskningen i casene ble betydelig forsinket, men har ellers forløpt tilfredsstillende.

### **Kapittel 3 Empiri fra seks casestudier**

I kapittel 3 beskriver vi casene som har blitt følgeforsknet i SamBIM. Det er totalt snakk om seks case, fordelt på fem byggeprosjekter.

I det første SamBIM-caset, Risløkka trafikkstasjon, ble det prøvd ut flere innovative tiltak, blant annet Virtual Design and Construction (VDC) -inspirert prosjektering med samlokalisert prosjekteringsgruppe. Byggeprosjektet ble dessverre terminert våren 2013, tidlig i prosjekteringsfasen. Høsten 2013 ble case to og tre etablert ved Urbygningen ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Den første tar for seg detaljprosjekteringsfasen, hvor flere av erfaringene fra Risløkka trafikkstasjon samt noen nye tiltak ble prøvd ut. I det andre caset tilknyttet Urbygningen ved NMBU kom SamBIM-partner Skanska med som generalentreprenør. Her ble det arrangert en samhandlingsfase med forsøk med lean construction-inspirert planlegging og såkalte BIM-kiosker, der entreprenørene, prosjekteringsgruppen og Statsbygg gikk sammen om å planlegge framdriften i prosjektet.

Før Skanska ble en del av prosjektet på Urbygningen, hadde de et eget case sammen med SamBIM-partner LINK arkitektur, byggingen av Veitvet skole, det fjerde SamBIM-caset. I dette prosjektet var tanken å prøve ut en omfattende samhandlingsmodell med BIM som basis. Prosjektet ble fulgt gjennom prosjekteringsfasen og deler av byggefasen, før SamBIM-engasjementet i prosjektet ble avsluttet sommeren 2013. Skanska kom opp med et nytt (SamBIMs femte) prosjekt, Eikefjord barne- og ungdomsskule, vinteren 2014. I dette prosjektet har man prøvd ut en rekke tiltak, hvorav flere var basert på tidligere erfaringer fra tidligere SamBIM-case. Samhandlingselementer i kontrakt, VDC-tiltak og omfattende bruk av BIM i flere faser er alle tiltak som har vært prøvd ut i caset Eikefjord. Det sjettede SamBIM-caset var Multiconsults bidrag, og det omhandlet detaljprosjekteringen av nye Deichmanske hovedbibliotek i Oslo. I dette caset ønsket Multiconsult å prøve ut hvordan en modell for tverrfaglig samarbeid kan påvirke måten aktørene samarbeider på, og hva et slikt samarbeid betyr for kvaliteten på delleveransen fra detaljprosjekteringsfasen.

#### **Ph.d. i SamBIM**

Det har vært knyttet to ph.d.-kandidater til SamBIM-prosjektet, hvorav den ene er en nærings-ph.d. Ketil Bråthens avhandling har to overordnede problemstillinger; 1) hvilke faktorer påvirker implementeringen av BIM og 2) hvordan påvirker BIM samarbeidet på det interorganisatoriske nivået i prosjektorganisasjoner i byggebransjen. Avhandlingen

to hovedproblemstillinger har blitt besvart gjennom flere artikler. Et sentralt funn knyttet til den første problemstillingen som omhandler implementering av BIM, er at de berørte ansatte på «grasrota» bør involveres i implementeringen av BIM i det enkelte prosjekt.

Når det gjelder den andre problemstillingen, viser funn at bruken av BIM kan føre til prosjekter som preges av særlig godt samarbeid på tvers av fag- og organisasjonsgrenser. Slike tilfeller fordrer dog en god implementering. I en av artiklene i avhandlingen studeres bruken av BIM blant arbeiderne på byggeplassen.

Øystein Mejlænder-Larsen er nærings-ph.d.-kandidat og har i avhandlingen tatt utgangspunkt i hvordan store olje- og gassprosjekter utføres gjennom EPC-kontrakter (tilsvarer totalentreprise) hos en EPC-aktør (Kværner), og identifisert funn som kan tilpasses byggebransjen og føre til en mer effektiv byggeprosess. Grunnlaget for hans forskning er bruk av prosjektgjennomføringsmodeller kombinert med anvendelse av bygningsinformasjonsmodellering (BIM). Forskningsspørsmålet er: «Hvordan kan prosjekter i byggebransjen gjennomføres mer effektivt, med bruk av gjennomføringsmodeller og utnyttelse av et 3D design miljø (BIM), basert på erfaringer fra olje- og gassbransjen?»

Mejlænder-Larsen finner at det er flere sentrale likheter i prosjektgjennomføring som muliggjør overføring av funn knyttet til gjennomføringsmodeller og BIM, fra olje- og gassbransjen til byggebransjen, på følgende områder: a) samhandling mellom prosjekterende og entreprenør, b) framdriftsrapportering og status fra BIM og c) endringshåndtering.

#### **Kapittel 4 Rapporter fra innovasjonsgrupper**

I kapittel 4 beskrives arbeidet fra tre faglige temagrupper i SamBIM-prosjektet. Relativt tidlig i prosjektet ble endringsagentene og forskergruppen enige med styringsgruppen om å konsentrere deler av prosjektaktiviteten til tre temaer som ble oppfattet som viktige i prosjektet; a) gjennomføringsmodeller, b) barrierer og drivere for samhandling i BIM og c) lean construction. Arbeidsgruppene besto av endringsagenter og forskere med ansvar for hvert sitt tema. Både arbeidsform og sluttprodukt har variert.

Arbeidet i gruppen med gjennomføringsmodeller har resultert i en omforent gjennomføringsmodell, som er klar for implementering og testing. Modellen er kontraktsuavhengig, og ligger på både strategisk og operasjonelt nivå. Faser, steg og milepæler er beskrevet, og modellen omfatter byggeprosessen fra konsept-/tidligfase til drift. Konseptet er basert på et stage-gate-prinsipp, med en logikk basert på input og output fra alle faser, og med hovedaktiviteter der ansvarlige og medvirkende aktører er synliggjort. En potensiell nytteverdi av BIM er visualisert på aktivitetsnivået i hvert trinn. Strukturen er definert på nivåer som er felles for næringen. Ytterligere spesifikasjoner vil være unike for hver enkelt bedrift/aktør, og er dermed ikke utført i dette prosjektet.

Gruppen som har arbeidet med barrierer og drivere for samhandling i BIM har utarbeidet et notat (se kapittel 4.2.2) som blant annet bygger på forskningen i SamBIM, og som diskuterer ulike barrierer og drivere for samhandling i en «praktisk» innpakning. Produktet er med andre ord i stor grad rettet mot bransjen selv. Det kulturelle aspektet

trekkes fram som den viktigste driveren/barrieren. For å lykkes med samprosjektering, må alle prosjektdeltakerne, fra prosjekteier, byggherre, prosjektledelse, prosjekterende og entreprenører med underentreprenører, gå helhetlig inn for å bruke metodikken. Om bare ett ledd ikke «går i takt», kan man miste hele verdien ved samprosjektering. For å skape denne kulturen, er grundige forberedelser og tilrettelegging helt fra utforming av konkurransegrunnlag essensielt. Det å sitte fysisk sammen og prosjektere i samme modell med en gitt programvare, har betydning for alt fra prising til utvelgelse av prosjektmedarbeidere.

Lean construction-gruppen har holdt flere interne refleksjonsmøter og arrangert et felles halvdags diskusjonsseminar. I tillegg er det også utarbeidet et paper som skal publiseres i et vitenskapelig tidsskrift. Dette paperet setter lean construction inn i en større kontekst, og diskuterer begrepet i lys av den norske samarbeidstradisjonen. Utgangsspørsmålene for refleksjonsmøtene var: a) hva er Lean Construction (LC) for deg?, b) hvor brukes LC?, c) hva er målet med LC?, d) hva er barrierer for LC?, e) hva er grensegangen mellom lean og BIM? og f) hva er forutsetninger for lean i virksomheter?

Kort oppsummert vil vi si at like mye internt i arbeidsgruppen som blant deltakerne på fagdagen, spriker forklaringene på hva Lean Construction er, og i flere retninger. Erfaringene med bruk av LC var også knyttet til mange ulike områder, som lean i prosjektering, i byggeplassproduksjon, i rehabilitering, lean takting, osv. Snakker vi om én og samme forståelse av lean om det benyttes i prosjektering i et byggeprosjekt, til vedlikeholdsdrift eller til å utvikle optimale kommunale stillinger? Vi forsøkte å nærme oss en felles forståelse av begrepet LC gjennom å reflektere omkring hva som er målet med lean. Videre diskuterte gruppen hva som kan være barrierer for lean, men resonerte raskt at «kan vi snakke om barrierer for lean før vi er enige med oss selv om hva lean er?» Siden fagdagen var et strategisk tiltak i SamBIM-prosjektet, var det naturlig å diskutere relasjonen lean og BIM. Her ble det ytret at BIM er et verktøy for å realisere en prosess, og at BIM-verktøy er viktig for å få til en sømløs tilnærming i prosjektering. Så hva skal til for å utnytte lean bedre? Ulike forutsetninger ble pekt på; som rammer, ressursbruk og kompetanse. Diskusjonen synliggjorde viktigheten av å diskutere lean-begrepet, fordi «alle bruker lean-begrepet, det er diffust, viktig å rydde i begrepet!»

## **Kapittel 5 Erfaringsrapporter fra virksomhetene**

I kapittel 5 presenterer vi endringsagentenes erfaringsrapporter. Hver industripartner har oppnevnt en endringsagent, et tiltak som allerede ble beskrevet i prosjektsøknaden til Norges forskningsråd. I tre av bedriftene har det vært utskiftninger underveis. Hensikten med endringsagentene var at de skulle understøtte den strategiske forankringen av innovasjonsprosjektene i egne bedrifter. Videre skulle de bidra i utarbeiding av innovasjonsfremmende tiltak tilpasset de ulike byggeprosjektene som var valgt ut.

Dette kapitlet er ført i pennen av endringsagentene selv. Her reflekterer de over sin egen bedrifts rolle i og utbytte av SamBIM-prosjektet.

## **LINK arkitektur**

LINK arkitektur ønsket å effektivisere egen leveranse og forbedre egen markedsposisjon. Gjennom bedre sluttprodukt og mindre sløsing var LINK arkitekturs ambisjon å bli en mer attraktiv samarbeidspartner og styrke sin evne til å konkurrere i et presset marked. I et samfunnsperspektiv ønsket LINK å ta et ansvar for å bidra til å forbedre bransjen. Endringsagentrollen var tenkt som en rolle som skulle være bindeleddet mellom innovasjon og forskerdelen i prosjektet. Da Veitvet ble avvirket som case i SamBIM, flyttet tyngdepunktet for innsatsen seg fra casearbeid til innovasjonstiltakene. Heller enn et separat byggeprosjekt som case, har vi fokusert på et internt utviklingsprosjekt, der vi blant annet har utviklet en struktur for kompetanseløft, systemstøtte samt arbeidsprosess og roller innenfor faget prosjektstyring. Det interne utviklingsprosjektet har hatt direkte relevans til rammene for SamBIM.

Gjennom prosjektperioden i SamBIM har LINK fått en økt forståelse for blant annet gjennomføringsmodeller, inkludert hvordan andre aktører i bransjen tenker innenfor tema, og hvor forskjellige «nivå» de forskjellige aktørene opererer på.

Erfaring fra case viser at arkitekten bør ligge høyere opp i hierarkiet enn i dag for at sluttresultatet skal bli bedre. Det kan tyde på at dagens prosjektorganisering (hvem er kunde til hvem) ofte skaper en suboptimalisering, der den enkelte aktør fokuserer for mye på å dekke sine egne behov, slik at totalproduktet i verste fall bare blir en konsekvens av dette.

I prosjektperioden har en særskilt utfordring blitt synliggjort: at koblingen mellom bransjen (bedriftene) og akademia (forskermiljøene) er for dårlig. Hadde man klart å overføre kompetansen på en god måte, ville byggebransjen fått et bredt kompetanseløft.

Når det gjelder det praktiske, har vi fått et realistisk syn på hva vi leverer og hva som ønskes av BIM-leveranse, større innsikt i problematikk knyttet til gjennomføringsmodell, og økt forståelse for FoU-arbeid og hva det kan bidra med i byggebransjen. Negative erfaringer er at fastpriskontrakt i en totalentreprise med mye endringer skaper lite rom for tillegg når endringer oppstår underveis. Det kan i verste fall være en kraftig barriere for optimal samhandling. Rammevilkårene for forskningsprosjektet medfører en høy terskel for deltakelse for bedrifter, både med hensyn til egeninnsats og direkte støtte. SamBIM har påvirket strategiske valg knyttet til samfunnsansvar, FoU-relasjoner, intern utvikling og kompetanseheving.

## **Multiconsult**

Forventningene fra Multiconsult handlet om nettverksbygging og om forbedring av egne prosesser og verktøy gjennom aktiv bruk av forsknings- og utviklingsprosjekter som SamBIM. I tillegg hadde de store forventninger til å hente erfaringer med bruk av interne endringsagenter i Multiconsult. Internt fokuserte Multiconsult hovedsakelig på å utvikle og dokumentere egen gjennomføringsmodell basert på BIM (se kapittel 3.2.4). Multiconsult har høye ambisjoner om å drive utvikling av bransjen, dermed er deltakelse i ulike forsknings- og innovasjonsprosjekter et satsingsområde.

Multiconsult opplever at forventningene til nettverksbygging er delvis innfridd. Gjennom prosjektmøtene og de ulike casene har man fått bedre innsyn i hvordan og når de ulike aktørene kan og bør involveres for å få til en god gjennomføring og sampro-

sjektering. På Urbygningen på Ås ble statussetting i BIM-modellen prøvd ut. Tilbakemeldinger både internt og eksternt viser at gjennomføringsmodellen og den integrerte bruken av BIM har fungert godt.

Av konkrete resultater har Multiconsult kommet langt i ferdigstillelse av gjennomføringsmodellen, med beskrivelser av prosesser og konkrete beskrivelser av hvordan man skal bruke BIM for å optimere prosessene og leveransene. Praksis viser at det også fremdeles er barrierer knyttet til hardware og software som må avklares i forkant av prosjektstart om man skal lykkes med effektiv samprosjektering.

Et av hovedmålene med deltakelse i dette prosjektet var å sikre god erfaringsoverføring og læringspunkter på tvers i organisasjonen. Multiconsults vurdering er at de har lykkes noe mindre med dette, utover innføringen av gjennomføringsmodellen. Oppsummert har forventningene i stor grad blitt innfridd, da spesielt gjennom utvikling og uttesting av gjennomføringsmodellen.

### **Skanska**

Skanska, bedriftspartner og administrativt ansvarlig i SamBIM-prosjektet, har stilt med tre case (Veitvet skole, Urbygningen på Ås og Eikefjord barne- og ungdomsskule).

Bakgrunnen og begrunnelse for deltakelse i innovasjonsprosjektet er erfaringer med at bruk av BIM bedrer kvaliteten i byggeprosjekter og gir økt verdiskaping. Skanska ønsket også rent innovativt å se på tilnærmingen til de prosessuelle, obligatoriske, teknologiske og sosiale sidene ved implementering og bruk av BIM i sammenheng med hverandre. Skanska ønsker å være i tet i den norske bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen (BAE-næringen), og har ligget langt fremme når det gjelder bruken av BIM internt i selskapet. De ønsket å få svar på hvordan de kunne utvikle modeller som beslutningsgrunnlag for å fatte riktig beslutning til riktig tid. For Skanskas entreprenørvirksomhet ville prosjektet gi grunnlag for å teste, dokumentere og videreutvikle daværende BIM-satsing før implementering i større skala.

Skanska har prøvd ut og sett nærmere på bruk av BIM i flere deler av sin virksomhet, gjennom tiltak som big room (se kapittel 3.2.5), Sampro (se kapittel 3.2.5) og VDC (se kapittel 1.4.2), for å nevne noen.

Veitvet-prosjektet ble et observasjonsgrunnlag og en «benchmark» med basis i BIM, som senere case er blitt målt mot. Urbygningen ble oppfølgingscasen med samlokalisert prosjektering, høye kontraktsfestede krav til BIM i prosjektet, og BIM og tegninger tilgjengeliggjort for produksjonen gjennom BIM-kiosker og nettbrett. Eikefjord barne- og ungdomsskule var det siste caset for Skanska i SamBIM, her både som utvikler og entreprenør. Dermed var det ingen barrierer for prosjektet knyttet til kontrakter eller andre føringer, og modellen kunne utvikles og berikes gjennom alle fasene i prosjektet.

Ny kunnskap har bidratt til å utvikle arbeidsprosesser, prosjektstyring og prosjektledelse. Skanska har blitt mer kjent med utfordringer og fordeler knyttet til BIM som den sentrale informasjonsbærer og kommunikasjonskanal i prosjekter fra a-å. SamBIM-prosjektet har påvirket måten Skanska jobber på i et økende antall av sine prosjekter, med etablering av big room, Sampro (samlokalisert/samtidig prosjektering (VDC/ICE)) og tilpassede gjennomføringsmodeller.

## **Statsbygg**

Statsbygg har vært bedriftspartner i SamBIM og stilt med to caseprosjekter (Risløkka trafikkstasjon og Urbygningen Ås).

Statsbyggs utgangspunkt var en innsikt i at bruken av BIM i prosjekter var liten, og at BIM i hovedsak ble sett på som et nytt verktøy, anvendt i tradisjonelle prosesser og i tillegg til tradisjonelle prosjekteringsmetoder og verktøy, ikke i stedet for. Dermed var det behov for bedre forankring av satsingen på BIM i Statsbyggs organisasjon. Problemstillingene Statsbygg ønsket å få svar på, handlet om koplingen mellom BIM og arbeidsprosesser, effekter av tiltak, og konsekvenser fra samarbeidsrelasjoner, for å nevne noen.

De viktigste innovasjonstiltakene i de to caserapportene har vært a) samhandling i prosjekteringsfase, b) test og bruk av big room, c) VDC som rammeverk, d) lean i samhandlingsfase og e) BIM på byggeplass.

SamBIM-tiltakene har a) gitt innspill til revidering av Statsbyggs prosjektmodell, b) bidratt til endret status for BIM-modellene i Statsbyggs kontrakter, c) bygget opp om Statsbyggs satsing på lean og d) inspirert andre byggeprosjekter i Statsbygg til å ta i bruk big room, BIM ut på byggeplass og anvende samtidig prosjektering (i ulik grad).

Oppsummert har Statsbygg oppnådd målet om å få testet ut en rekke innovative tiltak på det operasjonelle nivået. Her har de erfart både suksesser og tiltak som ikke har virket som forventet. Statsbygg har fått økt kunnskap om muligheter og barrierer knyttet til BIM, nye arbeidsprosesser, og prosjektstyring og ledelse.

## **Kapittel 6 Drøfting og konklusjoner**

Kapittel 6 beskriver de konkrete tiltakene i SamBIM-prosjektet. I detaljprosjekteringsfasen i caset Deichmanske hovedbibliotek, ønsket Multiconsult å høste erfaringer fra bruk av en gjennomføringsmodell der det sentrale var å etablere tverrfaglige milepæler for samprosjektering. Det innovative grepet gikk ut på å systematisere prosjekteringsgjennomføringen, slik at man i større grad enn i tradisjonelle prosesser kunne etablere milepæler for tverrfaglige frysdatoer som prosjekteringsgrunnlag.

I byggeprosjektet Urbygningen ved NMBU på Ås handlet tiltakene om omfattende bruk av BIM, samlokalisert samprosjektering og bruk av lean i detaljprosjekteringsfasen. I et oppfølgingscase fra samme byggeprosjekt, testet prosjekteringsgruppen ut samhandlingsfase som en egen fase mellom detaljprosjekteringsfasen og byggefasen. I tillegg iverksatte man på Urbygningen et tiltak som gikk ut på å gjøre BIM tilgjengelig for håndverkerne på byggeplassen. I Eikefjord-caset ble en prosessmodell for implementering av prosjekteringsprosessen prøvd ut. Dette innebar blant annet bruk av dialogmatrise med behovsavklaringer og beslutninger mellom aktørene i prosjekteringsgruppen. En lean/trimmet bygging-inspirert tankegang lå til grunn for samarbeidsmodellen. Også på Risløkka tok de i bruk en dialogmatrise som en tidsplan mellom de samlokaliserte møtene. Her ble White Boards og post-it lapper i ulike farger benyttet.

### **Entrepriseformer og kontrakter**

Det finnes ikke én riktig måte å organisere byggeprosessen på, man kan heller si at det finnes flere gjennomføringsstrategier som må tilpasses det enkelte byggeprosjekt (Me-



land 2000). Det er med andre ord en rekke ulike måter å organisere en byggeprosess på, og funksjonsfordelingen mellom byggherre og entreprenør er et hovedpoeng ved gjennomføringen av en entrepriser. Funksjonsfordelingen skjer dels ved valg av entrepriserform (utførelsesentrepriser og totalentrepriser), dels ved valg av kontraktstype. Generelt kan byggeprosessen ses på som en stafett, der nye virksomheter veksler og tar over stafettstaven fra andre virksomheter. Det er derfor av stor betydning at informasjon og kunnskap som er bygget opp gjennom én fase, overføres til den neste fasen og dens aktører. Det ventes at BIM vil kunne medføre en større grad av sømløs informasjonsflyt på tvers av aktørene i byggeprosessen.

Utførelsesentrepriser (design-bid-build) hevdes å hemme muligheten for å utnytte BIM-potensialet fullt ut, fordi de prosjekterende normalt ikke vil ha noen sterk egenmotivasjon for at BIM-modellen skal være mest mulig nyttig for arbeidet som kommer etter at prosjekteringsfasen er avsluttet. I totalentrepriser er det hevdet å være større mulighet for å dra nytte av BIM gjennom i byggeprosessen, fordi totalentrepriser med BIM i større grad åpner opp for sømløs flyt mellom aktørene i prosjekterings- og byggefasen. (Se mer i kapittel 6.3.)

I ett av SamBIM-casene (Urbygningen) hadde entrepriserformen betydning som viktig rammefaktor for samhandlingen. Statsbygg som byggherre var riktignok oppmerksom på de utfordringene en generalentrepriser kan gi i overgangen mellom prosjekterings- og byggefasen, og de ønsket derfor å prøve ut en såkalt samhandlingsfase, der det i tre måneder skulle foregå en erfaringsutveksling mellom prosjekteringsgruppen og entreprenørene.

Erfaringen fra SamBIM ga ikke grunnlag ikke for å hevde at én enkelt entrepriserform i seg selv er «best» for å lykkes med BIM-prosjekter. Men kjennskap til effekter av ulike entreprisermodeller er nyttig for å kunne diskutere noen hovedvalg i organiseringen av byggeprosjekter.

### **BIM-teknologi i prosjektene**

Tittelen på innovasjonsprosjektet, «Samhandling i byggeprosessen, med BIM som katalysator», uttrykker en tydelig forventning til BIM som sentral driver for bedre samhandling i byggeprosjekter. I kapittel 6 ser vi nærmere på hvordan BIM-verktøy ble brukt i de fem hovedcasene i SamBIM, hvem som brukte dem, og til hvilket formål. Det var mest omfattende bruk av BIM i prosjektene hvor byggherre og/eller totalentrepriser stilte krav om det. BIM-bruk er mest utbredt i prosjektering; for 3D-visualiseringer og kollisjonskontroller. To SamBIM-initierte bruksområder er i utviklingsfront i den norske byggenæringen; bruk av BIM for tverrfaglig «real-time» gjennomgang i såkalte big room, og å bringe BIM til byggeplassen i form av en stasjonær BIM-kiosk.

SamBIM-prosjektene er ikke banebrytende hvis vi ser på BIM-bruk i seg selv. Det dreier seg fremdeles i stor grad (med noen få unntak) om å bruke BIM som en avansert 3D-modell, for eksempel ved muligheten til å gjennomføre tverrfaglige kollisjonskontroller og visualisering av geometri og romlige sammenhenger. Unntaket er BIM-kioskene. Likevel er SamBIM-prosjektene innovative sammenliknet med «vanlig praksis». Målet i prosjektene er ikke nødvendigvis en mest mulig omfattende bruk av BIM-verktøyene i alle ledd og faser, men bruk av BIM som en integrert del av ulike prosess-

og samhandlingskonsepter. Det er nettopp i denne koblingen SamBIM-prosjektene gir interessante funn og indikerer et stort gevinstpotensial.

### **Samhandling og samhandlingsmodeller**

En drøfting på tvers av casene ser på hvordan samhandlingsprosessene har blitt implementert og testet ut i SamBIM. Kapitlet beskriver deltakernes opplevelser og positive og negative funn.

Trafikkstasjonen på Risløkka var Statsbyggs første prosjekt der big room ble benyttet. Initiativene til å benytte prinsipper knyttet til VDC kom etter at kontrakten var sendt ut på anbud, men før aktørene var kontrahert. Det hersket imidlertid ikke en enhetlig forståelse om hva som skulle prøves ut (samprojektering, big room eller VDC), og dette underbygger inntrykket om at ideene kom opp litt tilfeldig. Den tverrfaglige samhandlingen ble sett på som vellykket og banebrytende. Senere SamBIM-prosjekter har brakt den tverrfaglige samhandlingen betydelig videre. Felles tilstedeværelse, faglig utveksling og læring og en positiv utvikling av kravspesifisering til rådgiverne, samt krav til BIM-kompetanse hos rådgiverne, trekkes fram som suksessfaktorer. Til tross for at byggeprosjektet ble terminert, høstet man mange positive erfaringer som er kommet til nytte senere i SamBIM-prosjektet.

I detaljprosjekteringsfasen på Urbygningen ble selve samlokaliseringen framhevet som positiv, mens noen av informantene bemerket at de følte seg «faglig ensomme» når de ikke hadde diskusjonspartnere innenfor egne fagfelt til stede.

I caset som omhandlet samhandlingsfasen (to måneder) på Urbygningen, var målet til byggherren å oppnå en sømløs erfaringsoverføring fra projekteringsgruppen til produksjonsaktørene. Samhandlingen her dreide seg om å tilpasse projekteringen til produksjonen. Til tross for en planlagt samhandlingsfase, var det utfordringer knyttet til uklare mål, manglende styring og uklarheter rundt hvem som hadde styringen. Byggefasen viste at man ikke hadde nådd de målene man hadde satt for samhandlingsfasen. Det kan se ut til at forankringen av samhandlingsaspektene i prosessen var for dårlig blant aktørene.

På Deichmanske bibliotek hadde samarbeidspartnerne i prosjektet en felles BIM-plattform. Gjennomføringsmodellen som ble lagt til grunn for prosjektet, var konvensjonell, men med frys av beslutninger ved milepæler underveis i prosessen. Det var stor utskiftning av folk i projekteringsgruppen, noe som krevde stadig nyinnføring i prosjektet og hverandre. De tekniske fagene satt samlokalisert noen dager i uken fra tidlig i detaljprosjekteringsfasen, noe som ble beskrevet som positivt. Rådgiverne så på dette som positivt, men arkitektene var ikke del av denne samlokaliseringen. Samlokaliseringen forsterket den tverrfaglige samhandlingen rundt BIM-modellen. Prosjektet viser at samlokalisering muliggjør bedre samhandling, men det er ikke en garanti for at samhandling skjer. Det ble ikke innført nye samarbeidsmodeller med utgangspunkt i BIM-teknologi i prosjektet, men dette var heller ikke et uttalt mål i prosjektet. Også i Deichmanprosjektet vises det til at aktørene må være tro mot beslutningene som er tatt. Der ser ut til at man i liten grad har oppnådd å utnytte potensialet som ligger i bruk av BIM og samhandling.

SamBIM-prosjektet med nytt skoleanlegg på Veitvet i Oslo, kom etter kontraktsinngåelse, noe som påvirket graden av innovasjon som kunne implementeres i prosjektet. SamBIM-ambisjonene var i liten grad kjent for prosjektorganisasjonen før prosjektering startet. I praksis falt man tilbake til en tradisjonell totalentreprise, de formaliserte kravene til BIM ble ikke implementert i tråd med ambisjonene, og caset ble trukket fra SamBIM. Gjennomføringsmetoden førte til at prosessen ble mer konvensjonell enn man hadde forventet, blant annet måtte rådgiverne avvente arkitektens ferdigstilling før de kunne sette inn sine ressurser til beregninger og modellering.

I Eikefjord-prosjektet ble samhandlingsprosessen sett på som en viktig læringsarena for å lære om BIM og hvordan man optimalt kan benytte BIM som et samhandlingsverktøy. Eikefjord-prosjektet skulle være et pilotprosjekt for utprøving av samhandlingsmodellen. En nyutviklet prosessmodell basert på VDC og ICE, ble bevisst utviklet for å slippe å føre regulære referater fra møter og samlinger. I stedet ble dialogmatriser brukt som dokumentasjon på beslutninger og avgjørelser i møtene. Denne samhandlingsmåten ga gevinster, og man fikk løst problemer sammen. IT-teknisk utstyr og tilpasset big room var også til stor nytte.

Det mest komplette caset sett fra et samhandlingsstøtsted, er Eikefjord-prosjektet, med en samhandlingsstrategi gjennom utvikling av en samprojektering-/samhandlingsmodell for workshopbasert samhandling allerede fra første dag. Her var det tydelig vekt på samhandling og bruk av BIM som virkemiddel for samhandling som gjennomsyret prosjektet. Samhandlingsmodellen ble lagt til grunn for alt samarbeid, projektering, kontrahering av partnere osv., og projekteringsprosessen ble styrt etter samhandlingsmodellen ved hjelp av en koordinator.

### **Roller, makt og ansvar**

«BIM som katalysator for bedre samhandling» er tittelen på og ambisjonen med SamBIM-prosjektet. Vi har i kapittel 6 sett at innovative tiltak har bidratt til å endre på og tydeliggjøre behov for rolleavklaringer. Makt- og ansvarsbildet har blitt rokket ved. Vi ser også eksempler på at tiltakene medfører endringer i fordeling av oppgaver.

Hva betyr for eksempel rolleutøvelse for BIM-bruk? Vi har i flere case sett at byggherren har tatt en tydelig rolle som premissgiver og pådriver for BIM-bruk. En annen rolle som framstår som vesentlig for bruk av BIM, er ildsjelene i form av fagpersoner med eller uten ledelsesansvar, eksperter på BIM og med et genuint engasjement for at BIM skal tas i bruk. Hva betyr BIM for rolleutøvelse? Vi har sett flere eksempler på at BIM også påvirker rolleutøvelse. Arkitekten har for eksempel tradisjonelt hatt en rolle der han eller hun har arbeidet seg ferdig med et projekteringsgrunnlag som underlag for de øvrige faggruppene arbeid. I SamBIM ser vi eksempel på at arkitektens rolle i førersetet er endret, slik at fagene i større grad samler seg om arkitektens skisser og samarbeider seg fram til den mest optimale løsningen med hensyn til byggbarhet, tekniske løsninger og brukervennlighet.

BIM tilrettelagt for entreprenørene på byggeplassen, har ingen begrensninger. Den kan brukes av baser og ledere over basen, men også av fagarbeiderne. En tilgjengelig BIM skaper engasjement og forståelse, forpliktelse, og ikke minst faglig diskusjon og utvikling. På den måten bidrar BIM til å endre rollen til fagarbeideren, slik at den blir

mer framoverlent og selvstendig, og med mer ansvar, heller enn å være avhengig av overordnede for informasjon og oppgaveløsning.

Virksomhetene har i ulik grad gitt sin tilslutning til SamBIM-casene og til målsettingene som ligger i bruk av BIM. Datamaterialet er for tynt til å konkludere bastant, men det kan tyde på at å ha en virksomhet, det vil si, øverste ledelse, i ryggen, kan skape motivasjon, og et engasjement som igjen kan gi resultater.

BIM-koordinator og prosessfasilitator er eksempler på roller som har vist seg ikke bare å være pådrivere for utstrakt bruk av BIM, men også for endringer i tilnærming til tverrfaglig samarbeid. Dessuten har mer tradisjonelle roller som prosjektleder og prosjekteringsledere vært trukket fram som viktige for måloppnåelse. Kanskje viktigere enn hvilke formelle titler de ulike aktørene i prosjekteringsprosessen har, er likevel de menneskelige kvalitetene disse personene besitter.

Når det gjelder utskiftninger mellom faser i en byggeprosess, peker funn i SamBIM-prosjektet på at det er mulig å skape en mer sømløs prosess ved å beholde de samme aktørene fra tidlig tilbudsfasen til ferdigstilling. Dette er på sett og vis ikke et spørsmål om omdisponeringer, men heller om strategiske prinsipper for gjennomføring av byggeprosesser. For å lykkes med en slik tilnærming, er det behov for en tung forankring og kravstilling fra toppledelsen i virksomheten.

#### **Hva har skilt de gode fra de dårlige innovasjonsforsøkene?**

Vi har sett at noen case har lyktes bedre med sine innovasjonsforsøk enn andre. Alle de fire industripartnerne har utviklet sin BIM-kompetanse og fått erfaring med forbedrede samhandlingsmodeller.

Utgangspunktet for SamBIM-prosjektet var at fire industribedrifter skulle utvikle nye modeller for samhandling der bruk av BIM skulle inngå. Dette har krevd et omfattende og krevende utviklingsarbeid i hver av de fire bedriftene (se morbedrifter i kapittel 6.7, figur 6.1). Innovasjonsideene skulle prøves ut i allerede pågående eller planlagte byggeprosjekter; byggeprosjekter som har hatt egne mål og en fastsatt organisasjon. Det er dermed mange miljøer og personer som i løpet av prosjektperioden skal ha satt seg inn i og sluttet seg til hensikten med SamBIM. SamBIM-ideene som skulle prøves ut, står for en ny arbeidsmetodikk, og har derfor utfordret det etablerte byggeprosjektets ledelses- og samarbeidsstruktur. De involverte aktørene som har tatt SamBIM-utfordringen, har gjennomgått en betydelig innovasjonsprosess der etablerte arbeids- og samarbeidsformer er forbedret og til dels skiftet ut.

De mest vellykkede innovasjonsprosjektene har lyktes best i håndteringen av følgende prosesselementer: a) hensikt og mål er tydelig formulert, formidlet og forstått, b) BIM-satsingen har vært godt forankret, c) solid håndtering av endrede samarbeidsrelasjoner under prosjekteringen, d) ivaretagelse av nye kunnskaps- og opplæringsbehov og e) endringer i hvordan og når arbeidsoppgaver blir utført som følge av BIM. Resultatene har kommet etter erfaringer og læring av betydelige feil som ble gjort i pilotprosjektene og de første SamBIM-prosjektene. Feilene bunner i at arbeidet med å begrunne og selge inn nye ideer ble undervurdert, og at man ikke fullt ut forsto relasjonen mellom innovasjonsprosjektet og byggeprosjektet dette skulle prøves ut i.

Entusiasmen har rimeligvis vært størst i de prosjektene som har stått for suksessive nyvinninger. For utvikling av bedre endrings-/innovasjonskompetanse og kunnskap om hva som er gode tiltak, har læring fra de mindre vellykkede prosjektene vært minst like viktig.

## **Kapittel 7 Konkluderende refleksjoner**

I det siste kapitlet vender vi tilbake til målsettingene for prosjektet. Her går vi til det vi mener er kjernen av utfordringene og problemene i byggebransjen, og som var utgangspunktet for SamBIM-prosjektet, nemlig forholdet mellom individ, prosess og teknologi. Av kompetansebehov har vi i casene fått demonstrert hvilken betydelig rolle byggherren kan ha og bør ta for å initiere og være en pådriver for bruk av BIM og samhandlingsmodeller tilpasset BIM.

## **Referanser og appendiks**

Gjennom hele rapporten drar vi veksler på og viser til litteratur på feltet. Både teoretisk baserte og empirinære referanser oppgis. Dermed inviterer rapporten til en videre fordykning av forskningsfeltet.

I appendikset bakerst i rapporten henviser vi til forkortelser i rapporten. I tillegg gir vi en oversikt over foredrag og medieomtaler fra SamBIM.

# Summary

Sol Skinnarland, Fafo

The innovation project upon which this report is based is titled SamBIM, and concerns interdisciplinary collaboration and the use of BIM technology in the design and construction phase. The project is partly funded by the Norwegian Research Council, and is aimed at developing and establishing processes and collaborative models supported by BIM technology. The main research question raised in the project was:

*How can BIM technology act as a catalyst for improved collaboration in construction processes?*

SamBIM seizes industry challenges in that actors, through innovative measures and with the help of BIM tools, strives to plan, design and produce or refurbish buildings efficiently, without errors and on time. The construction industry still faces many challenges and problems which are mainly derived by the relationship between process, people and technology. The innovation element of the project was therefore to develop, test and establish new or improved processes and collaborative models in the construction value chain. This report describes and analyzes the experiences and findings of six case studies.

Four industry partners took part in the SamBIM project; Skanska Norway (project owner); Statsbygg; Multiconsult; and LINK Architecture<sup>2</sup>. Research partners were SINTEF, NTNU and Fafo<sup>3</sup>.

The rapid evolvement of ICT has enabled new tools to emerge also in the construction industry. There are great expectations for gains from adapting BIM practices. However, still few construction projects are found in which an *open BIM*<sup>4</sup> is used by *all* participants in the value chain. Despite this, there is a gradual accelerating development in the use of BIM technology. The construction industry seems to be in some kind of transformation in terms of an attitude towards the use of digitalization in general and BIM in particular. The application of BIM both affects work processes and organizations' business strategies. BIM is more often seen in conjunction with process and interdisciplinary collaborative concepts such as lean construction, integrated concurrent engineering and integrated project deliveries. In a Norwegian setting, SamBIM is the first innovation project with a specific focus on the relationship between BIM and collaboration models.

---

<sup>2</sup> <http://www.skanska.no/>, <http://www.statsbygg.no/>, <http://www.multiconsult.no/>, <http://linkarkitektur.com/en>

<sup>3</sup> <http://www.sintef.no/Byggforsk/>, <https://www.ntnu.no/>, <http://www.faf.no/index.php/en/>

<sup>4</sup> An exchange of non-proprietary and standardized formats between trades and participants in BIM.

As such, BIM applications are in the forefront of the BIM development of the Norwegian construction industry.

### Research methodology and implementation

In the SamBIM project there was a steering committee consisting of key decision makers representing the four industry partners and a representative from each of the three R & D partners. Each of the four industrial partners also appointed a change agent whose task was to link the innovation projects to the strategic decision makers in the respective companies.

The research aim was to provide a knowledge base about a specific topic, viewed in light of an overall construction process. Thus, a case study approach was regarded as an appropriate approach. The data collection methods consisted of a) semi-structured informant interviews, b) observations, and c) document analysis. 60 interviews were conducted with a total of 82 informants.

In SamBIM a total of six case studies were carried out within five construction projects.

Table 1. Overview of cases.

Case/construction project	Construction phase	Industry partner	R&D
1 Veitvet school	Design phase (refurbishment project)	Skanska and LINK	SINTEF-Byggforsk
2 Risløkka Traffic services office	Design phase (refurbishment project)	Statsbygg	Fafo
3 Deichmanske library	Design phase (nybygg)	Multiconsult	Fafo
4 Norwegian University of Life Sciences, part 1	Design phase (refurbishment project)	Statsbygg	Fafo
5 Norwegian University of Life Sciences, part 2	Collaborative phase linking design and construction, and construction (refurbishment project)	Statsbygg and Skanska	Fafo
6 Eikefjord school	Design phase (demolition and refurbishment project)	Skanska	SINTEF-Byggforsk

In addition three thematic groups were established to work on topics perceived as particularly important to the overall project; a) collaboration and execution models, b) barriers to innovation with BIM, and c) lean construction. The groups consisted of change agents and researchers responsible.

### Discussion and conclusions

There exists no one correct way to organize a construction process, but rather, unique implementation strategies are adapted to each individual project (Meland 2000). The delivery method may be of great importance for the prospect of transferring information and knowledge which has been accumulated through one phase, onto the next phase and its participants. It is expected that BIM could lead to a greater degree of *seamless flow* of information across phases and participants in the construction process.

Design-bid-build contracts are claimed to inhibit the ability to utilize the full potential of BIM because planners do not normally exhibit a strong personal motivation for the BIM model. In one of the SamBIM cases the delivery method constituted a significantly important framework for collaboration. However, overall, the SamBIM project experiences do not support a claim that one single contract itself is “best” for a successful BIM project. What is found to be more important is the knowledge of the effects of different contracting models/delivery methods on decision making in terms of key factors in the organization of construction projects.

The report discusses how BIM tools were used across the cases in SamBIM; who used the tools, and for which purposes. The most extensive use of BIM was detected in projects in which the client and/or leading contractor demanded so. Use of BIM was most prevalent in design; 3D visualizations and crash controls.

A discussion across cases looks at how the collaboration and interaction processes have been implemented and tested in SamBIM. One chapter describes participants' experiences and positive and negative findings that have been made. To various degrees the cases had a focus on collaboration and the use of BIM as a tool for interaction that permeated the project.

SamBIM projects have demonstrated that innovative measures pinpoint the need for role clarification. Power and responsibility balances have shifted. There were also examples that initiatives have resulted in changes in the distribution of tasks. In several cases the client has taken a role as an initiator and promotor for the use of BIM. Enthusiasts appear to be essential for the use of BIM; being professionals with or without management responsibilities, experts in the use of BIM, and maybe foremost exhibit a genuine interest in seeing BIM to be used interdisciplinary. SamBIM has noted several examples that demonstrate how BIM also affect a shift in the sequence in which tasks are performed.

#### **List of publications**

- Bråthen, K. (2014). Samhandlingsmodeller i byggeprosessen. Presentert på SamBIM fagdag hos SINTEF Byggeforsk 12. juni 2014.
- Bråthen, K. (2015). Collaboration with BIM - Learning from the front runners in the Norwegian industry. Presentert på 8th Nordic Conference on Construction Economics and Organization, 28. mai 2015 Tampere, Finland
- Bråthen, K. og Moum, A. (2015) Involvement matters: BIM implementation at project level in the AEC industry. Presentert på BIM 2015. International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations, 9. september 2015 Bristol, UK.
- Bråthen, K, og Moum, A. (2015) Bridging the gap: taking BIM to the construction site. Presentert på 32th International Conference of CIB W78, 27. oktober 2015, Eindhoven, Nederland
- Bråthen, K (2016). BIM-kiosker på byggeplass – erfaringer fra SamBIM. Innlegg på buildingSMART Norge konferansen 2016. 21 april. Gardermoen.



- Bråthen, Ketil (2016). «Combing BIM and Lean Construction: Towards enhanced collaborative working?» Presentert på CIB World Building Congress 2016 29. mai 2016 Tampere, Finland.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2014) Et skråblikk på samhandling i olje og gass bransjen. Presentert på SamBIM fagdag, 12. Juni 2014 i Oslo.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Experiences from the oil and gas industry. Presentert på buildingSMART konferanse, 20. april 2015 i Oslo.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Generalising via the Case Studies and Adapting the Oil and Gas Industry's Project Execution Concepts to the Construction Industry. Presentert på 8th Conference on Construction Economics and Organization, 28. mai 2015 i Tampere, Finland.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Experiences from the oil and gas industry. Presentert på lunchseminar (faglunch) i Multiconsult, 24. juni 2015 i Oslo.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Using BIM To Follow Up Milestones In A Project Plan During The Design Phase. Presentert på BIM 2015 Conference, 10. september 2015 i Bristol, England.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Adapt experiences with BIM from oil and gas to construction industry. Presentert på Prosjekt 2015 konferanse, 15. oktober 2015 i Trondheim.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Using a change control system and BIM to manage change requests in Design. Presentert på CIB W78 Conference, 27. oktober 2015 i Eindhoven, Nederland.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Optimizing transition from engineering to construction using a project execution model and BIM. Presentert på Sixth International Project Business Workshop, 20. november 2015 i Trondheim.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2016) Maturity and quality in BIM in the design phase. Presentert på emnet IND419 Engineering Management på Universitetet I Agder, 26. januar 2016.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2016). Improving Transition from Engineering to Construction Using a Project Execution Model and Building Information Model. Presentert på CIB World Building Congress, 31. mai 2016, i Tampere, Finland.
- Mejlænder-Larsen, Ø., Flyen, C., Lie, B. E. (2016) Collaboration and BIM Supportive Project Execution Model for the Construction Industry. Presentert på 41st IAHS World Congress, 15. september 2016, i Albufeira, Portugal.
- Skinnarland, S. (2014). Kort innføring i lean og last planner for Statens vegvesen, byggherreseksjon. Presentert for Statens vegvesen 24. november 2014, Hurdal.
- Skinnarland, S. (2014). Fra tradisjonell praksis til Lean-kultur, hvordan gjør vi det i praksis? Presentasjon på MGF-dagen 20. november 2014, Oslo, Norge.
- Skinnarland, S. (2014). Lean from a client perspective. Presentert på IGLC 22, Oslo, Norge, DATO
- Skinnarland, S. og Bråthen, K. (2016). Samhandling med BIM som katalysator. Innlegg på Arendalsuka 17. august 2016.

# 1 Innledning

Sol Skinnarland, Fafo

I dette kapitlet vil vi presentere SamBIMs overordnede prosjektidé, hva som var bakgrunnen for innovasjonsprosjektet, og hva slags verdiskapingspotensial som lå til grunn. Vi beskriver FoU-prosjektets mål og FoU-resultatene antatte betydning for å realisere innovasjonen. Endelig presenterer vi prosjektdeltakerne fra næringen og fra FoU-partnerne.

## 1.1 Innovasjonsprosjektets overordnede idé og partnere

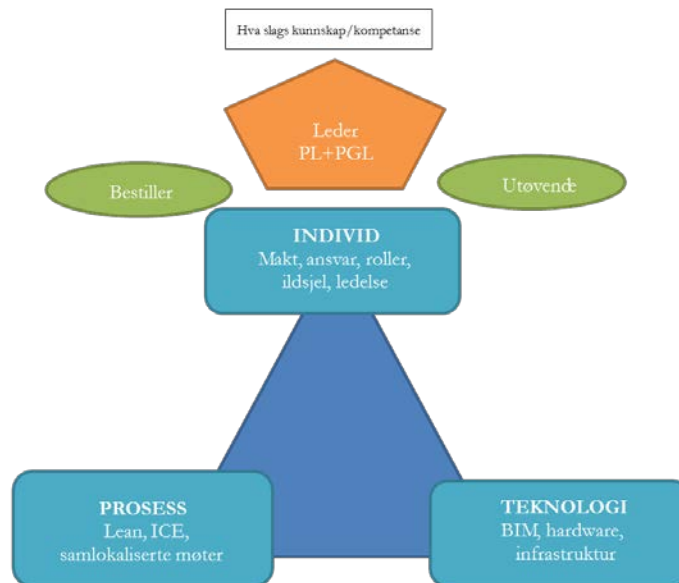
Innovasjonsprosjektet har fått betegnelsen SamBIM, som handler om samhandling og bruk av BIM. «BIM står for BygningsInformasjonsModell når det henviser til hva som produseres, og BygningsInformasjonsModellering når det henviser til arbeidsprosessene som utføres» (Moen & Moland 2010:10). Prosjektet er delfinansiert av Norges forskningsråds program «Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA)» og har hatt som målsetting «å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM (Eastmann m.fl. 2008) for å øke verdiskaping i byggeprosjekter, byggebransjen og i egne bedrifter».

Innovasjonsprosjektet SamBIM griper fatt i bransjeutfordringer ved at aktørene, gjennom innovative tiltak og med hjelp av BIM-verktøy tilstreber å planlegge, prosjektere og produsere bygg effektivt, uten feil og til rett tid. Motivet for innovasjonsprosjektet var å identifisere kunnskap, prøve ut metoder og vinne erfaringer gjennom samhandling og integrerte prosesser, og gjennom hele tiden å fokusere på en trimmet byggeprosess (Grimsmo 2010).

Bakgrunnen og begrunnelsen for innovasjonsprosjektet var norske og internasjonale undersøkelser som viste at samhandling ved bruk av BIM øker kvaliteten i byggeprosjekter og gir økt verdiskaping. Likevel tydet undersøkelsene på at denne positive utviklingen lå i startgropa, og at det var mye uutnyttet potensial i å videreutvikle prosesser og samhandlingsmodeller. Mye oppmerksomhet var blitt viet teknologiutviklingen, tilgjengelig programvare og umiddelbare gevinster. Et større, men mer krevende potensial lå i bedre samhandling og samarbeid, endret planlegging og tilpassede gjennomføringsmodeller.

Byggebransjen står fortsatt overfor mange kjente utfordringer og problemer. Dette er i hovedsak forårsaket av samspillet mellom prosess, folk og teknologi (Byggforskserien 700.110).

Figur 1.1 Relasjonen mellom folk, prosess og teknologi.



For å lykkes med implementering og bruk av en ny teknologi som BIM, trenger vi en helhetlig forståelse av sammenhengen mellom ulike barrierer og utfordringer. Trekanten «teknologi, prosess og folk» er beskrevet som en viktig nøkkel til dette i arbeid av Moum (2008) og av IDDS<sup>5</sup>-nettverket (Owen m.fl. 2009). I tillegg til å se på de rent tekniske problemene, er det sentralt også å se på barrierer og utfordringer knyttet til arbeidsprosessene de skal støtte og til menneskene som er involvert i dem.

Teknologirelaterte problemer utløses typisk av verktøyenes funksjonalitet eller mangel på sådan. Prosessrelaterte problemer kan for eksempel være knyttet til ulik framdriftstakt og detaljeringsnivå hos de involverte partene i prosessen. Menneskerelaterte utfordringer kan være knyttet til holdninger, kompetanse, kultur og tankesett. FoU-miljø har lenge hatt en sterk fokusering på å utvikle gode IT-verktøy og -standarder. I løpet av de siste ti årene har prosess og folk fått mer plass, både i akademia og i bransjen. SamBIM-prosjektet har bidratt til dette skiftet i oppmerksomhet, både ved sin forskningsmessige tilnærming og ved prosjektkonsortiets flerfaglige sammensetning.

Innovasjonselementet i prosjektet lå derfor i å utvikle, teste og etablere nye eller forbedrede prosesser og samhandlingsmodeller. Hele verdikjeden har vært viet oppmerksomhet, fordi den favner forholdet mellom aktørene i byggherrens prosesser, prosjekteringsprosessen, og produksjonsprosessen.

Oppmerksomheten på BIM rettet seg tidlig først og fremst mot bruken av BIM som *prosjekteringsverktøy* med vekt på geometrisk representasjon og de mulighetene det gir for den enkelte aktør og tverrfaglig mellom aktører. Det er et stort uutnyttet potensial i både graden av modellering, mengde informasjon i modellobjekter og informasjonsflyt *mellom*

<sup>5</sup> IDDS står for integrated design and delivery solutions.

aktører. Forskningsprosjektet hadde som målsetting å bidra til at nye prosesser nettopp ville sikre en bedre utnyttelse av dette potensialet.

BIM i *byggerreprosess* dreide seg mye om uttesting av BIM som verktøy, og i mindre grad om samhandlingen mellom dem som skal betjene verktøyene. Tiden var derfor moden for å bruke de nye verktøyene til nye/endrede prosesser, heller enn å repetere etablerte prosesser. Det krevde en større bevissthet rundt hva de nye prosessene skal innebære og hvordan de kan utnyttes aktivt. Samtidig innebar det en utfordring om å omstille seg fra gamle, veletablerte prosesser som ikke lenger bidro til verdiskaping. BIM i *produksjonsprosess* har fortsatt også et uforløst potensial. Prosjekteringen skal svare på byggeierens og brukernes krav og behov, men legger samtidig premisser for produksjonen (og produksjonen legger premisser for projekteringen). Et utgangspunkt var at eksisterende gjennomføringsmodeller ikke legger tilstrekkelig vektla samhandlingen mellom projektering og produksjon, og dermed heller ikke var tilrettelagt for en trimmet produksjonsprosess (Moen & Moland 2010). Innovasjonsprosjektets leveranse var derfor å utvikle en samhandling rundt projektering som er bedre tilpasset en effektiv produksjon.

BIM i byggeprosess handlet altså tidlig om utprøving av BIM som verktøy, og i mindre grad om samhandlingen mellom dem som skal betjene verktøyene. Til grunn for SamBIM lå det derfor at tiden nå var moden for å bruke BIM-verktøyene til nye eller endrede prosesser for samhandling.

### **Verdiskapingspotensial**

Bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE-næringen) er landets største næring målt i tallet på bedrifter, og nest størst målt i verdiskaping og i antall sysselsatte. BAE-næringen omsatte for ca. 600 milliarder kroner i 2009.<sup>6</sup> Næringen er med andre ord omfattende, den er fragmentert og kompleks og har stor innvirkning på samfunnet. Ikke bare består verdikjeden av et mylder av virksomheter og spesialiserte aktører som er involvert i arbeidsoppgavene (Gidado 1996), næringen mangler dessuten en felles organisasjon for hele verdikjeden og frontes av mer enn 22 ulike organisasjoner.

Utviklingstiltak og innovasjoner i en slik betydningsfull næring kan derfor føre til økt verdiskaping i form av effektivisering og forbedring, både for samfunnet, for næringen, for den enkelte bedrift og, ikke minst, for eiere og brukere av byggene.

Gjennom prosjektiden har samhandlingsmodeller og samarbeidsprosesser blitt utviklet, og erfaringer og funn fra casestudier i prosjektet kan således bidra til å realisere dette verdiskapingspotensialet. Kunnskap om samhandlingsmodeller og prosesser fra dette prosjektet kan føre til gevinster som:

- Sparte kostnader på grunn av færre byggefeil, lavere ombyggingsfrekvens og mindre endringshåndtering i produksjon og driftsfase
- Bygninger med forbedret bruksmessig, teknologisk og arkitektonisk kvalitet gir større brukertilfredshet og mer effektiv tjenesteproduksjon

---

<sup>6</sup> St.meld. nr. 28 (2011-2012) Gode bygg for eit betre samfunn.

- Miljøbesparelser gjennom mindre materialbruk som følge av lavere ombyggingsfrekvens, og mindre sløsing i produksjonen
- Spart tidsbruk i produksjonen gir økt effektivitet for byggherre, rådgivere og utførende og lavere kostnader for oppdragsgivere.

## Prosjektdeltakere fra næringen og FoU

Skanska Norge (formell søker og prosjekteier), Statsbygg, Multiconsult og LINK arkitektur er bedriftspartnerne i innovasjonsprosjektet. FoU-partnerne i prosjektet er SINTEF Byggforsk, NTNU og Fafo. Prosjektets deltakere har bestått av sentrale aktører fra hele verdikjeden. Virksomhetene har deltatt i prosjektet med hver sine sett av forventninger til gevinstrealisering. *Skanska som byggherre* hadde en forventning om økt kunde- og brukertilfredshet gjennom leveranse av funksjonsriktige bygg med færre feil og reklamasjoner på bakgrunn av en mer helhetlig tilnærming til gjennomføringsmodeller som beslutningsgrunnlag. For *Skanska som entreprenør*, var det grunnleggende at prosjektet som ble utviklet var tilpasset en trimmet produksjon som sikres økt effektivitet og dermed økt inntjening. For *Statsbygg som byggherre*, var det en uttrykt forventning til utprøving av BIM-verktøy til å skape optimaliserte prosesser som gir leveranser til riktig kvalitet i henhold til kravspesifikasjon. Prosjektet «Samhandling i byggeprosesser med BIM som katalysator» har således vært et viktig bidrag inn i Statsbyggs BIM-satsning og et sentralt tiltak for at Statsbygg når disse målene og høster gevinstene. *Multiconsult* har gjennom flere år utviklet en generisk gjennomføringsmodell for BIM-prosjektering. Modellen tar utgangspunkt i gradvis utvikling av prosjektet med en tydelig styring og kontroll av informasjon. For Multiconsult var det derfor en forventning om å effektivisere og forbedre prosjekteringsprosessen ytterligere gjennom i større grad å tenke standardisering av selve prosjekteringsprosessen. *LINK arkitektur* ønsker som en profesjonell aktør i byggebransjen å være en pådriver for gode samhandlingsmodeller og effektiv prosjektering. I prosjektet ønsket de å verifisere egne metoder for verktøybruk og samhandling i prosjektene, og å påvirke dagens samhandlingsmønstre og metoder mot en felles ideell organisering der det prosjekteres rett til rett tid.

## 1.2 FoU-prosjektets mål

FoU-prosjektets mål har vært å understøtte innovasjonsprosjektet med å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM for å øke verdiskapingen i byggeprosjekter, byggebransjen og egne bedrifter.

FoU-prosjektet er både et utviklings-, dokumentasjons- og følgeforskningsprosjekt. Delmål i prosjektet er:

- Å fremme verdi for eier og brukere

- Å innarbeide trimmet prosjektering og produksjon som forutsetning og metode for faglig arbeid innad i foretakene som deltar i prosjektet
- Spredning og integrering av erfaringene
- Å videreutvikle byggeprosesskompetanse ved SINTEF Byggforsk, Fafo og NTNU.

Problemstillinger som er belyst:

- Hva slags kompetanse trenger byggherren for å bli i stand til å være en profesjonell bestiller av prosjekteringstjenester i «BIM prosjekt»?
- Hva slags kompetanse trenger arkitekten og rådgiverne for prosjektering og entreprenøren for realisering av prosjektet?
- Hva er de viktigste elementene i prosjekteringsarbeid og prosjekteringsledelse som gjør aktørene bedre i stand til å oppnå prosjektets målsetting; det vil si godt samsvar mellom prosjekteringsresultat og byggherrens programkrav, når BIM benyttes?
- Hva slags kunnskap er nødvendig for å kunne definere kvalitativt omfang og nivå på prosjektert materiale som gir grunnlag for:
  - Null feil i prosjektert materiale ved overlevering til produksjon
  - Bedre estimering av prosjekt- og levetidskostnader for drift, vedlikehold og videreutvikling av bygninger og anlegg
  - God produksjonsplanlegging
- Hvilke prinsipper kan bidra til å ivareta hensynet til effektiv produksjonsutførelse under prosjekteringen?
- Hvilke prinsipper kan bidra til integrasjon og utvikling av byggherrens programkrav i byggeprosjektet?
- Hvilke roller og prinsipper for bedre ledelse og retningslinjer kan bidra til å sikre bedre samspill både i prosjekterings- og utførelsesprosessene, herunder også kontraktsforhold og fordeling av oppgaver aktørene imellom?

#### **FoU-resultatenes betydning for å realisere innovasjonen**

Målene for SINTEF Byggforsk, Fafo og NTNU sine bidrag har vært å understøtte bedriftenes måloppnåelse gjennom løpende analyser av hva som fremmer og hemmer bedriftenes evner og muligheter for nå sine mål. Ett analytisk verktøy har stått sentralt. Det handler om å evaluere prosesselementer, hvor forskerne spør: Hvordan er hensikt og mål formulert, formidlet og forstått? Hvordan er BIM-satsningen forankret? (Formelt, uformelt, hos ansatte og underleverandører og innad i eget foretak). Hvordan endres samarbeidsrelasjonene under prosjekteringen, og hvordan håndteres dette? Hvilke nye kunnskaps- og opplæringsbehov er oppstått, og hvordan er de ivaretatt? Hvordan har innføring av BIM ført til endringer i hvordan og når arbeidsoppgaver blir utført?

## 1.3 Rapportens oppbygging

I innledningskapitlet presenterer vi prosjektet og utdyper sentrale begreper som BIM, Samhandling i byggeprosess og lean construction. I kapittel 2 gjør vi rede for metode og gjennomføring. Kapittel 3 belyser empiri fra de seks casene i SamBIM, før vi i kapittel 4 får beskrevet arbeidet fra tre faglige temagrupper. I kapittel 5 hører vi endringsagentenes stemme i erfaringsrapporter fra virksomhetene, før vi i kapittel 6 drøfter funn og løfter fram konkluderende analyser på tvers av casene. I kapittel 7 gir vi noen konkluderende refleksjoner.

## 1.4 Kontekst, begreper og teoretisk ståsted

Vi vil i det følgende gjøre rede for en del sentrale begreper i SamBIM-prosjektet, konteksten disse inngår i, og teoretiske ståsteder. Begrepene brukes i relasjon til BIM-teknologi, integrasjon og samhandling i byggeprosesser, lean og trimmet bygging, og utviklings- og analyseverktøy for innovasjonsprosesser.

### 1.4.1 BIM

Anita Moum, SINTEF Byggforsk  
Ketil Bråthen, Fafo

Den rivende utviklingen av IKT har åpnet for nye verktøy i byggebransjen, og det siste tiåret er det særlig bruken av bygningsinformasjonsmodellering (BIM) som har fått mye oppmerksomhet (Froese 2010). Eastman m.fl. (2008) beskriver BIM på følgende måte:

«With BIM technology, one or more accurate virtual models of a building are constructed digitally. They support design through its phases, allowing better analysis and control than manual processes. When completed, these computergenerated models contain precise geometry and data needed to support the construction, fabrication, and procurement activities through which the building is realized.»

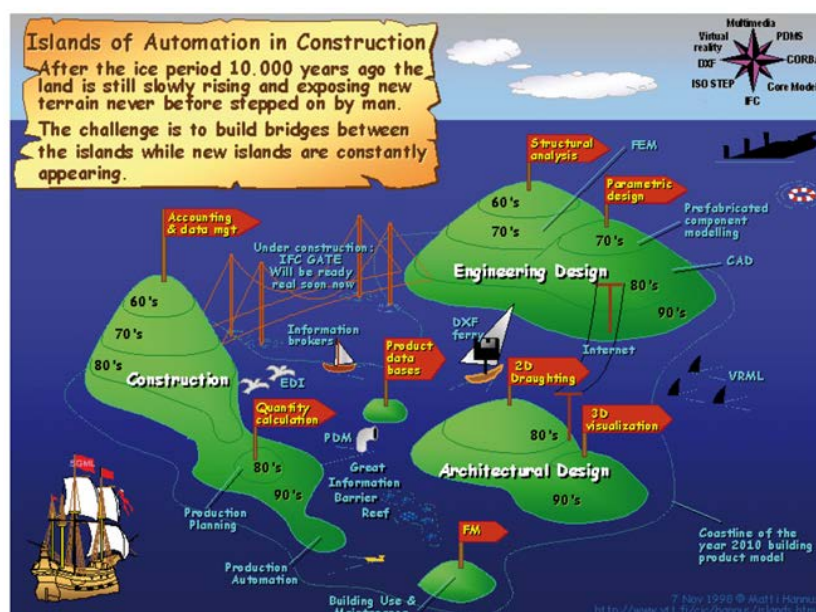
Det er knyttet store forventninger til gevinstene av å ta i bruk BIM. Det har blitt hevdet at byggenæringen kan stå overfor et paradigmeskifte i prosjektgjennomføring. Dette paradigmeskiftet forventes å føre til økt effektivitet og kvalitet, færre feil og lavere kostnader. Det forventes også en endring av tradisjonell praksis fra fagoppdelte arbeidsmåter og lite integrerte samhandlingsformer til mer helhetlige og integrerte prosesser og produkter. I dette ligger det at det ikke bare er teknologien som endrer seg, men også rutiner, oppgaver, roller og samarbeidsformer. Paradigmeskiftet er derfor organisatorisk så vel som teknologisk.

BIM-relaterte verktøy kan forenklet sett kategoriseres i fire hovedgrupper. Den første er verktøy som muliggjør det å bygge opp en flerdimensjonal modell av bygget. De

elementene som modelleres (f.eks. bygninger, rom, bygningsdeler, installasjoner og utstyr), kalles gjerne «intelligente» objekter, fordi de tildeles informasjon og egenskaper, og fordi de har en parametrisk relasjon seg imellom. I praksis kan dette bety at arkitekten under prosjekteringen ideelt sett utarbeider en objektbasert datamodell av bygget i 3D, som inneholder informasjon om for eksempel gulv, vegger, vinduer, dører og tak. Disse verktøyene inkluderer ofte predefinerte bibliotek med objekter. Eksempler på denne typen verktøy er Revit, ArchiCAD og MagiCAD. Den andre hovedgruppen av BIM-verktøy er applikasjoner som muliggjør blant annet visualiseringer (som viewere), simuleringer som for eksempel kollisjonstester, brannscenarier, energiberegninger, byggeplasslogistikk og informasjonsuttrekk (mengder, utstyrslistor, dørskjema og mer) fra modellen. En av de mest kjente, men langt fra den eneste, leverandøren av slike applikasjoner er Solibri. Den tredje hovedgruppen omfatter databaser og andre systemer som kan kobles til modellene. Et godt eksempel på en slik database er dRofus, som forenklet sagt inneholder en digital representasjon av byggherrens kravspesifikasjon (rom og utstyr). Andre eksempler er FM-systemer og ulike produkt- og varedatabaser. Den fjerde hovedgruppen av BIM-verktøy er de åpne standardene (som IFC) som skal sørge for full interoperabilitet og pålitelig og konsistent flyt av for eksempel objekt-informasjon mellom og innenfor de ulike hovedgruppene. Dette skal igjen muliggjøre sømløs informasjonsflyt på tvers av alle aktører og faser i et byggeprosjekts livsløp (fra behovsutredning til konsept, prosjektering og bygging, til bruk, forvaltning, drift og vedlikehold, til avvikling). En utveksling mellom fag og aktører i BIM ved slike åpne, ikke-proprietære og standardiserte formater, kalles «åpen BIM».

BIM-konseptet og visjonen om en sømløs flyt av informasjon på tvers av alle aktører og faser i et byggeprosjekt, er på ingen måte noe nytt (se figur 1.2). Vi skal her gjengi et lite historisk sveip (fra Moum 2008).

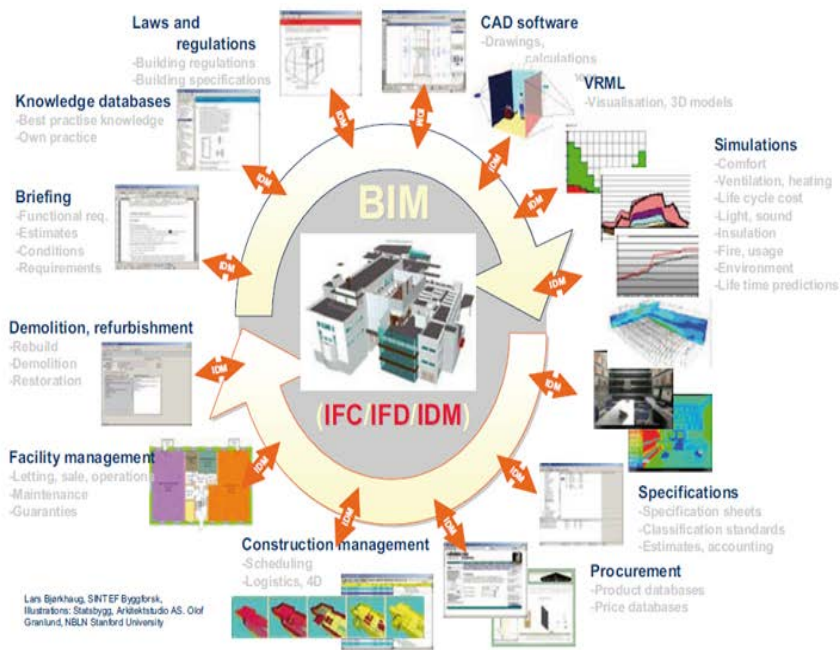
Figur 1.2 The Islands of Automation in Construction (Hannus m.fl. 1987). En illustrasjon av BIM-visjonen.





Det ble utviklet objektbaserte 3D-modeller (forløper til BIM-begrepet) allerede på 70-tallet. Men utviklingen begynte først å skyte fart med ISO-STEP-prosjektet i 1985 (Standard for utveksling av produktdata) og gjennom en rekke tyske og europeiske FoU-prosjekter. Kunnskapen fra disse prosjektene dannet grunnlaget for etableringen av industrisammenslutningen International Alliance for Interoperability (IAI) på midten av 90-tallet. IAI ble en samlende internasjonal arena for videreutviklingen av produktmodellstandarder, som IFC. Norske eksperter fra både forskning (SINTEF Byggforsk) og praksis (Kjell Ivar Bakkmoen med flere) var med på å drive dette arbeidet. På tross av troen på gevinstene ved 3D produktmodellering, var det på starten av 2000-tallet fremdeles en stor avstand mellom utviklingsarbeidet i IAI og den faktiske situasjonen i byggenæringen. Bruken av 2D CAD og tradisjonelt tegningsmateriale var fremdeles dominerende. IAI og andre store aktører (som offentlige byggherrer) innså at oppmerksomheten måtte flyttes fra teknologiutvikling til implementering og brukbarhet i praksis. IAI skiftet navn til BuildingSMART International i 2005, en paraplyorganisasjon som fikk såkalte «chapters» i en rekke land, som Norge. Det ble også etablert store samarbeidsinitiativ og FoU-programmer mellom offentlige og private aktører i land som Finland (ProIT) og Danmark (Det Digitale Byggeri), med mål om en omfattende digitalisering av landenes byggenæringer. I Norge har BuildingSMART og Statsbygg vært, og er fremdeles, blant de fremste pådriverne for utvikling og implementering av åpen BIM i byggenæringen. Statsbygg gikk i 2007 ut med meldingen om at de ville kreve bruk av åpen BIM i alle sine byggeprosjekter fra 2010.

Figur 1.3 Building Information Circle. Illustrerer IAI og BuildingSMART sin visjon (utarbeidet av Lars Bjørkhaug, den gang SINTEF Byggforsk, Olof Granlund, LBNL og Stanford universitet).



Hvor står vi så i 2016? Paletten med BIM-relaterte digitale verktøy er raskt voksende. Utviklingen av BIM-manualer og informasjonsstandarder helt opp på CEN-nivå går stadig framover. Det opprinnelige konseptet med å samle all informasjon i én stor modell på én felles modellsjerver, virker i mellomtiden å være overtatt av mer «lettbente», distribuerte og nettverksbaserte konsepter, hvor skytjenester gir nye muligheter. Når «all» digital teknologi og digitale konsepter kan kobles mot BIM (Internet of Things, 3D printing, Big Data, Augmented Reality), er det snart bare fantasien som setter grenser.

Diderik Hougs (Statsbygg) uttalelse fra midten av 2000-tallet om at næringen står foran en evolusjon (Moum 2008), ikke revolusjon, reflekterer allikevel på en god måte hvor langt næringen er kommet når det gjelder det å ta i bruk BIM-verktøy. Det er fremdeles få, om noen byggeprosjekter hvor åpen BIM blir brukt av alle aktørene i hele verdikjeden. Det er fremdeles slik at den mest utbredte bruken av BIM skjer i selve prosjekteringen. Det hyppigste bruksscenarioet er fremdeles at de prosjekterende «slår sammen» sine fagmodeller til en flerfaglig modell, hvor visualiseringer, energisimuleringer og kollisjonskontroller gir en bedre forståelse for hverandres behov og en tidligere gjenkjenning av konflikter, feil og mangler på tvers av fagene (f.eks. når det gjelder utsparinger og installasjonsføringer) (Moum 2010). Det er fremdeles slik at den juridisk bindende overleveringen til entreprenørleddet som oftest skjer ved tradisjonelle 2D-tegninger og -beskrivelser. I beste fall er det «lagt ved» en 3D-modell. Og det er fremdeles utbredt at deler av informasjonsutvekslingen mellom BIM-verktøy er basert på proprietære formater. Dette var i grove trekk også situasjonen da SamBIM-prosjektet ble igangsatt i 2012.

Til tross for dette, er det allikevel en tydelig og etter hvert akselererende utvikling når det gjelder bruk av BIM. Entreprenørleddet har kommet vesentlig sterkere på banen. Skanska er i seg selv et godt eksempel på dette, ved sitt engasjement i SamBIM-prosjektet. Aktører som NCC og Veidekke har satsset på kompetanseutvikling ved samarbeidet med fagekspertene ved Stanford universitet i USA (VDC-begrepetts opprinnelsessted; Virtual Design and Construction). Statsbygg har meldt at de vil kreve at det er 3D-modellen, og ikke 2D-tegningene, som er den juridisk bindende leveransen fra prosjekteringen. Selv om vekten hos entreprenørene først og fremst ligger på BIM-bruk i detaljprosjekteringen (i totalentrepriser, for eksempel), begynner det også å bli mer utbredt å bruke BIM-verktøy til det å lede og koordinere framdriften i byggingen. Framveksten av smarttelefoner og nettbrett har satt i gang en utvikling av applikasjoner som gjør BIM tilgjengelig også for bas og fagarbeidere direkte på byggeplassen, eller for FDV-personalet i ferdige bygg. Såkalte BIM-kiosker er et annet eksempel og et konsept vi vil komme tilbake til senere i denne rapporten. Byggevarehandelen begynner også å involvere seg tydeligere i bruk av BIM, blant annet ved å være en pådriver for utviklingen av 3D BIM objekt (Bygg.no 2015: <http://www.bygg.no/article/1241599>). Allikevel er det en vei å gå før BIM-verktøy blir standard i innkjøpsleddet hos entreprenøren, i kommunenes plan- og byggesaksprosesser eller hos FDVU-aktørene. Hvor lang tid det tar før næringen vil kunne realisere alle gevinstene ved full integrering av BIM i alle deler av verdikjeden, er uvisst.

Men byggenæringen virker å være i en slags transformasjon når det gjelder holdningen til digitalisering generelt og BIM spesielt. For mange har BIM-verktøy blitt en selv-

følgelig del av prosjekthverdagen og «noe man bare bruker», uten at det settes som krav fra andre aktører. Det har også blitt en mer allmenn forståelse for at det å implementere BIM-verktøy krever mye mer enn å sende medarbeidere på datakurs. Bruken av BIM griper både inn i arbeidsprosessene og i organisasjonens forretningsstrategier. Flere begynner å se BIM i sammenheng med prosess- og samhandlingskonsepter som for eksempel lean construction, integrated concurrent engineering og integrated project deliveries. SamBIM er det første innovasjonsprosjektet i Norge som spesifikt fokuserer på koblingen mellom BIM og samhandlingsmodeller. Dossick og Neff (2011) framhever at ønsket om bedre samarbeid mellom de involverte aktørene i byggeprosessen er den viktigste motivasjonen for å implementere BIM i byggenæringen.

Det har vært en lang vei fra utviklingen av de første 3D objektmodellene på 70-tallet fram til dagens prosjekthverdag i byggenæringen. Nå skjer det mye på mange nivå. På nasjonalt plan har Bygg21, BuildingSMART Norge og bransjeorganisasjonene med flere samlet seg bak «Digitalt Veikart» (oppstart 2016), et strategiarbeid med mål om å tilrettelegge for en digitalisering av alle tjenester i bygg- og anleggsnæringen. Dette nasjonale «digitale løftet» vil kunne bli en driver for videreføring og implementering av det viktige arbeidet som er gjort i FoU-prosjekter som SamBIM, i foreninger som BuildingSMART og i enkeltbedrifter.

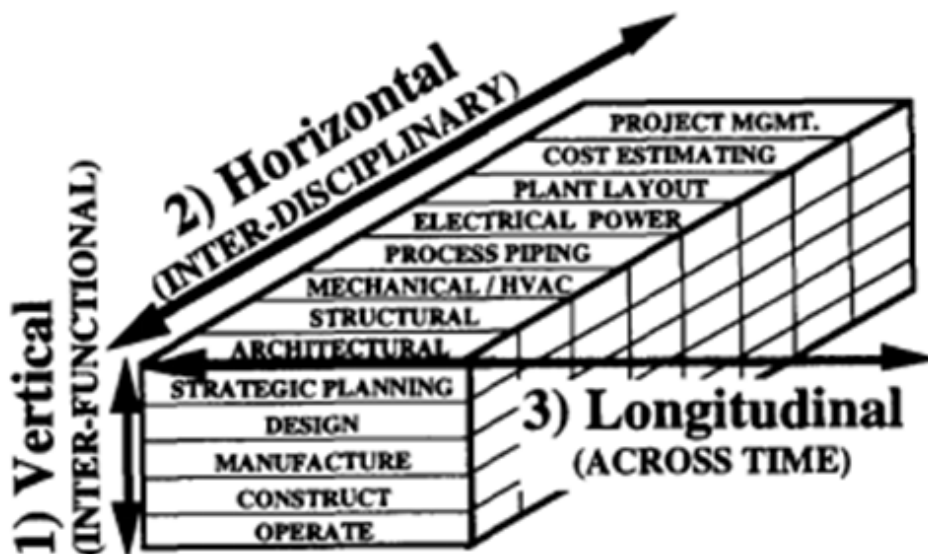
#### **1.4.2 Integrasjon og samhandling i byggeprosessen**

Ketil Bråthen, Fafo

Usikkerhet og kompleksitet er grunnleggende kjennetegn ved byggeprosesser, noe som er med på å begrense både prosessens indre og ytre effektivitet (Eikeland 1998). Manglende effektivitet er ofte framholdt som en av hovedutfordringene til byggenæringen. Økt integrasjon, altså større grad av utveksling av kunnskap og informasjon (Fergusson 1993), har av flere blitt sett på som en viktig faktor for å kunne øke effektiviteten (Egan 1998). Fergusson (1993) opererer med følgende tre former for integrasjon:

- Mellom kjerneprosessene programmering, prosjektering og produksjon (vertikalt)
- Mellom de ulike fagdisiplinene (horisontalt)
- Over tid innad i prosjektene, men også ulike prosjekter (temporalt)

Figur 1.4 Ulike former for integrasjon (Fergusson 1993, Fergusson og Teicholz 1996).



De ulike partnerne i SamBIM har sine egne definisjoner på gjennomføringsmodellene de benytter. I flere tilfeller er det som kalles en gjennomføringsmodell i utgangspunktet en prosessmodell. For en bredere diskusjon av dette, se kapittel 4.2.1. Her har vi valgt å støtte oss på en definisjon av gjennomføringsmodell på strategisk nivå, som ikke tar for seg eller er styrt av spesifikke entreprisformer:

«Gjennomføringsmodell for et byggeprosjekt defineres gjennom kontraktene mellom partene og i forarbeidene med disse. Ved å kombinere ulike entrepris- og kontraktsformer, kontraheringsstrategier, vederlagsformer og organiseringsmodeller framkommer et sett mulige gjennomføringsmodeller som kan legges til grunn for enkeltprosjekter» (Meland 2000).

Når det gjelder organisering av byggeprosessen for økt integrasjon, er det særlig to ulike konsepter vi har sett på i SamBIM. Det er bred enighet om at de tidlige fasene i byggeprosessen er kritisk for prosjekters suksess, for eksempel hevder Kamara m.fl. (2007) at så mye som 80 prosent av produksjonskostnadene for et bygg kan bli avgjort i denne fasen.

Organiseringsmodellene eller konseptene (concurrent engineering og IDDS) har flere likheter, men skiller seg også fra hverandre på noen avgjørende områder. Et fellestrekk er at de alle mer eller mindre kan ses på som forskjellige oppskrifter på hvordan man kan organisere byggeprosesser. Dette betyr at det altså er et fjerde punkt i definisjonen av en gjennomføringsmodell som er i sentrum – organisering. Det handler altså om det Meland (2000) omtaler som «organisasjonskultur»<sup>7</sup> og ulike grader av integrert organisering.

<sup>7</sup> Bruken av begrepet organisasjonskultur i denne sammenhengen er noe upresis. Flere steder i litteraturen som omhandler organisasjonsteori betraktes organisasjonskultur som noe som vokser fram av seg selv. Dette er derfor noe som ikke lar seg «organisere til» eller som kan designes (se f.eks. Scott 1992).

ring. Ved å benytte Roalds (1994) organiseringsbegrep, vil modellene ha søkelys på ulike sider ved utvelgelsen av aktører, sammensetting av grupper, fordeling av ansvar og myndighet, fordeling av oppgaver samt etablering av kommunikasjonslinjer.

De to konseptene er nærmere presentert i kapittel 6.5. Modellene varierer ikke bare med hensyn til faktisk innhold, men også med hensyn til koherens og spesifiseringsgrad i litteraturen. For eksempel synes det ganske klart at concurrent engineering i hovedsak består av to hovedprinsipper som er styrende for arbeidet i byggeprosjekter. IDDS på sin side bærer preg av å være en visjon heller enn en modell som er «ferdig til bruk», slik concurrent engineering delvis kan sies å være. Likevel har modellene til felles at de i relativt stor grad står i kontrast til hvordan en tradisjonell byggeprosess er organisert. Hensikten med dette delkapitlet er derfor ikke å presentere konsistente modeller som skiller seg klart fra hverandre, men heller diskutere forskjellige utgangspunkt for hvordan byggeprosesser kan organiseres.

### **Concurrent engineering**

Ifølge en bredt anlagt bok om concurrent engineering i byggebransjen, hevder Kamara m.fl. (2007) at det var Winner m.fl. (1988) som sto for den første definisjonen av konseptet. Kamara m.fl. (2007) viser til denne definisjonen og legger til noen momenter om kundefokus når de definerer concurrent engineering som:

«...integrated, concurrent design of products and their related processes, including manufacture and support [with the ultimate goal of customer satisfaction through the reduction of cost and time-to-market, and the improvement of product quality]».

Forfatterne hevder derfor at concurrent engineering kan sies å ha følgende to hovedprinsipper:

- Integrasjon
- Samtidighet

Integrasjon er relatert til selve prosessen, altså organisatorisk koordinering (Fergusson 1993) av informasjon og kunnskap mellom og innad i prosjektets ulike faser (vertikal og horisontal koordinering), samt ulike verktøy som brukes. Med samtidighet menes at et tverrfaglig team foretar analyser og vurderinger av spørsmål knyttet til produktets livssyklus på et tidlig stadium. Samtidigheten bestemmes av måten oppgavene er planlagt på, og av samspillet mellom ulike aktører i prosessen. Kamara m.fl. (2007) hevder derfor, på bakgrunn av en litteraturstudie, at concurrent engineering kan sies å inneholde følgende fire hovedelementer:

- Concurrent and parallel scheduling of all activities and tasks as much as possible.
- Integration of product, process and commercial information over the lifecycle of a project; and integration of lifecycle issues during project definition (design).
- Integration of the supply chain involved in delivering the project through effective collaboration, communication and coordination.

- Integration of all technologies and tools utilised in the project development process (e.g. through interoperability).

### **Concurrent engineering i byggebransjen**

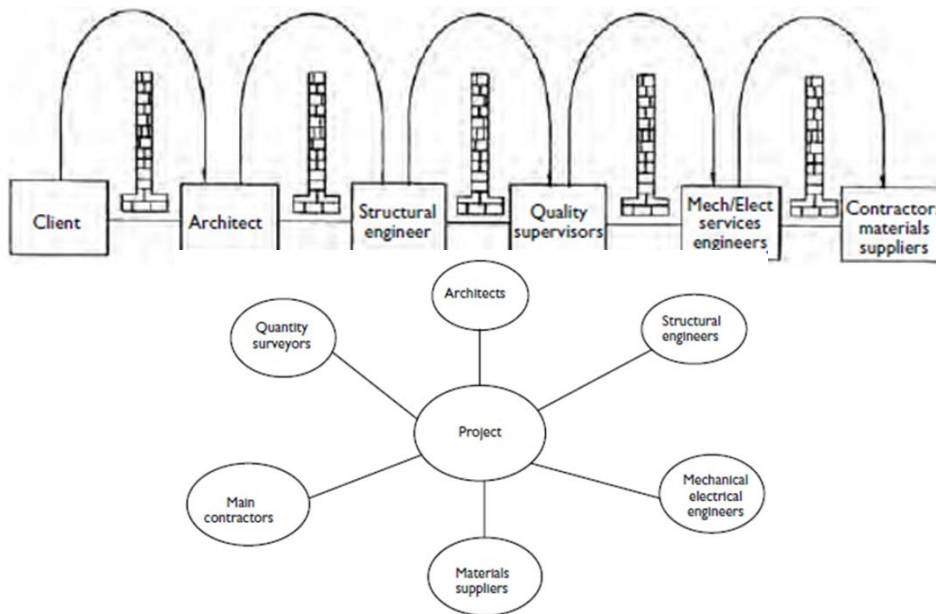
Concurrent engineering som modell har opplevd stor suksess i industrien, og flere forfattere har pekt på at dette var en viktig drivkraft for å importere konseptet også i byggenæringen (se f.eks. Evbuomwan & Anumba 1995). Denne antatte overføringsverdien er basert på antakelsen om at også byggeprosesser kan ses på som en produksjonsprosess, og at et vellykket konsept fra industrien derfor vil kunne benyttes i byggebransjen. Når det gjelder concurrent engineering i byggebransjen mer spesifikt, har Evbuomwan og Anumba (1998) foreslått å definere concurrent engineering som et:

«...attempt to optimise the design of the project and its construction process to achieve reduced lead times, and improved quality and cost by the integration of design, fabrication, construction and erection activities and by maximising concurrency and collaboration in working practices.»

Denne definisjonen kan sies å stå i motsetning til hvordan en gjengs og mer tradisjonell byggeprosess faktisk foregår. En litt karikert versjon av en tradisjonell byggeprosess vil innebære at arkitekten lager en arkitektonisk utforming basert på byggherrens ønsker. Dette underlaget oversendes deretter ulike rådgivere som fullfører den strukturelle utformingen, og deretter sender underlaget videre til rådgivere som arbeider videre med sine fag. Denne prosessen foregår til det ferdige underlaget oversendes entreprenøren. Altså en byggeprosess som i liten grad er samtidig og integrert, men heller sekvensiell (se f.eks. Kosekla 2007). Flere forfattere har derfor hevdet at concurrent engineering kan endre på dette ved at alle disipliner integreres (figur 1.5) på et tidlig stadium i byggeprosessen (Evbuomwan & Anumba 1998). Av figuren under ser vi at det er mur eller vegg mellom de ulike disiplinene, og at de dermed jobber atskilt og har liten eller ingen kontakt. I nedre del av figuren ser vi derimot at prosjektet står i sentrum og at alle disipliner jobber sammen på samme tid inn mot prosjektet. Khalfan m.fl. (2007) sammenlikner de to arketyperne av prosjektering på følgende måte:

«... CE is an attempt to optimise the process of project design and construction in order to achieve shorter lead times, and improved quality and cost. This is actually achieved through the integration of design, and construction activities and by increasing simultaneous activities and collaboration among the construction supply chain participants. This is in sharp contrast with the traditional approach to construction project delivery.»

Figur 1.5 Tradisjonell prosjekteringsprosess og prosjekteringsprosess med integrert team.



Til tross for gode argumenter for concurrent engineering, er prosjektorganiseringen en vesensforskjell mellom byggenæringen og industrien. Integrasjon spiller en nøkkelrolle, men dette er vanskelig å oppnå i en fragmentert næring. Khalfan mfl. (2007) argumenterer derfor for at bruk av concurrent engineering i byggebransjen må ses på både fra et prosjektnivå og fra et organisatorisk nivå (dvs. for den enkelte konsulent- eller entreprenørvirksomhet). På organisasjonsnivå er det relativt enkelt å utarbeide strategier som gjenspeiler de krav som stilles i concurrent engineering, mens det på prosjektnivået må være et fokus på samtidighet og integrasjon til prosjektet, altså mellom flere ulike virksomheter. Dette er riktignok ingen enkel sak. Khalfan mfl. (2007) har gjort en studie av hvor klare organisasjoner innenfor byggenæringen er for å ta i bruk concurrent engineering. Basert på engelske forhold konkluderer de med følgende:

«The most important conclusion is that, overall, the construction industry is not yet ready to adopt CE and needs significant improvements in a number of critical areas before CE adoption. The industry also needs appropriate guidelines for improvements in the weaker areas as well as guidelines for the implementation of CE within the industry.»

#### **Integrated concurrent engineering**

Integrated concurrent engineering (ICE) har flere likheter med det opprinnelige concurrent engineering-konseptet som er presentert i de forrige avsnittene, men det er likevel noen forskjeller. ICE fokuserer først og fremst på prosjekteringsfasen. ICE kan på mange måter også ses på som en videreutvikling av concurrent engineering, men der IT

spiller en vesentlig rolle. Vi kan derfor si at sammenliknet med concurrent engineering i sin opprinnelige form, legges det innenfor ICE også vekt på koordinering fra et teknologisk perspektiv (jf. Fergusson 1993). I det følgende vil det derfor kort redegjøres for ICE. ICE er et begrep fra virtual design and construction-miljøet (VDC) ved Stanford, der bruken av BIM står sentralt. En rekke verktøy og teknikker har blitt utviklet under «VDC-paraplyen» (Khazode 2006). Et sentralt verktøy innenfor VDC<sup>8</sup> er såkalte ICE-sesjoner (se f.eks. Khazode 2008). Med ICE menes samlokalisert, samtidig prosjektering, der en sentral målsetting er å redusere varigheten av prosjekteringsprosessen. Ved å samle sentrale aktører i såkalte ICE-sesjoner hvor alle kan jobbe samtidig ved hjelp av datamaskiner, felles databaser og storskjermer, er målet at man skal samarbeide bedre og oppnå større forståelse for hverandres arbeid, og dessuten å redusere tiden det tar å fatte beslutninger. Flere av de sentrale personene bak utviklingen av ICE, Cachere m.fl. (2009), skriver følgende om historien bak og hensikten med ICE:

«Since 1996, multi-disciplinary space mission design teams at NASA's Jet Propulsion Laboratory have been using a novel concurrent design approach. This approach creates integrated early phase designs that used to take nine months in about three weeks! To make this possible, the JPL group known as Team-X completes most of its engineering and collaboration work in just nine hours of intensive, technically mediated and socially facilitated group sessions. Since 2004, we have used the JPL methods successfully in teaching Virtual Design and Construction methods for Civil Engineering project design. We call the enabling technically mediated social collaboration process integrated concurrent engineering (ICE)».

Hensikten med ICE-sesjoner er å samle alle relevante aktører som igjen skal føre til kortere planleggingstid sammenliknet med mer tradisjonell prosjektering jf. figur 1.5. ICE er derfor i stor grad i overensstemmelse med concurrent engineering. I begge modeller står integrert, samtidig og tverrfaglig arbeid og tidlig involvering av nødvendig kompetanse i sentrum. Det er altså særlig horisontal, men også vertikal integrasjon som vektlegges. Forskjellen ligger i at ICE vektlegger bruken av BIM og andre tekniske løsninger for å understøtte samhandlingen. ICE kan derfor ses på som en videreføring og detaljering av den opprinnelige modellen concurrent engineering, men også som en slags «rebranding» av et allerede kjent konsept.

### **Concurrent engineering og kontraktuelle forhold**

Som nevnt er det slik at entrepriseformen fastlegger hovedstrukturene ved å regulere forholdet mellom hovedaktørene i byggeprosjektene, det vil si byggherren, de prosjekterende og entreprenørene. Hvilke entrepriseformer og kontrakter som best bygger opp under concurrent engineering, er tema som blir nærmere diskutert i kapittel 6.3. Likevel er det selvsagt slik at kontraktuelle forhold har en betydning for aktørenes mulighet til å

---

<sup>8</sup> VDC – Virtual design and construction. Introdusert av CIFE, Stanford University, på tidlig 2000-tall. Under «VDC-paraplyen» ligger verktøy og metoder som BIM, lean, big room og integrated concurrent engineering (ICE).



jobbe samtidig og integrert. Walker (2007) diskuterer ulike forhold knyttet til kontrakter og concurrent engineering:

«Traditionally the model for design in the UK construction industry has been sequential rather than concurrent and the organisation of architecture, construction and engineering firms has been fragmented rather than integrated. Whilst changes to this order can be perceived, sustaining this will require careful study and review of the commercial and contractual arrangements for design consultants as a part of the wider procurement system».

Når det gjelder entreprisformer mer spesifikt, slår Walker (2007) fast at:

«... integrated systems such as design and build [totalentreprise] or partnering are on the face of it most likely to encourage a CE approach. However on closer examination, the popularity of the consultant switch or innovation process in design and build procurement in the UK, has the effect of dis-integrating the design and construction process. This leaves partnering or framework agreements as the procurement systems most conducive to a CE approach. But this is not explicitly the benefit sought in partnering» (Walker 2007).

Oppsummert kan vi derfor si at entreprisform og kontrakter ofte vil spille en viktig rolle og sette en ramme for muligheten til å benytte seg av concurrent engineering.

### **Integrated design and delivery solutions**

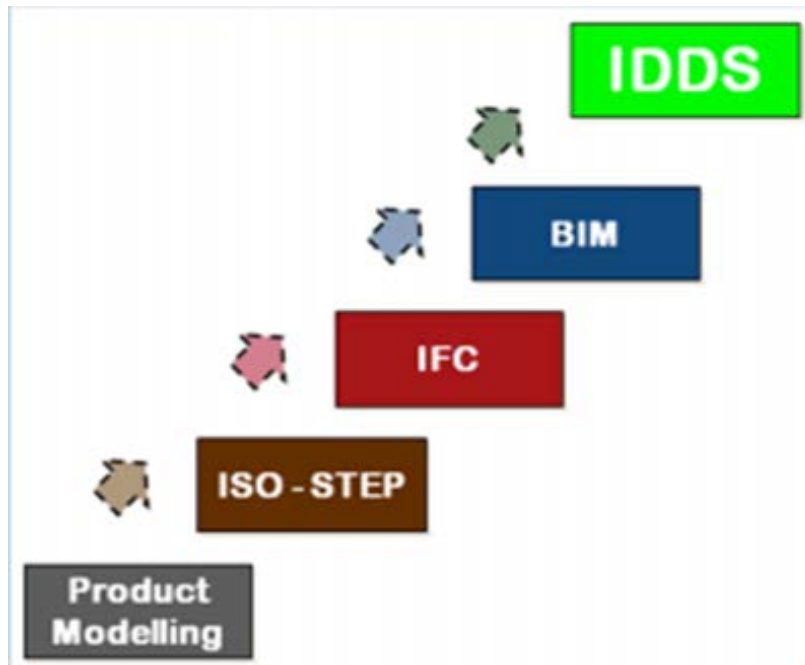
Med økt bruk av BIM<sup>9</sup> og annen ny teknologi i byggeprosjekter, reises det også nye problemstillinger med hensyn til hvordan dette skal integreres i prosjektorganisasjonen. International Council for Research and Innovation in Building and Construction har utviklet det såkalte integrated design and delivery solutions (IDDS) – integrerte design- og leveranseløsninger for høyere effektivitet og verdiskaping. Bedre samspillsmodeller, kompetanseheving, muliggjørende teknologier og integrert informasjons- og kunnskapshåndtering kan minimere ineffektivitet og utløse verdiskaping i og på tvers av alle byggets faser og på tvers av prosjekt. Det er altså blant annet snakk om å øke alle de tre formene for integrasjon som Fergusson (1993) omtaler. Dette skal gjøres gjennom bruk av både organisatoriske og kontraktuelle samt teknologiske virkemidler. IDDS er et internasjonalt satsingsområde som forener tanker fra flere ulike forskningstradisjoner.<sup>10</sup> Utviklingen av IDDS ses på som «det neste steget», altså noe som går lenger enn bare bruken av BIM, jf. figur 1.6.

---

<sup>9</sup> BIM ble omtalt i forrige avsnitt.

<sup>10</sup> [http://www.ntnu.no/documents/10310/32291524/130412\\_PhD-WS+21-mai\\_innbydelse.pdf](http://www.ntnu.no/documents/10310/32291524/130412_PhD-WS+21-mai_innbydelse.pdf)

Figur 1.6 Utviklingen av IDDS.



Owen m.fl. (2009) definerer Integrated design and delivery solutions (IDDS) som

«collaborative work processes and enhanced skills, with integrated data, information, and knowledge management to minimize structural and process inefficiencies and to enhance the value delivered during design, build, and operation, and across projects» (Owen m.fl. 2009).

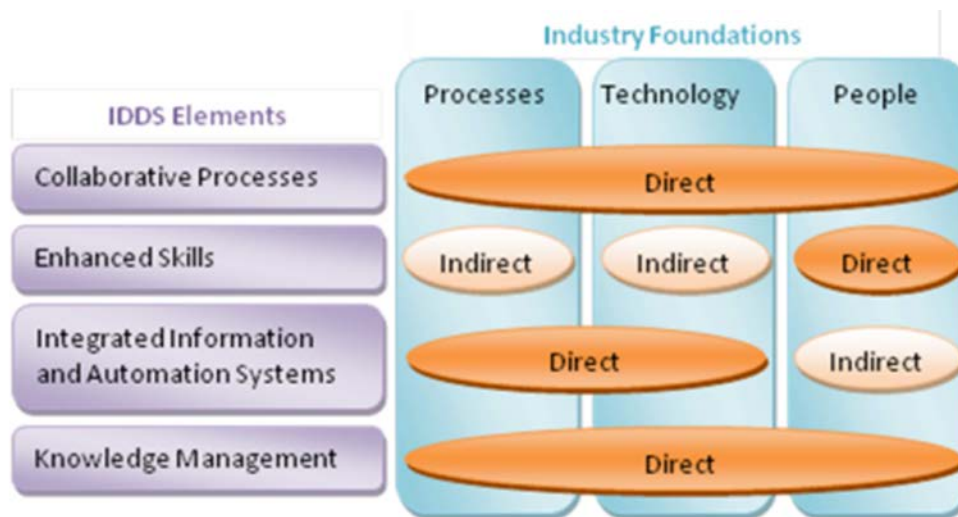
Og hensikten med IDDS-initiativet er ifølge de samme forfatterne å endre byggebransjen:

«This global priority theme is aimed at transforming the construction sector through the rapid adoption of new processes, such as integrated project delivery (IPD), together with Building Information Modelling (BIM), and automation technologies, using people with enhanced skills in more productive environments» (Owen m.fl. 2009)

Lehtinen (2012) hevder at IDDS ses på som et konsept som forsøker å integrere ulike organisasjonsmodeller som for eksempel IPD, som fremmer integrerte samarbeidsprosesser, men også forskjellige teknologier som BIM, som muliggjør integrerte informasjonssystemer. Konseptet forsøker altså å forene både et teknologisk og organisatorisk og kontraktuelt perspektiv på integrasjon. Dermed er IDDS ikke en spesifikk modell

som sådan, men heller en samling av såkalt «beste praksis» som kan sies å utgjøre en visjon om relativt radikale endringer innenfor byggebransjen.

Figur 1.7 IDDS' påvirkning på prosess, teknologi og mennesker (Owen m.fl. 2009).



### 1.4.3 Lean og trimmet bygging

Sol Skinnarland, Fafo

Byggenæringen er en fragmentert næring på flere måter. Mange fagdisipliner er bidragsytere i leveranser, næringen florerer av ulike former for kontrakter og entrepriserformer (se kapittel 6.3). Cox og Thompson (1997) trekker fram den utstrakte fragmenteringen som en hovedårsak til at næringen har hatt rykte på seg for dårlig samarbeid og lav tillit mellom aktørene. I løpet av de siste tiårene er det gjort en rekke forsøk på å løse utfordringene med dårlig samarbeid, som for eksempel gjennom lean construction (Howell & Ballard 1998; Ballard 2000; Koskela m.fl. 2002; Andersen m.fl. 2008). Lean construction-teorier (Ballard 2000; Koskela 2000) søker å forklare byggeplassproduksjon, inspirert av produksjonsprinsipper først tatt i bruk i Toyota Motor Company (Shingo m.fl. 1989; Ohno 1988; Womack m.fl. 1991).

#### TPS og lean production

Lean production oppsto som begrep på begynnelsen av 1990-tallet da amerikanske forskere hadde studert prinsippene og filosofien bak Toyotas bilproduksjon, under betegnelsen Toyota Production System. Japaneren Taiichi Ohno er den som gjerne krediteres

for å ha lansert Toyota Production System, TPS. Sentralt i TPS er det å minimere sju former for sløsing: defekter, overproduksjon, venting, transport, bevegelse, unødvendig arbeid og lagring. Det amerikanske forskerteamet, ledet av Womack som da var forskningsdirektør ved MIT<sup>11</sup>, Motor Vehicle Program, innførte begrepet «lean production» for å beskrive Toyotas produksjonssystem.

### **Lean construction**

I byggenæringen, som i mange andre næringer, fikk lean som konsept tidlig oppmerksomhet. Det danske entreprenørselskapet MT Højgaard eksperimenterte tidlig på 1990-tallet med byggeplassorganisering inspirert av lean construction, eller «trimmet byggeri», som det heter i den danske oversettelsen av begrepet (Andersen 2004). Begrepet trimmet bygging blir brukt også i norske miljøer, både i næringen og i akademia<sup>12</sup>. Begreperne lean construction og trimmet bygging brukes i hovedsak som synonyme begreper, og vi snakker i det følgende om lean construction.

Mens grunnideene bygger på det samme tankegodset fra TPS om å forsøke å minimere faktorer som ikke virker positivt inn på produksjonen og sluttproduktet (sløsing), skiller lean construction seg fra lean production (Koskela m.fl. 2002). Lean construction-miljøet, med blant annet teoretikeren Koskela i spissen, bygget tidlig på en antakelse om at produksjonsmetodene og prinsippene fra lean production ikke uten videre kunne overføres direkte til byggebransjen. To helt vesentlige og særegne kjennetegn for byggenæringen, som skiller næringen fra vanlig masseproduksjon, er *variasjon og usikkerhet/avhengighet* rundt produksjonen.

### **Flyteeffektivitet**

I sitt arbeid med utviklingen av en teoretisk ramme for å forstå byggeplassproduksjon, anla Koskela tidlig en grunntanke som siden er blitt sentral innen lean construction (Koskela 1992, 2002). I lean construction hevdes det at byggeprosessens samlede effektivitet best kan økes gjennom å rette oppmerksomheten mot styringen av samspillet eller *flyten* mellom de ulike aktivitetene. Tradisjonelt har byggebransjen vært mer opptatt av effektivisering av hver enkelt operasjon i byggeprosessen. Situasjoner med dårlig flyt kjennetegnes ofte av at arbeidstiden blir brukt på en uproduktiv eller motproduktiv måte. *Uproduktiv* tid er for eksempel å vente på andres input for å utføre eget arbeid. *Motproduktiv* tid er tid som går med til å rette opp feil som skyldes en selv eller andre. Med *produktiv* tid mener vi tid brukt på faktisk utførelse, og tid brukt på planlegging og tilrettelegging. Når vi skiller mellom uproduktiv, motproduktiv og produktiv tid på denne måten, gjenspeiler det også den store graden av avhengighet mellom aktørene i byggeprosjekter.

---

<sup>11</sup> Massachusetts Institute of Technology.

<sup>12</sup> Se f.eks. <http://www.nsp.ntnu.no/prosjekt2009/files/pages/12/presentasjon-prosjekt-2009-ivindstokland-trimmet-bygging-v04.pdf> og <http://www.prosjektnorge.no/files/pages/362/organisasjonsutvikling-og-laring-knyttet-til-trimmet-bygging.pdf>

### **Norske erfaringer med LC**

I dagens norske og internasjonale byggenæring kommer lean construction mest til anvendelse i byggefasen. Det finnes flere gode eksempler på at dette kan være effektivt og gi gode resultater (se f.eks. Skinnarland 2013 for litteraturstudie). Lean construction-metoder og -prinsipper er inntil de senere årene i mindre grad blitt tatt i bruk i prosjekteringsfasen. I SamBIM ønsket derfor Statsbygg å prøve ut og høste erfaringer med slike arbeidsmetoder i detaljprosjekteringsfasen på Urbygningen på Ås.

Et interessant funn fra Statsbyggs bruk av lean-metoder på Urbygningen (Bråthen & Moland 2015) er aktørenes vage oppfatning av lean som konsept. Informantene i prosjektet omtaler lean som en «relativt overordnet og ullen idé om det vi kan omtale som forbedringsarbeid, eller til spesifikke verktøy som planleggingsmetodikk eller taktstyring» (Bråthen & Moland 2015:7). På tross av kontraktfestet bruk av lean som tilnærming til arbeidsorganisering, ga heller ikke informantene noe klart svar på hva «lean arbeidsmetodikk og mentalitet», slik det ble formulert i kontrakten, hadde innebåret. Samtidig skilte prosjekteringsprosessen i dette prosjektet ikke seg særlig fra andre prosjekter de hadde vært involvert i. Det var med andre ord ikke noe mer «lean-fokus» her enn i tradisjonelle byggeprosesser.

Funnene i byggeprosjektet Urbygningen er ikke unike. Åtte år etter at nettverket Lean Construction Norge ble etablert, preges fortsatt begrepet lean construction av diffuse definisjoner som trekker i alle retninger. En arbeidsgruppe i SamBIM inviterte deltakere fra SamBIM-prosjektet, de respektive forskningsmiljøene og industripartnerne, samt styringsgruppen, til en fagdag høsten 2014, der målet var å etablere en slags status på forståelsen av begrepet lean construction.

Et interessant funn var at blant deltakerne på fagdagen sprikte oppfatningene om hva LC er, og i flere retninger. Fra produksjonsplanlegging, styring av arbeidsprosess, verktøy for bedre samhandling, til forståelse av flytproduksjon, rasjonell samhandling og systematisert sunn fornuft, «lean er litt metode og litt verktøy». (Se mer om innholdet i diskusjonen i kapittel 4.2.3).

### **1.4.4 Utviklings- og analyseverktøy for innovasjonsprosesser**

Leif E. Moland, Fafo

I et møte med Statsbygg og Skanska 1. juli 2009, presenterte Fafo et utviklings- og analyseverktøy vi ønsket å ta i bruk under følgeforskningen av to pilotforsøk der Statsbygg og Skanska skulle bruke BIM i prosjekteringen av to byggeprosjekt. Disse pilotprosjektene er kort beskrevet i kapittel 2. Resultatene er publisert i Moen og Moland 2010. Selv om utviklings- og analyseverktøyet var kjent for Statsbygg og Skanska i forkant av pilotene, ble det ikke tatt i bruk av bedriftene i utviklingsarbeidet. I stedet ble det først og fremst brukt i analysen for å forklare hvorfor bruken av BIM langt på vei mislyktes. I hovedprosjektet har det vært en ambisjon for både industripartnerne og FoU-miljøene at verktøyet skulle tas i bruk for å forebygge feil og sikre suksess.

Innføringen av BIM, samlokalisering, nye samhandlingsmodeller og «lean» er (som erfart fra pilotforsøkene) i seg selv ingen garanti for suksess. Det oppnås ikke automa-

tisk bedre samarbeid og færre feil (mv.) når BIM osv. innføres i prosjekterings- og byggeprosesser.

Hvordan man skal gå fram i utviklingsprosjekter vil selvsagt variere. De mindre vellykkede prosjektene vil nesten alltid kunne forklares med at ledelsen har undervurdert betydning av å svare på et eller flere av de følgende seks spørsmålene:

1. Hva er organisasjonens behov, og hva er prosjektets/modellens hensikt?
2. Hvilke mål er satt, og hvordan skal det informeres om prosjektets hensikt og mål?
3. Hvordan sikres god forankring (politisk, administrativt og hos tillitsvalgte og ansatte)?
4. Hvordan legges det opp til samarbeid, medvirkning og involvering av ledere, tillitsvalgte og ansatte?
5. Er det satt av tilstrekkelig med ressurser i form av tid, økonomi og kompetanse (endrings-, turnus- og fagkompetanse)?
6. Hvordan vil prosjektet bli fulgt opp underveis og i etterkant?

Disse seks spørsmålene kan ses på som sentrale elementer i en utviklingsmodell. Modellen med de seks prosesselementene bygger på empiri fra lokale utviklings- og omstillingsprosjekter i private og offentlige virksomheter (skipsverft, byggenæringen, Forsvaret, sykehjem og andre pleie- og omsorgstilbud mv.), omstilling i offentlige etater og nasjonale reformer (den såkalte HVPU-reformen og innføringen av inkluderende arbeidsliv). Dette er beskrevet i blant annet Moland og Trygstad 2006, Moland og Bråthen 2012a og 2012b, Moen og Moland 2010, Moland 1999 og 2007 samt i de fire SamBIM-publikasjonene Bråthen, Moland og Berg 2014, Bråthen og Moland 2015, Bråthen og Moland 2016 og Skinnarland 2016. Framstillingen i dette kapitlet bygger først og fremst på Moland 2015:31ff og Bråthen og Moland 2015:37ff.

Modellen bygger videre på teorier om medarbeiderdrevet innovasjon og trekk fra klassisk beslutningsteori.

### **Medarbeiderdrevet innovasjon**

Når et medvirkningsperspektiv trekkes inn i teorier om utvikling og innovasjon, støter vi på begrepet medarbeiderdrevet innovasjon. Her legges det til grunn at innovasjon i tillegg til å kunne være ledelses-, ekspert-, kunde- eller teknologidrevet, også kan være medarbeiderdrevet. I tenkningen om medarbeiderdrevet innovasjon står involvering av ansatte og utnyttelse av både den humane og sosiale kapitalen som norsk arbeidsliv har bygget opp, sentralt. Ved gjennomgripende endringer i organiseringen av arbeidet, som ved innføring av BIM, vil det være fordeler ved å trekke de ansatte inn i utformingen av mål og tiltak som skal prøves ut, og hvordan dette skal gjøres. Dette vil kunne utløse gevinster som ligger i såkalt medarbeiderdrevet innovasjon.

En studie av forsøk med nye arbeidstidsordninger i Bergen kommune beskriver et nært samarbeid mellom partene i arbeidslivet og en reell involvering av de ansatte (Moland & Bråthen 2012b:153). I studien framheves det at man neppe hadde lykket dersom ikke medarbeiderne var trukket så sterkt inn i innovasjonsarbeidet. De skriver blant annet:

«Medarbeiderdrevet innovasjon kan defineres som innovasjoner (nye produkter, prosesser eller tjenester) som er frembrakt gjennom en åpen og inkluderende innovasjonsprosess, basert på en systematisk anvendelse av medarbeideres ideer, kunnskap og erfaring – som er utviklende for virksomhetens totale innovasjonsevne.<sup>13</sup> Denne tilnærmingen til innovasjon utvider innovasjonsevnen, og er i tråd med sentrale verdier i den norske arbeidslivsmodellen.

Medarbeiderdrevet innovasjon handler dels om å utvikle en innovasjonskultur der de ansatte er med i samtaler og refleksjonsgrupper om utvikling av tjenesten i sin alminnelighet, og dels om å trekke de ansatte med i innovasjonsprosesser. Det er ingen forutsetning at ansatte skal være den drivende part, men de skal være aktivt med. Det ligger heller ikke i begrepet at innovasjonen skal være medarbeiderorientert. I Bergens tilfelle har vi sett en medarbeiderdrevet innovasjon som har vært brukerorientert og dernest organisasjons- og medarbeiderorientert.»

Amundsen m.fl. (2011:6) oppsummer i sin kunnskapsstatus om medarbeiderdrevet innovasjon, betydningen av involvering og samarbeid slik:

«Samarbeid mellom ledere og medarbeidere kan altså betraktes som en viktig faktor i forhold til vellykket MDI. Wilkinson & Dundon (2010) minner om at dette gjelder *både* den direkte og den indirekte medvirkningen, dvs. at lederes lydhørhet overfor medarbeidere direkte må fokuseres i tillegg til det mer formelle medvirkningssystemet i virksomheten. Samtidig som den direkte medvirkningen framholdes, understrekes det også at fagforeningstillitsvalgte har en viktig rolle i å bygge relasjoner og gode samarbeidsforhold mellom ledere og medarbeidere» DISKO 1999).

I komparative studier av produktivitet og innovasjon framheves den norske samarbeidsmodellen med vekt på involvering og ansvarliggjorte og selvstendige medarbeidere i kombinasjon med vår velutviklede velferdsstat/kommune, som vårt kanskje fremste globale konkurransefortrinn. Det første bidrar til effektive arbeidsprosesser. Det andre øker arbeidskraftens tilgjengelighet for arbeidsgiver (Kristensen & Lilja 2009; Finsrud & Moen 2012).

### **Klassisk beslutningsteori, formålsnytte og begrenset rasjonalitet**

I den klassiske beslutningsteorien er det vanlig å ta utgangspunkt i at ledelsen har besluttet at tiltak skal gjennomføres. Så skal ansatte nede i organisasjonen sørge for iverksettingen. Dette er et typisk ovenfra og ned-perspektiv (Pressman & Wildavsky 1973; Van Meter & Van Horn 1975). Modellen forholder seg til klassisk beslutningsteori, men har rom for at veien fra sentrale beslutninger til lokal implementering og forhåpentligvis også innovasjon er lang. Sentrale beslutninger (f.eks. deltakelse i SamBIM) skal transformeres til lokale operasjoner (f.eks. et innovasjonstiltak innen samhandling). På denne

---

<sup>13</sup> Kilde: LO v/A. Kallevig:

<http://www.arbeidslivet.no/Arbeid1/Naringspolitikk/Medarbeiderdrevetinnovasjon>.

Denne tilnærmingen til MDI benyttes også i Amundsen m.fl. 2011:4.

veien skal begreper fortolkes og forstås (f.eks. samhandling og BIM), ressurser skal fordeles (f.eks. kompetanse og IT-ressurser) og tiltak utformes. På lokalt virksomhetsnivå (f.eks. i et byggeprosjekt) foregår aktiviteter som sentrale beslutningstakere verken har full kjennskap til eller full kontroll over. Dette er en kritikk mot den beslutningsteoretiske skolen som er reist av mange, blant andre Matland, 1995:147f.

Dessuten er det ikke nødvendigvis slik at alle gode initiativ til innovasjon kommer fra myndighetene eller fra ledelsen i en organisasjon, snarere tvert imot. Vi bruker den likevel som et idealtypisk utgangspunkt for prosessmodellen (utviklings- og analyseverktøyet).

Modellen for endring tar utgangspunkt i at det foreligger en beslutning om å utføre et utviklingsprosjekt eller å gjennomføre en omstilling i organisasjonen. Denne beslutningen kan komme fra myndigheter, eiere eller ledere internt i organisasjonen.

Et byggeprosjekt fra begynnelse til slutt kan studeres som en stor og kompleks organisasjon som involverer en rekke virksomheter. Disse kan være mindre bedrifter eller avdelinger i større konsern. De har ulike oppgaver, egen økonomi, mange ledere og ansatte. Bedriftene og avdelingene er egne resultatenheter som skal nå egne mål og samtidig, i fellesskap med de andre virksomhetene, bidra til at byggeprosjektet når sine mål. I vårt tilfelle skal de også bidra til å realisere målene for SamBIM-prosjektet. Konkurransen og manglende samarbeid mellom enheter (såkalt avdelings- eller divisjonsegoisme, Jacobsen & Thorsvik 2002:74) bidrar til å redusere organisasjonens (mororganisasjonens, byggeprosjektets eller SamBIM-prosjektets) rasjonalitet (svækker optimal måloppnåelse).

Manglende kommunikasjon og kunnskap om egne handlingers konsekvenser for organisasjonen bidrar ytterligere til å begrense rasjonaliteten. Dette kan dels være som følge av at aktørene har begrenset kunnskap om hvordan organisasjonen virker og hva som er rasjonelle avgjørelser, og dels en følge av at aktørene i en organisasjon også vil følge egne interesser som kan være i strid med organisasjonens interesser (Simon 1997:88). I pilotprosjektene opplevde vi for eksempel at innføring av BIM var en ekstrakostnad for de prosjekterende som de ikke selv fikk gevinster av. Likeledes hadde Statsbygg flere enheter som heller ikke så seg tjent med å bruke BIM, selv om dette var ønsket fra ledelsens side (Moen & Moland 2010). Samlokalisering av prosjekteringsgruppen kan også være et eksempel på at det som er rasjonelt for byggeprosjektet (i form av mer konsentrert arbeid, økt samarbeid og kortere prosjekteringsfase), kan føre til mindre effektivitet i andre prosjekter bedriftene jobber med i andre sammenhenger.

### **De seks prosesselementene**

Selv om arbeidet for å realisere organisasjonens eller prosjektets mål blir «forstyrret» av andre verdier og interesser, betyr ikke dette at organisasjonen ikke kan handle rasjonelt (Abrahamsson 1986:60). Og med alle forbehold om begrenset kunnskap og interesseulikheter, er det fortsatt mulig å drive organisasjoner mer eller mindre rasjonelt og gjennomføre løpende forbedringsarbeid.



Kunsten ligger i å forene individers (ansattes), avdelingers og organisasjonens interesser, ikke maksimalt, men «godt nok»<sup>14</sup> til at det forbedrer organisasjonens måloppnåelse, samtidig som løsningen er akseptabel eller gunstig for de ansatte og deres lokale ledere. I dette landskapet manøvrerer noen bedre enn andre. Disse håndterer spørsmål om hensikt, målklarhet, informasjon, involvering osv. på en god måte.

### **1 Hensikt, behov og legitimitet**

Før man formulerer mål og virkemidler, bør hensikten med og behovet for en forestående endring avklares. Hensiktene med å ta i bruk BIM kan være flere, ofte ser vi at de har vært begrunnet ut fra en forventning om bedre samhandling, raskere prosjektering og færre feil i prosjekteringsgrunnlag og bygging. Dette skal i sin tur kunne gi bedre produktkvalitet og reduserte prosjekterings- og byggekostnader. Formulering av hensikt er viktig både for å kunne formulere gode mål og for å gi prosjektet legitimitet og sikre oppslutning i organisasjonen. Det er hensikten som definerer den mulige gevinstrealiseringen. Å nå et mål om for eksempel bruk av samlokalisering eller BIM-kiosker, er bare et virkemiddel til å realisere hensikten med tiltaket. Gevinsten (effekten) man skal strebe etter, kan være mer effektiv drift, bedre produktkvalitet, bedre arbeidsmiljø osv. Ikke minst vil en god og godt forankret hensikt redusere mulighetene for at prosjektet ikke videreføres etter endt prosjektperiode.

Utviklingsprosjekter og tiltak som oppfattes som viktige av ledelsen og FoU-enheter, oppfattes ikke nødvendigvis på samme måte ute i prosjektorganisasjonen, eller vice versa. I et prosjekt som SamBIM er det derfor viktig at ledelsen og FoU-enheter tar ansvar for å motivere for utviklingsarbeidet, slik at det skapes en klar forestilling om hva som er et reelt behov.

### **2 Mål**

Deretter må virksomheten formulere mål. Hvor vil man med tiltakene som skal prøves ut? Først når målene er i ferd med å formuleres, er tiden inne for å vurdere hvilke tiltak som kan bidra til måloppnåelse. Målene bør være både overordnede og konkrete, og de kan være både langsiktige og kortsiktige. Mange prosjekter drar ut i tid, og noen renner ut i sanden fordi ledelsen har undervurdert viktigheten av konkrete og forståelige mål. Jo klarere hensikt og mål er formulert, jo lettere er det å informere og deretter involvere de berørte. Målene bør være målbare, slik at man kan vurdere grad av måloppnåelse underveis. Eksempler på håndfaste mål kan være

- bruk av 10 prosent mindre tid enn hva man normalt ville avsatt
- null feil i underlaget ved overlevering til entreprenør
- alt som bygges, skal «bimmes».

### **3 Forankring**

Forankring handler om involverte aktørers aksept av innholdet i et utviklingsprosjekt eller en større endringsprosess. Sterk forankring er formalisert gjennom både skriftlige

---

<sup>14</sup> Herbert Simon (1997:119) bruker begrepene «good enough» eller «satisfying» som rettesnor for administrativ ledelse av organisasjoner, til forskjell fra «the economic man» som kalkulerer valgmulighetene og alltid velger det som maksimerer hans gevinst.

prosjektplaner som er behandlet i formelle organer, og gjennom sosial forankring i organisasjonen. Dette dreier seg om aksept og tilslutning til både mål og strategier. God forankring gir økt legitimitet og en ramme for å håndtere positiv opposisjon og forebygge destruktiv opposisjon. I et utpreget samhandlingsprosjekt som involverer aktører fra ulike bedrifter og ulike fag, er forankringsarbeidet særlig viktig. Dette er aktører som representerer bedrifter som har egne mål for å delta i byggeprosjektet. Forankringsarbeidet skal bidra til at disse utvikler en felles plattform for samhandling som er til byggeprosjektets beste. I tillegg skal de være med på innovasjonsforsøkene, selv om dette ikke alltid oppleves som like hensiktsmessig av alle. Dårlig forankring kan få som følge at innovasjonsforsøkene ikke gjennomføres fullt ut. Uten tilstrekkelig forankring, vil også de andre fem prosesselementene svekkes. Dermed står innovasjonsprosjektet svakt i situasjoner der deltakerne ikke slutter opp om det. Et vanlig resultat i slike tilfeller er at innovasjonsprosjektet avsluttes uten varige effekter.

#### **4 Samarbeid og involvering**

Samarbeid og involvering handler om å få alle gode krefter engasjert i å gjennomføre de tiltakene som kan sikre måloppnåelse. Samarbeid og involvering forutsetter at det er oppslutning om målene, og at det er samsvar mellom mål og virkemidler. Samarbeid mellom forskjellige aktører medfører noen spesielle utfordringer. Her er det avgjørende hvem som involveres, hvor tidlig og hvor mye. Det er ikke tilstrekkelig med målklarhet. Når det er oppnådd enighet om hovedmålene for et prosjekt som er godt forankret, bør prosjektet gis mest mulig lokal styring. I mange tilfeller vil det også være gunstig for prosjektutviklingen og resultatene at aktører lokalt trekkes inn i arbeidet med målformuleringer så vel som i utviklingen av konkrete tiltak.

For å skape oppslutning blant dem som skal være med på endringene, er det også utviklet flere teorier. I modellen som brukes i denne rapporten legges det sterk vekt på bred forankring, partssamarbeid<sup>15</sup> og involvering av de ansatte. Med dette gjør vi et brudd med ovenfra og ned-perspektivet. Involveringen kan ha en verdi i seg selv i et deltakerdemokratisk perspektiv (Lafferty 1983), eller den kan være en del av en rettighet basert på lov- og avtaleverket. I et organisasjons- og ledelsesperspektiv vil involveringen først og fremst være begrunnet med nytte. Involvering kan bidra til å skape oppslutning om beslutninger, dempe konflikter eller bidra til bedre utviklingsprosesser og bedre resultater. Involvering og medvirkning betraktes da som uttrykk for strategisk ledelse (Dachler & Wilpert 1978; Stacey 2000). Dermed kan involvering også bidra til å gjøre organisasjonen mer rasjonell (og ikke bare det motsatte).

I den norske arbeidslivsmodellen står partssamarbeidet sentralt. Her møtes eier-/ledelsesperspektiv og ansatteperspektiv (i større grad enn virksomheter utenfor Norden), og tiltak utformes i dialog. Dette samarbeidet er utviklet over lang tid og har ført til utvikling av en sosial kapital i norsk arbeidsliv. Sosial kapital handler om tillit og kommunikasjon og felles kompetanse. Sosial kapital utvikles av organisatoriske løsninger og ledelse som fremmer involvering av alle på arbeidsplassen i spørsmål om utfor-

---

<sup>15</sup> Vår erfaring er at byggebransjen sjelden trekker tillitsvalgte/fagforeninger inn i innovasjonstiltak. Dette er også tilfellet i SamBIM-prosjektet.

ming av arbeidsoppgaver og utviklingsarbeid/prosjekter. Økt sosial og human kapital øker mestringsfølelse, evne og vilje til å ta ansvar og til å bidra med forslag som kan skape innovasjon (Hernes 2007).

I SamBIM-prosjektet er det et mål å prøve ut nye arbeidsmetoder og få til økt samhandling. Ikke bare innenfor en bedrift, men også mellom ulike aktører i et byggeprosjekt som representerer bedrifter som i utgangspunktet ikke har felles mål for samarbeidet og for sluttproduktet, og der forbedringer for én aktør kan føre til økte belastninger for en annen aktør. I en bransje hvor den sosiale kapitalen står relativt svakt, blir innovasjonsutfordringen desto større (Latham 1994).

I en drøfting av involvering vil man kunne spørre om hvordan ledere og fagpersoner i byggeprosjektet har vært involvert i utformingen av «samarbeidsmodellen», i utforming og gjennomføring av lean-mål og lean-virkemidler samt i utforming og gjennomføring av BIM-mål og -virkemidler.

## **5 Ressurser**

Tilstrekkelig kompetanse, tid og økonomi er tre former for ressurser som ofte vil ha betydning for om utviklingsprosessen og/eller det endelige resultatet er vellykket. I de neste avsnittene viser vi ulike former for ressurser.

### ***Endringskompetanse***

Har organisasjonen tilstrekkelig endringskompetanse? Svaret er ofte nei. Svake hensikts- og målformuleringer, dårlig forankring og liten involvering av de berørte, altså at ledelsen undervurderer hva som fordres for å lykkes, er de vanligste eksemplene på manglende endringskompetanse.

### ***BIM-kompetanse***

I forsøk med bruk av BIM er det i tillegg til endringskompetanse behov for BIM-kompetanse. Med dette menes at bedriftene som prosjekterer, først og fremst trenger fagfolk (f.eks. arkitekter og ingeniører) som både behersker eget fag og som har modelleringskompetanse. Selvsagt er det ikke slik at enhver rådgivende ingeniør behøver å være en «superbruker» når det kommer til BIM, men et visst kunnskapsnivå har vist seg nyttig (se f.eks. Bråthen m.fl. 2014; Skinnarland 2016). Dersom man trenger dobbelt opp med folk, det vil si én som kan faget og én som kan modellere, vil dette ofte bli svært dyrt samt by på plassproblemer ved samlokalisert prosjektering i big room.

### ***Faglig-organisatorisk kompetanse***

I tillegg til endringskompetanse og BIM-kompetanse finnes et viktig faglig aspekt. Bruk av BIM kan gi økt handlingsrom for bedre samarbeid og, bygningsfaglig sett, bedre løsninger. Det forutsetter imidlertid at den enkelte ingeniør i tillegg til basale fagkunnskaper også ser at BIM kan bidra til egen faglig utvikling og et bedre felles produkt (f.eks. i form av bedre prosjektert materiale).

### ***Ildsjele***

Det er vanlig å framheve den ivrige og begeistrede ildsjelens betydning for å lykkes med et utviklingsprosjekt (Kobro, Vareide & Hatling 2012; Gautun 2002; Moland & Ander-

sen 2007; Moland & Bråthen 2012b). Ildsjelen kan finnes blant ledere, ansatte og tillitsvalgte eller være en person ansatt i prosjektlederstilling. I Norut-rapporten *Innovasjonsprosesser i norske kommuner. Åpninger, pådrivere og mellomromskompetanse* blir en rekke nordiske innovasjonsprosjekter gjennomgått. Her får også ildsjelen en sentral plass. Ifølge en svensk undersøkelse<sup>16</sup> oppga 78,5 prosent av de spurte kommunene at ildsjelen var den viktigste enkeltfaktoren i gjennomføringen av innovative tiltak (Ringholm m.fl. 2011:44). I en evaluering av gjennomføringen av den såkalte HVPU-reformen ble også ildsjelen (og involvering) framhevet som en viktigere suksessfaktor enn «riktig» organisasjonsmodell (Moland 1999). Dette er kunnskap som er viktig å ha med i planleggingen av et innovasjonstiltak. Når man skal vurdere hvilke enheter som skal være med, bør man starte med enheter som selv er interessert, og som kanskje også har en ildsjel som vil stå på. Dernest må ildsjeler og prosjektledere få nødvendig støtte.

### **Tid**

Spørsmålet om tid er todelt. For det første må organisasjonen få tilstrekkelig tid til å planlegge og gjennomføre tiltakene. Her er det lett å undervurdere at forankring og involvering nødvendigvis tar tid, og at godt målformuleringsarbeid kan spare inn tid ved at man reduserer omfanget av prøving og feiling. For det andre må det lages en realistisk tidsplan for når henholdsvis resultatmål og effektmål kan forventes realisert.

### **Økonomi**

Spørsmålet om økonomiske ressurser kan være avgjørende for gjennomføringen av et endringsprosjekt. Tiltak som gjennomføres parallelt med ordinær drift uten å få tilført egne prosjektmidler, vil være belastende for driften og arbeidsmiljøet, og dermed også hemme måloppnåelsen. En del tiltak har behov for ressurser til prosjektledere. Noen tiltak vil også kreve økte driftsressurser, mens andre lar seg gjennomføre med ordinære driftsmidler (Amble 2008c; Hallandvik & Olsen 2011; Moland & Bråthen 2012a, b).

### **6 Oppfølging**

Oppfølging handler mye om reell forankring, ikke bare hos linjeledere og tillitsvalgte, men også hos toppledelsen (og politikere der dette er aktuelt). Topplederes interesse er viktig for prosjekters framdrift, enten toppleder har initiert prosjektet eller ikke. Toppledere som bryr seg om prosjektarbeidet, kan inspirere deltakerne og gi prosjektet økt oppmerksomhet og tyngde i organisasjonen for øvrig. Toppledelsens engasjement vil også kunne virke strukturerende på arbeidet som gjøres i prosjektet. Ikke minst øker topplederengasjementet sannsynligheten for videreføring og spredning dersom prosjektet innfrir de målene som er satt. Motsatt finnes det mange eksempler på at prosjekter enten renner ut i sanden eller bærer galt av sted som følge av at ledelsen enten undervurderer hvilke prosesser som er satt i gang, eller undervurderer prosjektets behov for støtte (Moland 1999, 2007, Moland & Trygstad 2006).

---

<sup>16</sup> Frankelius & Utbult (2009). *Den innovativa kommunen*. Stockholm: Edita.

### ***Kartlegginger og evalueringer***

Både kartlegginger og evalueringer er nyttige verktøy, og de bør benyttes flere ganger i løpet av et utviklingsarbeid. Evalueringer bør inkludere erfaringer og vurderinger fra både ledere og ansatte. Der det er aktuelt, bør også brukere involveres. Evalueringer som involverer de berørte, blir et godt bidrag til den organisatoriske læringen, forbedringer og spredning av gode erfaringer.

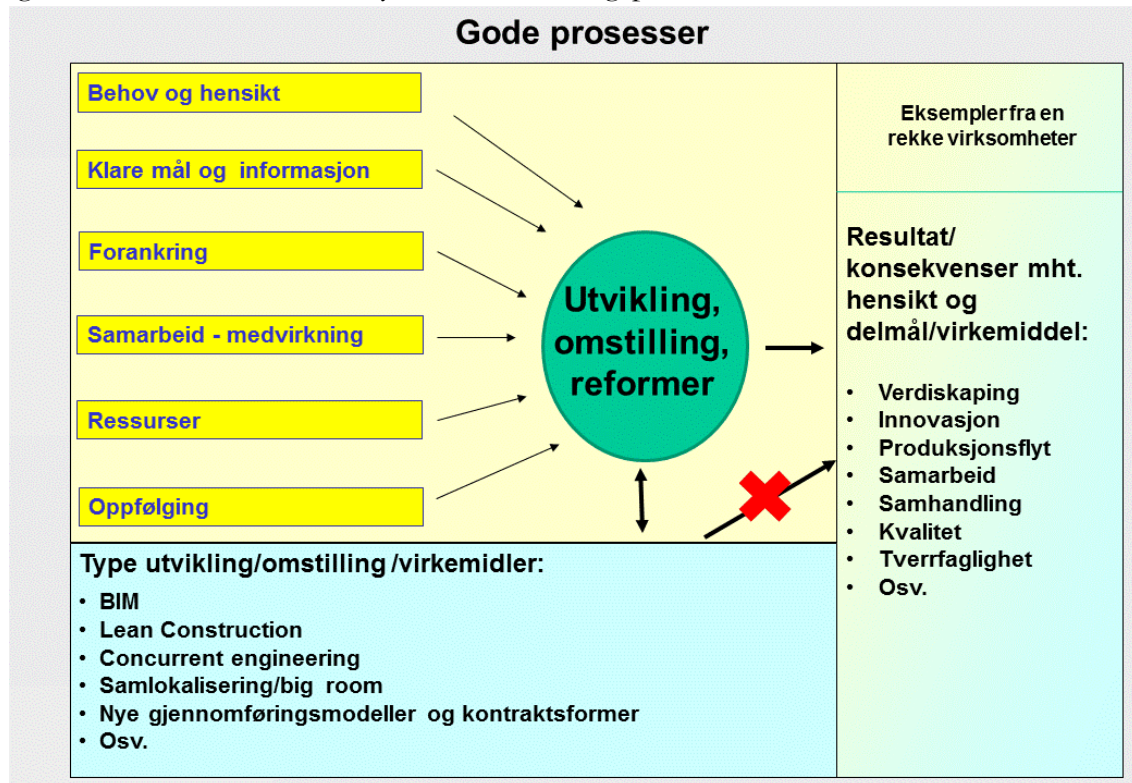
Presentasjonen av prosesselementene er gjort som om de kommer i suksessiv rekkefølge. Ofte vil imidlertid begynnende målformuleringer (2) kunne komme før hensikt (1), og forankring (3) før informasjon (2). Gode målformuleringer (2) forutsetter samarbeid, medvirkning og involvering (4), noe som vil kunne bidra til målforskyvning (forbedring av målformuleringer, dersom disse er formulert av ledelsen før prosjektaktørene er involvert). Ressurser (5) forutsetter forankring (3), og de er lettere å utløse dersom hensikten (1) er godt formulert og formidlet. Med dette vil vi også ha fram at hvert av de seks prosesselementene er dynamiske størrelser som påvirkes av hverandre, og som stadig vil kunne være i endring for å forbedre vilkårene for innovasjonsprosjektet.

Figur 1.8 Seks prosesselementer.



De seks prosesselementene inngår i en modell som kan framstilles grafisk (figur 1.8). Det er vesentlig å legge merke til at modellen er «generisk», det vil si at den ikke bygger på funn fra en enkelt sektor eller bransje. Tvert imot bygger den på erfaring fra mange ulike virksomheter og bransjer i privat så vel som offentlig sektor. Prosesselementene og ønskede effekter er stort sett bransjeuavhengige. Tiltakene (blått) er derimot mer bransjespesifikke. I figuren under er tiltakene tilpasset byggebransjen.

Figur 1.9 Prosesselementer i dynamiske utviklingsprosesser.



På figuren er det tegnet inn flere piler og et stort, rødt kryss. Krysset er satt over en pil som går rett fra utviklingstiltak til (forventede) effekter. Alt for mange innovasjonsprosjekter har vært iverksatt av ivrige avdelingsledere eller distanserte toppledere uten at man har gått veien om de seks prosesselementene. Denne antatte snarveien har lett for i stedet å bli en blindvei. Det store krysset er satt opp for å advare mot dette.

## 2 Metode og gjennomføring

Leif E. Moland, Fafo

### 2.1 Planleggingsfase

I mars 2009 presenterte SINTEF Byggforsk (Anita Moum) de første ideene til et FoU-prosjekt om innføring av BIM i et byggeprosjekt for Statsbygg. I april innlemmet Statsbygg Skanska og Fafo i idégruppen. Norges forskningsråd (NFR) var også inne med rådgivning til prosjektutformingen denne våren. Et utkast til prosjektskisse forelå i mai. Planen var å sende inn en BIP-søknad (Brukerstyrt Innovasjonsprosjekt) til NFR høsten 2009.

Omtrent samtidig kom Statsbygg og Skanska fram til at kunnskapen om BIM og BIM-erfaringer i egne virksomheter var lav, og at det var for tidlig å iverksette et omfattende hovedprosjekt. I stedet ønsket man først en mindre pilotstudie organisert som følgeforskning av forprosjektering i to byggeprosjekter, der Skanska og Statsbygg tok mål av seg til å prøve ut BIM. Oppdraget om følgeforskning ble gitt til Fafo sommeren 2009. Resultatene ble publisert et år senere (Moen & Moland 2010). Funnene bekreftet at forståelsen av mulige gevinster ved bruk av BIM var liten og at implementeringsarbeidet gikk langsomt. Dette gjaldt i særlig grad i Statsbyggs organisasjon. Evalueringen fastslo at dersom bedriftene skulle lykkes med implementering og god bruk av BIM, måtte ledelsen satse betydelig mer målrettet.

Etter disse erfaringene fra pilotarbeidet tok Statsbygg og Skanska initiativ til å gjenopppta arbeidet med et hovedprosjekt. Statsbygg var på dette tidspunkt pådriver, men kunne qua statselskap ikke motta støtte fra NFR.<sup>17</sup> Sommeren 2010 påtok Skanska seg en sekretær- og prosjektlederrolle for det videre arbeidet. Fafo og SINTEF Byggforsk var FoU-partnerne. Høsten 2010 utarbeidet partnerne en BIP-søknad til NFR ved BIA-programmet. Her skulle Skanska og Statsbygg stille med tre case hver. Hvert case skulle ha deltakere fra byggherre, arkitekt og 2–4 rådgivningsfirmaer. Noen av casene var valgt ut allerede denne høsten, og iverksetting av tiltak og følgeforskning skulle starte opp i 2011. Søknaden til NFR ble sendt innen tidsfristen i februar 2011. Søknaden besto av en rekke dokumenter. Dessverre ble ett av de viktigste glemt ved oversendelsen. Søknaden ble derfor ikke behandlet. Dette ble klarlagt på forsommeren.

---

<sup>17</sup> Forskningsrådet (v/Jørn Lindstad) skrev i en kommentar til det første søknadsutkastet 14.01.2011 at «Statsbygg er en statlig forvaltningsbedrift, på linje med Forskningsrådet og har FoU midler bevilget fra sitt ledende departement, (..) og betraktes ikke som en bedrift i denne sammenheng». Statsbygg (v/ Bjørne Grimsrud) mente i et tilsvarende svar 27.01.2011 at dette var urimelig, men ble ikke hørt.

Et halvt år hadde gått uten at noe skjedde. Nå var det et halvt år til neste søknadsmulighet, i februar 2012. Det første som ble gjort (august 2011), var å enes om å utvide antall bedriftspartnere fra to til fire. I oktober 2011 ble LINK arkitektur med i prosjektkonsortiet. Måneden etter var også Multiconsult med. Skanska fortsatte som sekretariat og prosjektleder. NTNU ble involvert som FoU-partner<sup>18</sup>. I september kom også beslutningen om å inkludere et doktorgradsløp, med NTNU som gradsgivende institusjon.

Med dette startet et arbeid med å justere problemstillinger og metodevalg. Problemstillingene ble mer konkrete, og Multiconsults og LINKs utfordringer og ønsker om bedre samhandling i prosjekteringsarbeidet ble løftet fram. På metodesiden ble arbeidet med å framskaffe case, der også Multiconsult og LINK var deltakere, påbegynt. Prosjektet skulle nå ha fire case, og alle bedriftene skulle være med i minst ett case. Case der to eller tre bedrifter deltok, ble sett som ekstra fordelaktig. Det ble nedlagt mye energi i å finne egnede case. På et møte 12. desember 2011 skulle bedriften presentere de fire casene som skulle være med i prosjektet. Skanska presenterte to som kunne være aktuelle, Statsbygg hadde tre og Multiconsult og LINK hadde ett hver. Kun én av disse sju casekandidatene ble med i hovedprosjektet.

Den nye søknaden med alle obligatoriske dokumenter ble levert Norges forskningsråd (NFR) i februar 2012. Prosjektet ble innvilget en andel av opprinnelig søkesum, og fikk beskjed om å gjøre visse revideringer. Revidert søknad med redusert kostnadsramme, færre case og bruk av endringsagenter ble levert 18. september 2012, tre og et halvt år etter det første møtet. I denne perioden ble det gjennomført to pilotprosjekter i tillegg til et trettitalls planleggingsmøter.

## 2.2 Organisering av hovedprosjektet

Prosjektet har hatt en styringsgruppe bestående av sentrale beslutningstagere hos de fire industripartnere og en representant fra hver av de tre FoU-partnere. Skanskas representant har vært styringsgruppens leder. Skanska har også stilt med en medarbeider som har vært styresekretær og koordinator for hele prosjektarbeidet. Vedkommende har også ivaretatt kommunikasjonen med Norges forskningsråd.

Hver av de fire industripartnere har også oppnevnt en endringsagent. Endringsagentene skulle understøtte den strategiske forankringen av innovasjonsprosjektene i de respektive bedriftene. Videre har deres oppgave vært å bistå med at de utvalgte, lokale byggeprosjektene også har gjennomført innovasjonsforsøk i henhold til SamBIM-programmets mål.

Endringsagentene har videre representert bedriftene i de ulike SamBIM-foraene, og jobbet aktivt med utarbeiding av innovasjonsfremmende tiltak tilpasset de ulike lokale prosjektene/casene.

---

<sup>18</sup> Anita Moum begynte i en ny stilling på NTNU i 2010. NTNU skulle i hovedsak ha ansvar for innspillgiving til diskusjoner, kvalitetssikring av opplegg og rapporter, faglig formidling og veiledning.



## 2.3 Valg av case

I planene for prosjektet la vi opp til at Skanska Norge, Statsbygg, LINK arkitektur AS og Multiconsult AS skulle gjennomføre innovasjonstiltak i tre forskjellige byggeprosjekter, heretter kalt case. Disse var Veitvet skole, Risløkka Trafikkstasjon og Deichmanske hovedbibliotek. I utgangspunktet var den enkelte industripartner ansvarlig for å velge ut byggeprosjekter som kunne være egnet som case. Begrunnelsene for de ulike valgene er gjengitt i sammendragene av de respektive casene i kapittel 3.

Da SamBIM-prosjektet i 2013 begynte casestudiene, viste det seg snart at det var behov for flere case. Dette kom blant annet av at industripartnere som ikke innehadde byggherrerollen, fikk problemer med å motivere de lokale prosjektaktørene til å gjennomføre innovasjonstiltak for å bedre samhandlingen (case 1 og 3). I et annet tilfelle ble prosjekteringsarbeidet stanset fordi byggeprosjektet ble kansellert (case 3). I 2014 ble Urbygningen på Norges miljø- og biovitenskapelige universitetet i Ås innlemmet i SamBIM-prosjektet (heretter bare kalt Urbygningen). I 2015 kom også Eikefjord skole med. Dermed endte vi opp med seks case (tabell 2.1).

Tabell 2.1 Oversikt over casene i SamBIM-prosjektet.

Case/byggeprosjekt	Byggefase	Industripartner	FOU-ansvarlig
1 Veitvet skole	Prosjekteringsfase (renovering)	Skanska og LINK	SINTEF-Byggforsk
2 Risløkka trafikkstasjon	Prosjekteringsfase (renovering)	Statsbygg	Fafo
3 Deichmanske bibliotek	Prosjekteringsfase (nybygg)	Multiconsult	Fafo
4 Urbygningen i Ås, del 1	Prosjekteringsfase (renovering)	Statsbygg	Fafo
5 Urbygningen i Ås, del 2	Samhandlingsfase og byggefase (renovering)	Statsbygg og Skanska	Fafo
6 Eikefjord b/u skule	Prosjekteringsfase (riving og renovering)	Skanska	SINTEF-Byggforsk

## 2.4 Følgeforskningen

Da industripartnerne hadde valgt ut byggeprosjektene som skulle være case, og gjort det de kunne for å sikre at SamBIM-problemstillingene ble ivaretatt (av byggherre og de prosjekterende), kunne følgeforskningen begynne. Kontakt mellom forskere og aktørene i bygge- og innovasjonsprosjektene ble opprettet av endringsagentene. Forskernes oppgave skulle bestå i å informere, observere, evaluere og tilbakemelde.

Fafo og SINTEF Byggforsk skulle følge og beskrive samhandlingsprosessene, evaluere måloppnåelse, og gi løpende prosessanalyser og tilbakemeldinger til deltakerbedriftene og de respektive byggeprosjektene. Slik det er stilt opp i figur 2.1, skulle industripartnerne først forberede etableringen av hvert innovasjonsprosjekt og formidle behovet for å gjennomføre dette i egen organisasjon og i den lokale organisasjonen for byggeprosjektet. Forskerne skulle registrere beslutningsgrunnlaget, beslutningene og forankringen, følge iverksettingen, evaluere og gi tilbakemelding. Bedriftene kunne ved avslutningen av innovasjonsprosjektet reformulere prosjektmålene, implementere pro-

sjektresultater i organisasjonen eller avslutte prosjektet. I figuren er det også tegnet inn en liten tilbakemeldingsloop. Denne sikter til at forskerne skulle tilby hyppige tilbakemeldinger underveis i det enkelte caset, slik at bedriftene kunne foreta løpende forbedringer. Disse tilbakemeldingene skulle gis skriftlig og muntlig gjennom workshoper, møter og samtaler med byggherrer, de prosjekterende og de utførende.

Figur 2.1 Følgeforskningens plass i innovasjonsarbeidet



## 2.5 Forskningsmetode

I dette forskningsprosjektet har det vært viktig å framskaffe grundig informasjon og kunnskap om ett avgrenset tema, sett i lys av den totale byggeprosessen. Dermed har casestudie som tilnærming vært hensiktsmessig. Casestudier er en vanlig måte å gjennomføre forskning på (Yin 1984, 1994). En bekymring for vitenskapelig generalisering fra casestudier er blitt reist, og Yins svar på denne bekymringen er at «case studier [...] kan generaliseres til teoretiske proposisjoner og ikke til mennesker eller universer» (Yin 1994:10). Fra casestudier tar forskerne sikte på å generalisere teorier analytisk, snarere enn statistisk. Flyvbjerg (2006) fastholder at casestudier gir en systematisk måte å se på hendelser på, samle inn data, analysere informasjon og rapportere resultater. Feagin, Orum og Sjöberg (1991) anser casestudier for å være en ideell forskningsmetode når en helhetlig og grundig undersøkelse er nødvendig.

Datagrunnlaget for følgeforskningen bygger på tre typer datakilder:

- Informantintervjuer
- Observasjon
- Dokumentanalyse

I de første planene lå det også inne å gjennomføre en survey. Dette er ikke gjort. Vi valgte i stedet å utvide antall case (fordi utbyttet av de opprinnelige casene var utilstrekkelig).

### **Intervjuer**

Hensikten med intervjuene har vært å få informantenes vurderinger av prosjektet og av hvordan de ulike tiltakene hadde påvirket samhandlingsprosessen. Vi har gjennomført såkalt semistrukturerte intervjuer (Kvale & Brinkmann 2009). Dette innebærer bruk av en intervjuguide med hovedtemaer, som åpner for å følge opp temaer som informantene spiller inn underveis. Intervjuguiden sikrer at ulike intervjuere stiller de samme spørsmålene og at antatt viktige spørsmål ikke blir utelatt. Det er gjennomført både individuelle informantintervjuer og gruppeintervjuer. De fleste intervjuene har vært tatt opp ved hjelp av en diktafon. Slik har vi i etterkant hatt mulighet til å kontrollere de dataene som ble nedtegnet underveis.

### **Observasjon**

Observasjon som metode for datainnsamling har vært benyttet i alle casene. Dette har dels foregått gjennom deltakelse på byggemøter i de aktuelle fasene, og på egne møter og workshoper der samhandling og BIM eksplisitt har vært tema. I to av casene har vi også vært på byggeplassen. For eksempel har vi som en del av datainnsamlingen knyttet til BIM-kioskene på Urbygningen, oppholdt oss i nærheten av BIM-kioskene på byggeplassen for å observere «hva som skjedde» i tilknytning til disse. Her observerte vi både opplæringsseksjoner og den faktiske bruken av BIM-kiosker i det daglige arbeidet på byggeplassen.

En av fordelene med å samle inn data gjennom observasjoner, er at de gir forskeren direkte tilgang til sosiale situasjoner, uten å måtte gå gjennom deltakernes egne tolkninger i intervjuer (Tjora 2012). I tilknytning til observasjonsstudiene har vi også gjennomført en del kortere intervjuer med bygningsarbeidere. Disse intervjuene kan karakteriseres som fokuserte intervjuer (jf. Merton & Kendall 1946), og skiller seg fra det vi tidligere omtalte som semistrukturerte intervjuer. I intervjuene med håndverkerne på byggeplassen var hensikten å få informasjon om et ganske avgrenset tema, nemlig bruken av BIM-kioskene. Et slikt tema fordrer ikke lange dybdeintervjuer og er dessuten lite følsomt. I alt er det registrert 47 aktiviteter under kategorien observasjon og samtaler. I tillegg har det vært avholdt 10 caserelaterte seminarer/fagdager der forskerne har deltatt aktivt (tabell 2.2).

### **Dokumentanalyse**

For å forstå byggeprosjektene har vi også studert diverse virksomhets- og prosjektunderlag. Eksempler på dette er bedriftenes strategidokumenter, gjennomføringsmodeller og BIM-manualer, samt prosjektenes kontrakts- og ytelsesdokumenter m.m.

### **Informanter**

I løpet av prosjektperioden har vi gjennomført 60 intervjuer med til sammen 82 informanter. Videre har vi deltatt på lokale prosjektmøter og hatt en rekke uformelle samtaler. Blant de 82 informantene er sentrale bedriftsledere og fagpersoner, lokale prosjektledere, prosjekteringsledere, arkitekter og rådgivende ingeniører samt BIM- og lean-eksperter som har vært tilknyttet de ulike byggeprosjektene (casene). I arbeidet med å få kontakt med alle informantene, har endringsagentene vært til stor hjelp.

Tabell 2.2 Oversikt over de seks casene, hovedansvarlig bedrift og FoU-miljø, samt antall intervjuer, informanter, observasjoner/samtaler og seminarer/fagdager i de ulike casene.

Byggeprosjekt Involvert industripartner FoU-ansvarlig Tidsperiode som SamBIM-prosjekt	Veitvet Skanska, LINK SINTEF Bygg- forsk 2013	Risløkka Statsbygg Fafo 2012-13	Urbygning 1 Statsbygg Fafo 2013-15	Urbygning 2 SB, Skanska Fafo 2015-16	Deichman Multiconsult Fafo 2013-14	Eikefjord Skanska SINTEF Bygg- forsk 2016	Sum
Intervjuer	5	6	11	22	11	13	68
Informanter (ifm intervjuer)	7	10	15	34	12	17	95
Observasjon/Prosjektmøter, byggeplass, uformelle samtaler	10	3	6	22	3	3	47
Seminarer, fagdager (i casene)	3	3	1	0	0	3	10

## 2.6 Sentral SamBIM-virksomhet

Foruten følgeforskning har forskerne deltatt i sentrale projektsamlinger sammen med representanter fra industripartnerne. Det har også vært FoU-møter der forskerne fra de tre forskningsmiljøene har jobbet sammen. Disse samlingene kan grovt kategoriseres i fire:

- Faglig-administrative møter i Skanska-regi
- Temaspesifikke fagmøter
- Workshops
- Forskermøter

### Faglig-administrativ virksomhet (sentrale SamBIM-møter)

Dette er møter som har vært ledet av Skanskas prosjektleder/koordinator. Her har alle de sju miljøene vært representert, vanligvis med mellom en og tre representanter hver. Det har vært avholdt 32 slike SamBIM-møter, som gjerne har hatt mellom 10 og 15 deltakere.

Disse møtene har først og fremst vært et forum hvor industripartnerne og forskerne sammen har diskutert prosjektutformingen, problemstillinger, innovasjonsmuligheter og erfaringer i de ulike casene, og ikke minst forventninger til hverandre og til tiltakene. Både forskerne, endringsagentene og andre fra bedriftene har også holdt faglige innlegg. Erfaringsutvekslingen mellom deltakerne har vært åpen og viktig for den fornyelsen prosjektet fikk omtrent midtveis. Ett eksempel på dette er at de senere casene ble valgt ut med en sterkere strategisk forankring i bedriftene og ut fra klarere vurderinger av egnethet med sikte på innovasjonsmuligheter og relevans i henhold til SamBIM-problemstillingene.

Disse møtene har vært mye brukt til oppgavefordeling, utarbeiding av nye tidsplaner og press på bedriftene om å finne flere case.

### Tre temaspesifikke fagfora

Som resultat av diskusjoner i SamBIM-møtene og i samråd med styringsgruppen, ble det besluttet å konsentrere deler av prosjektaktiviteten til temaene a) gjennomføringsmodeller, b) barrierer for innovasjon med BIM og c) lean/involverende planlegging/bygging. Til hvert av temaene ble det opprettet grupper med representanter fra både bedriftene og forskningsmiljøene.

Arbeidet med gjennomføringsmodeller har vært omfattende. Her skulle industripartnerne og forskerne i prosjektet forsøke å utvikle en egen prosessmodell. Her skulle det blant annet frambringes en oversikt over deltakernes arbeidsprosesser (på overordnet nivå) i byggeprosessen (programmering til bygging). Innledningsvis ble det derfor gjennomført tre workshoper der hver industripartner fikk ansvar for en fase (f.eks. fikk Multiconsult ansvar for prosjekteringsfasen). Sammen med de andre deltakerne og forskerne ble hver industripartner ansvarlig for å fylle sin fase med input (fra forrige fase), aktiviteter i fasen, samt output til neste fase. To av disse workshopene ble fasilitert av en ekstern konsulent ved bruk av lappeteknikk, som vist på bilde under.



Fotograf: Torer F. Berg.

En av doktorgradskandidatene fikk ansvar for å nedtegne og dokumentere det som kom fram under workshopene. Senere ble dette materialet videreutviklet i en egen tiltaksgruppe som arbeidet med tiltaket «felles gjennomføringsmodell». Dette beskrives nærmere i kapittel 4.2.1.

Gjennomføringsmodellgruppen har i alt hatt 18 samlinger. De to andre har hatt fire samlinger hver (tabell 2.3). Hver gruppe har levert et notat som er tatt inn i denne rapporten (kapittel 4).

### Workshop og fagdager

Gjennom prosjektperioden har det vært gjennomført flere fagdager og workshoper. En del av disse har vært knyttet til de tre temaene som er nevnt i avsnittet over. To har vært holdt sammen med styringsgruppen.

### FOU-møter

Det har vært avholdt 24 forskermøter med deltakere fra Fafo, SINTEF Byggforsk og i noen grad også NTNU. De fleste av disse har gått med til begrepsavklaringer og opera-

sjonalisering av problemstillinger, samt planlegging og koordinering av forskningsaktiviteter.

Tabell 2.3 Oversikt over møtevirksomhet i SamBIM-prosjektet. Interne møter i bedriftene og styringsgruppemøter er ikke tatt med i oversikten.

Antall av møtetype	Lean-gr	Barriere-gr	Modell-gr	SamBIM Skanska-møter høst 2012	SamBIM Skanska-møter 2013	SamBIM Skanska-møter 2014	SamBIM Skanska-møter 2015	SamBIM Skanska-møter 2016	Sum
SamBIM-møter				8	10	5	8	2	33
Faggruppemøter inkl skypemøter	4	4	18						26
Fagdager, heldagsseminarer									6
Forsker møter									24
Sum									89

## 2.7 Metode- og gjennomføringskritikk

Det har vært stor aktivitet i prosjektet, og miljøene er tilført både kunnskap, nye metoder og nye verktøy. Dette beskrives i andre deler av rapporten. I det følgende trekker vi fram noen erfaringer som kan bidra til at nye innovasjonsprosjekter kan gjennomføres mer målrettet og effektivt. Vi vil først reflektere over styrker og svakheter i den sentrale styringen av prosjektet, og deretter kommentere noen av forskningsaktivitetene.

### Innledning

I forkant av prosjektet ble det laget to milepælsplaner. Den ene planen gjaldt styringen av industripartnernes innovasjonsprosjekt, og den er gjengitt i tabell 2.4. Den andre planen var en oversikt over oppgaver for FoU-prosjektet. Denne er gjengitt i tabell 2.5. Begge er hentet fra prosjektsøknaden til Norges forskningsråd.

Disse milepælsplanene var ambisiøse, både med hensyn til målsettinger, omfang, tidsfrister og ikke minst forventet oppslutning fra deltakerne i prosjektet og deres samarbeidspartnere i de lokale casene. Tatt i betraktning av alt forarbeidet som var gjort, virket de likevel realistiske.

Det skulle snart vise seg at planene var litt *for* ambisiøse, i hovedsak fordi prosjektdeltakerne ikke hadde tilstrekkelig kontroll over byggeprosjektene slik at disse kunne bli innovasjonscase, og fordi byggebransjens kunnskaper og forståelse for SamBIM-problematikken var mindre utviklet enn forutsatt.

Tabell 2.4 Milepælsplan for innovasjonsprosjektet

Milepæl	Dato	Ansvarlig
1. Styringsgruppen (SG) etableres med beslutningstakere fra alle industripartnere. Endringsagenter utnevnes. En per industripartner.	01.10.2012	Prosjektleder (PL) og Industripartnere (IP)
2. Målformulering, suksesskriterier og innovasjonstiltak for fase (oppstart avhengig av oppstart på prosjektering på case)	15.11.2012	Styringsgruppen og case eiere
3. Etablering av detaljert plan for fase 1 (framdrift, leveranser, organisering og bemanning). Overordnet planlegging av øvrige faser.	15.11.2012	PL, SG og FoU
4. Oppsett av styringssystem og rapporteringsrutiner.	01.12.2012	SG med PL
5. Etablere KPI (prosjektering og produksjon) for å måle effekten av innovasjonstiltakene i prosjektcasene	01.12.2012	FoU partnere (FoU)
6. Oppstart fortløpende målinger på alle casene ihht etablerte KPI (månedlig)	01.01.2013	FoU
7. Skape en felles gjennomføringsmodell med utgangspunkt i de forskjellige gjennomføringsmodellene som er i bruk per i dag hos industripartnere.	01.02.2012	Endringsagentene (EA)
8. Starte bruk av felles gjennomføringsmodell i casene og dokumentere effekten.	15.02.2012	EA og IP
9. Justerer felles gjennomføringsmodell ihht til funn.	01.10.2013	EA
10. Oppfølging av FoU-innspill (se tabell 5 i søknaden). Oppstart forbedringer av prosesser og samhandlingsmodeller, kontinuerlig ihht bedriftenes forbedringsprosesser. Intern og ekstern kommunikasjon av forbedringer.	01.10.2013	EA og FoU
11. Oppfølging av FoU-innspill (se tabell 5 i søknaden). Oppstart forbedringer av prosesser. Ref pkt 4.	01.10.2014	EA og FoU
12. Evaluere prosjektcase og bedriftenes gevinster fra forbedringsaktiviteter, kommunisere internt og eksternt.	01.04.2016	SG, EA og FoU

Antall aktører i SamBIM-prosjektet har vært høyt. Dette er dels en følge av at prosjektet har involvert fire industripartnere, en rekke underleverandører foruten tre forskningsmiljøer, og dels en følge av at antall case ble doblet fra tre til seks. I tillegg har det vært flere utskiftninger av prosjektledelse, endringsagenter og forskere. Dette har, som en måtte forvente, stilt store krav til kommunikasjon, kunnskapsoppdateringer og arbeid med måloppslutning. En større utfordring har vært at industripartnernes representanter i SamBIM-prosjektet har hatt mindre innflytelse på innovasjonsmulighetene i de lokale byggeprosjektene enn forutsatt.

Tabell 2.5 Opprinnelig milepælsplan for FoU-delen av SambBIM-prosjektet.

Dato	Milepæl	Ansvarlig
Sommer 2012	Valg av case	Industripartnere
Høst 2012	Iverksetting av innovasjonsprosjekt 1 (ev. flere)	Industripartnere
Høst 2012	Ph.d.-student ansettes. Veiledere på plass	FoU-miljøene
Høst 2012	Oppstart FoU til case 1	FoU-miljøene FoU-miljøene, student
Vinter 2013	Design og tema for dr.grads-avhandlingen godkjent	
Vår 2013	Iverksetting av innovasjonsprosjekt 2 og 3	Industripartnere
Vår 2013	Oppstart FoU til case 2 og 3	FoU-miljøene
Sommer 2013	FoU-rapport 1 (beskriver problemstillingene for innovasjonsprosjektet, bedriftenes målformuleringer, forankringsarbeid og realiseringstiltak. I tillegg beskriver vi funn fra de første intervjuer og møter, fulgt opp med utfordringer til bedriftene.)	FoU-miljøene
Høst 2013	Tiltak i bedriftene som følge av FoU-rapport 1 og workshoper	Industripartnere
Vinter 2014	Videreføring FoU-arbeidet	FoU-miljøene
Høst 2014	FoU-rapport 2 (beskriver videreføringen av innovasjonsprosjektene opp mot målformuleringer og realiseringstiltak. I tillegg beskriver vi funn fra nye intervjuer og møter, og workshoper fulgt opp med nye utfordringer til bedriftene. De tre FOU-rapportene vil være caseoverskridende, slik at vi kan sammenlikne arbeidet i hvert av de tre casene.	FoU-miljøene
Høst 2014	Tiltak i bedriftene som følge av FoU-rapport 2 og workshoper	Industripartnere
Vinter 2014	Videreføring FoU-arbeidet	FoU-miljøene
Høst 2015	FoU-rapport 3 (samme innhold som for rapport 2)	FoU-miljøene
Høst 2015	Tiltak i bedriftene som følge av FoU-rapport 3 og workshoper	Industripartnere
Sommer 2016	Sluttrapport, artikkel og doktoravhandling innleveres. (Sluttrapporten vil beskrive de siste endringene og innovasjonene samt trekke inn empirien fra de tre foregående FoU-rapportene og slik beskrive hele innovasjonsforløpet. I tillegg legges det til teorikapitler som vi ikke gjør i de første rapportene. Her vil også bedriftenes «utrulling» av prosjekterfaringene = innovasjonene beskrives. Hovedrapporten skrives parallelt med hovedartikkelen som publiseres fra prosjektet)	FoU-miljøene
Sommer 2016	Tiltak som følge av sluttrapport mv.	Industripartnere

For å øke suksessmuligheten for SambBIM-prosjektet, ble det i forkant laget en oversikt over risikomomenter (tabell 2.6). En del av disse var inspirert av «De seks prosesselementene» for vellykkede utviklingsprosjekter som Fafos tidligere hadde presentert i rapporten fra pilotprosjektet (se Moen & Moland 2010) .



Tabell 2.6 Risikomomenter og tiltak for å redusere disse.

<p>1: Utviklingsarbeidet for partene i forskningsprosjektet som utgjør casene vil kreve utviklingsressurser i form av kompetanse, tid, teknologi og penger i tillegg til det som investeres i ordinære byggeprosjekter.</p>	<p>Velge riktig case, og holde muligheten åpen for endring av disse i forprosjektfasen. -Bevisstgjøring og forankring i ledelsen hos industripartnere.</p>
<p>2: Foretakene Skanska (både i rollen som byggherre og entreprenør) Statsbygg (byggherre), LINK arkitektur og Multiconsult (flerfaglig rådgiver) kan mislykkes med å forankre og innføre de ønskede endringene i egne bedrifter.</p>	<p>Etablere stort internt eierskap hos bedriftspartnerne via «endringsagenter» som sørger for å implementere forskningsprosjektet internt. -Etablere en styringsgruppe for prosjektet med et medlem for hver industripartner. -«Implementere» forskningsprosjektet i bredden i organisasjonene via interne seminar. -Inkludere og «spille på» forskerne internt i bedriftene.</p>
<p>3: En risiko kan ligge i deltakernes manglende praktisering av åpenhet og vilje til å dele erfaring. Deltakerne i forprosjektet utviste imidlertid åpenhet overfor hverandre. Erfaringen herfra er en styrke i håndteringen av risikoelementer.</p>	<p>Definere krav til åpenhet gjennom hele prosjektet. -Skape forståelse internt i organisasjonene for at dette er et forskningsprosjekt der det forventes større åpenhet enn i en vanlig prosjektgjennomføring.</p>
<p>4: Rådgivere, og særlig arkitektbedrifter, opplever i dag en usikkerhet, spesielt hos mellomstore/mindre byggherrer, om hva BIM egentlig er og hva modellering innebærer. Dette fører ofte til økt belastning på deltakeren, spesielt i oppstarten av prosjektene da arkitekt-/rådgiverbedrifter ofte ønsker å bruke BIM i prosjektet uavhengig av hva bestillingen fra byggherren er. Følgende risikoelementer kan oppstå:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redusert effekt ved bruk av BIM i forhold til byggherrens krav og forventning.</li> <li>- Uklarheter rundt informasjonsflyt og arkitektens leveranse inn til prosjekter.</li> <li>- Uklare prosjektkrav kan føre til «dobbelproduksjon av informasjon» for å dekke krav i forhold til BIM samtidig som det stilles krav om «tradisjonell» leveranse av tegninger/spesifikasjoner.</li> <li>- Uklart eierskap til modell og informasjon når det arbeides med en «felles» modell og når informasjonen flyter mer fritt. Det oppstår et større behov for å definere eierskap og ikke minst status på informasjon, forhold som kan føre til konflikter og suboptimalisering.</li> </ul>	<p>Etablere en best mulig forståelse hos oppdragsgiver for de positive effektene av BIM. -Etterstrebe en mest mulig klar bestilling fra oppdragsgiver. -Tydelig kommunikasjon rundt hvilke og hvordan leveranser forventes. -Tydeliggjøre ansvar for leveranser. -Bruke resultatet av dette forskningsprosjektet som et argument for bruk av BIM.</p>

#### Sentral prosjektstyring og oppfølging av milepælsplan 1

Milepælsplanen som er gjengitt i tabell 2.4, inneholder 12 punkter. Styringsgruppen ble etablert etter planen og industripartnerne endringsagenter ble oppnevnt. Det ble nedlagt et omfattende arbeid fra industripartnerne med å formulere mål, suksesskriterier, KPIer, detaljerte faseplaner og rapporteringsrutiner. På et tidlig tidspunkt (2013) var det 98 utviklingstiltak og delmål. Arbeidet med å lage disse planene ble gjort av endringsagentene og andre fagpersoner fra de fire industribedriftene. Alt dette planarbeidet førte til mange gode diskusjoner, men også til at planene nærmest ble et mål i seg selv. Samtidig slet bedriftene med å finne byggeprosjekter som var egnet som innovasjonscase. Dermed ble det lite casepraksis den første tiden. Det kunne til tider oppleves som at

innovasjonsarbeidet ble organisert som et byggeprosjekt, men uten å ha noen eiendom å bygge på.

#### Vanskelige casevalg

Å finne gode byggeprosjekter som kunne være gode innovasjonscase, var vanskeligere enn forutsatt. Tidsfaktoren og den nye konsortiesammensetningen gjorde at de seks opprinnelige casene som ble presentert i planene i 2011,<sup>19</sup> ikke lenger var aktuelle. I planene fra 2012 ble det presentert fire mulig case. Bare to av dem ble benyttet. Det innebærer at fire av de seks casene vi endte opp med, ble opprettet etter at SamBIM-prosjektet var etablert. Byggeprosjekter som er egnet som innovasjonsarena, forutsetter at ledelsen på strategisk nivå hos industripartnerne og hos de byggeansvarlige kommuniserer og er engasjerte og positive til innovasjonsprosjektet. Dette ble undervurdert både i planfasen og det første året av SamBIM-prosjektet. Dette drøftes nærmere i kapittel 6.3.4.

Vi har også lært at denne typen innovasjonsprosjekt som involverer så mange ulike aktører, bør sikre seg at byggherren er engasjert, trolig helst som konsortiedeltaker.<sup>20</sup> Det har vært vanskelig å forankre SamBIM i byggeprosjekter der byggherre eller andre sentrale aktører i prosjekteringsarbeidet ikke inngikk i SamBIM-konsortiet. Dette er også utdypet i kapittel 6.3.4.

Disse utfordringene om manglende nivåforståelse og forankring ble beskrevet allerede i prosjektsøknaden, der vi skrev:

«Analytisk sett kan man dele hvert enkelt case inn i ulike nivåer. (...) Det *strategiske* nivået definerer overordnede mål, hovedføringer og rammer for prosjektet. I innovasjonsprosjektet vil dette for eksempel være overordnede og prosjektvergripende tiltak og aktiviteter innenfor de involverte moderorganisasjonene. Det *taktiske* nivået er 'omsetningsleddet' mellom strategi og utførelse, for eksempel prosjektledelse og prosjekteringsledelse i byggeprosjekt. Det *operative* nivået utfører aktiviteter i henhold til taktisk og strategisk nivå. Erfaringer viser at mangel på 'harmonisering' mellom de tre nivåene kan utgjøre en barriere for å lykkes (og vice versa) (Moen og Moland 2010). En slik nivåinndeling vil lette arbeidet med å definere tiltak, fordi det tydeliggjør hvem i organisasjonen som er rett adresse. Er det ledelsesnivået i moderorganisasjonen, prosjektledelsen, utførende arkitekt, ingeniør eller entreprenør? En forståelse for disse tre nivåene vil også bidra til å fange opp utfordringer og muligheter som ligger i grensesnittene mellom nivåene og aktørene.»

---

<sup>19</sup> Dette er omtalt i søknaden som ble sendt inn til NFR før revideringen.

<sup>20</sup> Men heller ikke byggherreinvolvering er noen garanti for gjennomføringen av et godt innovasjonsprosjekt. Risløkka-prosjektet med Statsbygg som byggherre startet svært lovende, men ble brått avsluttet fordi eieren av Risløkka Trafikkstasjon (Statens vegvesen) trakk bestillingen om å renovere og utbygge trafikkstasjonen.

Selv om den bredt sammensatte prosjektgruppen som planla SamBIM-prosjektet satt med denne kunnskapen, tok det tid før industribedriftene klarte å velge byggeprosjekter som egnet seg som innovasjonscase.

#### **Oppgaveforskyvning og ineffektivitet i tidligfase**

Uten tilstrekkelige caseaktiviteter, ble både FoU- og innovasjonsaktivitetene utsatt i forhold til tidsplanen. I stedet ble det nedlagt mye arbeid i startfasen på caseuavhengige aktiviteter, slik som å utvikle lister med forbedringsområder og rutiner, som senere viste seg å ha liten verdi og som derfor ikke ble fulgt opp. Det har gått mye tid (særlig det første året) til møter uten at disse var relatert til forsøksaktiviteter i casene. Det første prosjektåret ble det avholdt ca. 20 SamBIM-møter til en kostnad av ca 1,5 mill kr før det første caset var på plass (tabell 2.3). I ettertid kan en kanskje spørre om ikke en del av disse ressursene kunne vært brukt bedre, dersom ikke arbeidet med å implementere gode innovasjonsprosjekter var blitt undervurdert. På den annen side ville dette forutsatt kunnskap og kompetanse industribedriftene på det tidspunktet ikke hadde. Her ligger en læring som kan ha nytteverdi langt ut over de spesifikke temaene i dette prosjektet.

#### **Gode SamBIM-møter og fokusutvidelse**

SamBIM-møtene utviklet seg etter hvert til å bli en god læringsarena for både forskerne og representantene fra byggebransjen. Industripartnerne har raust delt både gode og mindre gode erfaringer. Frykten på forhånd om manglende åpenhet mellom bedrifter som i andre sammenhenger er konkurrenter, har ikke vært berettiget.

I utgangspunktet skulle prosjektet søke innovasjon i form av mer effektiv samhandling mellom byggherre, prosjekterende og andre aktører innenfor rammen av et byggeprosjekt (case). Innovasjonen skulle komme i form av bedre tverrfaglig samarbeid og nye arbeidsformer med BIM som teknisk hjelpemiddel. Etter ca. et halvt år erfarte vi at ikke alle industripartnerne ville komme aktivt med i et slikt case. Dette er drøftet grundigere i kapittel 6. Som følge av begrensninger som lå i enkelte av casene, ble innovasjonsfokus utvidet til også å gjelde forbedringer i industripartneres interne organisasjon. Det vil si at man søkte innovasjon i form av mer effektiv samhandling med eller uten BIM (og med begrenset tverrfaglighet). Prosessen som førte til denne fokusforskyvningen, er gjengitt i fire lysark i Appendix A.3. Målet om mer effektiv samhandling forble det samme, men arenaen for innovasjon ble utvidet. Dette kommer blant annet til uttrykk i arbeidet med de tre fagtemaene om samhandlingsmodeller, barrierer for innovasjon og lean (kapittel 4).

Etter hvert som arbeidet med casene kom i gang, fikk SamBIM-møtene mer relevant faglig innhold sett fra forskernes ståsted. Med relevant sikter vi her til at vi nå kunne drøfte erfaringer der casene var innovasjonsarena, slik den opprinnelige planen var. De siste to årene av prosjektperioden forløp arbeidet med innovasjon i casene og innovasjon hos industripartnerne samt utvikling av nye gjennomføringsmodeller parallelt.

#### **Caserelaterte FOU-aktiviteter**

Milepælsplanen for FOU-aktivitetene er vist i tabell 2.5. Oppstart med følgeforskningen i casene ble betydelig forsinket, men har ellers forløpt tilfredsstillende. Case som ikke

fungerte etter hensikten, ble supplert med nye case (Urbygningen 1 og 2 og Eikefjord), der samhandling og bruk av BIM sto sentralt.

En av endringsagentenes oppgaver var å sikre forankring for SamBIM-prosjektet i egen organisasjon og være pådriver for at SamBIM-målene ble fulgt opp i byggeprosjektene. De har også hatt som oppgave å tilrettelegge for kommunikasjon mellom caseaktørene<sup>21</sup> og forskerne. Dialogen mellom forskerne og caseaktørene har vært særlig god i prosjektene på Urbygningen, Risløkka (så lenge det varte) og Eikefjord. Disse prosjektene har utmerket seg med at SamBIM-ideene har hatt god forankring både strategisk hos industripartnerne og operativt hos de prosjekterende. I begge tilfeller har industripartner også vært byggherre eller totalentreprenør. Dette har gjort arbeidet for endringsagentene enklere i disse casene enn i Veitvet<sup>22</sup> og Deichman, hvor de samme strukturelle forutsetningene ikke har vært til stede.

Det metodiske opplegget med intervjuer og observasjon har fungert godt i fem av casene. Her har intervjuguider blitt fulgt og data blitt nøyaktig nedtegnet/tatt opp elektronisk. Informantene har vært imøtekommende og stilt tid til rådighet for intervjuer.

Det har vært mindre bruk av workshoper og læringsløyfa knyttet til industripartenes utviklingsarbeid (figur 2.1) enn planlagt. Dette skyldes dels at noen av byggeprosjektene ikke ønsket innblanding fra SamBIM-prosjektet, dels at noen prosjekter ikke fungerte som innovasjonsarenaer og dels at de fire industripartnerne synes SamBIM-møtene fungerte tilstrekkelig godt som læringsarena for bedriftens interne arbeid med SamBIM.

#### **Hva vi ikke har gjort**

I tabell 2.4 er det to punkter som ikke er kvittert helt ut. Dette gjelder punktene om å skape og å starte bruk av felles gjennomføringsmodell i casene og dokumentere effekten. Arbeidet med å utvikle en ny og felles gjennomføringsmodell har, som det vil framgå av rapporten (kapittel 4.2.1), fått stor plass i prosjektet. Resultatet er blitt flere nye gjennomføringsmodeller og flere nye samhandlingsmodeller. En komparativ analyse av de ulike modellene, eller av et slags felles minste multiplum av dem opp mot andre modeller som brukes i bransjen, har vi ikke kunnet gjøre. I ettertid ser vi også at det ikke ville vært rimelig at et byggeprosjekt skulle endre gjennomføringsmodell underveis som følge av ny kunnskap som har framkommet gjennom SamBIM-prosjektet. Det må i stedet være slik at bedriftene lærer av hvert case og trekker den nye kunnskapen inn planleggingen av nye byggeprosjekter.

I tabell 2.4 er det også to andre punkter som ikke er kvittert ut. Dette gjelder etablering av KPI (prosjektering og produksjon) for å måle effekten av innovasjonstiltakene i casene, og oppstart av fortløpende målinger på alle casene i henhold til etablerte KPIer. Det første året av SamBIM-prosjektet hadde vi bare tre case, og de hadde verken felles mål eller innovasjonstiltak for å fremme samhandlingen. Fra forskersiden oppfattet vi det som temmelig meningsløst å utvikle KPIer for case som ikke var sammenliknbare og der to av dem ikke delte målene for SamBIM-prosjektet. Det eneste caset som både

---

<sup>21</sup> Med caseaktører sikter vi her til ledere og fagpersoner i byggeprosjekter som er utpekt til å prøve ut SamBIM-ideene.

<sup>22</sup> Veitvet-prosjektet er omtalt i Eikefjordrapporten (Flyen 2016:29f).

prøvde ut BIM-teknologi og nye samhandlingsformer, var Risløkka, men det ble, som vi har sett, avsluttet etter bare noen måneders aktivitet. Senere har det kommet til nye case med økt SambIM-relevans, som har gått lengre enn Risløkka-prosjektet både i bruk av BIM og i bruk av tettere samhandling. Men heller ikke her har vi sett det som aktuelt å trekke inn de to punktene om KPI-bruk. Vi er fortsatt i tvil om nytten ved å gjøre det, dels fordi vi ikke har kunnet introdusere KPIer i forkant av caseoppstart, og dels fordi vi er usikre på treffsikkerheten til slike mål i de aktuelle casene siden byggebransjen fortsatt er kommet så kort i bruken av BIM.

Vi har i stedet valgt å beskrive hvert case (narrativt) på sine egne premisser i lys av de problemstillingene vi har hatt for SambIM-prosjektet.

#### **Doktorgradsarbeid**

SamBIM-prosjektet har hatt to ph.d.-kandidater med ulik tilknytning. Den ene kandidaten (Ketil Bråthen) er forsker på Fafo. Han fikk sitt stipend etter en åpen utlysning i regi av SamBIM under ledelse av Anita Moum som på det tidspunktet (2012) var ansatt ved NTNU. Anita Moum har også vært hovedveileder for denne ph.d.-kandidaten, Ketil Bråthen. Dette doktorgradsarbeidet har gått etter planen. Doktoranden har fulgt undervisning ved NTNU og leverer sin avhandling i 2017. Han har også jobbet ca. 25 prosent som forsker i SamBIM-prosjektet. Den andre ph.d.-kandidaten er ansatt i Multiconsult. Øystein Mejlænder-Larsen er en såkalt nærings-ph.d. ved NTNU, samtidig som han arbeider ca. 25 prosent av tiden i Multiconsult. Dette doktorgradsarbeidet har gått etter planen. Doktoranden har fulgt undervisning ved NTNU og leverer sin avhandling i løpet av 2017.

## 3 Empiri fra seks casestudier

### 3.1 Innledning

I dette kapitlet skal vi se nærmere på de ulike casestudiene som har blitt gjennomført i SamBIM. Det er totalt snakk om seks case, fordelt på fem byggeprosjekter. Dette kapitlet er satt sammen av sammendrag fra fem delrapporter som allerede er eller snart blir publisert.

### 3.2 Sammendrag casestudiene

#### 3.2.1 Trafikkstasjonen på Risløkka. Samhandling med BIM i prosjekteringsfasen

Ketil Bråthen, Fafo  
Leif E. Moland, Fafo

I denne rapporten beskriver vi erfaringer fra et prosjekt om reovering av trafikkstasjonen på Risløkka i Oslo, der Statsbygg var byggherre. Av økonomiske grunner ble byggeprosjektet stoppet av oppdragsgiveren, Statens vegvesen, allerede i løpet av forprosjektfasen. Rapporten tar derfor kun for seg erfaringer fram til slutten av forprosjektfasen. I denne rapporten har vi studert følgende problemstillinger:

1. Hvordan ble innføringen av BIM og nye arbeidsprinsipper satt i gang og mottatt internt i Statsbygg og i prosjektorganisasjonen?
2. Hva innebar de nye prinsippene med hensyn til endringer i arbeidsoppgavene for prosjekteringsgruppen, samt for prosjektledelsen og de interne fagressursene i Statsbygg?
3. Hvilke endringer medførte innføringen for samarbeidsrelasjonene under prosjekteringen?
  - a. For prosjekteringsgruppen?
  - b. For ledelsen og de interne fagressursene i Statsbygg?
4. Hva kreves for å lykkes med BIM i prosjekteringen?

#### Metode

Vi har benyttet oss av følgende typer datainnhenting: kvalitative informantintervjuer, observasjon og møtedeltakelse, samt dokumentanalyse. Deler av datainnsamlingen har derfor foregått i dialog med aktørene i prosjektet.

### **Godt forankringsarbeid internt i Statsbygg**

Hver av bransjeaktørene i SamBIM har oppnevnt en egen endringsagent. Endringsagenten er ansatt i virksomheten til daglig og har i tillegg et særlig ansvar for å følge opp og implementere SamBIMs aktiviteter i egen virksomhet. I forkant av at Risløkka trafikkstasjon ble valgt ut til å bli et SamBIM-prosjekt, ble det utført et ganske omfattende forankringsarbeid i Statsbyggs organisasjon. I tråd med SamBIMs hovedmål var det et ønske fra Statsbyggs endringsagent at de fikk med et prosjekt der det lot seg gjøre å teste ut en del innovative tiltak knyttet til bruken av BIM. Da det noe senere ble klart at Risløkka skulle være et SamBIM-case, ble det satt i gang et internt arbeid av endringsagenten for å sikre prosjektet ressurser. Dette medførte at prosjektet fikk tilført flere meget BIM-kompetente og motiverte medarbeidere. Senere fikk prosjektet også tilført ekstra ressurser blant annet i form av midler til leie av et prosjektkontor samt innkjøp av diverse utstyr.

### **Krav om omfattende bruk av BIM**

Da forprosjekteringen av Risløkka-prosjektet skulle legges ut på anbud, ble det lagt inn en del ekstra krav knyttet til BIM-tilbudsdokumentene, samt opplyst om at prosjektet var en del av SamBIM. Til tross for at ambisjonsnivået knyttet til BIM var hevet, var det likevel en del forhold ved prosjektet som ikke var spesifisert i tilbudsdokumentene. I tiden etter at oppdraget var lagt ut på anbud, men før prosjekteringsgruppen var kontrahert, kom det opp som en idé internt i Statsbygg å prøve ut noen nye samarbeidsprinsipper i prosjektet. Etter noen møter mellom Statsbygg og den engasjerte prosjekteringsgruppen, ble det besluttet å samlokalisere gruppen én til to dager i uken. Tanken var at de prosjekterende skulle være samtidig til stede og jobbe sammen. Samlokalisering av prosjekteringsteamet skulle skape direkte kontakt mellom de ulike aktørene og gi mulighet til diskutere løsninger, noe som forventes å redusere tidsbruk og forhåpentligvis bidra til raskt å løse opp i uklarheter og utfordringer, og skape enighet om løsninger.

### **Involvering av en villig prosjekteringsgruppe**

I forkant av etableringen av prosjektkontoret, altså helt i begynnelsen av forprosjektet, ble det arrangert et oppstartsmøte. Her deltok flere av de innleide fagpersonene samt ansatte i Statsbygg. Formålet med dette møtet var å etablere en samhandlingsstrategi, der man skulle komme fram til en plan for hvordan man konkret så for seg å jobbe og hva som skulle komme ut av dette, samt drøfte en del tekniske forhold. Flere informanter fortalte senere at dette møtet hadde vært positivt, fordi man hadde fått klargjort en del tekniske forhold knyttet til software, som førte til at den senere prosjekteringen ble lettere enn den ellers ville vært. Møtet hadde også en viktig funksjon med å forankre den nye måten å jobbe sammen på. Vårt inntrykk er at denne medvirkningen av prosjekteringsgruppen gjorde det lettere å få med de innleide fagspesialistene på de løsningene Statsbygg foreslo, til tross for at disse tiltakene kom opp etter at kontrakten var underskrevet. Brorparten av de innleide rådgiverne hadde en del erfaring med BIM fra tidligere, men langt færre hadde arbeidet etter VDC-prinsipper.

### **Organiseringen åpnet for nye måter å samarbeide på**

Alle våre informanter framholdt at samlokaliseringen og arbeidsmøtene basert på prinsipper hentet fra VDC-tankegang hadde fungert meget godt. Av flere ble det påpekt at den felles tilstedeværelsen åpnet for muligheter til å kunne avklare og fatte beslutninger «der og da», noe som var særlig nyttig. Det var særlig i kombinasjonen med BIM samlokaliseringen åpnet for nye muligheter. BIM åpnet for at man raskt kunne gå inn i modellen og vise hverandre mulige løsninger og diskutere konkrete problemer. Vårt inntrykk er at samlokaliseringen dessuten førte til at de ulike innleide rådgiverne jobbet sammen i team heller enn å være opptatt av problemstillinger og interesser i virksomheten man kom fra. En av lederne fra Statsbygg ga videre uttrykk for at byggherren hadde fått bedre kontakt med prosjekteringsgruppen enn det de vanligvis pleide å få.

### **Samprosjektering med BIM krever mer dedikert tid**

Denne rapporten viser at bruken av BIM i kombinasjon med nye arbeidsprinsipper kan åpne for mer komprimerte prosjekteringsfaser. Dermed kan byggeprosjektene gjennomføres raskere, noe som ikke minst betyr gevinst for byggherre og bruker. Samtidig er det slik at møtene krever tilstedeværelse, og deltakerne må kunne bruke BIM samt være beslutningsdyktige. Dette utfordrer imidlertid den tradisjonelle tidsstyringen, der hver rådgiver er mer av og på i prosjekteringen, for å få anledning til å delta i flere prosjekter parallelt. Med komprimert prosjektering vil antall parallelle prosjekter en kan delta i, trolig måtte reduseres.

### **Behov for skriftliggjøring av rutiner for kommende prosjekter**

Flere av våre informanter fra Statsbygg etterlyste en beskrivelse/veileder av hvordan et prosjekt som tar i bruk samlokalisering bør legges opp. Det er snakk om hvilke rutiner som skal følges, hvordan man skal sette opp et prosjektkontor, hvilke krav man skal stille til rådgiverne osv. I dag har Statsbygg en egen BIM-manual, og denne har som formål å beskrive både generelle krav og krav knyttet til spesifikke BIM-formål, men den sier ingenting om forhold som samlokalisering etc. En ytterligere beskrivelse/veileder knyttet til samhandling var derfor noe flere informanter etterlyste.



### **3.2.2 Samhandling med BIM og Lean i detaljprosjekteringsfasen på Urbygningen ved NMBU**

Ketil Bråthen, Fafo

Leif E. Moland, Fafo

I denne rapporten beskriver vi erfaringer fra detaljprosjektfasen som er en del av et rehabiliteringsog restaureringsprosjekt av Urbygningen ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. I dette prosjektet var SamBIM-partneren Statsbygg byggherre. Statsbyggs «SamBIM-ambisjon» i dette prosjektet var å prøve ut relativt omfattende bruk av BIM, samlokalisering (samprosjektering) av prosjekteringsteamet og lean i detaljprosjekteringsfasen. Slike endringer i arbeidsmåte stiller store krav til omstillingsevne og -vilje både til Statsbyggs egne ansatte i prosjektet og ikke minst til de andre aktørene i byggeprosjektet. I denne rapporten stiller vi derfor følgende tre spørsmål:

1. Hvordan ble BIM, samlokalisering og lean implementert og tatt i bruk i prosjektorganisasjonen?
2. Hva innebar BIM, samlokalisering og lean for aktørene i prosjektorganisasjonen?
3. Hvilke endringer medførte implementeringen for samarbeidsrelasjonene mellom de prosjekterende og andre aktører i prosjektet under detaljprosjekteringen?

#### **Metode**

Vi har benyttet oss av tre typer datakilder i arbeidet med denne rapporten. 1. semi-strukturerte intervjuer med personer fra Statsbygg og prosjekteringsgruppen. 2. observasjon av samhandlingen under ulike møter i prosjektet. Dette gjelder både prosjekteringsmøter samt andre møter der forhold knyttet til BIM ble diskutert. 3. I tillegg har vi studert diverse skriftlig virksomhets- og prosjektinformasjon som kontrakter, manualer og strategidokumenter.

#### **Urbygningen som SamBIM-case og samhandlingsmomenter i kontrakten**

Urbygningen ble valgt som case i SamBIM da Statsbyggs opprinnelige case (Risløkka trafikkstasjon) ble terminert tidligere enn forventet. Urbygningen kom opp som et alternativ da dette byggeprosjektet ble vurdert som godt egnet av Statsbygg for å teste ut noen innovative tiltak og praksiser. Det var dessuten ønskelig å ta med seg noen «SamBIM-erfaringer» fra Risløkka trafikkstasjon (bl.a. omfattende bruk av BIM og samlokalisering av prosjekteringsteamet) inn i byggeprosjektet på Urbygningen. I mars 2013 la Statsbygg ut invitasjon til anbudskonkurranse som gjaldt prosjekteringsgruppe for detaljprosjekteringsfasen som er en del av rehabilitering og restaurering på Urbygningen. I kontraktsdokumentene ble det lagt vekt på at det skulle være relativt omfattende bruk av BIM i prosjektet, at prosjekteringsgruppen skulle arbeide samlokalisert noen dager per uke, samt at det skulle være et «lean-prosjekt».

#### **Flere fordeler med å bruke BIM, men noen utfordringer med 3D-skanning**

Alle våre informanter hadde arbeidet med BIM i tidligere prosjekter, og de fleste var derfor relativt godt kjent med hva dette innebar. Informantene, både fra Statsbygg og

prosjekteringsgruppen, mente de største fordelene med å bruke BIM på Urbygningen var gode visualiseringsmuligheter, tverrfaglig kontroll samt mulighet til å jobbe sammen på en felles modell. Informantene fra Statsbygg mente dessuten at det var lettere for dem å holde kontroll med prosjekteringsgruppens arbeid når det ble brukt BIM. Flere medlemmer av prosjekteringsgruppen mente det var vanskelig at de ikke startet BIM-arbeidet «fra scratch», men bygget videre på en laserskanning av bygget. Flere informanter mente den skannede modellen var heftet med såpass mange feil og mangler at det hadde vært et meget krevende arbeid å rette opp modellen slik at den kunne brukes.

#### **Samlokalisering: De prosjekterende visste hva de gikk til**

Våren 2013 ble prosjekteringsteamet samlokalisert i nærheten av Urbygningen. Samtlige representanter for prosjekteringsgruppen vi intervjuet, hadde tidligere erfaringer fra prosjekter der samlokalisering og BIM var benyttet. Denne erfaringen ble av de prosjekterende trukket fram som noe positivt fordi de visste litt om arbeidsformen og hva man gikk til i prosjektet på Urbygningen. Dessuten kjente prosjekteringsgruppen godt til hverandre fra tidligere fordi de hadde jobbet sammen på et Statsbygg-prosjekt der samlokalisering var prøvd ut. Det ble av flere framhevet som positivt at man satt samlokalisert i nærheten av Urbygningen. Dette gjorde det enkelt å gå bort for å inspisere bygget dersom det var detaljer eller annet man ønsket å ta en ekstra titt på.

#### **Tettere tverrfaglig samarbeid og kjappe avklaringer**

Informantene fra prosjekteringsgruppen fortalte i intervjuene at samlokaliseringen var nyttig, og hevdet en slik organisering bidro til at gruppen arbeidet mer sammen som et enhetlig team. Mange pekte dessuten på at samlokaliseringen og fellesmøtene ga korte kommunikasjonslinjer og bedre muligheter til å kunne avklare saker og fatte beslutninger raskt «der og da». Flere nevnte dessuten at samlokaliseringen åpnet for enklere samarbeid og problemløsning på tvers av fagdisipliner, samt at en slik arbeidsform også var bra for det sosiale samholdet i prosjekteringsgruppen. BIM i kombinasjon med samlokaliseringen åpnet for at rådgiverne raskt kunne gå inn i modellen for å vise hverandre mulige løsninger og diskutere konkrete problemer. Selv om det stort sett bare kom fram positive aspekter med å være samlokalisert, var det også noen forhold som ble framhevet som mer utfordrende. Et forhold flere var opptatte av, var den faglige ensomheten man kan påtreffe dersom det går flere dager uten at man får diskutert med kollegaer eller andre med mer eller mindre samme fagbakgrunn.

#### **Samlokaliseringen er av mindre betydning for Statsbyggs fagressurser**

Vårt inntrykk er at samlokaliseringen først og fremst er en arbeidsform som har vært benyttet av medlemmene av prosjekteringsgruppen, og har således hatt mindre betydning for Statsbyggs ansatte og deres arbeid i prosjektet. Riktignok ble det sosiale aspektet også trukket fram som et positivt element av denne informantgruppen, også Statsbyggs folk blir bedre kjent med prosjekteringsgruppen ved å arbeide samlokalisert sammenliknet med mer tradisjonell prosjektering.

### «Hva er lean?»

På direkte spørsmål koblet våre informanter, både fra Statsbygg og prosjekteringsgruppen, i all hovedsak lean enten til en relativt overordnet og ullen idé om det vi kan omtale som forbedringsarbeid, eller til spesifikke verktøy som planleggingsmetodikk eller taktstyring. Dette med planlegging og taktstyring var noe informantene hadde blitt introdusert for på et kurs i regi av Statsbygg tidlig i detaljprosjekteringsfasen. Våre informanter ga heller ikke noe klart svar på hva «lean arbeidsmetodikk og mentalitet», slik det ble formulert i kontrakten, hadde innebåret. Brorparten av våre informanter mente dessuten at prosjekteringsprosessen i dette prosjektet ikke skilte seg særlig fra andre prosjekter de hadde vært involvert i, med BIM og samlokalisering. Det var med andre ord ikke noe mer «lean-fokus» her enn ellers. Det at brorpartene av dem vi intervjuet, satt med en uklar oppfatning om hva lean innebærer og skulle bidra med i dette prosjektet, tyder på at både forankringen og informasjonen fra Statsbygg ut i prosjektorganisasjonen om «SamBIM-ambisjonene» kunne vært bedre. Dessuten tyder det på at sentrale deltakere i prosjektorganisasjonen i liten grad har blitt involvert eller vært proaktive i arbeidet med å formulere mål samt være med på å beslutte hvilke virkemidler som skulle brukes.

### Hva kreves for å lykkes med BIM, samlokalisering og lean?

Våre data tyder på at man har lykkes ganske godt med «SamBIM-tiltakene» relatert til BIM og samlokalisering, men mindre godt med lean. Dette skyldes trolig dels mangelfull målklarhet, informasjon og involvering av aktørene i prosjektorganisasjonen i arbeidet med SamBIM-ambisjonene. Det var derfor enklere for deltakerne i prosjektet å nyttiggjøre seg av tiltak de hadde en del erfaring med fra tidligere (BIM og samlokalisering), enn tiltak som var mer ukjent terreng (lean). En lærdom er derfor at tiltakene trolig kunne vært mer vellykket dersom selve SamBIM-utviklingsprosessen hadde fått større oppmerksomhet. Blant annet som følge av mangelfull målklarhet og forankring ble det ikke oppnådd et tilstrekkelig eierskap til hele «samhandlingsopplegget» slik det ble beskrevet av Statsbygg i kontraktdokumentene. Vi tenker her særlig på at store deler av prosjekteringsgruppen satt med et lite avklart forhold til hva lean innebar, og hva dette skulle føre med seg for detaljprosjekteringsfasen.

## 3.2.3 Samhandlingsfase og BIM på byggeplass.

### Erfaringer fra Urbygningen ved NMBU

Ketil Bråthen, Fafo

Leif E. Moland, Fafo

Statsbyggs «SamBIM-ambisjoner» i dette byggeprosjektet dreide seg dels om å la håndverkerne på byggeplassen benytte BIM som produksjonsunderlag ute på byggeplassen. I tillegg ønsket Statsbygg å prøve ut ytterligere to tiltak i en såkalt samhandlingsfase som hadde som mål å koble prosjekterings- og byggefase tettere sammen. Disse tiltakene dreide seg i hovedsak om en detaljert form for framdriftsorganisering samt en organisert kunnskapsoverføring mellom prosjekterings- og byggefase. SamBIM-partneren Skanska ble kontrahert som byggeprosjektets generalentreprenør og var derfor sentral i arbeidet

det med å iverksette og ta i bruk Statsbyggs SamBIM-ambisjoner. Slike tiltak krever store endringer i arbeidsmåte og stiller derfor store krav til omstillingsevne og -vilje blant prosjektets aktører. I denne rapporten har vi derfor sett nærmere på følgende to spørsmål:

1. Hvordan ble SamBIM-tiltakene, BIM på byggeplass og samhandlingsfase, implementert i prosjektorganisasjonen?
2. Hva innebar disse tiltakene aktørene i prosjektorganisasjonen?

### **Metode**

Vi har benyttet oss av følgende typer datatyper: 1. kvalitative intervjuer med en rekke ulike personer fra flere virksomheter, ledere så vel som håndverkere på byggeplassen. 2. I tillegg har vi observert flere timer med praktisk bruk av BIM på byggeplassen. 3. Dokumentanalyse. Vi har benyttet oss av prosjektspesifikke dokumenter som kontrakter, men også mer generell informasjon knyttet til prosjektgjennomføring i Statsbygg.

### **Samhandlingsfase**

Våre data tyder informantene i varierende grad mener man har lyktes med samhandlingsfasen. Informanter peker blant annet på at manglende klarhet rundt og styring av samhandlingsfasen har ført til at man ikke fikk til så mye som hadde håpet i løpet av de to månedene denne fasen varte. Det at faen ble forkortet fra tre til to måneder ble også framhevet som negativt av flere informanter. I tillegg har en del utfordringer i bygget dukket underveis i byggefasen. Dette har medført at den omforente framdriftsplanen ikke har holdt i praksis. Til tross for innvendingene mot samhandlingsfasen, var det likevel flere som mente at samhandlingsfasen hadde bidratt i positiv retning. Videre ble det hevdet at det ble løst en del problemer på et tidlig tidspunkt og det hadde og det hadde skjedd nyttig erfaringsoverføring fra prosjektering til byggefasen.

### **BIM på byggeplass (BIM-kiosker)**

Bruken av BIM-kiosker i byggefasen på Urbygningen viser at det trolig er flere gode grunner for å la håndverkere få tilgang til BIM på byggeplassen. Dette knytter seg blant til våre funn som viser at arbeiderne får en mer helhetlig forståelse av det prosjekterte materialet gjennom gode muligheter for visualisering. Håndverkerne får dessuten muligheten til å undersøke spesielt komplekse forhold, samt muligheten til å se detaljer som knapt er synlig på vanlig byggetegninger på papir. I tillegg tyder våre funn på at i enkelte tilfeller fører BIM-kioskene til en større grad av felles samarbeid og problemløsning mellom arbeiderne på byggeplassen. Dette skjer fordi arbeiderne møtes, både planlagt og mer tilfeldig, for å diskutere foran kioskene mens de bruker modellen for å visualisere komplekse problemer. Til tross for mange fordeler med BIM-kiosker framhevet noen av våre informanter viktigheten av å ha klare retningslinjer på hvilke underlag man skal bygge etter og «stole på»; modellen eller tradisjonelle byggetegninger.

### **Hvordan lykkes med innovative tiltak?**

Tidligere SamBIM-caser (Bråthen m.fl. 2014 og Bråthen og Moland 2015) har vist at endrings- og utviklingsprosjekter i byggebransjen er krevende og at det derfor er nødvendig med mye oppmerksomhet rettet mot hvordan endringsprosessen gjennomføres. Diskusjonen i denne rapporten viser at man har lykkes meget god med BIM-kioskene, men ikke fullt så godt med noen av tiltakene knyttet til samhandlingsfasen. En del av suksessen med BIM-kioskene kan trolig tilskrives at Statsbygg og Skanska har jobbet godt sammen med dette tiltaket samt har lagt mye vekt på involvere og lære opp de som skal bruke BIM-kioskene. I tillegg var BIM-kioskene et tiltak det var enkelt å fatte hensikten med, samt å få et godt grep om hva som egentlig var hovedmålet. Ulike ildsjelers entusiasme og kunnskap var trolig også en avgjørende faktor for at BIM-kioskene lykkes så godt. Når det gjelder tiltakene knyttet til samhandlingsfasen, kunnskapsoverføring og framdriftsorganisering, mente våre informanter at hensikten og behovet med tiltakene var klare nok, men utviklingsprosessen manglet klare mål og var preget av mangelfull styring.

### **Omfattende bruk av BIM har bidratt positivt i prosjektet**

I den første rapporten fra Urbygningen som omhandlet detaljprosjekteringsfasen ble det konkluderte med at bruken av BIM hadde vært nyttig for arbeidet i detaljprosjekteringsfasen (Bråthen og Moland 2015). Hvorvidt tiltakene i detaljprosjekteringsfasen har ført til et bedre til et bedre underlag for arbeidet i byggefasen (som behandles i denne rapporten) er det ikke lett å gi et enkelt og entydig svar på. Vi ikke kan tallfeste eventuelle effekter for eksempel i form av mer effektiv ressursbruk. Likevel kan vi, basert på våre kvalitative data, si at SamBIM-tiltakene har påvirket byggeprosessen positivt. I intervjuene har for eksempel både håndverkere og ledere påpekt at byggingen har gått enklere enn den ellers ville gjort som følge av bruken av BIM-kiosker. Bruken av BIM som produksjonsunderlag på byggeplassen fordrer en adekvat «BIM-modell». I den forbindelse er det viktig å minne om at de prosjekterende selv hevdet i den forrige rapporten (Bråthen og Moland 2015) at den relativt omfattende bruken av BIM i kombinasjon med andre «SamBIM-tiltak» i detaljprosjekteringsfasen hadde ført til et bedre prosjektet underlag sammenliknet med en situasjon der slike virkemidler ikke var benyttet.

### **3.2.4 Deichmanske bibliotek – gjennomføringsmodell med BIM**

Sol Skinnarland, Fafo

Denne rapporten bygger på funn fra et caseprosjekt i SamBIM. Multiconsult er industriparten i byggeprosjektet som utgjør caset er oppføringen av det nye Deichmanske hovedbiblioteket i Bjørvika i Oslo. Byggherre er Oslo kommune ved Kulturbyggene i Bjørvika (KIB). Byggeprosjektet Deichmanske hovedbibliotek i Bjørvika er et byggherrestyrt prosjekt der kontrakten med Oslo Kommune forvaltes av ÅF Advansia, som har det totale prosjektlederansvaret.

I denne rapporten beskriver og diskuterer vi funn fra et forsøk med koordinerende tiltak i detaljprosjekteringsfasen i et byggeprosjekt. I dette byggeprosjektet var ikke

trimmet byggeprosess noen uttalt ambisjon. Målsettingen i casestudiet har vært å høste erfaringer med hvordan en modell for koordinering, framdriftsstyring og kvalitetssikring (Multiconsults gjennomføringsmodell) i en avgrenset fase av prosjektering, nemlig detaljprosjekteringsfasen, kan 1) påvirke måten aktørene samarbeider på, og 2) hva et slikt samarbeid betyr for kvaliteten på delleveransen fra detaljprosjekteringsfasen.

Problemstillinger som ble reist var

1. Hvordan kan gjennomføringsmodellen bidra til å forbedre det tverrfaglige samarbeidet i detaljprosjekteringsfasen?
2. Hvordan kan gjennomføringsmodellen bidra til å legge press på beslutninger i den tverrfaglige samhandlingen i detaljprosjekteringsfasen?

### **Rammene for prosjektet**

Byggeprosjektet Deichmanske hovedbibliotek i Bjørvika er et byggherrestyrt prosjekt der kontrakten med Oslo Kommune altså forvaltes av ÅF Advansia, som har det totale prosjektlederansvaret. Arkitekt er Lund Hagem arkitekter AS og Atelier Oslo AS. Et joint venture bestående av Multiconsult, Hjellnes Consult og Brekke og Strand har hatt ansvar for de tradisjonelle rådgivende ingeniørfagene, med COWI AS, Rambøll AS og Asplan Viak/Kan Energi AS som siderådgivere kontrahert direkte av oppdragsgiver.

Selv om ÅF Advansia hadde totalansvar for planlegging og oppføringen av hovedbiblioteket har Multiconsult hatt prosjekteringsansvaret for de tradisjonelle rådgivende ingeniørfagene. Multiconsult og ÅF Advansia etablerte en enighet om å benytte Multiconsults gjennomføringsmodell for detaljprosjekteringsfasen. Multiconsult var dermed i førersetet som hovedrådgiver, og det var derfor naturlig å ta utgangspunkt i Multiconsults rolle og oppgaver i detaljprosjekteringsfasen i dette caseprosjektet. Selv om Multiconsult i realiteten tok på seg jobben med å etablere prosjekteringsplanen og koordinere alle fagene blant de prosjekterende, satt de riktignok ikke med den formelle rollen som prosjekteringsleder og da heller ikke i posisjon til å stille krav til de andre fagene.

### **Utprøving av koordinering med milepæler og fargekoder**

Multiconsult ønsket å benytte Deichmanprosjektet til å høste erfaringer med sin gjennomføringsmodell. Data er innhentet i et begrenset tidsrom (2013) i detaljprosjekteringsfasen. Bruk av Multiconsults gjennomføringsmodell i dette prosjektet har i stor grad dreid seg om å prøve ut et system med bruk av milepæler i framdriften og statussetting av objekter fram mot milepæler. En milepæl er en gitt dato der prosjekteringsgrunnlaget opp til et gitt modningsnivå skal fryses, eller låses som framtidig grunnlag. Sagt på en annen måte er en milepæl et sjekkpunkt på tidsaksen der man måler en leveranse eller en tilstand opp mot et forhåndsdefinert innhold.

Intensjonen med bruk av milepæler, eller frysdatoer, var på den ene siden å få til en samordnet og koordinert framdrift i prosjekteringen, og på den andre siden å etablere kvalitetsnivåer som felles grunnlag for å detaljere prosjekteringen videre.

Forsøket med milepælsplanen beskrives av informantene som et godt tiltak, og at uten et slikt ville rammene for beslutninger om frys vært vagere og skapt større grad av

kaos og merarbeid. Intensjonen oppleves å være god for alle parter, fordi det tvinger fram framdrift.

I forlengelsen av tiltaket med milepæler ble et annet tiltak prøvd ut. Det var et forsøk på statussetting med fargekoding som angir en status av hvor ferdig et element eller et objekt på en tegning eller i en elektronisk BIM-modell skal være. Statussetting med fargekoder innebærer at objekter i BIM-modellen blir gitt en farge (rød, gul og grønn) ut i fra hvilken kvalitetsstatus (S1, S2 osv.) objektet har. Eller det kan være en kombinasjon av forskjellige statuser på alle objektene i prosjekteringen. Hensikten med statussetting med fargekoder er at status på objekter kan kommuniseres tydeligere i BIM-modellen.

#### **Erfaringer med milepæler og frysdatoer**

Informantene forteller at bruk av milepæler i teorien er et fornuftig grep, men peker på flere ting som har gjort at det i praksis kun delvis har fungert i dette prosjektet. Barrierer ble avdekket som årsaker til at bruken av milepæler, eller frysdatoer, ikke ga full effekt.

- Sene avklaringer
- Manglende respekt av frysdato
- Praksis med «delvis frys»
- Rekkefølgeproblematikk i detaljprosjekteringen
- Urealistiske forventninger til frys
- Manglende definisjon av status

#### **Erfaringer med statussetting og fargekoder**

Fargesetting av status på objekter bidro i følge informantene til å skape et effektivt tverrfaglig arbeid som ga trygghet for at fagene får nødvendige tilbakemeldinger. Et fags farge på et objekt forteller et annet fag hvilken status objektet har, altså om objektet fortsatt er under utvikling eller om det er fastsatt, fryst. Det gir også trygghet for at alle fag er samkjørte.

Likevel peker informantene på at det også i forhold til statussetting med fargekoder ble avdekket en del barrierer for å oppnå full effekt av tiltaket.

- Vanskelig å oppnå en god systematikk
- Prosessen med statussetting kom sent i gang
- Ikke alle fagene gjennomførte tiltaket
- Endringer i prosjektledelsen og prioriteringer
- Parallell og iterative/ikke-lineære prosesser
- Endringer underveis

#### **Oppstart og forankring av samhandling**

I detaljprosjekteringsfasen ble det arrangert en kick-off med ÅF Advansia hvor Multi-consults gjennomføringsmodell ble lansert for prosjekteringsgruppen med milepæler og statussetting. I tillegg utførte gruppen tverrfaglig planlegging av steg i detaljprosjekteringen. ÅF Advansia, arkitekten og en intern rådgivergruppe deltok på denne kick-offen. På tross av at Multiconsult selv la stor vekt på gjennomføringsmodellen og innholdet i forankringsfasen og oppstarten av prosjektet på Deichmanske, savnet andre en nærmere

innføring i hva gjennomføringsmodellen gikk ut på, og hva det ville innebære for deltakerne i prosjekteringsgruppen å følge den, samt å avklare forventninger til bruken av modellen. Fra Multiconsults side var det en bevisst strategi å fokusere lite på å trekke alle inn i den «akademiske» gjennomføringsmodellen, men heller guide gruppen i riktig retning i rammeverket og fokusere mer på den faktiske planen som de fleste opplever som nyttig for et prosjekt. Her ser vi altså en mismatch mellom Multiconsults intensjon om å av-akademisere og samarbeidspartneres behov for innføring.

Selv om det fra Multiconsults side ble lagt vekt på en solid oppstart i detaljprosjekteringsgruppen avdekket intervjuene en rekke premisser og forutsetninger som ga det tverrfaglig samarbeidet utfordringer. Det handlet om forhold som i stor grad påvirker prosjektgjennomføringen uavhengig av ambisjoner mht. BIM som;

- Kontinuitet i bemanning i prosjekteringsgruppen
- Samlokalisering av de prosjekterende
- Ulik fokus på bruk av BIM verktøy

Det var en rekke endringer i prosjekteringsgruppen blant de fleste av fagene som gjorde det vanskelig å sette seg inn i hva som lå til grunn for tidligere beslutninger. I Deichman-prosjektet satt de tekniske fagene samlokalisert noen dager per uke i Multiconsults lokaler. Informantene trakk fram positive effekter som nærhet til de andre tekniske fagene, en beskyttelse mot å bli overbelastet av andre oppgaver inne på egne hovedkontor, og muligheten til å arbeide målrettet mot ett prosjekt. Likevel savnet de en bedre koordinering fra Multiconsults side. Samlokalisering er med andre ord ikke en sikkerhet i seg selv for bedre koordinering og kommunikasjon, men samlokalisering muliggjør det. Prosjekteringsgruppen arbeidet tradisjonelt i Deichman-prosjektet. Det vil si at det i byggeprosjektet ikke ble innført nye samarbeidsmodeller med utgangspunkt i BIM-teknologi. BIM ble benyttet i prosjekteringsgruppen på Deichman, men uten at uttesting av samhandling med BIM var noe mål i seg selv. Informantene hadde dessuten ulik grad av erfaring med bruk og vektlegging av BIM-modellering fra tidligere prosjekter.

### **Funn i et utviklingsperspektiv**

Sett i lys av en prosessanalyse, kan vi peke på flere forhold som i dette caset bidro til at tiltaket ikke ga full effekt. Dataene tyder på en noe svak forankring i oppstarten. Grunnlaget for samarbeidet og oppfølgingen av planen som var bygget på gjennomføringsmodellen på tvers av alle fag kunne vært bedre. Dermed var også forventningene til hvordan fagene skulle forholde seg til hverandre og prosessen utydelig.

Deltakerne, selv om de var positivt innstilt til å arbeide med utgangspunkt i gjennomføringsmodellen, hadde begrenset eierskap til endringsprosessen. Dessuten gjorde prosjektleder det vanskelig for Multiconsult ved å gi dem rollen og ansvaret med å koordinere innsatsen fra prosjekteringsgruppen, samtidig som det ikke fulgte noe myndighet med rollen. Multiconsult kunne dermed ikke kreve at de andre samarbeidspartnerne forholdt seg til gjennomføringsmodellen slik Multiconsult ønsket, men kunne kun gi anbefalinger og råd.



Samarbeidet og involveringen bar preg av at flere prosesser kom sent i gang, så som fargekoding av objekter som tverrfaglig kommunikasjon om kvalitetsnivåer i modellen. Det utviklet seg dessuten en praksis hvor deltakerne ignorerte beslutninger om frysda-toer og milepæler, eller at de opererte med halvfryste, eller halvtinte, løsninger. Det gjorde at deltakerne i prosjekteringsgruppen opplevde ikke å ha tillit til tidligere beslutninger. Den uheldige praksisen kan skyldes flere forhold, som diskontinuitet i prosjekteringsgruppen, en svak forankring av gjennomføringsmodellen, og at Multiconsult fikk den koordinerende rollen uten å få myndighet til å utøve press på fagene til å levere i henhold til milepæler.

### **Oppsummering**

Deltakerne i prosjekteringsgruppen var altså udelt positive til at ideen med milepælsplan og en form for visuell koding av objekter med utgangspunkt i kvalitetsnivåer er et fornuftig grep, som de gjerne ser at Multiconsult videreutvikler. Ingen påpekte at ideen var dårlig. Så potensialet for gjennomføringsmodellen er større enn hva erfaringene fra dette caset tilsier. Vi har pekt på en rekke forklaringer til hva som bør forbedres dersom prosjekteringsgruppen i kommende prosjekter skal oppnå større effekt med tiltakene. Et hovedtrekk ved forbedringspunktene er at de handler om å håndtere en endrings- og implementeringsprosess heller enn raffinering av selve innholdet i tiltakene. En av hovedforklaringene handler om å forankre gode roller- og ansvarsforhold fra begynnelsen.

Selv om erfaringene i rapporten beskrives som ikke totalt vellykkede har Multiconsult i et forretningsmessig perspektiv lykkes godt med gjennomføringen ved at alle leveranser har vært rettidige til kunde.

### **3.2.5 Eikefjord barne- og ungdomsskule – Sampro-modellen**

Cecilie Flyen, SINTEF Byggforsk

I denne rapporten beskriver vi erfaringer fra et rivnings- og nybyggingsprosjekt av Eikefjord barne- og ungdomsskule i Flora kommune, Sogn og Fjordane. Prosjektet ble utlyst som en design-build-konkurranse, og gjennomføringsmodellen er en totalentreprise basert på samspillskontrakt. SamBIM-partneren Skanska er totalentreprenør i prosjektet.

Det er også tatt med en forenklet prosjektbeskrivelse om caseprosjektet Veitvet skole, som en opptakt til diskusjonen av funnene i Eikefjord-prosjektet. Veitvet skole var Skanskas første case i SamBIM. Begge skoleprosjektene er nå ferdigstilt og tatt i bruk. Casestudiet av Veitvet-prosjektet ble, av ulike årsaker, avsluttet i en tidlig fase av SamBIM. Caset er ikke blitt publisert i en egen delrapport. De mest relevante funnene er etter avtale med SamBIM-partnerne tatt inn som et eget kapittel (3.2.5) i denne rapporten, fordi erfaringene som ble gjort i Veitvet-prosjektet er kommet til nytte ved tilrettelegging og utvikling av samhandlingsmetodikken som ble prøvd ut i Eikefjord-caset. Ettersom Eikefjord-prosjektet kom sent med som case i SamBIM, er det kun tidligfase prosjektering som er dekket i denne studien.

### **Veitvet skole som case i SamBIM**

Prosjektet ble valgt som case i SamBIM fordi Skanska og LINK arkitektur skulle prøve ut nye måter å samarbeide og samhandle på, der Skanska skulle være initiativtaker og garantist for opplegget. Prosjekteringen var allerede godt i gang da prosjektet ble et case-studium i SamBIM. SamBIM-ambisjonene var i liten grad kjent for byggherren og prosjektorganisasjonen før prosjekteringen startet. På grunn av utfordringer knyttet til OPS-modellen og kontraktuelle strukturer mellom de deltakende aktørene, fordi samhandlingsmodellen ikke var tilstrekkelig utviklet og/eller forankret i entreprenørens administrasjon, og fordi alle kontrakter og avtaler var ferdig utformet da prosjektet ble plukket ut som case-prosjekt i SamBIM, var det vanskelig å innarbeide og oppnå et grunnleggende samhandlingsfokus i Veitvet-prosjektet. Prosjektet ble ferdigstilt og overlevert i juni 2015.

SamBIMs prosjektgruppe og styringsgruppe er enige om at det ligger mye læring i Veitvet-caset. Det stoffet om Veitvet som har vært tilgjengelig, har derfor etter beste mulighet blitt anvendt som grunnlag for å si noe om caset, i et forsøk på å trekke med seg de mest relevante betraktningene.

### **Eikefjord-prosjektet som pilot**

Skanska utviklet en egen, internutviklet prosessmodell for samhandling før oppstarten av arbeidet med konkurransen om å prosjektere og bygge Eikefjord skole. Prosjektet ble valgt som pilotprosjekt for å prøve ut den nyutviklede samhandlingsmodellen. Samhandlingsmodellen var basert på prinsipper knyttet til trimmet bygging (Skanskas variant av lean construction) og erfaringer fra tidligere byggeprosesser, med samhandling og bruk av BIM som hovedfokus. Det ble utviklet en modell for prosessen. Det var et uttrykt ønske å ta tak i tidligfasen og betrakte hele byggeprosessen som en helhet. Skanska ønsket å teste ut samhandlingsmodellen i et pilotprosjekt, og design-build-konkurransen om Eikefjord barne- og ungdomsskule ble sett som en god arena for uttesting av modellen og som forskningscase i SamBIM. Byggeprosjektet ble ferdigstilt og overlevert i april 2016.

Samhandlingsmodellen kort beskrevet:

- Totalentreprenør Skanska er prosesseier.
- Utformet for bruk i design-build-prosjekter.
- Fokus på utstrakt samhandling gjennom hele prosjekteringsprosessen, fra tidligfase konkurranseutkast.
- Bruk av prosjekthotell.
- Workshop-basert samhandling gjennom hele prosjekteringsprosessen, basert på ICE og VDC.
- Ingen føring av referater, men utstrakt bruk av dialogmatriser og bakoverplanlegging på store tavler.
- Dokumentering av utvikling av matrisene gjennom fotografering av tavlene og lagring i prosjekthotell.
- Partnere hentes inn etter tidligere erfaringer og intervjuer. Holdninger, innstilling til samhandling med mer blir sett som viktig.

- Utstrakt forarbeid gjennomføres av Skanska for å kartlegge kundebehov og gjennomgå krav i utlysning.
- Første workshop avholdt med alle aktører til stede. Utforming av første utkast.
- Alle aktører bidrar i beslutningsprosessen. Beslutninger er endelige, og skal følges.
- Big room utformet og utviklet ved regionskontor, alle senere samlinger/workshoper gjennomføres der.
- Egen BIM-koordinator og egen prosessveileder følger/bistår i prosessen.

Det lokale regionkontoret administrerte prosjektet og prosjekteringsteamet, som i all hovedsak var satt sammen av lokale konsulenter og underentreprenører. Arkitekten kom fra Oslo, og BIM-koordinatoren kom fra regionkontoret i Bergen. Ettersom dette skulle være et pilotprosjekt for å prøve ut samhandlingsmodellen Sampro, var Skanskas prosessfasilitator med fra hovedkontoret i Oslo, og bidro med prosessveiledning. Bakgrunnen for utviklingen av prosessmodellen er sammensatt, og det var flere forskjellige hendelser, ønsker og erfaringer som sammen førte til utviklingen av modellen og gjennomføringen av Eikefjord som pilotprosjekt. Dels var erfaringene fra Veitvet-caset en driver for å få til et nytt case i SamBIM, der Skanska fikk muligheten til å gå lenger enn å sette ambisjoner for samhandling.

#### **Metodisk tilnærming**

Datainnhenting i de to caseprosjektene har vært basert på kvalitative informantintervjuer, observasjon og møtedeltakelse, samt dokumentanalyse for å hente inn empiriske data om prosjektene. Veitvet ble avsluttet som case i SamBIM allerede i 2013/2014. Hovedårsaken til dette er at prosjektet viste seg å ikke være så godt egnet som prøvingsarena for SamBIM som forventet. Det er derfor ikke gjennomført en like omfattende datainnsamling som i de andre casestudiene, og det er ikke publisert en egen delrapport fra arbeidet. Grunnet stor personutskifting i SINTEFs forskergruppe, har det vært utfordringer ved at selve datainnsamlingen i Veitvet-caset er utført av andre personer enn forfatteren av denne rapporten.

Følgende problemstillinger er søkt belyst i denne rapporten:

- Hva var bakgrunnen for utviklingen av samhandlingsmodellen som skulle utprøves i Eikefjord-prosjektet?
- Hvilke endringer førte den nye samhandlingsmodellen til for fokusområdene: prosessgjennomføring, bruk av BIM og resultater?
- Hva innebar de nye arbeidsprinsippene for aktørene i byggeprosessen, og for hvordan de samhandlet?
- Hvilke endringer vil resultatene medføre/medførte resultatene på sikt?

#### **Bakgrunnen for utviklingen av samhandlingsmodellen – forarbeid og forankring hos Skanska**

Etter at man konkluderte med at ambisjonene om samhandling i Veitvet-prosjektet var for dårlig forankret både hos byggherre og aktører, har Skanska igangsatt et omfattende arbeid for å utvikle og implementere en modell for samhandling med bruk av BIM i prosjekter der Skanska er involvert fra prosjekteringen starter.

I Veitvet-caset ble det ikke implementert noen tiltak for å prøve ut samhandlingsformer, men de erfaringene/konklusjonene og erkjennelsene Veitvet-caset førte med seg, bidro til å igangsette utviklingen av Eikefjord-modellen, eller Sampro, og uttesting av denne gjennom Eikefjord-caset. Det er tydeliggjort i Eikefjord-caset, og demonstrert tydelig i forskjellen mellom Veitvet- og Eikefjord-casene, at det er helt nødvendig å fokusere på samhandling på flere nivåer for å oppnå en helhetlig og vellykket samhandlingsprosess i et byggeprosjekt; både holdninger og forankring hos ledelse og aktørene, og hos alle som jobber i prosjektet.

Den store forskjellen mellom de to prosjektene var at mens det i Veitvet-prosjektet var høye ambisjoner, men ingen spesifikk strategi for hvordan samhandling og BIM skulle innarbeides og prege prosessen, var det en helt annen forankring for å lykkes i Eikefjord-prosjektet. I Eikefjord-caset hadde man høye ambisjoner, og lyktes med strategiutvikling, forankring, implementering og gjennomføring i praksis. Samhandlingsfokuset ble framhevet og innarbeidet allerede ved sammensetting av prosjekteringsgruppen da arbeidet med konkurranseutkastet startet.

#### **Hva førte den nye samhandlingsmodellen til?**

Med unntak av arkitekten, hadde ingen av aktørene erfaringer fra så tidlig involvering i prosjekteringsfasen fra tidligere. I Eikefjord-prosjektet ble alle fag og aktører involvert fra man begynte å skissere på konkurranseutkastet, før man visste om det ble noe av prosjektet eller ikke. Alle informantene mente at samhandlingsworkshopen som innledet samarbeidet var viktig, og at den måten å innlede prosjekteringsprosessen på var positiv. Den forankret prosessen og ga eierskap til prosjektet fra begynnelsen av hos alle aktørene. Utover i prosessen var ikke alle informantene like positive til samhandlingsfokuset. Noen av informantene mente det ble mye venting når det ble kjørt kollisjonskontroller i BIM-modellen, som kunne ha vært anvendt på enfaglig og tverrfaglig arbeid heller enn på hele gruppen samlet. Årsaken til mange av de hyppige kollisjonsmeldingene i modellen var forårsaket av detaljeringsgrad som var prematur, der både konkret løsning og plassering var vanskelig å forutse på et så tidlig tidspunkt. To av innspillene som var nevnt av flest i intervjuene som viktig å forbedre i samhandlingsmodellen, var riktig detaljeringsnivå til riktig tid, og at det var behov for mindre samspill jo lenger ut i prosessen man kom.

Mesteparten av samhandlingen foregikk i et big room som var innredet ved Skanskas regionkontor i Florø, etter ICE-prinsipper. Integrated concurrent engineering (ICE) er samlokalisert, samtidig prosjektering, der en sentral målsetting er å redusere varigheten av prosjekteringsprosessen. Ved å samle sentrale aktører i såkalte ICE-sesjoner i et big room hvor alle kan jobbe samtidig ved hjelp av datamaskiner, felles databaser og stor-skjermer, er målet at man skal samarbeide bedre og oppnå bedre forståelse for hverandres arbeid, og dessuten å redusere tiden det tar å fatte beslutninger. Alle de intervjuete aktørene, internt i Skanska og eksternt innleide, uttrykte at rammene rundt samhandlingsworkshopene fungerte godt.

Kombinasjonen av godt forarbeid om hva prosjektet handlet om og hva byggherren trengte, god forankring av samhandlingsmodellen hos Skanska og hos partnerne i prosjektet, og en vellykket organisering, tilrettelegging og gjennomføring av den første

workshopen, førte til at teamet vant design-build-konkurransen om Eikefjord barne- og ungdomsskule. Samhandlingsfokuset og bruk av BIM som samhandlingsverktøy, big room, dialogmatriser og bakoverplanlegging var alle tiltak som samme ga en god prosessgjennomføring. Flere av aktørene har hatt en bratt læringskurve for å tilegne seg nye prinsipper for samhandling, og den nye prosessmodellen som Skanska har utviklet, har ledet til en byggeprosess som på mange måter har vært annerledes enn det aktørene har vært vant til. Man har tatt tak i erfaringer og problemstillinger som tidligere har vært betegnet som vanskelige eller lite heldige, og prøvd å gjøre noe med dette. På mange måter har denne omstillingen og omstruktureringen av byggeprosessen vært heldig og vellykket. Innvendingene der man har erfart noe negativt, kan oppsummeres til: Endret tidsbruk og derav økt ressursbruk og mindre inntjening (spesielt for de mindre bedriftene), opplevelse av for mye fokusering på samhandling der tiden kunne ha vært anvendt bedre, for stort detaljfokus i BIM-modellen på et for tidlig stadium, og avslutningsvis manglende evaluering av prosessmodellen og virkning av prosess med hensyn til prosjektresultat. Sett fra et overordnet ståsted, er dette stort sett problemstillinger som handler om erfaringslæring, omlegging av rekkefølgen i arbeidsprosessene der man skifter mellom en-, tverr- og flerfaglig samarbeid, arbeid i workshoper og «hjemme» hos seg selv, men som det kan gjøres noe med. I all hovedsak har prosessomlegging blitt oppfattet som positiv, der alle aktørene har lært mye om hverandres problemstillinger og utfordringer, og denne formen for samhandling blir av alle de involverte aktørene som har vært intervjuet i prosjektet sett på som framtidens måte å samarbeide på.

Vi har i denne rapporten ikke svart på om hvorvidt omlegging og anvendelse av den nye prosessmodellen Sampro faktisk førte til bedre kvalitet, færre feil og en bedre byggeprosess, eller om alle ambisjonene i SamBIM er oppfylt. Caset har gitt mange svar, og mange spørsmål, men det viktigste er at utviklingen, implementeringen og den tidlige anvendelsen av samhandlingsmodellen er dokumentert og beskrevet, og at man har registrert positive og negative sider ved modellen i praksis. En naturlig avslutning av Eikefjord-caset vil være å gjennomføre en evaluering av prosessen og prosjektresultatet med alle involverte parter til stede.

### **Rapportens konklusjoner**

I Veitvet-caset ble det ikke implementert noen tiltak for å prøve ut samhandlingsformer, men de erfaringene/konklusjonene og erkjennelsene Veitvet-caset førte med seg, bidro til å igangsette utviklingen av Eikefjord-modellen/Sampro, og uttesting av denne gjennom Eikefjord-caset. Det er tydeliggjort i Eikefjord-caset, og demonstrert tydelig i forskjellen mellom Veitvet- og Eikefjord-casene, at det er helt nødvendig å fokusere på samhandling på flere nivåer for å oppnå en helhetlig og vellykket samhandlingsprosess i et byggeprosjekt; holdninger, og forankring, både i ledelse og hos alle aktørene som jobber i prosjektet. Selv om konklusjonene etter Veitvet-caset i SamBIM ble sett på som kritikk hos ledelsen i Skanska, har de ført til refleksjoner som har bidratt til en utvikling av samhandlingsmodellen som lå til grunn i Eikefjord-prosjektet. Med bakgrunn i hvor godt denne prosessmodellen er blitt oppfattet både innad i Skanska og blant deltakende partnere, og det faktum at man nå har flere pågående prosjekter som benytter seg av samme samhandlingsmodell, tyder dette på at prosjekter som SamBIM er nødvendig

drivere for utvikling og innovasjon i byggenæringen. Videre indikerer det at Skanska har gjort noen gode valg ved å satse på prosessutvikling, slik Eikefjord-prosjektet demonstrerer. Det er imidlertid åpenbart at det er viktig å gjennomføre løpende evaluering av både prosjektene og samhandlingsmodellen, for å optimalisere modellen og verifisere hvorvidt resultatene blir bedre enn ved bruk av mer konvensjonelle metoder. Enkelte innspill fra deltakende aktører viser at det er nødvendig å optimalisere modellen ytterligere. Etersom Eikefjord-modellen er utviklet for bruk i design-build-konkurranser der entreprenøren er med fra tidligfase projektering, er det også naturlig å spørre seg om det vil være mulig å utvikle modellen for bruk innenfor samhandling også med andre prosjektutviklingsmodeller og innenfor andre gjennomføringsformer.

## 4 Rapporter fra innovasjonsgrupper og ph.d.-arbeid

### 4.1 Innledning

Ketil Bråthen, Fafo

I dette kapitlet beskrives arbeidet fra de tre faglige temagruppene som har vært en sentral del av SamBIM-prosjektet. I tillegg presenteres hovedinnhold i ph.d.-kandidatens arbeid samt engelske abstracts til deres delleveranser.

Relativt tidlig i prosjektet (våren 2014) ble endringsagentene og forskergruppen enige med styringsgruppen om å konsentrere deler av prosjektaktiviteten til tre temaer som ble oppfattet som viktige i prosjektet. Disse tre temaene var:

- Gjennomføringsmodeller
- Barrierer og drivere for samhandling
- Lean construction

Det ble satt ned tre arbeidsgrupper bestående av endringsagenter og forskere som sammen fikk ansvar for hvert sitt tema. Arbeidsgruppene har hatt relativt ulik arbeidsform og ulikt sluttprodukt. I gruppene som omhandler gjennomføringsmodeller og barrierer og drivere for samhandling, har det vært arrangert flere diskusjonsmøter, og det foreligger et ganske omfattende skriftlig materiale som det vil gjøres rede for i dette kapitlet. Gruppen som har arbeidet med barrierer og drivere for samhandling, har utarbeidet et notat (samt en kortversjon av dette) som blant annet bygger på forskningen i SamBIM, og som diskuterer ulike barrierer og drivere for samhandling i en «praktisk» innpakning. Produktet er med andre ord i stor grad rettet mot bransjen selv. Gruppen som har tatt for seg gjennomføringsmodeller, har i tillegg til det skriftlige produktet også gjort et viktig arbeid med å kommunisere sine funn inn i et pågående nasjonalt initiativ for å standardisere byggeprosessens steg. Gruppen som har tatt for seg lean construction, har foruten å holde flere interne diskusjonsmøter også arrangert et felles halvdags diskusjonsseminar. I tillegg er det også utarbeidet et paper som skal publiseres i et vitenskapelig tidsskrift. Dette paperet setter lean construction inn i en større kontekst og diskuterer begrepet i lys av den norske samarbeidstradisjonen.

## 4.2 Innovasjonstiltak gjennomføringsmodell

Cecilie Flyen, SINTEF Byggforsk  
Bjørn Erik Lie, LINK arkitektur

### Hvordan vi har jobbet med innovasjonstiltaket «gjennomføringsmodell» og refleksjoner underveis

Arbeidet med gjennomføringsmodellen/prosessmodellen startet med et utgangspunkt i et ønske om en felles og omforent gjennomføringsmodell på tvers av næringene, der en ideell prosess, understøttet av BIM, ble synliggjort. Alle parter i SamBIM sitter med mange erfaringer og synspunkter på hvordan en ideell prosess bør se ut. Forskningspartnerne har bidratt med verdifull erfaring fra andre forskningsprosjekter og benchmarking mot utlandet. Bedriftspartnerne har med sine ledende posisjoner i næringen, og utvikling av egne modeller, bidratt med erfaring fra mange norske byggeprosjekter.

Bedriftspartnerne har alle stilt med åpne kort og vært svært åpne for andre synspunkter enn sine egne, for at sluttproduktet fra SamBIM skal bli så bra som mulig. Dette har gitt en konstruktiv dialog og god innsikt i hvordan de enkelte partnerne arbeider med sine gjennomføringsmodeller.

Som en start på arbeidet ble det arrangert flere workshoper, der målet var å dokumentere hvordan bedriftene i SamBIM gjennomfører prosjekter i dag, og gjøre forbedringer der det var behov, for så å komme fram til en ideell prosess som skulle implementeres i casene i SamBIM. Følgende hovedgrep ble gjort:

- De individuelle prosjektgjennomføringsmodellene ble dokumentert
- En felles prosessmodell ble utviklet, delt inn i faser, og eierskap til disse ble definert
- «Stage gates» ble definert og beskrevet
- Hovedroller i prosessen ble definert
- I hvilken grad BIM er implementert ble dokumentert ut fra dagens situasjon.

Resultatene ble dokumentert i en grafisk framstilling som lettest kan beskrives som en ren prosessmodell med utvidet informasjon. For å kvalitetssikre resultatene var det ønskelig å intervju alle bedriftspartnerne nøkkelpersoner, med søkelys på fasene der den enkelte var dominant. I praksis viste det seg dessverre vanskelig å få konkrete tilbakemeldinger på dokumentasjonen.

Det var overraskende tungt å sette partene inn i logikken i modellen, og det kom ingen konkrete innspill til forbedring da vi kontaktet partnerne i SamBIM da modellen skulle kvalitetssikres. I etterpåklokskapens tegn er dette noe vi ikke så som sannsynlig da vi startet arbeidet. En mulig årsak er at bedriftspartnerne i tankesett opererer på forskjellige nivåer i modellhierarkiet. Dermed blir det vanskelig å sette seg inn i nivåene og se utfordringene, for eksempel lenger ned i modellen. Et eksempel er byggherrens posisjon, som er høyere opp i hierarkiet enn for eksempel entreprenøren. Det er ikke noe galt eller riktig ved dette, men en begrenset forståelse for hverandres «nivåer», hverdagsbilde og ansvarsområder vil være en barriere for ideell samhandling.

Med hensyn til realistisk sluttresultat for tiltaket «gjennomføringsmodellen» vurderes følgende:



- Temaet «gjennomføringsmodeller» har siden oppstarten av SamBIM blitt et populært tema å forske på, og mange andre forbedringsinitiativ i næringen ser også på dette. SamBIM har til en viss grad bidratt til å sette dette temaet på dagsordenen.
- Hvis man ser for seg en hierarkisk struktur på forbedringstiltak i næringen, så er det naturlig at SamBIM som et av flere forskningsprosjekt bidrar med sine resultater oppover i hierarkiet, for eksempel til Bygg 21.
- Det er ikke realistisk å se for seg at sluttresultatet blir et konkret verktøy/modell som skal innføres i næringen. Til det er ikke produktet ferdig nok. Det som er utviklet er dekkende for begrepet gjennomføringsmodell/prosessmodell på et strategisk og delvis taktisk nivå, etter dagens prinsipper.
- Strategiene og tankegangen bak utviklingen er det aller viktigste.
- Prosessen som er kjørt, og prosessmodellen som er utviklet, har en struktur som kan ses på som innovativ. Det er etablert en hierarkisk prosessmodell for byggeprosjekter som er entrepriseruavhengig. Det er benyttet et stage gate-prinsipp som ikke har vært særlig brukt tidligere:
  - Det er etablert et prinsipp for å definere dominerende aktør/eier av en fase i modellen. Dette er ikke synliggjort godt i andre modeller i næringen. Dette er en viktig definisjon, som sier noe om mulighetsrommet for å påvirke i en fase – hvem som bestemmer når.
  - Det er etablert en logikk for å synliggjøre graden av mulig BIM-bruk.
  - Det er etablert en logikk rundt et input/output-prinsipp for alle faser.
  - Hovedformål med de forskjellige fasene er definert.
  - Det er definert et sett med roller for hovedprosessene.

Et hovedmål for resultatet av tiltaket må være å bidra inn i initiativ høyere opp i hierarkiet. Gjennomføringsmodellen/prosessmodellen er basert på et stagegate-prinsipp med bruk av input, hovedaktiviteter og output. Dette danner grunnlaget for beskrivelse av alle faser, steg og tilhørende flytskjemaer innenfor hvert steg. Input definerer startproduktet som må være på plass for å sette i gang de viktigste aktivitetene. Tilsvarende definerer output sluttproduktet som må være på plass for å fullføre de viktigste aktivitetene. Milepæler er definert ved slutten av hvert trinn og beskriver en ønsket tilstand som må være oppfylt. Bruk av BIM er avgjørende for å få en god informasjonsflyt i praksis, og reflekteres i flytskjemaet som er utviklet for hvert steg. Gjennomføringsmodellen/prosessmodellen er ikke testet eller implementert i sin helhet i byggeprosjekter. Den har blitt presentert i ulike fora og introdusert for et utvalg av akademikere og aktører i byggenæringen innenfor fagområdet ved konferanser og tilsvarende i Norge, med positive tilbakemeldinger og interesse.

#### **Bakgrunn**

Dagens byggenæring er preget av en situasjon der den enkelte aktør har sin egen «gjennomføringsmodell» som dokumenterer ideell intern arbeidsflyt for å gjennomføre bedriftens prosjekter på best mulig måte. Disse interne modellene er spisset mot den enkelte aktørs behov, enten det er kommersielle, kvalitets-, effektivitets-, eller kontrollbehov. Ut fra et slikt perspektiv vil disse modellene alltid være tilpasset for å ivareta den enkelte aktørs behov i en prosjektgjennomføring. I SamBIM har vi jobbet

med hvordan vi på grunnlag av de etablerte, individuelle prosjektgjennomføringsmodellene kan utvikle en felles, omforent modell som kan ivareta de viktigste behovene til hver enkelt aktør og samtidig samhandlingen mellom de deltakende aktørene.

Ofte brukes begrepet gjennomføringsstrategi eller -modell synonymt med entrepriseform. Slik er ikke begrepet brukt i SamBIM. Vi har operert med en bredere definisjon på strategisk nivå som åpner for noe mer enn en diskusjon av entrepriseformer. Roald (1994) har utviklet en modell for organisering av bygge- og anleggsprosjekter. I denne modellen inngår begrepene organisering, vederlag og prosjekt. Roald argumenterer for at de tre faktorene må ses i sammenheng fordi de har direkte påvirkning på hverandre. Videre hevder han at karakteristika ved prosjektet, samt prosjektets egenart, bør være bestemmende for valg av modell for organisering og for fastsettelse av vederlagsform mellom kontraktspartene. Som et eksempel bygger Meland (2000) på arbeidet til Roald (1994) og legger til grunn at trekk ved prosjektet påvirker valget av gjennomføringsmodell for et bestemt prosjekt, og at organisering og vederlag er sentrale elementer i selve gjennomføringsmodellen.

I dette innovasjonstiltaket har vi støttet oss på Melands definisjon: «Gjennomføringsmodell for et byggeprosjekt defineres gjennom kontraktene mellom partene og i forarbeidene med disse. Ved å kombinere ulike entrepriseformer og kontraktsformer, kontraheringsstrategier, vederlagsformer og organiseringsmodeller framkommer et sett mulige gjennomføringsmodeller som kan legges til grunn for enkeltprosjekter» (Meland 2000). Med bakgrunn i dette har vi valgt å definere en gjennomføringsmodell på strategisk nivå, som ikke tar for seg, eller er styrt av spesifikke entrepriseformer. Ettersom den modellen som er utviklet ikke tar inn over seg kontraktsforhold og/eller entrepriseform, er den strengt tatt ikke en gjennomføringsmodell. Vi har valgt å kalle modellen gjennomføringsmodell/prosessmodell.

Den overordnede gjennomføringsmodellen/prosessmodellen som er utviklet i SamBIM, er tenkt å dekke behovet for en omforent modell felles for partnerne i et byggeprosjekt. Den er klar for testing og implementering, og er basert på en differensiert utviklingsmetode og den kvalitative casestudien som er grunnlaget for hele SamBIM-prosjektet. Tanken var å etablere en forståelse av dagens krav til en slik modell, og så utvikle en felles modell som ivaretar både individuelle behov og et helhetsperspektiv. Modellen ble utviklet på grunnlag av en innledende workshop, som ble etterfulgt av en verifisering ved hjelp av nøkkelpersoner hos SamBIM-partnerne. En felles gjennomføringsmodell der den enkeltes behov er ivaretatt godt nok, vil være en stor pådriver for en mer effektiv prosjektgjennomføring der alle parter jobber mot omforente mål. I tillegg vil innarbeiding av BIM-aspekter som går på tvers av aktører og styringsnivåer i et prosjekt, mest sannsynlig dekke manglene ved dagens prosjektgjennomføringsmodeller. Få forskningsresultater vurderer aktørenes spesifikke utfordringer knyttet til samhandling i BIM-prosjekter, og av deres bruk av individuelle prosjektgjennomføringsmodeller.

#### **Den enkelte aktørs mål med byggeprosessen**

I mange av dagens byggeprosjekter legges det til grunn at alle parter har omforente mål med prosessen, og at det derfor vil være enkelt å oppnå en ideell samhandling. Erfaringer fra SamBIM viser at dette ofte ikke er tilfelle. Den enkelte aktør har i praksis avviken- de mål med prosessen. Dette setter stort preg på hvordan vi samarbeider, deler informa-

sjon osv. At aktørene i virkeligheten har avvikende mål er noe som ikke synliggjøres ofte nok og en sannhet som blir skjøvet litt «under teppet» når man diskuterer samhandling. Setter man dette sammen med hvordan vi organiserer kontrakter (hvem er kunde til hvem) og valg av entreprisemodell, så vil vi med stor sannsynlighet få en sub-optimalisert gjennomføring av et byggeprosjekt.

#### **Hvilke muligheter er det egentlig for å utvikle og bruke en felles gjennomføringsmodell?**

Hvis vi legger til grunn at alle har sine egne mål de ønsker å oppnå i løpet av byggeprosessen og disse avviker fra aktør til aktør, vil det være vanskelig å oppnå en felles modell der alle får oppfylt sine mål godt nok i alle faser. En måte å løse en slik utfordring på, er å se for seg at hver fase «eies» av en aktør, og at denne aktøren er dominant i den aktuelle fasen og på den måten er den som driver prosessen. En slik bevissthet vil hjelpe til med å skape en større forståelse for roller og de enkelte aktørenes mål med prosessen.

#### **Sammenlikning med andre initiativ**

Det mest relevante initiativet å sammenlikne gjennomføringsmodellen/prosessmodellen i SamBIM med, er «Neste Steg», fordi begge har opprinnelse fra norske aktører og fokuserer på den norske byggenæringen. Neste Steg er en foreslått ny fasenorm for en stegvis inndeling av byggeprosessen, som ble lansert gjennom initiativet Bygg21. De åtte stegene i Neste Steg er på et detaljnivå mellom fasene og stegene i gjennomføringsmodellen/prosessmodellen i SamBIM. Den viktigste forskjellen er at begrepet skisseprosjekt ikke er brukt, og er i stedet inkludert i andre steg i Neste Steg, program- og konseptutvikling. Konsekvensen er at program- og konseptutvikling både er en del av fasene programmering og prosjektering i gjennomføringsmodellen i SamBIM. Stegene i Neste Steg er basert på RIBA Plan of Work (PoW). Utstrekning og omfang av de fire hovedfasene i gjennomføringsmodellen korresponderer med de fire hovedfasene i ISO 29481-1. Det korresponderer også med de viktigste fasene i ISO 22263, med unntak av første og siste fase, som i ISO 22263 begge er delt i to. Stegene i gjennomføringsmodellen i SamBIM samsvarer også med stegene i ISO 29481-1, med to unntak. BuildingSMART Norge har utviklet en guide (BSN Guide) for bruk av åpen BIM i byggeprosjekter i Norge. Fasene i Guide BSN er basert på steg i ISO 29481-1.

Dette viser at initiativene i sammenlikningen har ulik grad av likhet med gjennomføringsmodellen/prosessmodellen i SamBIM. Hvis vi sammenlikner fasene, har ISO 29481-1 størst grad av likhet, etterfulgt av ISO 22263. Hvis vi sammenlikner stegene, har ISO 29481-1 størst grad av likhet, etterfulgt av BSN Guide, RIBA PoW og Neste Steg.

#### **Drøfting og konklusjoner**

Når man sammenlikner med andre gjennomføringsmodeller, synes gjennomføringsmodellen/prosessmodellen i SamBIM mer kompleks, men den bør ikke være for komplisert å forstå for fagfolk som er vant til å lese prosessdiagrammer og erfarne i å bruke prosjektgjennomføringsmodeller.

Har man som utgangspunkt at alle parter hadde samme mål i en byggeprosess, ville det være lett å oppnå og opprettholde et ideelt samarbeid gjennom ethvert byggeprosjekt. Funn i SamBIM viser at dette ofte ikke er tilfelle. Divergerende mål er ofte under-

kommunisert når man diskuterer hvordan man kan forbedre samhandlingen. Hvis det blir tatt i betraktning, kan det bidra til å oppnå en mer fullstendig forståelse av de ulike rollene, ved å inkludere ulike delmål i en gjennomføringsmodell. Sammenholdt med kontraheringspraksis (hvem er hvem sin kunde) og entreprisformer, kan det være et stort potensial for optimalisering innenfor gjennomføring av et byggeprosjekt. En måte å løse utfordringen med at aktørene har individuelle mål, er ved at hver fase «eies» av en aktør. Da er denne aktøren dominerende i den gjeldende fasen og har dermed størst innflytelse (situasjonsbestemt). Ettersom det er viktig å sikre klare overganger i grensesnittene mellom aktører i tilstøtende faser, vil en slik bevissthet bidra til å skape en mer grundig forståelse av ulike roller og hverandres mål. En felles gjennomføringsmodell som gir en omforent strategi for samarbeidet, vil også bidra til å skape eierskap til prosjektet for alle involverte parter. Dermed blir behovet for å forankre et prosjekt både på ledelsesnivå og på «bunnlinjen» oppfylt når en slik gjennomføringsmodell anvendes.

Når det gjelder forskjeller fra andre bransjetiltak, kan det ses som en utfordring at gjennomføringsmodellen i SamBIM er divergerende fra Neste Steg på flere måter. Selv om det er mer naturlig å sammenlikne SamBIM gjennomføringsmodell med Neste Steg, er SamBIM gjennomføringsmodell mer i tråd med ISO-standarder og BSN Guide, og selv RIBA PoW. Neste Steg er mye nærmere den britiske RIBA PoW, og er dermed mindre synkronisert med resten av den norske byggenæringen. Det er svært positivt at Neste Steg introduserer nye ideer for næringen. Likevel er det viktig å huske på at blant annet entreprise- og kontraheringspraksis ikke er lik i Norge og Storbritannia.

Muligheten til å basere modellutviklingen på de individuelle næringspartnersnes gjennomføringsmodeller, har hatt stor betydning. Dette har gitt et godt grunnlag for en forståelse av dagens gjennomføringsmodeller, blant annet en erkjennelse om at en felles omforent modell vil måtte ivareta helheten heller enn de individuelle forholdene hos enkeltaktører. Dermed oppnår man en mer gjensidig, helhetlig og omforent modell. En justering av modellen i tråd med oppsummerte funn fra SamBIM bør gjennomføres. I tillegg vil det være viktig å gjøre en justering eller samkjøring av modellen med andre pågående initiativ. Endelig bør modellen testes ut av SamBIM-partnere før den er klar til å bli introdusert for byggenæringen og akademia.

Det er åpenbart mange felles interesser mellom de ulike initiativene til gjennomføringsmodeller og fassenormer i næringen i dag, og det bør være mulig å enes om en felles bransjenorm for prosjektgjennomføring, på et overordnet nivå. På grunn av forskjellene mellom prosjekter og prosjektpartnerne vil det være behov for tilpasninger. Å ha en felles bransjenorm gir åpenbare fordeler i samarbeid og prosjektgjennomføring. Hvis alle aktører som er involvert i et byggeprosjekt forholder seg til de samme definisjonene av faser og steg, kan dette redusere ventetid, feilretting, sløsing og misforståelser. Videre kan det øke produktiviteten, sikre at leveransene kommer i tide samt bidra til mer effektiv kommunikasjon og bedre samhandling mellom aktørene.

Gjennomføringsmodellen/prosessmodellen utviklet i SamBIM, der bruk av BIM er en viktig bærebjelke, tar tak i en rekke viktige prinsipper som det vil være viktig å forfølge videre. Utviklingen har vært et inspirerende og fruktbart samarbeid mellom profesjonelle aktører og forskere i prosjektet, og selv om den ikke er testet ut i sin helhet, tror vi at dette har bidratt til å øke robustheten av gjennomføringsmodellen. Samarbeidet viser

at det faktisk er mulig å oppnå en felles gjennomføringsmodell som favner ulike organisasjoner i byggeprosessen. Hvis gjennomføringsmodellen utviklet i SamBIM kan ses på linje med de andre initiativene i byggenæringen, og dermed kan bidra til utviklingen av en felles bransjenorm for prosjektgjennomføring, vil et viktig mål i SamBIM-prosjektet bli oppfylt.

### **Problemstillinger stilt til alle innovasjonstiltakene**

#### **Hva var målet med tiltaket?**

Utgangspunktet for innovasjonstiltaket var et ønske om å vurdere dagens gjennomføringsmodeller og hvordan disse blir implementert i utvalgte bedrifter (bedriftspartene i SamBIM). Hypotesen bak initiativet/tiltaket var at en felles gjennomføringsmodell for næringen som tar utgangspunkt i dagens krav til samhandling og effektivitet, vil kunne bedre næringen.

For å kunne bekrefte denne hypotesen har det vært interessant å se på:

- I hvilken grad vil dagens former for samhandling kunne påvirke dagens gjennomføringsmodeller?
- Hvor langt kan man gå i å skape en felles gjennomføringsmodell basert på de eksisterende modellene internt i hver bedrift?
- Dagens gjennomføringsmodeller baserer seg på de klassiske rollene i en prosjektgjennomføring. Vil en felles gjennomføringsmodell kreve nye roller og ansvar?
- I hvilken grad er OpenBIM faktisk innført i dagens gjennomføringsmodeller? Og hvor bør og kan det innføres i en felles gjennomføringsmodell?
- Hva skal til for å kunne implementere en felles gjennomføringsmodell for alle fag i organisasjonene?

Det finnes i dag mange forskjellige gjennomføringsmodeller i byggenæringen. Bransjeforeninger anbefaler noen, de enkelte organisasjoner har utarbeidet sine. De forskjellige modellene har forskjellige fokusområder koblet opp mot den enkelte organisasjons mål med prosjektgjennomføringen, samtidig har alle et felles mål om mest mulig effektiv prosjektgjennomføring.

Erfaringene med casene i SamBIM viser at de forskjellige organisasjonene har sin gjennomføringmodell som er tilpasset den enkeltes mål med prosjekteringen, og at det ikke finnes en felles modell som alle er enige om. Det er generelt vanskelig å gjennomføre og teste nye former og rammer for samhandling direkte i casene uten at dette er forankret på strategisk nivå i bedriftene. Arbeidet som er startet i SamBim rundt felles gjennomføringmodell for næringen, vil være av stor verdi for en mer effektiv byggebransje. Man har klart å skape en åpenhet og vilje til å fokusere på forbedring, istedenfor en situasjon der hver enkelt part prøver å framheve sin modell som den beste.

#### **Hva er gjort?**

Gjennom en aksjonsforskningsbasert casestudie samhandler forskere og næringspartnere i pågående byggeprosjekter. Vi har benyttet en differensiert metodisk tilnærming for å utvikle en felles prosjektgjennomføringsmodell i prosjektet. Metoden er todelt, med en

workshopdel og en verifiseringsdel ved gjennomgang av modellen med nøkkelpersoner. Flere innledende workshoper ble gjennomført, der de ulike partnerne beskrev sine individuelle prosjektgjennomføringsmodeller. Dette dannet grunnlaget for et omforent, samordnet forslag som skulle harmonisere og forbedre disse. En arbeidsgruppe gjennomførte en dybdestudie av resultatene, som resulterte i en felles prosjektgjennomføringsmodell. Til slutt ble en verifikasjon av modellen utført, gjennom intervjuer og samtaler med nøkkelpersoner fra et utvalg av partnere og gjennom diskusjoner i prosjektarbeidsgruppen.

#### **Hva har gruppa kommet fram til?**

Kort oppsummert er resultatet en omforent, gjensidig gjennomføringsmodell klar for implementering og testing. Modellen er kontraktsuavhengig og ligger på både strategisk og operasjonelt nivå. Faser, steg og milepæler er beskrevet, og modellen omfatter byggeprosessen fra konsept-/tidligfase til drift. Konseptet er basert på et stage gate-prinsipp, og en logikk med input og output fra alle faser, med hovedaktiviteter der ansvarlige og medvirkende aktører er synliggjort. Potensiell nytteverdi av BIM er visualisert på aktivitetsnivået i hvert trinn. Strukturen er definert på nivåer som er felles for næringen. Ytterligere spesifikasjoner vil være unike for hver enkelt bedrift/aktør, og er dermed ikke utført i dette prosjektet.

#### **Hvor har resultater blitt formidlet, hvor har vi deltatt med dette? Eventuelt til hvem skal dette spilles inn?**

Etter at SamBIM ble startet, har initiativene i næringen rundt bedre byggeprosess og gjennomføringsmodeller eskalert. Samtidig har det begynt å bli tydelig at man har gått fra en struktur der enkeltaktører eller forskningsprosjekter har drevet utviklingen, til en struktur der det er en hierarkisk tilnærming til initiativene i næringen, med Bygg21 og Prosjekt Norge som noen av de største driverne. Innovasjonstiltaket har hele tiden etterstrebet å være relevant for utviklingen til næringen og å finne sin «posisjon» blant alle forbedringstiltak. Noe av det viktigste har vært å påvirke de ledende initiativene som Bygg21 eier, for eksempel via innspill til ny fasenorm. Kommunikasjonen med Bygg21/Neste Steg har vært tett og god. I tillegg har det vært gjort et stykke jobb for å informere andre forskningsprosjekter om arbeidet som gjøres i SamBIM. For eksempel er arbeidet presentert for FoU-prosjektet OSCAR hos Multiconsult.

For at man skal klare å implementere en felles gjennomføringsmodell i næringen, kreves det stor innsats fra bedriftspartene og et samarbeid med de riktige bransjeorganisasjonene som kan påvirke en standardisering. Man vil ikke oppnå ønsket innovasjon kun ved å påvirke partnerne i de utvalgte casene i SamBIM.

For å bidra til at resultatet fra SamBIM ikke kun blir kommunisert til den norske byggenæringen, har vi lagt ned betydelig arbeid i å produsere papere til forskjellige relevante konferanser i utlandet. Det å presentere arbeidet i andre land er verdifullt og vil forsterke/utvide nedslagsfeltet til ph.d.-arbeidet som gjøres i SamBIM. Paperet Collaboration and BIM supportive project execution model for the construction industry (Mejlænder-Larsen, Flyen & Lie 2016) ble presentert på konferansen «The 41st IAHS World Congress on Housing – Sustainability and Innovation for the Future» i Portugal 15.9.16.

### ***English abstract***

Currently, the construction industry is characterized by a situation where each actor utilizes their own project execution model, documenting an ideal internal workflow for project execution. These models usually ensure the needs of each individual actor in a construction project. Building Information Modelling (BIM) supportive aspects and collaboration related aspects are however often insufficiently covered. A common project execution model attending to both the principal needs of each individual actor and collaboration between actors, would be a major driving force for a more efficient project execution. In addition, incorporation of cross-level/-actor BIM aspects would most likely cover the shortcomings of present project execution models. Few research results are pointing to the specific challenges of the actors when collaborating in BIM projects, and of their use of individual project execution models. How could a mutual and agreed project execution model, supporting present standards, increasing complexity, demands for collaboration, and the use of BIM, meet present and future needs?

We have employed a differentiated methodology, with a workshop development approach and a key personnel verification approach to develop an agreed, common project execution model for implementation and testing through a qualitative case study in the Norwegian research project “Collaboration in the building process - with BIM as a catalyst” (SamBIM), funded by the Research Council of Norway. The project partners are four industry-leading construction companies, and three major research institutions. The execution model is contractually independent, at a strategic and tactical building process level, from concept to operation. Potential benefits of BIM are visualized. Our qualitative case study findings support initial project hypotheses, and provide a good basis for improvement of current project execution models towards improved BIM based collaboration with a common project execution model.

### **Hvem var målgruppen og hvordan anvende resultatet?**

Målgruppen for innovasjonstiltaket er hovedsakelig den norske byggenæringen. I tillegg vil det være interessant å informere/påvirke tilsvarende næringer i andre land via FoU-miljøer, konferanser osv.

Det er opp til byggenæringen å gjennomføre samhandlingsstøttende tiltak og videreutvikle de enkelte nivåene i gjennomføringsmodellen. Funnene i den kvalitative casestudien støtter imidlertid de innledende hypotesene i SamBIM-prosjektet, og gir et godt grunnlag for en forbedring av dagens gjennomføringsmodeller for forbedret, BIM-basert samhandling.

## 4.3 Drivere og barrierer for samprosjektering ved hjelp av BIM

Hilde Warp, Multiconsult

### Innledning

Dette notatet er utarbeidet som en del av innovasjonsprosjektet SamBIM, som er delfinansiert av Norges forskningsråd gjennom programmet «Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA)». Prosjektet har som mål å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM for å øke verdiskaping i byggeprosjekter, byggebransjen og i de deltakende industripartene (Skanska, Statsbygg, LINK arkitektur og Multiconsult). I tillegg til industripartnerne består forskningspartnerne av Fafo, NTNU og SINTEF Byggforsk. Notatet er ført i pennen av Multiconsult, men med sterkt bidrag fra de øvrige partnerne og forskerne.

Notatet er ment å gi konkrete beskrivelser av drivere og barrierer for samprosjektering ved hjelp av BIM som både industripartnerne i SamBIM-prosjektet og øvrige aktører i bransjen kan anvende ved planlegging og/eller gjennomføring av denne typen prosjekt. Vi har slik sett plukket relevante funn fra gjennomførte casestudier og forsøkt å vise hvordan man kan nyttiggjøre seg disse i praksis.

Forsknings- og innovasjonsprosjektet SamBIM har som mål å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM for å øke verdiskaping i byggeprosjekter, byggebransjen og egne bedrifter. Som del av dette ble det valgt ut tre hovedtema man ønsket å gå mer i dybden på for å gjøre resultatene fra forskningsprosjektet mer anvendbart og praktisk rettet for enklere implementering blant industripartnerne og bransjen generelt. Drivere og barrierer for samprosjektering ved hjelp av BIM er ett av disse tre temaene. I tillegg har man valgt ut temaene *gjennomføringsmodell* og *lean*. Det ble satt sammen temagrupper som var ansvarlig for utarbeidelsen og kvalitetssikringen av resultatene.

### Samprosjektering ved hjelp av BIM

BIM står for bygningsinformasjonsmodell når man snakker om produktet, og bygningsinformasjonsmodellering når man snakker om prosessen. Med samprosjektering ved hjelp av BIM mener vi at prosjekteringsgruppen bruker BIM i omfattende grad, der utvikling og endringer av geometriske objekter skal skje koordinert i modellen og alle involverte kan hente ut nødvendig informasjon fra modellen, og at prosjektgruppen sitter fysisk samlokalisert. Gjennom helhetlig, tverrfaglig prosjektering finner byggherre, prosjekteringsgruppe og gjerne også underentreprenør de beste løsningene for å svare på byggherres og brukers mål og behov i prosjektet som skal gjennomføres. Samprosjektering oppnås i ulik grad ved hjelp av ulike verktøy og metoder, som bruk av Virtual Design and Construction metodikk og prosjektering i samme modell, eller ved å sette sammen ulike fagmodeller ved bruk av åpen BIM/IFC. Virtuell og fysisk samlokalisering er også et slikt verktøy. Metodikken og verktøyene er derimot ikke nok til å lykkes – den største suksessfaktoren ligger i menneskelige egenskaper og den kulturen man lykkes eller ikke lykkes med å skape i prosjektorganisasjonen. Utfordringen ligger i å endre



tankesettet og kulturen for å gå fra sekvensiell prosjektering, der 3D-modellen i hovedsak brukes til kollisjonskontroll, til reell samprosjektering, der man benytter prosjekteringsgruppens samlede kompetanse til å finne de beste tverrfaglige løsningene og modellerer sammen i sanntid. I beskrivelsene under kommer vi inn på disse momentene.

#### **Overordnede suksessfaktorer**

For å vite om man lykkes med noe, er det viktig å vite hva man faktisk skal lykkes med. Det å sette tydelige, felles, forankrede mål for hva man skal oppnå med samprosjektering, samlokalisering og BIM bør følgelig gjøres i oppstartsfasen.

Samprosjektering ved hjelp av BIM kan være motivert av ulike mål. For eksempel viser våre funn at samprosjektering kan bidra til å redusere byggetid og byggefeil, noe som gir gevinst for byggherre og bruker. For å oppnå gevinsten kan dette bety at man går noe lengre i detaljering av løsning i tidlige faser. Da må framdrift og tidsbruk i prosjekteringsfasen planlegges deretter. Internt i prosjektet må man først definere rammebetingelsene for samprosjekteringen ved hjelp av BIM. Man må for eksempel definere at dette er et prosjekt med reell BIM-prosjektering, ikke 3D-modellering.

For å lykkes med å skape en kultur med kunnskapsdeling, raske beslutninger og samprosjektering gjennom både formelle og uformelle møteplasser, er det viktig at prosjektledelsen går foran med et godt eksempel. «Regler» for hvordan man skal oppføre seg i kontorlandskap, for eksempel om det er ok å ta korte diskusjoner over bordet, er også viktig for å legge til rette for kunnskapsdelingen og beslutningstakingen. Kulturen, arbeidsmetodikken og «reglene» for hvordan man arbeider sammen må være både forankret og implementert gjennomgående blant alle prosjektdeltakerne. Som en av informantene sa det: «Det er viktig at det etableres en organisasjon, en prosjekteringsmetodikk, en fremdriftsplan og et budsjett som er tilpasset oppdraget. Dersom en av disse faktorene ikke er på plass, vil du alltid slite.»

Prinsipper hentet fra Virtual Design and Construction-metodikken (VDC) benyttes gjerne i større eller mindre grad ved samprosjektering. Av disse framheves som oftest big room og ICE (integrated concurrent engineering).

Big room er kort fortalt et møterom som er tilrettelagt for samtidig prosjektering. Det skal være stort nok til at alle nødvendige fag og beslutningsdeltakere kan delta. Teknisk utstyr, prosjektor og eventuelt smartboard, må være på plass for at man skal kunne både vise og prosjektere direkte i BIM-modellen. Videre skal det gjerne ha veggplass der arbeidsverktøy og oversikter, som visuell planlegging, kan henges opp. Videre bør det i tilknytning til et big room være tilgang på kontorplasser og mindre møterom der man kan ta særmøter, for eksempel innen et fag, på tvers av fag og/eller mellom ulike aktører, for eksempel mellom prosjekterende og en leverandør.

På et ICE-arbeidsmøte benyttes det et big room. Deltakerne er typisk arkitekter, ingeniører, prosjektledere fra ulike fag og prosjekteiere. Man diskuterer på kryss og tvers. For å lykkes med samprosjekteringen er det essensielt at alle møter godt forberedt. Deltakerne må ha tilstrekkelig BIM-kompetanse. Videre viser våre funn at deltakerne må ha beslutningsmyndighet på vegne av sitt fag og også være beslutningsvillige. Om ikke, får man ikke tatt nødvendige beslutninger direkte i møtet, og det blir ingen reell samprosjektering. Av praktiske hensyn er det viktig for metodikken at prosjektrummet er kom-

fortabelt, med god luft og gode arbeidsforhold, da dagene kan bli lange og diskusjonene mange.

#### **Rammebetingelser, organisasjon og hardware, software og fysiske forutsetninger**

I dette notatet belyses drivere og barrierer for å lykkes med samprosjektering ved hjelp av BIM. Vi har tatt utgangspunkt i funn fra gjennomførte case beskrevet i caserapporter og papere for å identifisere drivere og barrierer for vellykket samprosjektering ved hjelp av BIM, og følgelig drivere og barrierer for å øke verdiskapingen i byggeprosjekter, byggebransjen og deltakerne i forskningsprosjektets egne bedrifter. Funnene beskrevet i caserapporter og papere er videre til dels utdypet gjennom kvalitative undersøkelser i egne virksomheter og gjennomføring av workshop i temagruppen for drivere og barrierer for samprosjektering ved hjelp av BIM. Funnene er videre systematisert og gruppert under følgende tre overskrifter:

- **Rammebetingelser**
  - Inkluderer utforming av konkurransegrunnlag og -betingelser, hvordan prosjektet er organisert, hvordan man legger opp til samprosjektering mellom prosjektgruppen, byggherre og entreprenør, med mer
- **Organisasjon**
  - Beslutningsprosess og framdrift i prosjekteringsarbeidet
  - Inkluderer rolle- og ansvarsbeskrivelser i gjennomføringen av prosjektet, kompetansekrav til deltakerne, med mer
- **Hardware/ software og andre fysiske forutsetninger**
  - Inkluderer krav til hardware/software og andre fysiske forutsetninger for å tilrettelegge for samprosjektering ved hjelp av BIM

#### **Anvendelse av samprosjektering og gevinstpotensial**

Per i dag ser man en stadig økende grad av samprosjektering med bruk av BIM, men det er store variasjoner i hva de ulike aktørene legger i begrepene og hvor omfattende samprosjekteringen er i praksis. Vi ser heller ingen felles tilnærming til samprosjektering i bransjen, selv om metoder og begreper fra VDC- og lean-metodikk ofte benyttes når man snakker om samprosjektering.

Både teori og praksis, fra for eksempel USA, der man har brukt metoden over lengre tid, viser potensielt store besparelser i form av økt kvalitet på leveransene, færre feil (både i prosjektering og bygging) og kortere tidsbruk (både i prosjektering og bygging) gitt mer effektive prosjekterings- og beslutningsprosesser. Samtidig understrekes det at for å nå disse gevinstpotensialene, må man rigge prosjektet annerledes enn tradisjonelle, sekvensielle prosjekteringsprosjekter. Kravet til prosesskompetanse og beslutningskompetanse øker. Det samme gjør kravet til kompetanse i bruk av BIM og hvilke muligheter og begrensninger bruk av BIM fører med seg.

#### **Metode**

Barrierer ved samprosjektering ble identifisert basert på observasjoner i case, workshop og arbeidsmøter. I tillegg har vi hentet inn kvalitative data fra informanter fra egne virksomheter som har jobbet i prosjekter der man har anvendt samprosjektering ved hjelp

av BIM for å utdype funn gjort gjennom de øvrige datainnsamlingsmetodene. De kvalitative dataene er hentet inn både gjennom intervjuer og via skriftlig tilbakemelding på spørsmål sendt og besvart via e-post.

En utfordring metodisk sett er at vi ikke har hatt caseprosjekter som har kommet langt nok til å kunne dokumentere effekten av implementering av funnene gjennom observasjon. Vi har heller ikke kunnet måle effekten ved å korrigere og iverksette tiltak i henhold til funnene. Slik sett har vi ikke hatt prosjekter som har pågått lenge nok til å gjennomføre en full forbedringssirkel for å måle effekten av iverksatte tiltak med bakgrunn i funnene.

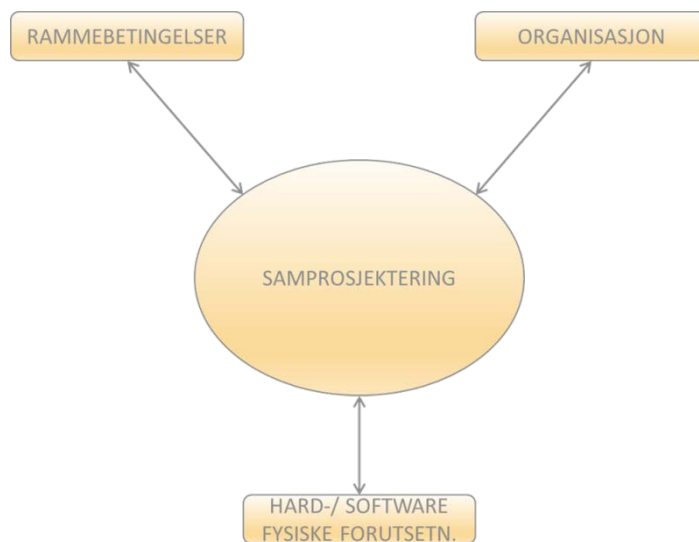
Som vi beskriver under viser funn at menneskelige egenskaper, det å ha ildsjeler og det å ha framoverlente medarbeidere som ønsker å arbeide på en ny måte, er viktige suksessfaktorer. Kulturbygging, der kunnskapsdeling er et av de viktigste elementene, er også en viktig suksessfaktor. Det å måle denne typen faktorer objektivt, er utfordrende. Det å måle på tvers av prosjekter, der man har nye sammensetninger av både byggherre, prosjekterende og entreprenører, der de ulike aktørene i tillegg sannsynligvis stiller med ulike sammensetninger av personer i sine prosjektteam, øker utfordringen med å måle på tvers av prosjekter ytterligere. I videre arbeid med å evaluere effekten av implementerte tiltak, enten initiert internt hos de ulike partnerne eller som del av et nytt forskningsprosjekt, bør disse måleutfordringene utdypes og undersøkes ytterligere.

#### **Drivere og barrierer for samprosjektering ved hjelp av BIM**

Nye arbeidsformer, med hensikt å effektivisere byggeprosessen, utfordrer byggebransjens tradisjonelle organisering av samhandling i prosjekteringsprosessen. Metoder som eksempelvis VDC og lean fordrer ikke bare økt grad av samhandling, men også samprosjektering, se definisjon av samprosjektering og utdyping av VDC-metodikk og big room-møter først i delkapitlet.

Erfaringene fra SamBIMs casearbeid tilsier at det finnes flere drivere, men også barrierer, for vellykket samprosjektering. Vi har sammenstilt disse under tre kategorier:

Figur 4.1 Sammenstillingen av drivere og barrierer for vellykket samprosjektering.



### **Rammebetingelser**

For å lykkes med samprosjektering er det viktig at man er tydelig på dette i rammebetingelsene for prosjektet. Byggherre er premissleverandøren som definerer rammene for prosessen, setter funksjonskrav og eventuelt andre krav til bygningen. Det er også byggherre som står for de formelle beslutningene i prosessen. Det er med andre ord byggherre som i første omgang bør planlegge og legge til rette for samprosjektering ved hjelp av BIM gjennom forberedelse og gjennomføring av kontrahering av arkitekter, prosjekterende og entreprenør.

I det følgende beskrives momenter som bør tas høyde for i forberedelsen av et prosjekt, i kontrakt/ytelsesbeskrivelser/tilbud og øvrige krav til de ulike prosjektaktørene – fra byggherre, via prosjekteringsgruppen, entreprenør, eventuelt underentreprenør/leverandør og brukerrepresentanter.

### ***Kontraktsforutsetninger***

Det er konkurransegrunnlaget, der for eksempel Statsbyggs ytelsesbeskrivelse inngår som del av konkurransegrunnlaget, som kommuniserer med markedet, og det er her man forteller markedet hva byggherren faktisk ønsker. Om byggherren ikke klarer å formulere målsettingen med planlagt arbeidsform/metodikk, vil arkitekt, prosjekterende og entreprenør prise oppdraget etter sin forståelse og bemanne prosjektet med den kompetansen de forstår er nødvendig for å løse oppdraget. For å lykkes med samprosjektering ved hjelp av BIM, er det med andre ord essensielt at byggherre evner å beskrive dette i konkurransegrunnlaget.

For det første er våre funn tydelige på at man må spisse beskrivelsene til hvert enkelt prosjekt. Det er ikke tilstrekkelig å basere seg på generelle BIM-manualer og ytelsesbeskrivelser. I sistnevnte tilfelle vil de ulike aktørene da prise oppdraget som et tradisjonelt prosjekt. Videre er det viktig at det er samsvar mellom de ulike ytelsesbeskrivelsene i et gitt prosjekt. Om ikke, gir dette grunnlag for diskusjoner om honorarer og eventuelle endringer. Generelt sett vil ikke forventede ytelser og/eller effekter som ikke er beskrevet, bli priset eller bemannet for. Det samme gjelder hvordan endringer skal håndteres og prises i prosjektet.

Både oppdragstakers ytelser og byggherrens mål og premisser for prosjekteringsprosessen må beskrives for å sikre at arkitekter, rådgivere og entreprenør organiserer sitt arbeid i tråd med prosjektets mål og ambisjoner.

Funn i de gjennomførte casene viser at byggherres kompetanse er avgjørende for hvorvidt man evner å beskrive hvordan man ønsker å gjennomføre samprosjektering ved hjelp av BIM. Som nevnt legger byggherren premissene og rammebetingelsene som understøtter samprosjekteringen. Beskrivelsen gjøres i konkurransegrunnlaget og BIM-manualen for hvert enkelt prosjekt.

Våre funn viser at byggherres kompetanse er varierende med tanke på denne typen beskrivelser. Tradisjonelt er det mange som oppfatter BIM-modellering som kollisjonskontroll. Om det er dette byggherre bestiller, blir resultatet som en av våre informanter forklarte: «Dette prosjektet er ikke BIM-prosjektert, da byggherren ikke ville betale for

det. Vi har kun 3D-prosjektert, hvor hver enkelt disiplin har utvekslet modellfiler i henhold til etablert rutiner for prosjektet.»<sup>23</sup>

Videre viser funn at byggherre kan ha urealistiske forventninger til hvilke muligheter en BIM-modell gir. Det er stor forskjell mellom kompliserte BIM-modeller med mange informasjonslag og enkle 3D-modeller som i hovedsak benyttes til kollisjonskontroll. Byggherres kompetanse om endringshåndtering og når modellen bør berikes med informasjon for de kompliserte modellene, er følgelig viktig for effektiviteten i prosjektet og for å sikre at man ikke gjør store endringer etter at modellen er beriket med mye informasjon. Som en informant sa det: «Det er ikke bare å ta en komplisert modell og strekke den litt i hvert hjørne om man ønsker å forstørre bygget. I dette tilfellet består hver vegg av 16 lag som må oppdateres og tilpasses!»<sup>24</sup> Urealistiske forventninger til tidsbruk for endringer i en informasjonsrik BIM-modell versus en enklere 3D-modell, kan være en kime til konflikt dersom byggherre ikke har denne forståelsen og kompetansen.

I det følgende spesifiserer vi tema som bør belyses og vurderes spesielt i utarbeidelsen av ytelsesbeskrivelsene for prosjektet.

#### Kompetansekrav

BIM-kompetanse er en forutsetning for å lykkes med samprosjektering ved hjelp av BIM. Det er ikke tilstrekkelig kun å ha den tekniske kompetansen. I tillegg til å ha kompetanse om hvordan bruke BIM, bør man også ha kompetanse om hva BIM kan brukes til og ikke minst prosesskompetanse – hvordan tilpasses verktøyet til arbeidsroller, rutiner, samarbeidsrutiner, osv.? Om man ikke har sistnevnte, vil prosjektet som regel ende opp som et tradisjonelt prosjekt der man bruker 3D-modellen til kollisjonstester.

Krav til kompetanse og målsettinger for prosess og framdrift må beskrives i konkurransegrunnlaget. Både krav til BIM-kompetanse og BIM-leveranser/-forventninger må være tydelige. Disse bør eventuelt rulleres og justeres i oppstart av prosjektet for å sikre felles forståelse.

Ved samprosjektering er det videre behov for flere rådgivere med BIM-kompetanse. I tradisjonelle prosjekter er det færre som bruker BIM-modellen. Disse har da hatt høy BIM-kompetanse og har typisk tatt ansvaret for å modellere for andre rådgivere med mindre BIM-erfaring. Ved samprosjektering arbeider man aktivt i modellen i både møter og i faglige diskusjoner i det daglige arbeidet. Man jobber slik sett raskere og parallelt og har ikke tid til å vente på eksperter som modellerer på vegne av andre. Man bør følgelig ha minimum én modellansvarlig for hvert av de store fagene ARK, RIB, RIV og RIE med god BIM-kompetanse. Det er i tillegg vesentlig at faglige ledere på disiplinnivå har tilstrekkelig kompetanse til aktivt å høste informasjon fra modell for å fatte gode beslutninger i tverrfaglige diskusjoner. BIM-kompetanse er derfor nødvendig på alle nivåer i prosjekteringsorganisasjonen. Behovet for denne kompetansen og det økte kapasitetsbehovet må følgelig framkomme i konkurransegrunnlaget/ytelsesbeskrivelsen for at

---

<sup>23</sup> Uttale fra prosjektdeltaker for nytt Senter for Husdyrforsk ved UMB.

<sup>24</sup> Uttale fra prosjektmedarbeider ved Vestre Viken sykehus.

arkitekt og prosjekterende (og eventuelt entreprenør) både bemanner og priser prosjektet deretter.

Våre informanter har videre påpekt at det kan være en fordel at arkitekt og prosjekterende (og eventuelt entreprenør) har erfaring med samlokalisering fra øvrige prosjekt, men at dette ikke nødvendigvis er en forutsetning for å lykkes. Dersom byggherre ønsker denne erfaringskompetansen, må også dette kravet eller ønsket presiseres i konkurransegrunnlaget.

### Grad av samlokalisering

Behovet for og nytten av samprosjektering vil variere gjennom prosjektets ulike faser. Samprosjektering er et effektivt verktøy for å løse tverrfaglige problemstillinger, spesielt geometriske utfordringer som involverer flere fag/personer. Forutsetningen er da at det foreligger et tilstrekkelig grunnlag for at de prosjekterende i fellesskap kan ta rett beslutning og vurdere konsekvensene av løsning. Det vil derfor være ulike behov for intensitet i behovet for samlokalisering gjennom prosjektet.

Byggherren vil gjennom sin målbeskrivelse av ønsket effekt kunne gi viktige føringer for at oppdragstaker kan vurdere hvilke oppgaver som best kan løses samlokalisert.

For å kunne prise og bemanne et prosjekt korrekt, må man vite hvor ofte og hvor og ikke minst når man skal sitte samlokalisert. Samlokalisering i nærheten av arkitekts/prosjekterendes (eventuelt entreprenørs) kontorsted har ikke priseffekt, da prosjektmedarbeidere ikke får endret reisetid eller arbeidssted betydelig. I motsatt tilfelle vil det være nødvendig å prise inn reisetid og reisekostnader. Videre må det avklares hvilke medarbeidere som har anledning til å sitte lokalisert annet sted, sett opp mot for eksempel familiesituasjon.

Hvor ofte man skal sitte sammen, bør vurderes ut fra prosjektets størrelse, fase og kompleksitet. Dette siden både størrelse, fase og kompleksitet har betydning for hvor stor nytte man har av samprosjektering og hvor store negative virkninger samlokaliseringen har. Funnene fra casestudiene viser blant annet følgende fordeler og ulemper ved samlokalisering:

- Fordeler
  - Stor, felles forståelse for utfordringene og løsningene som velges gjennom aktiv deltakelse i samprosjekteringsmøter
  - Felles prosjektlojalitet og kultur i prosjektorganisasjonen bidrar til bedre fokus og større lojalitet til prosjektets mål
  - Raske beslutningsveier
  - Tett tverrfaglig kontakt og muligheter for raske avklaringer og løsninger ved at man diskuterer ved pulten til naboen og kan vise både utfordringer og løsninger direkte i BIM-modellen
- Ulemper
  - Mindre fleksibilitet for de ulike firmaene med tanke på å bruke medarbeidere på flere ulike prosjekter for å fylle opp ordreboken
  - Faglig ensomhet for fagpersoner i de mindre fagene – de har ikke muligheten til å ta faglige diskusjoner og raske avklaringer med kollegaer innen samme fagfelt

Store, komplekse prosjekter med et stort antall arkitekter/rådgivere som kun jobber med det gitte prosjektet, har stor nytte av samlokalisering, samtidig som de negative sidene ved å sitte samlokalisert er relativt små. Det motsatte er tilfellet ved mindre prosjekter og/eller prosjekter med lav kompleksitet.

For å gi like konkurransevilkår med anledning til både å prise og bemanne prosjektet med utgangspunkt i grad av samlokalisering, bør dette følgelig besluttes av byggherre før utlysning, og inngå som del av ytelsesbeskrivelsen. Et konkret eksempel nevnt fra caset Risløkka illustrerer utfordringen og hvorfor det er essensielt at dette beskrives tydelig i ytelsesbeskrivelsen: «Samlokalisering var ikke beskrevet i konkurransegrunnlaget. Vi ga tilbud basert på tradisjonell prosjektering. Det kommer inn krav i prosjektet om å være samlokalisert to dager i uka. I praksis betyr dette 130% av normal tidsbruk for en av rådgiverne sett opp mot tradisjonell prosjektering.»

#### *Framdrift og beslutningsprosesser*

Samprosjektering krever en annen tidsstyring og mer dedikert møtetid enn tradisjonelle prosjekter. Som referert til i avsnittet over, må man også avsette mer tid enn normalt på tilstedeværelse i prosjektet. Framdriftsplanleggingen og anslått tidsbruk bør følgelig være skissert som del av konkurransegrunnlaget for at prosjekteringsgruppen skal kunne beregne tidsbruk, prising og sette av rett bemanning til rett tid.

Erfaring fra blant annet Deichman-caset viser at gevinstene av samprosjektering i stor grad har sammenheng med om prosjektet lykkes med å planlegge beslutningsprosessen slik at den støtter opp under behovet for avklaringer av krav fra oppdragsgiver og bruker tidnok, slik at tverrfaglige problemstillinger kan belyses i forkant av modellutvikling.

Disse problemstillingene utdypes nærmere i avsnitt 3.2.3, og vi henviser til dette avsnittet for beskrivelse av hvorfor og hvordan man bør endre tidsstyringen ved samprosjektering. I dette avsnittet vil vi understreke betydningen av at byggherren er klar over dette skiftet i framdriftsplanlegging, slik at konkurransegrunnlaget er bygget opp deretter.

#### *Valg av prosjektkontor og spesifisering av krav til utstyr*

Det må på forhånd besluttes at man faktisk ønsker å benytte samprosjektering og stille krav om å sitte fysisk sammen. Før man lyser ut kontrakten, må man ta stilling til hvorvidt man skal etablere prosjektkontor på/ved byggeplass eller om man skal benytte byggherres/prosjekterendes egne lokaler. Dette legger igjen føringer for investeringskostnader i prosjektlokaler, prisstruktur for tilbyder ved eventuelle reisekostnader/reisetid, befaringsmuligheter på byggeplass og eventuelt beslagleggelse av riggplass ved byggeplass.

Erfaringer fra caseprosjekter viser at det kan være nyttig med enkel tilkomst til byggeplass. Dette gjelder kanskje særlig ved rehabiliterings- og tilbyggsprosjekter og/eller nybygg som ligger tett inntil/bygges sammen med eksisterende bygningsmasse. Caset Urbygningen viser blant annet til fordelene ved enkel tilkomst til eksisterende bygningsmasse for å kunne sjekke ut detaljer på stedet.

På den andre siden må byggherre i så tilfelle åpne for at fordelene med enkel tilkomst til byggeplass er verd de eventuelle ekstra kostnadene som følger av økt reisetid og reisekostnader for de prosjekterende og byggherres organisasjon. Om enkel, hyppig tilgang til byggeplass ikke er nødvendig, kan det være mer fornuftig å etablere prosjektkontor på eller nært ordinært arbeidssted for majoriteten av prosjektmedarbeiderne. Uansett bør det i investeringsbudsjettet for byggherre tas høyde for behov for leie/etablering av prosjektkontor i prosjektperioden.

I tillegg til selve prosjektkontoret er det nødvendig å presisere andre krav til utstyr det forventes at de ulike prosjektdeltakerne stiller med. Et konkret eksempel fra caset Risløkka viser nødvendigheten av dette:

«En aktør hadde ikke bærbar PC. De møtte i prinsippet opp på prosjektkontoret for å gå i møter, ikke for å jobbe. Egen PC og krav om å fysisk sitte og jobbe på prosjektkontoret var ikke stilt som krav i ytelsesbeskrivelsen.»

Dersom det forventes at aktørene skal stille med eget utstyr, må det med andre ord beskrives entydig og legges inn som del av rammebetingelsene for prosjektet. Andre krav til hardware og/eller software må også beskrives tilsvarende. Det må også sikres at det settes av penger til innkjøp av nødvendige lisenser og/eller programvare. Vi går nærmere inn på dette i avsnitt 6.3.

#### Mulighet for insentiver?

Fra caseprosjektet Risløkka trafikkstasjon var et av funnene at en villig prosjekteringsgruppe, som ønsket å jobbe etter prinsippene for samprosjektering, var ett av suksesskriteriene. Gitt dette funnet, ble det anbefalt å undersøke videre hvordan man eventuelt kan kontraktfeste insentiver som påvirker prosjekteringsgruppens grad av villighet og åpenhet overfor nye samarbeidsformer. I vårt arbeid har vi ikke konkludert på dette punktet. Vi kan allikevel vise til konkrete eksempler utenfor SamBIM i offentlig tilgjengelige tilbudsgrunnlag som prosjektgruppen har erfaring med.

For prosjektet nytt sykehus i Tønsberg (Tønsbergprosjektet – 7. byggetrinn) skal man samprosjekttere ved hjelp av BIM. I kontrakten er det spesifisert både positive og negative insentiver for å holde på et motivert kjerneteam gjennom hele prosjekterings- og byggeperioden. Av positive insentiver vil det utløses en bonus på et gitt beløp dersom ingen i kjerneteamet byttes ut i løpet av perioden. Av negative insentiver gis det gitte beløp i bot dersom bestemte personer i kjerneteamet byttes ut. Botens størrelse varierer med rolle, der det er høyest bot for å bytte ut prosjekteringsgruppeleder.

Det understrekes at bruken av insentiver må tenkes nøye igjennom, da tiltak, aktiviteter og/eller leveranser som belønnes eller straffes gjennom insentiver prioriteres over andre som ikke har insentiver knyttet til seg. Videre, for å være effektive må aktørene kunne påvirke utfallet av tiltaket, aktiviteten eller leveransen som utløser insentivet. Om ikke, har ikke insentivet virkning, da det blir tilfeldig om man oppnår ønsket effekt eller ikke.



### **Oppsummering rammebetingelser**

Generelt sett kan en driver være en barriere og motsatt. I det følgende har vi følgelig satt opp suksessfaktorer og -kriterier knyttet til rammebetingelser for hvordan man skal lykkes med samprosjektering ved hjelp av BIM:

- Byggherre må ta en avgjørelse om samprosjektering før prosjektet utlyses og prosjekteringsgruppe (og eventuelt entreprenør) kontraheres
- Konkurranses grunnlag og kontraktsbestemmelser må være utarbeidet spesifikt for hvert prosjekt slik at man kan bemanne og prise det deretter – følgende må spesielt beskrives entydig:
  - Krav til BIM-kompetanse og BIM-kapasitet generelt og for hvert enkelt fag
  - Grad av samlokalisering – hvor ofte og i hvilke faser?
  - Hvilke virkninger har samprosjektering for tidsstyring og framdriftsplanlegging for hhv. byggherre, prosjekteringsgruppe og entreprenør? Støtter beslutningsprosessen hos oppdragsgiver opp om samprosjektering?
  - Valg av prosjektkontor – hvor skal det ligge, og hva kreves det i så fall at den enkelte aktør stiller med av utstyr?
  - Er det mulighet for insentiver?

### **Organisering**

For å lykkes med å gjennomføre samprosjektering, er det viktig å skape forståelse for at dette er en ny måte å gjennomføre et prosjekt på. Som beskrevet i rapporten Samhandling med BIM og Lean i detaljprosjekteringsfasen på Urbygningen ved NMBU (Bråthen & Moland 2015), er det fem elementer som må være på plass for å lykkes med utviklings- og endringsprosesser:

1. Klart definert behov og hensikt
2. Klare mål
3. Forankring
4. Involvering og samarbeidsressurser
5. Oppfølging

Hvert av de fem prosesselementene er dynamiske størrelser som påvirkes av hverandre, og som vil kunne være i stadig endring for å forbedre vilkårene for innovasjonsprosjekter. Med dette som bakteppe har vi beskrevet ulike tema og elementer som bør dekket gjennom hvordan prosjektet organiseres for å lykkes med samprosjektering ved hjelp av BIM.

### **Definere mål for samprosjektet og sikre forankring, involvering og oppfølging av disse**

Som nevnt innledningsvis må man vite hva målet med prosjektet og samprosjekteringen er for at man skal kunne jobbe mot målet og vite hvorvidt man når det eller ei. Det å sette tydelige, felles, forankrede mål for hva man skal oppnå med samprosjektering, samlokalisering og BIM, bør følgelig gjøres i oppstartsfasen. Videre kan det også være selvstendige mål for hva man ønsker å oppnå ved å gjennomføre prosjektet som samprosjektering ved hjelp av BIM. I så fall må også disse målene defineres i oppstartsfasen.

Når målene er definert, må de også forankres. Forankring dreier seg om informasjon, kommunikasjon, medvirkning og innflytelse. Det er krevende og tar tid. Forankringen bør starte ved oppstart av prosjektet. Det er da viktig at alle prosjektmedarbeidere tas med i forankringen, slik at det ikke bare for eksempel er prosjektledelsen som kjenner til målet med samprojekteringen og hvordan målet skal nås.

Vi vil illustrere dette ved et eksempel fra Risløkka trafikkstasjon (Bråthen, Moland & Berg 2014). Der ble det gjennomført en oppstartsworkshop der man definerte samhandlingsstrategi for prosjektet. Det var deltakelse fra byggherren og rådgiverne. På oppstartsworkshopen ble de blant annet enige om møteplan og -struktur for gjennomføring av den nye arbeidsmetoden. Dette gjorde at målene ble støttet opp av arbeidsmetoder, verktøy og aktiviteter og økte både forankring og sjansen for vellykket implementering. Disse funnene viser at man bør definere hvem som samprojekterer og når, som et tiltak for å nå de målene man har definert for prosjektet som helhet, og for de eventuelle målene for selve samprojekteringen ved hjelp av BIM.

Det siste elementet nevnt i innledningen til dette kapitlet, er oppfølging. Funn i case-ene viser at dersom målene følges opp ovenfra, der både prosjektleder fra byggherre og projekteringsgruppeleder fra arkitekt/prosjekterende etterspør resultater, viser dette at ledelsen prioriterer måloppnåelsen, noe som igjen bidrar til motivasjon hos prosjektdeltakerne.

#### ***Definere hvordan samprojektere (prosjektgruppen, byggherre og entreprenør) – kultur og arbeidsmetodikk***

Når målene er definert, må man spesifisere videre hvordan man skal samprojektere ved hjelp av BIM. Som nevnt over er en av de viktigste forutsetningene at man virkelig projekterer ved hjelp av BIM, ikke bare tegner i 3D og gjennomfører kollisjonskontroller. Funn fra caseprosjektene viser at en viktig suksessfaktor er at prosjektdeltakerne er framoverlente og villige til å prøve noe nytt. De bør videre være villige til å dele kunnskap og kompetanse. Prosjektledelsen har et spesielt ansvar for å gå foran med et godt eksempel og selv etterleve dette. Om de ikke gjør det, uttrykte en av informantene våre det så sterkt som at: «Kutt ut kompenserende tiltak. Ikke sett inn flere personer for å kompensere for manglende kompetanse i lederteamet. Bytt heller ut lederteamet.» Et eksempel på det motsatte fra trafikkstasjonen på Risløkka viste at et par av de ansatte i Statsbygg villig delte sin kompetanse med de øvrige i prosjektet, og dette var med på «å dra prosessen framover». Dette funnet knyttes også tett til betydningen av ildsjeler. Har man ildsjeler som ønsker at samprojekteringen skal fungere, er dette med på å dra prosjektet i riktig retning og sikre at man ikke faller tilbake i tradisjonelt projekteringsmønster.

En av de viktigste hensiktene med samlokalisering er å skape direkte kontakt mellom de ulike aktørene. Dette gjelder mellom byggherre og de projekterende, eventuelt mellom de projekterende og entreprenør, og ikke minst mellom de ulike fagene. Når man sitter sammen og jobber kontinuerlig i modellen, kan man diskutere løsninger både i de formelle møteplassene, som big room-møter (se avsnitt 6.2.3), og i de uformelle møteplassene, som rundt en arbeidsplass der man enkelt kan gå inn i modellen for å vise konkrete løsninger til medarbeidere innen samme eller ulike fag. Dette åpner igjen for

muligheten til å fatte faglige beslutninger der og da, noe som er med på å effektivisere prosjekteringen.

Av innspill gitt i ulike intervjuer både separat og i caseprosjektene, kan følgende illustrere nytten av å sitte sammen:

- Samlokalisering har ført til at ulike innleide rådgivere jobbet sammen i team heller enn å være opptatt av hvilken virksomhet man kom fra => felles målforståelse og prosjekttilhørighet.
- Samlokaliseringen, med mulighet til å gå inn i BIM-modellen, letter forståelsen for prosjekteringen – alle kommer tettere på prosjekteringen og ser hvor skoen trykker og får større respekt for andre fag.
- Muligheten for raske beslutninger og korte kommunikasjonslinjer er gunstig – både opp til byggherre og internt blant prosjekterende.

En utfordring ved å ta beslutninger i fellesskap «over bordet», er at beslutningene ikke er like formelle eller loggførte. Man bør følgelig sikre rutiner for at denne typen over bordet-diskusjoner og -beslutninger dokumenteres, enten gjennom korte referat eller direkte i BIM-modellen.

Som nevnt innledningsvis er det viktig å skape en kultur med vekt på kunnskapsdeling, som legger grunnlaget for at man kan ta raske beslutninger og finne løsninger gjennom både uformelle (over bordet) og formelle (big room og andre møter) møteplasser. For å lykkes med dette, viser funn at prosjektledelsen må gå foran med et godt eksempel og etablere «regler» for hvordan hele prosjektgruppen skal arbeide sammen for å nå målene. Se begynnelsen av delkapitlet for videre utdyping.

For å få full nytte av BIM-prosjektering, er det også viktig at man definerer når man sammenstiller fagene i felles modeller. Dersom dette gjøres for tidlig, presses arkitekt og rådgivere til å gjøre sine faglige bidrag for «ferdige» eller detaljerte for tidlig. Dette kan igjen medføre behov for omfattende oppdateringer og endringer. I så tilfelle kan samprojekteringen faktisk ende opp med å bli mindre effektiv enn tradisjonelle prosjekter.

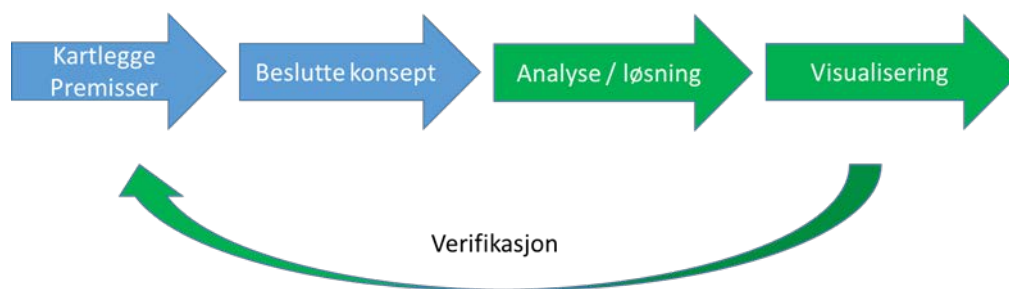
Figur 4.2 Prinsipp for sammenstilling av fag i felles modeller.



Vi har vist prinsippet for sammenstilling av fag i felles modeller i figuren over. Som del av SamBIM prosjektet er det utviklet en gjennomføringsmodell. I denne sammenheng vil vi trekke fram at hver fase, som skisseprosjekt, forprosjekt og detaljprosjekt, kan deles i tre steg. Først kommer arbeidet med konsept. Her kartlegges og avklares forutsetningen, og de konseptuelle arkitektoniske og tekniske prinsippene besluttet, hvilket gir viktige føringer for geometrifasen. I arbeidet med konsept kreves kreativitet, modning og tid til analyse før løsningen materialiseres i BIM-modellen. Våre erfaringer viser at samtidig prosjektering i felles modell ikke er den mest hensiktsmessige arbeidsformen i konseptutvikling og analyse. Om man benytter felles modell på dette stadiet, må sannsynligvis (store) deler gjøres på nytt, da beslutningene og forutsetningene for videre prosjektering ikke er lagt. På dette stadiet anbefales det å holde felles prosjekteringsmøter med tverrfaglig gjennomgang med utgangspunkt i modellen. Det understrekes at før man går over i nytt steg, for eksempel fra konsept til geometri, er det essensielt at alle har kommet til samme «linje» – alle fag må være klare til å gå over til geometri. Om ikke, øker risikoen for endringer og, som nevnt, (mye) arbeid må gjøres på nytt.

I neste steg er hovedfokus å løse geometri. I dette arbeidet har samprosjektering i felles modell derimot stor verdi. Det er i dette arbeidet de felles løsningene utvikles og raffineres basert på tidligere avklarte beslutninger og forutsetninger. Samprosjektering i felles modell i sanntid vil da kunne redusere både tidsbruk og endringsarbeid, siden man raskt ser hvor man må plassere «sine» bygningsdeler og detaljer for å unngå kollisjoner, framfor å vente til felles møter og/eller etterfølgende kollisjonskontroll for å avklare feil. Hensikten må være at de prosjekterende i fellesskap utvikler en tverrfaglig god løsning, framfor å bruke tid på å løse problemer i etterkant.

Figur 4.3 Prosjekteringsprosessen som iterativ prosess.



Figuren over illustrerer prosjekteringsprosessen som iterativ prosess. Samprosjektering med BIM har sin store styrke fra analyse av løsning til verifikasjon mot premisser og krav.

I siste steg med dokumentproduksjon fram mot leveransen, går man igjen over til mer fokusering på eget fag for å detaljere de valgte løsningene. Behovet for samprosjektering i felles modell i sanntid reduseres, da risikoen for potensielle kollisjoner og nødvendige endringer reduseres betraktelig. For effektiv prosjektgjennomføring viser våre

funn at man kan gå tilbake til mer tradisjonell kollisjonskontroll i 3D-modellen også i produksjonsfasen, hvor verifikasjon av løsninger kommer i sentrum.

Det understrekes at øvrige verktøy og metodikk, som det å sitte samlokalisert og benytte VDC-metodikk, kan opprettholdes i hele forløpet for å sikre en kultur med kunnskapsdeling og rask vei til både beslutninger og tverrfaglige avklaringer. Samtidig kan man i konsept- og produksjonsfasen vurdere å redusere hvor mange og hvor ofte man sitter samlokalisert sammenliknet med geometrifasen.

Dersom byggherre ønsker tidlig involvering av entreprenør, bør dette avklares og legges til rette for allerede i planleggingen av prosjektet. Entreprenøren må følgelig kontraheres tidligere enn i et normalt prosjekt. Videre bør byggherre også ha en tanke om hvordan og hva entreprenøren skal involveres i. En risiko er at det ikke blir reell involvering hvis de prosjekterende har kommet for langt i valg av tekniske løsninger før entreprenør involveres.

#### ***Planlegging, fasilitering og framdrift ved samprosjektering ved hjelp av BIM***

Et prosjekt der man sitter samlokalisert og samprosjekterer ved hjelp av BIM, stiller nye krav til ressursstyring. Som nevnt tidligere reduseres anledningen de enkelte firmaene har til å disponere sine medarbeidere mellom prosjekter, gitt krav til samlokalisering. Videre varierer både behov og krav til samlokalisering med prosjektets kompleksitet og størrelse, samt mellom faser i prosjektet. God planlegging vil bidra til å utnytte ressursene best mulig, tilpasset det enkelte prosjektets behov.

Når møteplan, beslutningsplan og framdriftsplan besluttes, bør følgende elementer vurderes:

- Er beslutningsgrunnlaget modent for å utnytte kompetansen på tvers av fag?
- Er det avsatt tilstrekkelig tid i de ulike fasene av prosessen?
- Er det satt av tilstrekkelig møtetid? Det kreves mer dedikert tid til dette enn i tradisjonelle prosjekter.
- Er det nødvendig at alle fag er samlokalisert alltid?
  - Tidsstyring og god planlegging for samlokalisering av fag med mindre, men premissgivende bidrag, som brann og akustikk, kan bidra til å effektivisere samlokaliseringen
  - Hvem som er samlokalisert bør variere etter behov – ikke hele teamet hele tiden, men man må sikre at personene som bruker majoriteten av tiden på prosjektet er samlokalisert.

Et konkret eksempel på hvordan dette er håndtert i praksis, er hentet fra trafikkstasjonen på Risløkka. Der ble man enige om at man hver uke hadde en fagdag, der representanter for de ulike fagene ble tilkalt ved behov. Dagen etter skulle alle møte. Denne dagen var lagt opp med en økt med jobbing før lunsj før brukerrepresentantene kom etter lunsj for å diskutere ulike forhold ved prosjektet.

På Urbygningen ved NMBU ble det besluttet at prosjekteringsgruppen skulle sitte samlokalisert to dager i uken. Som en av informantene sa det: «Prosjekter bør være større enn her på Urbygningen for at prosjektkontor i prosjekteringsfasen skal være reg-

ningssvarende. To dager i uka felles [på prosjektkontoret] er passe. Positivt med to dager i uka sammen. Fem dager ville ha vært for mye.»

Prinsipper hentet fra VDC-metodikken benyttes gjerne i større eller mindre grad ved samprosjektering. Av disse framheves som oftest big room og ICE (integrated concurrent engineering).

Om ikke beslutningene og prosjekteringen gjøres samtidig, blir det ingen reell samprosjektering. Vi ender da med tradisjonell kollisjonskontroll der vi arbeider reaktivt – hver fagansvarlig må endre sine fagmodeller (eventuelt sin del av felles modell) i henhold til eventuelle kollisjoner vist i møtet. I verste fall vil slik reaktiv prosjektering medføre merforbruk av timer, da man har modellert for mye i forkant av beslutninger tatt på fellesmøtene og slik sett må omprosjekttere i etterkant.

Spesielt for de store fagene ARK, RIB, RIV og RIE, som i praksis utgjør størstedelen av eventuell samprosjektering i felles modell i felles møter, kan det i mange tilfeller være utfordrende å finne én person som har både erfaringen og den faglige tyngden som fagansvarlig, og som samtidig har nødvendig BIM-kompetanse. Utfordringen blir kanskje spesielt stor for store firma som baserer seg på kompletterende kompetanse blant sine medarbeidere. For disse fagene kan det da være nødvendig å stille med to personer i slike felles samprosjekteringsmøter – én med beslutningsmyndighet som fagansvarlig og én modellansvarlig for faget.

For å lykkes med disse arbeidsmetodene er det viktig at man sikrer en enhetlig forståelse for de ulike begrepene, teknikkene, metodene og møteformene. Dette er et lederansvar, både fra byggherrens og prosjekteringsgruppens side. Som nevnt tidligere gjennomførte man en oppstartworkshop for trafikkstasjonen på Risløkka, der man ble enige om mål, prinsipper og kjøreregler for prosjekteringsmøtene. For å øke den felles forståelsen ble det også gjennomført en praktisk øvelse slik at arkitekt, rådgiver og Statsbyggs egne fagressurser fikk testet ut en del tekniske forhold og se hvordan man samarbeidet rundt en enkel oppgave. Videre ble det definerte hvilke arbeidsroller hver enkelt hadde og hvordan arbeidsfordelingen skulle bli. Møtet og avklaringene gjorde det enklere å løse prosjektet i ettertid, både med tanke på de tekniske løsningene og prosessen og arbeidsfordelingen. Spesielt ved innføring av arbeidsformer som VDC, big room og ICE, som enn så lenge ikke er så mye brukt i prosjektering, er det viktig at man skaper denne felles forståelsen for å lykkes med gjennomføringen. Våre funn viser også at gjennom slike øvelser og definering av arbeidsmetodikk i starten av prosjektet, gir dette prosjektdeltakerne en større felles forståelse for hva BIM skal/kan brukes til, både teknisk sett og – ikke minst – med tanke på prosess.

#### Møteplanlegging og gjennomføring

Om man følger VDC-prinsippene og benytter ICE-møter i big room, stiller dette krav til god planlegging og fasilitering av møtene. For det første viser våre funn at man bør beslutte hva møtene skal brukes til. På trafikkstasjonen på Risløkka ble det for eksempel besluttet at møtene ikke var en arena for «statusrapporter», men skulle brukes til å skape felles mål om framdrift og til å jobbe sammen om prosjekteringsarbeidet.

Videre må det være en ansvarlig som kaller inn til møtene tilpasset framdriften og hvilke utfordringer man står overfor. I gitte faser kan det være økt behov for premissfag, som brann og akustikk. Det kan hende det er behov for at flere enn fagansvarlig da

stiller for å belyse gitte problemstillinger. I andre tilfeller kan det hende noen fag ikke trenger å kalles inn i det hele tatt, men at man heller sikrer at en fagperson med beslutningsmyndighet sitter like i nærheten av big room/møterommet og kan tilkalles ved behov. Slik effektiviserer man tidsbruken ved at man hele tiden har tilgang på nødvendig kompetanse, men man øker fleksibiliteten ved at alle ikke trenger å være med på møtet hele tiden.

En forutsetning for å lykkes med dette, er å ha en tydelig agenda for alle møter med satte tidspunkt, der de ulike møtedeltakerne har obligatorisk tilstedeværelse eller kan sitte i rom i nærheten og arbeide, for så eventuelt å bli kalt inn i fellesmøter ved behov. Videre kreves det at man har løst enfaglige utfordringer i forkant av felles møter, slik at man kan benytte disse løsningene i tverrfaglige diskusjoner og prosjektering i fellesmøtene. Alle møtedeltakerne må med andre ord møte godt forberedt og ha kontroll over eget fag og hvordan dette virker inn tverrfaglig. Man kan si at det er en selvfølge at man stiller forberedt i møter, uansett om man følger prinsippene med samprosjektering ved hjelp av BIM eller ikke. Men følgene ved ikke å møte forberedt til denne typen fellesmøter der man samprojekterer i sanntid, er større enn ved tradisjonell, sekvensiell prosjektering. I sistnevnte tilfelle har man «14 dagers slack på at alle er på samme sted til neste prosjekteringsmøte», som en informant uttrykte det. Ved samprosjektering i sanntid må alle være på samme nivå i hvert møte for at man skal finne løsninger og løse utfordringer der og da.

Det finnes også alternative måter å organisere møterom og møter på. Som en av informantene beskrev hvordan de gjorde det i et gitt prosjekt: «Vi etablerte et ‘war room’ med en stor skjerm. Dette ble det sentrale rommet, fordi prosjekteringsleder satt der hele tiden i lange perioder og hadde kontroll på 3D-modell, tegninger og fremdriften.» En annen informant illustrerte det som følger: «Det benyttes veldig mange ‘rare’ ord for å settes oss sammen i arbeidsmøter. Prosjektet må legge en strategi for disse aspektene, så er det bare å gjennomføre.»<sup>25</sup>

Et annet tiltak for å effektivisere møtene er at man i forkant av big room-møtene har sørget for å gjennomføre kollisjonskontroll, slik at man i større grad fokuserer på utfordringer og løsninger framfor kontroll av løsninger som allerede er tegnet ut.

Fasilitering og planlegging av slike møter krever tid. Det bør derfor defineres i konkurransegrunnlaget hvem som har ansvaret for å arrangere dem. Ved å tydeliggjøre ansvaret viser man også at dette er en viktig oppgave det må settes av tid til.

### ***Roller og ansvar***

Krav til økt samhandling og samprosjektering utfordrer tradisjonell organisering hos de involverte aktørene. Effektiv samprosjektering krever videre spesiell kompetanse hos prosjektledelsen, men også i prosjekteringsgruppen generelt.

Blant våre informanter er det samstemmighet om at prosjekteringsgruppens grad av villighet og åpenhet for nye samarbeidsformer/samløkalisering er et lederansvar. Som en av informantene uttrykte det: «Vi må dyrke rollen som prosjekteringsleder. Personen må ta eierskap til prosjekteringsprosessen og ‘kunne nok’ om prosess og teknologi til å for-

---

<sup>25</sup> Uttale fra prosjektmedarbeider Ski stasjon/Follobanen.

stå hva han/hun leder». Videre uttrykker en informant at «Prosjekteringsleder bør 'eie' geometrien og således må kunne BIM-koordineringsverktøy for å kunne utføre arbeidene.» I det siste legger vi at prosjekteringsleder må eie og lede de felles møtene med grunnlag i BIM-modellen. Selve planleggingen og fasiliteringen av møtene (se avsnittet over), derimot, kan med fordel legges til andre, slik at prosjekteringsleder kan konsentrere seg om lederoppgavene.

Tilbakemeldinger tyder på at BIM-koordinator i større grad er en systemfunksjon. De tydelige funnene i caseprosjektene og fra informantene våre om at BIM-kompetansen må besittes av hvert fag, minimum av ARK, RIB, RIV og RIE, slik at man aktivt kan samprojektere i de formelle og uformelle møtefora, virker inne på rollene til de enkelte fagene. Den tradisjonelle BIM-koordinator, med fokus på sammenstilling av fagmodeller og kollisjonskontroll, er følgelig mindre framtrædende ved samprojektering.

Som nevnt i avsnittet over er det også større behov for tidsstyring. For det første utfordrer samlokalisering de deltakende bedriftenes mulighet til å benytte rådgiverne/arkitektene like fritt som i tradisjonelle prosjekter, der hver enkeltperson ofte er involvert i flere parallelle prosjekter. For å redusere denne ulempen, må behovet for samlokalisering og behov for hvilke fag og/eller personer som må sitte samlokalisert i ulike faser i prosjektet, styres effektivt. Videre må som nevnt møtene i seg selv styres effektivt – både med tanke på hvem som inviteres og gjennom en tydelig agenda, der fagpersoner som ikke er nødvendige for gitte agendapunkter kan sette seg på kontorarbeidsplasser i nærheten av møterommet og heller produsere fram til behovet for tilstedeværelse melder seg igjen. Som nevnt i avsnittet over bør fasilitering av møtene skilles ut som egen oppgave med én dedikert ansvarlig.

Som nevnt gjennomgående er det viktig at også byggherre/prosjekteier er helt eller delvis samlokalisert for å kunne høste alle fruktene av samprojektering. Om byggherres organisasjon, som beslutningstaker, er til stede, oppnår man de ønskede raske beslutnings- og kommunikasjonsveiene. Samprojekteringen er følgelig ikke avhengig av å vente på tilbakemelding fra beslutningstaker. Videre vil samlokalisering også øke byggherres/beslutningstakers kompetanse om prosjektet og potensielle utfordringer og løsninger. Våre funn viser at dette gjør beslutningstaker i stand til å ta bedre, mer opplyste beslutninger.

#### **Hardware/ software og andre fysiske forutsetninger**

Da forskningsprosjektet SamBIM startet, var det med et annet utgangspunkt enn hva tilfellet er ved avslutningen av prosjektet. Det har vært en rivende teknologisk utvikling innen byggebransjen. Per i dag er det ikke lenger noen grunn til at verken hardware eller software skal være en barriere. Begge deler finnes i dagens marked, og de finnes til priser som må anses å være «innenfor rimelighetens grenser». Det betyr i hovedsak at denne barrieren er betydelig svekket. Selv om vi ofte sliter med dette i oppdrag, må rotårsaken anses å ligge i organisasjonene; det settes ikke av nok økonomiske ressurser til investering i hardware/software, og det settes ikke av nødvendig fysisk arbeidsplass (f.eks. møterom) osv. for å oppnå reell samprojektering.

I motsetning til opprinnelig tese, kan tilfellet i dag faktisk være at man har gått for langt i automatiseringen og digitaliseringen av prosjekteringen. Man går i stadig større



grad bort fra tegninger og bruker i stedet øyeblikksbilder av modellen. Selv om man setter fryspunkter for modellen som utgangspunkt for videre arbeid, klarer man ikke å fryse modellen bokstavelig talt. Om man i tillegg samprojekterer i felles modell i sann- tid, har man ingen verktøy for å hindre at en medarbeider for eksempel flytter en brannmelder etter fryspunktet. En slik endring kan potensielt få store følgefeil. Som en informant sa det: «Om én av 200 medarbeidere flytter en brannmelder uten at man er enige om det, så er den brannmelderen flyttet». Dette er en utfordring som bør vurderes løst teknologisk, men det er i hovedsak en menneskelig utfordring med å sikre at alle går i takt, at alle blir informert om og forholder seg til de beslutninger som er tatt, og informert om de forutsetninger som ligger til grunn for prosjekteringen.

I det følgende beskriver vi funn knyttet til hardware, software og andre fysiske forutsetninger som er nødvendig for å lykkes med samprojektering ved hjelp av BIM.

#### ***Krav til hardware/software***

Som nevnt i innledningen til dette delkapitlet, er en av de vanligste årsakene til at man kommer skjevt ut av hoppkanten ved samprojektering at man tror hardware/software ikke er en barriere. Programvarene er der, utstyret er der, infrastrukturen er der – men er det på plass tidnok, og fungerer det sammen?

Tidsmessig er det avgjørende at alt dette er på plass fra første dag. Om byggherre allerede har valgt hvilken programvare de ønsker skal benyttes, må dette beskrives i konkurransegrunnlaget. I forkant er det da byggherres ansvar å sikre at valgt programvare kan kommunisere enkelt med hverandre – såkalt interoperabilitet. Om det er opp til prosjekteringsgruppen å velge programvare, er det prosjekteringsgruppens ansvar å sikre interoperabiliteten.

Av konkrete eksempler oppgir en av våre informanter at Revit brukes av stadig flere, men at denne programvaren ikke alltid er like enkel å kombinere med annen programvare, som Graphisofts Arcicad. Andre informanter framhever det som en fordel om alle bruker Revit, da dette eliminerer mange vanlige overføringsproblemer ved felles verktøy, og at man videre får god erfaringsutveksling mellom fag gjennom bruk av felles verktøy. Om man bruker Revit, er det en informant som påpeker ulempen med mange flytende Revit-lisenser, da det blir utfordrende om deler av prosjektet er sikkerhetsgradert.

Uavhengig av hvilken programvare man beslutter skal benyttes av de ulike fag og prosjekterende/arkitekt, så bør det stilles krav om at man bruker åpen BIM (IFC) for eksport og import av (fag)modeller. Vi vil samtidig påpeke at om man ikke har felles verktøy, vil man ikke kunne få full effekt av samprojekteringen, da implementering av endringer/nye løsninger ikke kan gjøres direkte uten å måtte gå veien om eksport via IFC. Dette vil forsinke selve prosjekteringen, og gjøres endringene og eksporteringen direkte i møter, betyr dette økt ventetid for alle møtedeltakerne.

En forutsetning for å definere interoperabiliteten er videre beslutningen om man skal modellere i én felles modell, som i så fall bør ligge på en «modell-server» som prosjekterier/byggherre stiller til rådighet, eller om det kun skal modelleres i hvert fag i egne fagmodeller, som så utveksles/eksporteres til fellesfaglig modell for visualisering og kollisjonskontroll. Beslutningen om felles modell eller ikke, bør vurderes sett opp mot

prosjektets størrelse og ambisjonsnivå på den ene siden, og hva som anses som lønnsomt og mest effektivt på den andre siden.

Om det besluttes at man skal modellere i felles modell, stiller dette som nevnt krav til felles server og grad av samlokalisering, da serveren fysisk plasseres på prosjektkontoret.

Kompleksiteten og størrelsen på modellen stiller videre krav til hardware gjennom nettilgang og båndbredde. Om nettilgangen ikke er god nok, vil etter hvert små endringer føre til lang ventetid mens modellen oppdateres. Dette vil bety betydelig sløsing med tid – både i prosjekteringsarbeidet og i samprosjekteringen i fellesmøter.

### *Skanning av eksisterende bygg*

En konkret problemstilling knyttet til bruk av software er hvorvidt man skal bruke skannede modeller, enten terreng eller bygninger, som grunnlag for BIM-modellen.

Caseprosjektene Urbygningen ved NMBU og trafikkstasjonen på Risløkka var rehabiliterings-/nybyggprosjekter, der eksisterende bygningsmasse inngikk i prosjektet. I begge ble det benyttet skanning av eksisterende bygninger som grunnlag for BIM-modellen. Erfaringene var varierende.

For trafikkstasjonen på Risløkka ble skanningen bestilt som en «punktsky» og tenkt brukt som grunnlag for videre arbeid. Modellen lot seg derimot ikke bruke til annet enn referansemodell, da objektene som var bygget opp vanskelig lot seg benytte videre i modellering av fagmodeller. Dette ble begrunnet med selve objektene, men også med plassering av nullpunkt, retning, med mer.

En av informantene i Statsbygg uttrykte følgende om skuffelsen knyttet til at man ikke fikk brukt skanningen som ønsket: «Jeg ble overrasket over at punktskyen ikke kunne brukes. Alt lå ikke på riktig lag etc... Min erfaring etter skanning er at jeg ble litt skuffet. Hvis vi bestiller en jobb og så er det lite vi kan bruke. Vi burde nok ta en liten sjekk på hva som skjedde. Det ble et skall uten intelligens» ((Bråten, Moland & Berg 2014).

For Urbygningen ved NMBU ble den skannede modellen benyttet som grunnlag for BIM-modellen. Men også her ble kvaliteten på grunnlaget et tema. Selve skanningen og prosesseringen av denne ble gjort av et utenlandsk firma med liten kjennskap til lokale byggeskikker og -tradisjoner. Spesielt takkonstruksjonene og takdetaljene måtte bearbejdes mye. En av prosjektdeltakerne uttalte at det antakeligvis hadde vært like effektivt å bygge modellen fra bunnen av. Man sparte ikke særlig med tid på å benytte skanningsgrunnlaget. Om man hadde bygget modellen selv fra bunnen av, hadde man videre fått bedre kjennskap til modellen gjennom arbeidet, noe som kunne gitt effektiviseringsgevinster. Og til slutt ble det påpekt at eierskapet til modellen hadde vært større, og de prosjekterende kunne ikke ha «skyldt på» den skannede modellen dersom det oppsto feil og/eller utfordringer med modellen.

De viktigste læringspunktene fra disse to casene er at for å lykkes med å ta i bruk skannede modeller, må man ha god nok kompetanse både for å bestille riktig, følge opp bestillingen og sjekke at man får det man faktisk har bestilt, med det riktige detaljnivået og kontekstualiseringen. Har man ikke dette, lønner det seg antakeligvis å bygge opp modellen fra bunnen.

### *Lokaler som grunnlag for kulturbygging*

Som for hardware og software er det en forutsetning for god samprosjektering at lokalene er på plass med nødvendig utstyr fra dag én i prosjektet. Man skal ikke bruke prosjekttid på å flytte inn i prosjektkontorene.

I tillegg til de fysiske forutsetningene beskrevet under avsnitt 6.2.3, viser funnene våre at de fysiske arbeidsrommene også er viktig for kulturutviklingen og det sosiale samspillet mellom de ulike prosjektmedarbeiderne.

Ved å sitte sammen blir både de ulike arkitektene, prosjekterende, representanter for byggherren og eventuelt entreprenøren kjent med hverandre. Dette øker sannsynligheten for at man skaper ønsket kultur med diskusjoner over bordet og at det er rom for meningsutvekslinger og til dels høylytte diskusjoner for å komme fram til de beste løsningene. For å stimulere ytterligere til å bli kjent med hverandre, viser funn at det er ønskelig med tilstrekkelig store lokaler der man for eksempel kan spise felles lunsj og ha muligheten til å sitte og snakke mellom arbeidsøktene. Lokalene bør videre være trivelig og praktisk innredet for å skape samarbeidskultur innad.

### **Oppsummering drivere og barrierer**

Basert på beskrevne funn vil vi trekke fram det kulturelle aspektet som den viktigste driveren/barrieren. For å lykkes med samprosjektering, må alle prosjektdeltakerne, fra prosjekteier, byggherre, prosjektledelse, prosjekterende og entreprenører med underentreprenører, gå helhetlig inn for å bruke metodikken. Om bare ett ledd, faktisk bare én prosjekt-/prosjekterings- og/eller disiplinleder ikke «går i takt» og sørger for at prosjekteringen hele tiden er på samme linje, så mister man i verste fall hele verdien ved samprosjektering i BIM – spesielt i de tilfeller der man samprosjekterer i felles modell i sanntid.

For å legge til rette for at man klarer å skape denne kulturen, er grundige forberedelser og tilrettelegging helt fra utforming av konkurransegrunnlag essensielt. Det å sitte fysisk sammen og prosjektere i samme modell med en gitt programvare, har betydning for alt fra prising til utvelgelse av prosjektmedarbeidere.

Arbeidsmetodikk, gjerne inspirert av VDC-metodikken, er prosesser og verktøy for hvordan samprosjekteringen bør gjennomføres. Kompetanse og fysiske rammer for å arbeide på denne måten må da være på plass for å kunne lykkes.

## 4.4 Fagdag i SamBIM om lean construction

Sol Skinnarland, Fafo

### Bakgrunn og målsettinger

I 2015 ble det satt ned en arbeidsgruppe i SamBIM bestående av forskere fra Fafo og SINTEF Byggforsk, og to endringsagenter fra Statsbygg og Multiconsult. Arbeidsgruppen hadde som målsetting å arrangere en fagdag med deltakere fra SamBIM-prosjektet, de respektive forskningsmiljøene og industripartnerne, samt styringsgruppen. Bakgrunnen var arbeidsgruppens felles oppfatning av at begrepet lean construction, åtte år etter at Lean Construction Norge (LC-NO) ble etablert, fortsatt preges av diffuse definisjoner som trekker i alle retninger. Målet for fagdagen var derfor å etablere en slags status for forståelsen av begrepet lean construction. Målet var, overordnet sett, at lean construction ikke skal forbli et innholdsløst begrep, et honnørord som brukes løst, uten at vi utfordrer hverandre på hva som ligger i det og hva vi tenker om det. Derfor var det viktig å ta en diskusjon på og få et grep om hva aktørene i næringen legger i begrepet. Vi la til grunn at diskusjonen både skulle romme det teoretiske og abstrakte, og det empiriske.

Arbeidsgruppen var et strategisk initiativ i SamBIM, og leveransen fra gruppearbeidet var primært å arrangere fagdagen. Målet for gruppen var at fagdagen skulle oppleves å gi matnyttige erfaringer som deltakerne kunne ta med seg i videre lean-arbeid i sine respektive virksomheter. Målet var sekundært at diskusjonen skulle tjene som bakgrunn til en artikkel hvor vi diskuterer lean-utbredelsen opp mot lange tradisjoner for bred medvirkningsbasert organisasjonsutvikling i Norge. Artikkelen skal publiseres i *Nordic Journal of Working Life Studies*.

### Gjennomføring

Grunnspørsmålet som vi åpnet fagdagen med, var: Hva er utfordringer med lean construction som begrep og i bruk, nå åtte år etter etableringen av Lean Construction Norge?

Høsten 2015 gjennomførte arbeidsgruppen fagdagen i Fafos lokaler på Grønland i Oslo. Her deltok 16 personer fra ni ulike miljøer. På programmet hadde vi to innledere, Moland fra Fafo som reflekterte over begrepet ut fra spørsmålet «Alle snakker om lean, og så da?» Deretter presenterte Hans Thomas Holm sitt arbeid med takt-lean (Proschelean) på oppføringen av Kunst- og designhøgsskolen i Bergen. To øvrige deltakere fra byggenæringen hadde forberedt innlegg og kommentarer.

Hva er egentlig lean construction? Og hva handler egentlig lean-begrepet om? SamBIM-prosjektet handler om hvordan bruk av BIM kan være en katalysator for samhandling i prosjektering og bygging. Både i intervjuer ute i prosjektene og innad i SamBIM kommer lean construction raskt opp når vi snakker om BIM. Samtidig er vår erfaring at «alle vet hva lean er», like mye som alle snakker om lean i ulike retninger og med ganske ulikt innhold. Hva mener aktører i bransjen når de sier at de skal bruke lean i gjennomføring av prosjektet? Og hvorfor er det viktig å snakke om begrepene?

### **Oppsummering av innholdet i fagdagen**

I forberedelsene til fagdagen gjennomførte arbeidsgruppen to sesjoner, hvor vi drøftet lean-begrepet internt i gruppen. Utgangsspørsmålene var:

- Hva er LC for deg?
- Hvor brukes LC?
- Hva er målet med LC?
- Hva er barrierer for LC?
- Hva er grensegangen mellom lean og BIM?
- Hva er forutsetninger for lean i virksomheter?

Disse spørsmålene var sentrale også på selve fagdagen. Under oppsummeres kort innholdet i diskusjonene.

#### **Hva er LC for deg?**

Det var interessant å oppdage at like mye internt i arbeidsgruppen som blant deltakerne på fagdagen spriker forklaringene på hva LC er, og i flere retninger. Fra produksjonsplanlegging, styring av arbeidsprosess, verktøy for bedre samhandling, til forståelse av flytproduksjon, rasjonell samhandling og systematisert sunn fornuft, «lean er litt metode og litt verktøy».

#### **Lean meg her og lean meg der...**

Erfaringene med bruk av LC var også knyttet til mange ulike områder, som lean i prosjektering, i byggeplassproduksjon, i rehabilitering, lean takting. Videre hadde noen erfaring med lean i vedlikeholdsdrift i Forsvaret, i kommunal sektor med utgangspunkt i arbeidstid og deltidsstillinger. Diskusjonen som fulgte, hadde som utgangspunkt «Same same, but different?» Med andre ord, snakker vi om én og samme forståelse av lean som benyttes til prosjektering i et byggeprosjekt, om vedlikeholdsdrift, eller til å utvikle optimale kommunale stillinger?

#### **Målet med lean**

Vi forsøkte også å nærme oss en felles forståelse av begrepet LC gjennom å reflektere omkring hva som er målet med lean. Her var gruppen nokså enig i at lean har som målsetting å minimere sløsing, maksimere verdi for kunden og øke gjennomløpshastighet i produksjonen. Hoveddiskusjonen under dette punktet gikk ut på hvordan operasjonalisere målet om gjennomløpshastighet?

#### **Barrierer for lean**

Gruppen diskuterte hva som kan være barrierer for lean, men resonnererte raskt at «Kan vi snakke om barrierer for lean før vi er enige med oss selv om hva lean er?»

#### **Grensegang lean og BIM**

Siden fagdagen var et strategisk tiltak i SamBIM-prosjektet, var det naturlig også å trekke opp en diskusjon omkring relasjonen mellom lean og BIM. Her ble det ytret at BIM er et verktøy for å realisere en prosess, og at BIM-verktøy er viktig for å få til en sømløs

tilnærming i prosjektering. Vi diskuterte hvordan man kan optimalisere lean med bruk av BIM i prosjekteringsprosessen.

#### **Forutsetninger for lean**

Så hva skal til for å evne å utnytte lean og utvikle driften med lean? Vi kom inn på ulike forutsetninger, som rammer, ressursbruk og kompetanse. Diskusjonen synliggjorde viktigheten av å diskutere lean-begrepet, fordi «alle bruker lean-begrepet, det er diffust, viktig å rydde i begrepet!»

#### **Formidling av resultater**

En målsetting, sett fra forskernes ståsted, var å bruke diskusjonen på fagdagen som underlag til en artikkel hvor vi sammenlikner lean og medvirkningsbasert utvikling i norske virksomheter. Vi utfordrer lean-begrepet og spør om vi egentlig står overfor noe nytt, eller om lean er et annet og nytt begrep for en utviklingstradisjon som i Norge har røtter tilbake til samarbeidsforsøkene på 1960-tallet. Under følger sammendrag av artikkelen som skal publiseres i *Nordic Journal of Working Life Studies*.

#### **Artikkelsammendrag**

Ifølge moderne ledelseslitteratur (f.eks. Holweg 2007) er lean produksjon, eller bare lean, en ledelsesfilosofi som hovedsakelig har sin opprinnelse fra Toyotas bilproduksjon i Japan, basert på prinsippet om organisering av arbeid (-soppgaver) for å eliminere waste (ikke-verdiskapende aktivitet) og dermed øke produktivitet og arbeidsflyt.

Lean som ledelsesfilosofi er ofte sett på som ikke-kompatibel med den nordiske modellen og dens ambisjon om bred medvirkning på gulvet. I denne artikkelen argumenterer vi for at lean bare er et annet begrep for den sosiotekniske teorien om optimalisering av tekniske og menneskelige systemer i en prosess organisert rundt arbeidsoppgavene. En av de aller tidligste arbeidene i denne tilnærmingen er kullgrvestudiene av Eric Trist og Tavistock-instituttet i London i perioden etter andre verdenskrig (Trist & Bamforth 1951). Nasjonaliseringen av kullgruveindustrien i Storbritannia hadde åpnet opp for muligheter med eksperimentering og radikal endring i arbeidsorganiseringen, også drevet fram av et krav om bedre arbeidsforhold blant arbeidstakerne. Slike eksperimenter gjorde det mulig for Trist og hans kolleger å identifisere viktigheten av en omstrukturering av arbeidet rundt semiautonome grupper, eller arbeidsgrupper, med ansvar for «a satisfying sub-whole as its work task, and some scope for flexibility in work-pace» (ibid.:38). Viktige prinsipper for å oppnå dette var opplæring av arbeiderne for å legge til rette for rotering av oppgaver innen arbeidsgruppen. Jobbrotering var også viktig for å få en bedre forståelse av hele prosessen og dens avhengighetsforhold.

I Norge ble samarbeidsforsøkene på 1950- og 1960-tallet inspirert av sosioteknisk teori. Dette er en tilnærming til kompleks arbeidsorganisering med utgangspunkt i spillet mellom mennesker og teknologi på arbeidsplasser, og bygger på prinsippene slik de ble definert av Trist og hans kolleger.

Ved å reanalysere moderne empiriske data fra lean-prosjekter, vil vi demonstrere hvordan disse svarer til sosiotekniske konsepter først introdusert av Eric Trist og hans kolleger, og senere utviklet i Norge gjennom følgeforskning av samarbeidsforsøkene (f.eks. Emery & Thorsrud 1976; Emery m.fl. 1969; Gustavsen m.fl. 2010; Hilsen 2008;

Pålshaugen & Qvale 2000; Rolfsen 2014). I denne artikkelen vil vi derfor ta for oss den organisatoriske arven fra disse industrielle demokratiseringsprosjektene, og se dette i lys av moderne organisasjonsrealiteter.

Det empiriske grunnlaget for denne artikkelen er et bredt spekter av utviklingsprosjekter i offentlig og privat sektor i Norge (Moland et al. 2014). I byggebransjen har lean-konsepter og tilnærminger blitt implementert i ulike faser av byggeprosessen (Andersen m.fl. 2008; Skinnarland 2011, 2013; Skinnarland & Moen 2010; Skinnarland & Yndesdal 2010)

## **4.5 Sammendrag ph.d.**

### **4.5.1 Ph.d. 1 Norsk sammendrag og English abstract**

Ketil Bråthen, Fafo

#### **Bakgrunn og problemstillinger**

Avhandlingens to overordnede problemstillinger dreier seg om å undersøke (1) hvilke faktorer som påvirker implementeringen av BIM, og (2) hvordan BIM påvirker samarbeidet på det interorganisatoriske nivået i prosjektorganisasjoner i byggebransjen. Avhandlingen handler altså om å se nærmere på hvilke faktorer som påvirker implementering, samt bruk av BIM i noen utvalgte SamBIM-prosjekter. Denne undringen knytter seg til at BIM implementeres og brukes i en særegen kontekst. Denne konteksten er preget av interorganisatoriske relasjoner og prosjektbasert arbeid, der makt og innflytelse er fordelt mellom de involverte virksomhetene. Én enkelt aktør kan ikke sikre implementering i prosjektorganisasjonen. Avhandlingen bidrar med ny kunnskap om hvordan samarbeidet i byggeprosesser kan bedres, og følger derfor opp en sentral bransjemessig og akademisk utfordring.

#### **Sentrale funn**

Avhandlingens to hovedproblemstillinger har blitt besvart gjennom flere artikler. Et sentralt funn knyttet til den første problemstillingen som omhandler implementering av BIM, er at de berørte ansatte på «grasrota» bør involveres i implementeringen av BIM i det enkelte prosjekt. Dette handler i stor grad om å la de ansatte selv få være med på å bestemme hvordan man skal jobbe med BIM i prosjektet (Bråthen & Moum 2015). En slik involvering kan sikre eierskap og oppslutning om BIM og arbeidsmetoder, og er noe som har vist seg viktig for å lykkes med å sette BIM ut i livet i de undersøkte casene. En slik involvering av de ansatte har også vist seg viktig for å få tilpasset arbeidsmetoder, rutiner og teknologi osv. til hverandre på tvers av ulike virksomheter (Bråthen 2015; Bråthen & Moum 2015, 2016, Moum m.fl. 2016). Disse funnene peker i retning av at BIM bør implementeres gjennom en kombinasjon av «bottom-up» og «top-down»-tenkning fra ledelsens side.

Den andre problemstillingen dreier seg om hvordan BIM påvirker samarbeidet på operativt nivå i prosjektorganisasjonen. Når det gjelder denne problemstillingen, viser

avhandlingens funn at bruken av BIM kan føre til prosjekter som preges av særlig godt samarbeid på tvers av fag- og organisasjonsgrenser (Bråthen 2015, 2016). Slike tilfeller fordrer dog en god implementering jf. funn relatert til den første problemstillingen. I avhandlingen vises det dessuten til funn som tyder på at BIM og fysisk samlokalisering av prosjekteringsteamet er en særlig fruktbar kombinasjon. Denne kombinasjonen gjør det enklere å få til godt samarbeid, herunder raske avklaringer samt god informasjonsflyt på tvers av organisasjonsgrenser og disipliner. BIM i kombinasjon med samlokalisering kan åpne for at de ansatte på tvers virksomheter og disipliner lett kan gå inn i modellene for å vise hverandre mulige løsninger og diskutere problemer. I en av avhandlingens artikler hevdes det at fysisk samlokalisering der prosjekteringsteamet jobber på en felles modell, kan føre til at prosjekteringsteamet arbeider sammen som et enhetlig team. Dette står i kontrast til hva som er vanlig innen for store deler av byggebransjen (Bråthen 2016).

I en av artiklene i avhandlingen studeres bruken av BIM blant arbeiderne på byggeplassen (Bråthen & Moum 2016). Rent praktisk ble dette gjort ved at entreprenøren satte ut noen stasjonære «BIM-kiosker» på byggeplassen. Disse kioskene gjør det mulig for arbeiderne å bruke modellene ved hjelp av en 50 tommers skjerm, tastatur og mus («tradisjonelt PC-oppsett»). I forkant av utprøvingen fikk arbeiderne en rask introduksjon til bruken av BIM ute på byggeplassen. Artiklens funn peker på at bruken av BIM på byggeplass fører til en bedre forståelse av det prosjekterte materialet sammenliknet med bruk av tradisjonelle tegninger. I tillegg møtes fagarbeiderne og diskuterer utfordringer mens de bruker modellen, for å visualisere ulike sider ved det planlagte bygget. På denne måten skaper BIM-kioskene en ny møteplass for faglig diskusjon på byggeplassen. Dette er situasjoner som trolig ikke ville oppstått dersom mer mobil teknologi som «tablets» eller smarttelefoner ble brukt.

#### **Publikasjoner og formidling**

1. Bråthen, K. (2014). Samhandlingsmodeller i byggeprosessen. Kursoppgave ved NTNU. Presentert på SambIM fagdag hos SINTEF Byggforsk 12.6.2014.
2. Bråthen, K. (2015). Collaboration with BIM - Learning from the front runners in the Norwegian industry. *Procedia Economics and Finance*. vol. 21. Presentert på 8th Nordic Conference on Construction Economics and Organization 28-29 May 2015 Tampere, Finland
3. Bråthen, K. & Moum, A. (2015) Involvement matters: BIM implementation at project level in the AEC industry. *WIT Transactions on the Built Environment*. vol. 149. Presentert på BIM 2015. International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations 9 - 11 September 2015 Bristol, UK.
4. Bråthen, K. & Moum, A. (2015) Bridging the gap: taking BIM to the construction site. *Proceedings of the 32th International Conference of CIB W78*, Eindhoven, The Netherlands. Presentert på 32th International Conference of CIB W78, October 27th-29th 2015, Eindhoven, The Netherlands. Presentert på buildingSMART-konferansen 2016.
5. Bråthen, K. & Moum, A. (2016). Bridging the gap: bringing BIM to construction workers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 23(6).



6. Bråthen, K. (2016). «Combing BIM and Lean Construction: Towards enhanced collaborative working?» Paper til CIB World Building Congress 2016. Presentert på CIB World Building Congress 2016.
7. Moum, A., Bråthen, K., Flyen, C. & Haugen, T. (2016). Learning From SamBIM - A Norwegian Innovation Project About BIM-driven Collaboration in Ambitious Building Projects. Paper til CIB World Building Congress 2016.

## **Abstract**

### **Collaboration with BIM - Learning from the front runners in the Norwegian industry**

How can findings from qualitative case studies in the AEC industry be generalised and thus contribute to scientific and practical development? In this paper, I argue that such generalisations are possible through so-called analytical generalisation. This is demonstrated by making an ideal typology built on the empirical data and the existing research related to the inter-organisational collaboration with BIM. The typology is based on different levels of technical and organisational interoperability, respectively, and portrays four ideal projects. It is here concluded that the both types of interoperability are important for inter-organisational collaboration and the typology represents a fruitful approach to analytical generalisation.

### **Involvement matters: BIM implementation at project level in the AEC industry**

In recent years enabling technologies such as building information modeling (BIM) has appeared in the architecture, engineering and construction industry. Despite that both the industry and researchers have devoted considerable resources in the development of numerous aspects of BIM, the fundamental implementation process at project level is still poorly understood. In this article we investigate a real life project taken from Statsbygg, The Norwegian directorate of public construction and property. We use a theoretical framework to examine which factors are significant for successful BIM implementation at the project level. The case study deals with Statsbygg's request of using BIM and Lean-construction-inspired work principles in the design phase of a medium sized refurbishment project. The analysis finds that a successful implementation largely depends upon a participative and co-operative process. This means that significant project participants must be involved in a discussion of a BIM-implementation-plan which should reflect interests and goals of the involved parties.

### **Bridging the gap: bringing BIM to construction workers**

#### **Purpose**

The majority of research on the implementation and use of Building Information Models (BIM) have focused on building design and pre-construction planning. There is only limited research on the usage of BIM in the construction phase, especially by site-workers. The purpose of this paper is to analyze the use of BIM by site workers through so-called "BIM-kiosks". The kiosks allow workers to access BIM models on-site. The aim of this paper is to take a closer look on the introduction of BIM-kiosks and scrutinize how and for what purpose site-workers use the kiosks.

### *Design/methodology/approach*

This is a single case study of an on-going real-world construction project. The case study is based on qualitative data, which stems from observational studies, interviews as well as document studies.

### *Findings*

Site workers find opportunities for 3D visualization useful and the BIM models are appraised for efficiently handling complex elements. The findings also indicate that the use of BIM-kiosks lead to a greater level of face-to-face collaboration between workers on-site. This may happen because workers meet, both planned and randomly, to discuss in front of the kiosks while using it for visualization.

### *Research limitations/implications*

The research is limited to a single case. However, some of the recommendations may be relevant to other projects. In addition, the findings demonstrate some of the potential of using BIM on-site in upcoming construction projects.

### *Originality/value*

Only a few studies have addressed the use of BIM among site workers. Thus, the findings provide practitioners and researchers insight into how current practices may be improved, as well as areas where more research is needed.

### **Combining BIM and Lean Construction: Towards enhanced collaborative working?**

In this paper, the influence on collaborative working by using BIM and two Lean Construction inspired tools in a real-life design process is scrutinized. Statsbygg, as the building commissioner, expected that requiring the use of BIM, as well as the two Lean Construction principles; co-location and a takt-time planning would enhance the collaborative working among the design team. The case study is based on qualitative data which stems from semi-structured interviews, observational as well as document studies. The findings indicate that the combination of BIM and co-location helped to improve the collaborative working including fostered faster communication, and contributed to a good social climate in the design team. However, the data also suggest that not all parts of Statsbygg's contractual "BIM and Lean Construction package" were equally successful in practice. The takt-time planning tool was not used at all by the design team. An explanation for this disparity in successfulness is partly due to that BIM and co-location got more attention from Statsbygg compared to the takt-time planning tool in the implementation process. Moreover, the design team had experiences with BIM and co-location from an earlier project, and thus found it easier to make use of elements that were familiar. Based on the analysis, it is concluded that the combination of BIM and co-location have a potential to impact positively on collaborative working in the design phase by linking actors together both technological and organizational. However, such an outcome requires a careful planning and implementation process.

## **Learning From SamBIM – A Norwegian Innovation Project About BIM-driven Collaboration in Ambitious Building Projects**

This paper reports and discusses the status in a Norwegian research-based innovation project called “SamBIM – BIM-driven collaboration in the building process”. The overall aim of SamBIM is to develop BIM-driven processes and collaborative models that boost value creation in construction projects, the AEC-industry and in the SamBIM-companies. SamBIM is funded by the Norwegian Research Council. The project partners are leading and R&D active companies in the Norwegian AEC-industry, representing various parts of the building process value-chain. SamBIM focuses in particular on the interface between programming, design, and the production phase. Important characteristics of the project is the holistic and interdisciplinary approach to phenomena studied in five ambitious real-life projects, the action research inspired methodology, and the use of change-agents as the “innovation gear” between research and practice. The SamBIM project concludes in 2016.

In this paper, we present preliminary results of the case studies. We furthermore investigate different foci, implementation angles, practice, and development of BIM-driven collaboration, both in the individual case project and in the SamBIM project in general. The paper discusses possibilities and challenges related to the research design and methodological approach of the innovation project. Knowledge development and learning across maturity levels, formal and informal implementation strategies, collaboration across scales (multidisciplinary dimensions, life-cycle perspectives), process models for collaboration, and measures to obtain high quality BIM-driven collaboration in the building process are among the subjects appraised. The multidisciplinary profile of the research team has been fruitful in order to grasp the complexity of the observed phenomena. The broad approach has made it possible to view SamBIM topics from different traditions, both practically and theoretically. The research has contributed to increase the industry partner's knowledge, as it has contributed to the scholarly literature (particularly through the two embedded Ph.d-studies).

### **4.5.2 Ph.d. 2 Norsk sammendrag og English abstract**

Øystein Mejlænder-Larsen, Multiconsult

#### **Bakgrunn og problemstillinger**

I byggebransjen har vi sett en økning i større og mer komplekse byggeprosjekter. Bransjen vil kunne ha nytte av å samle kunnskap om prosjektgjennomføring fra andre relevante bransjer. Olje- og gassbransjen har investert tungt i utvikling av ny teknologi og i å håndtere store og komplekse prosjekter. Det er mange likheter i prosjektgjennomføring mellom disse bransjene (prosjektfaser, aktører, styringsprinsipper, anvendelse av teknologi osv.). Avhandlingen vil ta utgangspunkt i hvordan store olje- og gassprosjekter utføres gjennom EPC-kontrakter (tilsvarer totalentreprise) hos en EPCaktør (Kværner) og identifisere funn som kan tilpasses byggebransjen og føre til en mer effektiv byggeprosess. En viktig faktor for å lykkes med styring og gjennomføring av store olje- og gassprosjekter er bruken av en prosjektgjennomføringsmodell, som er en standard metodikk som reflekterer en logisk sekvens av kritiske prosjektaktiviteter hvor framdrift og kvali-

tetskrav er samkjørt ved viktige milepæler for å sikre en forutsigbar prosjektgjennomføring. Dette, kombinert med anvendelse av bygningsinformasjonsmodellering (BIM), danner grunnlaget for min forskning. Tittelen på avhandlingen er «Økt effektivitet i byggeprosessen med bruk av prosjektgjennomføringsmodeller og utnyttelse av BIM, basert på erfaring fra store olje- og gassprosjekter». Utgangspunktet for datainnsamlingen har vært prosjekteringsfasen i store olje- og gassprosjekter, gjennomført som EPC kontrakter, med prosjektering (og innkjøp/anskaffelser) som underentreprise. Forskningsspørsmålet er: Hvordan kan prosjekter i byggebransjen gjennomføres mer effektivt, med bruk av gjennomføringsmodeller og utnyttelse av et 3D-designmiljø (BIM), basert på erfaringer fra olje- og gassbransjen?

For å svare på forskningsspørsmålet er avhandlingen strukturert med et innledende tema og tre hovedtemaer. Fellesnevner for disse er anvendelse av gjennomføringsmodeller og utnyttelse av BIM. Det innledende temaet vurderer mulighet for generalisering fra casestudier og hvorvidt man kan overføre og tilpasse funn knyttet til gjennomføringsmodeller og BIM fra olje- og gassbransjen til byggebransjen. Dette danner grunnlaget for relevans av funn for de tre hovedtemaene. Det første hovedtemaet går på hvordan man kan forbedre samhandling og overgang mellom prosjekterende og entreprenør, med bruk av gjennomføringsmodell og utnyttelse av BIM. Det andre hovedtemaet går på hvordan vi kan rapportere framdrift og status direkte fra BIM, med utgangspunkt i krav og milepæler definert i en gjennomføringsmodell. Det tredje hovedtemaet går på hvordan man kan bruke et endringskontrollsystem til å håndtere endringer i design, og hvordan BIM og gjennomføringsmodell kan bidra til å synliggjøre konsekvenser av endringer.

Avhandlingen er knyttet til SamBIM gjennom å ha søkelys både på bruk av gjennomføringsmodell og BIM. Som sluttprodukt til det strategiske initiativet «Gjennomføringsmodell» i SamBIM, har arbeidsgruppen, som har bestått av Bjørn Erik Lie, Cecilie Flyen og Øystein Mejlænder-Larsen, skrevet en vitenskapelig artikkel. Denne beskriver utvikling og oppbygning av felles gjennomføringsmodell i SamBIM-regi, og kopling mot anvendelse av BIM.

#### **Metode**

Forskningen er kvalitativ, gjennomført som casestudier. Data er samlet inn fra tre caseprosjekter innen olje- og gassbransjen, primært gjennom en norsk EPC-aktør (Kværner) med underleverandører (Aker Solutions og KBR). Caseprosjektene er leveranse av overbygningen (topside) av produksjonsplattformer på norsk kontinentalsokkel, utført som EPC-kontrakter, med prosjektering (og innkjøp) fra underleverandører, noe som tilsvarer totalentreprise i byggebransjen. De to første caseprosjektene har vært overbygningen for Edvard Grieg-plattformen og Eldfisk-plattformen, begge levert i 2014. Den tredje har vært overbygningen til en av fire Johan Sverdrup-plattformer, som startet detaljprosjektering i 2015. Denne er gjennomført som et joint venture.

Datainnsamlingen er gjennomført med bruk av intervjuer, supplert med aktuell selskaps- og prosjektdokumentasjon. Det er gjennomført 24 semistrukturerte intervjuer (status medio 2016), med bruk av intervjuguiden, med EPC-aktør og underleverandører på prosjektering og innkjøp. Den gjennomsnittlige lengden på intervjuene har vært i

underkant av to timer. Hvert intervju har blitt utført med en til tre intervjuobjekter i nøkkelposisjoner.

Stegvis-deduktiv induktiv (SDI) metode (Tjora 2012) er anvendt for å analysere de innsamlede dataene. Prinsippet for denne metoden er å ha en konseptutvikling (induktiv) med påfølgende kvalitetssikring (stegvis deduktiv). De innsamlede dataene har blitt transkribert, og «empirisk nær» koding, som gjenspeiler innholdet i teksten, har blitt utviklet. Kodene har blitt sortert i større grupper av temaer, kalt kategorier, og har blitt brukt som grunnlag for å utvikle konsepter som fanger sentrale kjennetegn ved observasjoner og funn.

### **Sentrale funn**

Problemstillingene i avhandlingen blir besvart gjennom flere artikler. Avhandlingen bidrar med ny kunnskap om hvordan vi kan få en mer effektiv byggeprosess ved å fokusere på anvendelse av gjennomføringsmodeller i kombinasjon med utnyttelse av BIM, med utgangspunkt i erfaringer fra gjennomføring av store olje- og gassprosjekter. Dette reflekteres gjennom temaene i avhandlingen.

#### **Innledende tema: Generalisering og overføring av funn mellom bransjer**

Utgangspunktet for funnene i avhandlingen har vært å vurdere mulighetene med å generalisere basert på caseprosjekter, og å kunne bearbeide og overføre funn fra olje- og gassbransjen til byggebransjen. Valg av caseprosjekter basert på visse kriterier, og benyttelse av SDI-metoden, for analyse av data og utvikling av konsepter, muliggjør generalisering av funn. Det er flere sentrale likheter i prosjektgjennomføring som muliggjør overføring av funn, knyttet til gjennomføringsmodeller og BIM, fra olje- og gassbransjen til byggebransjen.

#### **Hovedtema: Samhandling prosjekterende og entreprenør**

En mer effektiv samhandling mellom prosjekterende og entreprenør fokuserer på hvordan leveranser fra prosjekterende (som underleverandør) kan produseres i en rekkefølge som passer inn i en ønsket planleggings- og byggesekvens til entreprenøren. Byggingen blir ofte skjøvet parallelt med prosjektering, på grunn av den korte tidsrammen fra kontrakt er signert til leveringsdato. For å få leveranser til rett tid, har EPC-aktøren (Kværner) laget en byggesekvens, i henhold til deres gjennomføringsmodell, som underleverandør på prosjektering (og innkjøp) må tilpasse og levere i henhold til. Bruk av en alternativ kontraktsmodell (joint venture), etablering av felles drivere for prosjektteamet og oppdeling av BIM, for tilpasning til fabrikkasjon og bygging, understøtter dette. Prosjekterende (som underleverandør) kan, med visse tillegg og justeringer i sine designmilepæler, tilfredsstillende milepælskrav til entreprenøren og levere «riktig første gang». Gjennomføringsmodellen støtter «riktig første gang» ved å definere krav til milepæler i designfasen. Funnene er strukturert i henhold til rammeverket IDDS (integrated design and delivery solutions) for tilpasning til byggebransjen.

#### **Hovedtema: Rapportere framdrift og status fra BIM**

Rapportering av riktig framdrift i et prosjekt er vesentlig. Ved å definere kontrollobjekter i BIM og tilegne disse status som viser kvalitetsnivå, basert på krav i sjekklister, i

henhold til gjennomføringsmodellen, er det mulig å ekstrahere ut prosjektframdrift direkte fra BIM. Kontrollobjekter kan koples direkte til aktiviteter i framdriftsplanen. Aktivitetene beskriver kvalitetsnivået på kontrollobjektene som må oppnås ved de ulike milepælene i prosjekteringsfasen. Ved å knytte fargekoder til status på kontrollobjektene, kan modenhet og kvalitet visualiseres direkte fra BIM. Kvalitetsnivået på hvert kontrollobjekt (for hver disiplin) på en gitt milepæl kan visualisere om prosjektet (gjennom disipliner) er foran, på eller etter plan. I stedet for manuell rapportering, kan framdrift mot milepæler i planen rapporteres direkte fra BIM, noe som vil kunne føre til mer effektiv og nøyaktig framdriftsrapportering i byggebransjen.

#### **Hovedtema: Endringshåndtering**

Håndtering av endringer – både interne, initiert fra prosjektgruppen, og eksterne, initiert av kunden, er vesentlig for effektiv prosjektgjennomføring. Med utgangspunkt i funn fra caseprosjekter, beskrives en endringshåndteringsprosess, hvordan et endringskontrollsystem (CCS) understøtter denne, og hvordan modell (BIM) brukes i prosessen for å vurdere endringer. Det er utviklet et flytskjema for endringshåndtering ved bruk av CCS, fra en endring er identifisert til den er implementert. En kombinasjon av fire aspekter differensierer denne endringshåndteringsprosessen i forhold til annen relevant forskning. Det første er hvordan et Change Board effektivt kan koordinere, kategorisere, evaluere og godkjenne endringsforespørsler. Det andre er hvordan endringer kategoriseres basert på omfang og konsekvens. Det tredje er søkelys på en formell avklarings- og godkjenningsprosess mot kunden. Det fjerde er hvordan BIM blir brukt til å vurdere konsekvenser av endringer. BIM-objekter blir gradvis frosset etter hvert som de oppfyller relevante milepælskrav, som definert i gjennomføringsmodellen. Målet er at flytskjema og beskrivelse av CCS vil danne utgangspunkt for å lage en tilsvarende løsning for byggebransjen.

#### **Publikasjoner og formidling**

Under følger en oversikt over artikler som har blitt eller er i ferd med å bli publisert, basert på 12 intervjuer, supplert med aktuell selskaps- og prosjektdokumentasjon (status medio 2016).

#### **Generalisering fra caseprosjekter og overføring av funn mellom bransjer**

1. Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Generalising via the Case Studies and Adapting the Oil and Gas Industry's Project Execution Concepts to the Construction Industry. *Procedia Economics and Finance*, 21, 271-278.

#### **Rapportere framdrift og status fra BIM**

2. Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Using BIM To Follow Up Milestones In A Project Plan During The Design Phase. *WIT Transactions on The Built Environment*, vol. 149.

#### **Endringshåndtering**

3. Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Using a change control system and BIM to manage change requests in Design. *Proceedings of the 32th International Conference of CIB W78, Eindhoven, The Netherlands*.

4. Mejlænder-Larsen, Ø. (2016). Using a Change Control System and BIM to Manage Change in Design. *Architectural Engineering and Design Management*. (In review)

#### **Samhandling prosjekterende og entreprenør**

5. Mejlænder-Larsen, Ø. (2016). Improving Transition from Engineering to Construction Using a Project Execution Model and Building Information Model. *CIB World Building Congress 2016, Conference Proceedings*.

#### **SamBIM gjennomføringsmodell\***

6. Mejlænder-Larsen, Ø., Flyen, C. & Lie, B. E. (2016) Collaboration and BIM Supportive Project Execution Model for the Construction Industry. *41st IAHS World Congress, Conference Proceedings*. (In review)

\* Artikkel er sluttleveranse i innovasjonsprosjektet «Gjennomføringsmodell» i SamBIM, og er nærmere omtalt i kapittel 4.2.1.

#### **English abstract**

##### **Generalising via the Case Studies and Adapting the Oil and Gas Industry's Project Execution Concepts to the Construction Industry**

The aim of this paper is to explore whether it is possible to generalise findings on project execution in the oil and gas industry related to the use of project execution models and a 3D design environment, based on case study research. Besides, sufficient similarities between the two industries were assessed and the applicability of the findings from the cases in the oil and gas industry was assessed. The selected cases (the ongoing projects) have several principal similarities, but the extents of use differ. The project execution model (PEM) of the oil and gas industry is based on codified knowledge from project execution, which makes it easier to transfer such models to other industries. The use of 3D design environments or building information modeling (BIM) in the construction industry is similar to the use of PEMs in the oil and gas industry but BIM differs on model complexity and object information. The findings indicate that it may be possible to develop generalizable project execution concepts in the oil and gas industry by using the conceptual generalisation theory. Indeed, it is herein proposed that the high-similarity between the variables related to PEM and BIM enables the transfer and adaptability of PEM-based concepts to the construction industry.

##### **Using BIM To Follow Up Milestones In A Project Plan During The Design Phase**

Traditionally, progress in construction projects is done by manually reporting status on activities in a project plan, very often on based subjective evaluation. This increases the possibility to report different status than actual progress, especially in large and multidisciplinary construction projects with high complexity. Could the project plan be related to a building information model (BIM) and could project progress reported directly from the BIM lead to a more accurate, consistent and coordinated status?

This paper assesses how object status in the BIM can be related to milestones in a project plan. Findings are based on experiences from the oil and gas industry. Data is gathered from case projects in Kvaerner, a Norwegian EPC (engineering, procurement

and construction) contractor. The paper examines how a project plan can be connected to a BIM, focusing on the benefits and possibilities of adding status to objects in the BIM and how project progress can be reported and visualized using BIM.

Research shows that project progress can be extracted directly from the BIM by introducing control objects, where objects in the BIM are assigned statuses that measure grade of completeness. Checklists are connected to control objects and define criteria that must be fulfilled to reach a correct quality level. Control objects are connected to activities and dated in the project plan. Status on activities can then be obtained and related to milestones, to see if the project is on schedule.

By defining control objects in the BIM and adding quality levels that measure status related to milestones, the control objects can be connected to activities in the project plan. Status on each activity related to each milestone can be obtained directly from the BIM. Instead of manual reporting, progress towards milestones in the project plan can be reported directly from the BIM.

#### **Using a change control system and BIM to manage change requests in Design**

There are different types of changes in construction projects. Some have dramatic consequences, are costly and time driving, while others are insignificant. Today, there are few satisfying control systems to handle internal design changes or changes from the client. The changes are often handled manually and implemented without identifying possible consequences. It is essential to get control of changes because of the cost and schedule impact. Could changes in construction projects be better controlled with a change management tool that uses building information models (BIM) to identify consequences? This paper introduces a system for controlling changes; internal changes or changes to initial requirements from the client, and assesses how BIM can be used to identify impact and consequences of changes. Findings are based on experiences from major oil and gas projects. Data is gathered from case projects in Kvaerner, a Norwegian EPC (engineering, procurement and construction) contractor. A new change management process is introduced to the construction industry, based on experiences from the oil and gas industry. This research shows that changes can be managed using a change control system (CSS). When a design change request is created in CCS, it is presented in a Change Board, and then considered by relevant disciplines. BIM are used to see the consequences and which disciplines are affected. The input will return to Change Board where the request is processed and either rejected or approved. If it is a client-driven change, the client will be added in the decision and presented for a cost and schedule impact. The paper assesses how CCS combined with the utilization of BIM can reduce the impact of changes and manage internal or external changes in the design phase through efficient identification, evaluation, approval and implementation of changes.

#### **Improving Transition from Engineering to Construction Using a Project Execution Model and Building Information Model**

Usually engineering takes place during a given time period, followed by construction. Shorter time from project start-up to delivery gives higher parallelism between project phases. Construction pushed in parallel with engineering places greater demands on the



actors. Parallelism calls for increased interaction between engineering and construction. This paper assesses how transition from engineering to construction can be improved with the use of a project execution model (PEM) and utilization of building information models (BIM). Findings are presented in three interdependent dimensions; process, people and technology. Research is based on case studies of major oil and gas projects, where data is gathered through Kvaerner, a Norwegian EPC (engineering, procurement and construction) contractor. Primary focus is on EPC contracts, where engineering and procurement is subcontracted, which corresponds to design-build contracts in the construction industry. The EPC contractor will build in a sequence that is cost effective for them, while the engineering subcontractor prefers to think in a totality until engineering is finished. Parallelism challenge this. To improve transition, it is important with a correlation between how one conducts engineering and how one plan to build. How can deliveries from the engineering subcontractor be produced in an order that fits into the desired build sequence to the contractor? The paper portrays how an alternative contract model is used, how common drivers are established and how the use of a 3D design environment, which corresponds to BIM in the construction industry, is rearranged to support this. "Right the first time" is when a certain quality level is achieved to a certain point in time. Using a PEM supports this by defining requirements on each milestone that must be achieved to reach the desired quality level. If some disciplines are behind and some ahead of a milestone, it will not be "right the first time". How can the engineering subcontractor satisfy milestone requirements to the contractor and deliver "right the first time"? The paper shows how the engineering subcontractor, with certain additions and adjustments to their milestones, can support this. The integrated design and delivery solutions (IDDS) approach relate the findings towards the construction industry.

#### **Using a Change Control System and BIM to Manage Change in Design (In review)**

Today, there are few satisfying change management systems to handle changes in design, both internal changes initiated by the engineering team or external changes initiated by the client. How can changes in design be managed using a change control system, and how can building information models (BIM) be utilized to optimize evaluation of changes? This paper introduces a change management process and a corresponding change control system (CCS) for managing changes in detailed design, and assesses how BIM can be used to identify consequences of changes. Findings are based on experiences from major oil and gas projects. Data is gathered from Kvaerner, a Norwegian EPC (engineering, procurement and construction) contractor, using case study research. The research portrays how changes can be handled using CCS. When a design change request is created, it is presented in a Change Board, where it is processed, categorized, evaluated and approved. BIM is used to consider impact and consequences for affected disciplines. The client will be added in the decision process and presented for cost and schedule impact. Results indicates that the dynamics of CCS combined with the utilization of BIM can keep control of changes in detailed design and reduce negative impacts of changes.

#### **Collaboration and BIM Supportive Project Execution Model for the Construction Industry (In development)\***

Currently, the construction industry is characterized by a situation where each actor utilizes their own project execution model, documenting an ideal internal workflow for project execution. These models usually ensure the needs of each individual actor in a construction project. Building Information Modelling (BIM) supportive aspects and collaboration related aspects are however often insufficiently covered. A mutual project execution model attending to both the principal needs of each individual actor and collaboration between actors, would be a major driving force for a more efficient project execution. In addition, incorporation of cross-level/-actor BIM aspects would most likely cover the shortcomings of present execution models. Few research results are pointing to the specific challenges of the actors when collaborating in BIM projects, and of their use of individual execution models. How could a mutual and agreed project execution model, supporting present standards, increasing complexity, demands for collaboration, and the use of BIM, meet present and future needs?

We have employed a differentiated methodology, with a workshop development approach and a key personnel verification approach to develop an agreed, mutual project execution model for implementation and testing through a qualitative case study in the Norwegian research project “Collaboration in the building process – with BIM as a catalyst” (SamBIM), funded by the Research Council of Norway. The project partners are four industry-leading construction companies, and three major research institutions. The execution model is contractually independent, at a strategic and operational building process level, from concept to operation. Potential benefits of BIM are visualized. Our qualitative case study findings support initial project hypotheses, and provide a good basis for improvement of current execution models towards improved BIM based collaboration with a mutual project execution model.

\* Sammendrag (abstract) er fra artikkel som er sluttleveranse i innovasjonsprosjektet «Gjennomføringsmodell» i SamBIM, og er nærmere omtalt i kapittel 4.2.1.

## 5 Erfaringsrapporter fra virksomhetene

### 5.1 Innledning

Ketil Bråthen, Fafo

I dette kapitlet skal vi se nærmere på endringsagentenes erfaringsrapporter. Det å ha endringsagenter som en del av SamBIM-prosjektet, var tiltak som allerede ble beskrevet i prosjektsøknaden til Norges forskningsråd. Hver av de fire industripartnerne har oppnevnt en endringsagent. Én av dem har vært med i hele prosjektet, mens det i tre av bedriftene har vært utskiftninger underveis. Hensikten med endringsagentene var at de skulle understøtte den strategiske forankringen av innovasjonsprosjektene i egne bedrifter. Videre skulle de bidra i utarbeiding av innovasjonsfremmende tiltak tilpasset de ulike byggeprosjektene som var valgt ut. Som følge av utfordringer med å få på plass gode case til rett tid, har også endringsagentene hatt en viktig rolle i utarbeidingen av de «faglige temagruppene» som omtales i kapittel fire.

I dette kapitlet lar vi endringsagentenes stemmer slippe til. Dette innebærer at kapitlet ikke er ført i pennen av forskergruppen, men av endringsagene selv. Her vil de blant annet reflektere over sin egen bedrifts rolle i og utbytte av SamBIM-prosjektet. Endringsagentenes refleksjoner er løst strukturert rundt følgende spørsmål som på forhånd var spesifisert av forskergruppen:

- Hva var utgangspunktet/behovet for deltakelse i prosjektet?
- Hvilke problemstillinger var viktige for dere å få svar på?
- Hva har dere gjort i prosjektet?
- Hva har dere oppnådd?
- Har SamBIM påvirket viktige valg i bedriften?

### 5.2 Erfaringsrapportene

#### 5.2.1 LINK arkitektur

Bjørn Erik Lie, LINK arkitektur

##### **Utgangspunktet/behovet for deltakelse i SamBIM**

LINK arkitektur har som mål gjennom dette prosjektet å effektivisere egen leveranse og forbedre egen markedsposisjon. Som resultat av prosjektet forventer LINK en rekke forbedringer med hensyn til samhandling og prosess. BIM vil gi større kontroll og eier-

skap på informasjons- og prosjekteringsprosessen (intellectual property). Gjennom bedre sluttprodukt og mindre sløsing vil LINK bli en mer attraktiv samarbeidspartner og styrke evnen til å konkurrere i et presset marked.

I et samfunnsperspektiv ønsket LINK å ta et ansvar for å være med på å forbedre bransjen. Som stor arkitektaktør har LINK muligheten til å påvirke og komme med innspill til en nødvendig forbedring.

#### **Viktige problemstillinger å få svar på**

LINK hadde ingen særskilte problemstilling man ønsket å få svar på, andre enn de som er inkludert i SamBIM. LINK ønsket å se på problemstillingen totalt sett og ikke avgrenset til et arkitektperspektiv.

#### **Aktiviteter i SamBIM-prosjektet?**

I utgangspunktet ble det lagt opp til tre arenaer der LINK skulle bidra:

- Som endringsagent/medforsker
- Et reelt byggeprosjekt (case)
- Deltakelse i innovasjonstiltak

Endringsagent/medforskerrollen var tidlig i SamBIM tenkt som en rolle som skulle være bindeleddet mellom innovasjon og forskerdelen i prosjektet. Dette var et godt utgangspunkt for at bedriftspartene skulle forplikte seg tilstrekkelig, samt at forskerne på den måten ville få en dedikert person i bedriftene som kunne tilrettelegge og skape tilgang til de riktige miljøene internt. Etter hvert som SamBIM utviklet seg, ble medforskerdelen tonet ned, og forskerne selv tok mer og mer ansvar for forskerdelen av prosjektet.

Som en konsekvens av at byggeprosjektet som LINK hadde som case sammen med Skanska; Veitvet ble utviklet som case i SamBIM, flyttet tyngdepunktet for innsatsen seg underveis fra casearbeid til innovasjonstiltakene. Dette ble gjort etter en vurdering der funnpotensialet i case i de resterende fasene i prosjektet ikke ville gi de rom for påvirkninger som var nødvendig for å mest mulig ut av prosjektet som et case i SamBIM. Som en konsekvens av dette valgte Skanska Urbygningen i Ås og Eikefjord skole som nye case. Et eget nytt case der LINK var eneste aktør fra SamBIM-bedriftene, ble antatt å ikke gi nok rom for å påvirke samhandlingen, og vi valgte da å ikke ha et eget separat case. Generelt sett i dagens byggeprosjekter har arkitekten liten mulighet til å påvirke rammevilkårene for samhandling. Dette henger sammen med arkitektens plass i «hierarkiet» og hvor i næringskjeden arkitekten blir engasjert.

I stedet for et separat byggeprosjekt som case, har vi heller fokusert på et internt utviklingsprosjekt, der vi blant annet har utviklet en struktur for kompetanseløft, systemstøtte samt arbeidsprosess og roller innfor faget prosjektstyring. Dette er tematikk som har gitt oss som bedrift en mye større forståelse for blant annet roller. Bakgrunnen for dette er teori for «best practice» innen prosjektledelse. Dette interne utviklingsprosjektet kalt «LINK IT» har direkte relevans til rammene for SamBIM.

I tillegg til egeninnsats fra prosjektdeltakerne i Veitvet-prosjektet, har det meste av egeninnsatsen til LINK kommet gjennom endringsagentens arbeid. Dette arbeidet har

hatt søkelyset på innovasjonstiltakene. Konkret har dette vært å lede arbeidsgruppen for gjennomføringsmodell og delta aktivt i arbeidet med barrierer og drivere for samhandling.

### **Resultater og erfaringer**

Når det gjelder hva LINK har oppnådd, så ble det i delrapport fra SamBIM til Forskningsrådet i juni 2014 konkretisert en rekke punkter man ønsket å fokusere på. Mange av disse var for LINKs del basert på at et nytt case ble etablert. Som en konsekvens av at caset ble avsluttet, er derfor mange av disse fokuspunktene naturligvis ikke oppfylt.

Igjennom prosjektperioden i SamBIM har LINK fått en økt forståelse for blant annet gjennomføringsmodeller, inkludert hvordan andre aktører i bransjen tenker innenfor tema og hvor forskjellige «nivåene» som de forskjellige aktørene opererer på, er.

Erfaring fra case viser at arkitekten, som ofte blir en underleverandør, ikke har stort nok rom til å påvirke rammevilkårene i et prosjekt. Dette er naturlig ut fra et kunde/leverandørperspektiv, men ut fra et perspektiv der vekten er på størst mulig samhandling for å skape et best mulig sluttprodukt totalt sett, er dette negativt. En påstand med hensyn til ideell prosjektorganisering er at arkitekten bør være høyere opp i hierarkiet enn i dag for at sluttresultatet skal bli bedre. Det kan tyde på at dagens prosjektorganisering (hvem er kunde til hvem) ofte skaper en suboptimalisering, der den enkelte aktør fokuserer for mye på å dekke sine egne behov, slik at totalproduktet i verste fall bare blir en konsekvens av dette (Klakegg 2015).

En refleksjon som er gjort igjennom prosjektperioden, er at det i dag er gjennomført mye forskning på metodebeskrivelser, rollebeskrivelser, utvikling av IT-verktøy, osv., noe som gjør at teoretisk sett ligger alt til rette for et godt samspill i byggprosjekter. Utfordringen er at koblingen mellom bransjen (bedriftene) og akademia (forskermiljøene) er for dårlig. Hadde man klart å overføre kompetansen på en god måte, ville byggebransjen fått et stort kompetanseløft.

Når det kommer til det praktiske, så finnes det ingen enkeltstående mirakelkurer. Vi må alle forpliktet oss, helt ned til det banale.

- Vi har fått et realistisk syn på hva vi leverer og hva som ønskes av BIM-leveranse
  - Dobbelt leveranse i mange prosjekter enda (BIM).
  - Færre prosjekter enn forventet generelt som har BIM-krav.
  - Faktisk bruk av BIM i bransjen har kommet kortere enn man har hatt inntrykk av.
- Større innsikt i gjennomføringsmodellproblematikk
  - Økt forståelse for de andre aktørenes behov.
  - SamBIM har sammen med vårt eget interne utviklingsprosjekt gitt oss en større forståelse for begrepet «gjennomføringsmodell» og hva de forskjellige aktørene i bransjen legger i dette.
  - Vi har fått en forståelse for at selv om entreprisereformer og gjennomføringsmodeller er etablert i bransjen, tolkes disse av aktørene forskjellig, avhengig av hvilket nivå den enkelte opererer på.
- Økt forståelse for FoU-arbeid og hva dette kan bidra med i byggebransjen

- To tannhjul som skal jobbe sammen
  - Bedriftene: lite og raskt tannhjul som ønsker å gå forttest mulig, men der horisont ofte er begrenset til egen virkelighet.
  - Forskere: stort tannhjul som går sakte men sikkert og har en vid horisont (stor kunnskap), der det å finne feil er like verdifullt som å finne suksesser.

Klarer man å koble sammen disse to tannhjulene på en god måte, kan man få til noe virkelig bra:

- Å skape et forum som et forskningsprosjekt gjør at de kommersielle tersklene som ellers er mellom bedriftene og prosjektene, ikke er til stede, noe som gir stort rom for å diskutere styrker og svakheter i bransjen.

Negative erfaringer:

- Utfordringer i case: fastpriskontrakt i en totalentreprise med mye endringer skaper lite rom for tillegg når endringer oppstår underveis. Kan i verste fall bli en stor barriere for optimal samhandling.
- Rammevilkårene for et forskningsprosjekt slikt det er organisert i dag (BiA):
  - Terskelen for en bedrift er relativt høy for å kunne være med i et FoU-prosjekt støttet av Forskningsrådet (krever mye egeninnsats).
  - Det meste av støtten går direkte til forskerarbeid (timefakturering) og ikke til bedriftene.
    - Mange små og mellomstore bedrifter, som i utgangspunktet vil ha god nytte av FoU-arbeid, får minimal mulighet til å være med på grunn av høye krav til egeninnsats. Det blir derfor for dyrt å bidra.

#### **SamBIM og strategiske valg i bedriften**

- Det å ta et samfunnsansvar
- Erfaring med FoU-prosjekter
- Bekreftelse på videre satsing på internt utviklingsprosjekt
- Kompetanseheving for eget personell
- Skape en videre horisont mht forbedringsbehov i bransjen.

#### **5.2.2 Multiconsult**

Hilde Warp, Multiconsult

##### **Bakgrunn**

Multiconsult ble i oktober 2011 invitert med i en gruppe for å delta i forskningsprosjektet «Samhandling i byggeprosesser – med BIM som katalysator». Forkortelsen er SamBIM. Det ble sendt søknad om forskningsmidler fra Forskningsrådet 15. februar 2012,

med forutsetning om revidert søknad 14. september 2012. Videre ble det stilt betingelser om egenfinansiering og egeninnsats fra deltakerne. Deltakergruppen var som følger:

- Skanska (prosjektleder og eier av søknaden)
- Statsbygg
- LINK arkitektur
- Multiconsult
- SINTEF Byggforsk
- Fafo
- NTNU

Som man ser av oversikten over deltakerne, har SamBIM sentrale aktører fra alle faser i et byggeprosjekt. Dette gir et godt utgangspunkt for å identifisere utfordringer og muligheter med tilhørende prosesser, verktøy og anbefalinger for å øke effektiviteten og/eller kvaliteten i planleggings-, prosjekterings- og utførelsesfasene i byggeprosjekt. Komplettert med den omfattende forskerkompetansen i prosjektgruppen, vil vi også få utvidet kunnskapsbildet betydelig.

#### **Forventninger**

Forventningene fra Multiconsults side kan deles i to hovedkategorier:

- Nettverksbygging med øvrige deltakere og innsyn i hvordan vi kan arbeide bedre sammen på tvers
- Forbedre egne prosesser og verktøy for å effektivisere og/eller øke kvaliteten på vårt arbeid og våre leveranser gjennom aktiv bruk av forsknings- og utviklingsprosjekter som SamBIM

For første hovedpunkt går forventningene i stor grad på å bli bedre kjent med Skanska, Statsbygg og LINK for å utvikle felles tankesett og få innblikk i deres arbeidsmetoder og behov for god prosjektgjennomføring. Videre ønsket vi spesielt å få bedre inngrep med hvordan arkitekt (spesielt LINK) og entreprenør (spesielt Skanska) kan passe inn i Multiconsults gjennomføringsmodell.

Generelt har Multiconsult også store forventninger til å hente erfaringer fra case-studiene gjennomført av forskerne med støtte fra endringsagentene internt i Multiconsult. Vi ser at dette uansett vil publiseres og gjøres tilgjengelig for «bygge-Norge», men gjennom prosjektdeltakelsen vil vi både få tidligere innsyn og ikke minst større forståelse av både problemstillingene og resultatene fra casestudiene.

Internt i Multiconsult fokuseres det hovedsakelig på å utvikle en egen gjennomføringsmodell basert på BIM. Gjennomføringsmodellen Multiconsult utvikler, inneholder både beskrivelser av prosesser og konkrete beskrivelser av hvordan man skal bruke BIM for å optimere prosessene og leveransene sett fra prosjekterendes side. BIM-strategi og tydelige instruksjoner på hvor mye informasjon som skal lastes inn og når, samt aktiv bruk av statussetting, inngår i beskrivelsene. Utvikling og implementering av gjennomføringsmodellen basert på BIM er i større grad uavhengig av de gjennomførte casestudie-

ne, men der vi selvfølgelig ønsker å ta inn gode læringspunkter fra casene som gjennomføres.

Konkret er det arbeidet med både å utvikle og dokumentere gjennomføringsmodellen basert på BIM for detaljprosjekt. Dette inkluderer å utarbeide sjekklister og detaljert beskrivelse av gjennomføringsmodellen. Med tanke på BIM, ønsker vi å beskrive BIM med statussetting inn i gjennomføringsmodellen. Hensikten er å oppnå en bedre og mer effektiv gjennomføring av våre oppdrag innen bygg og eiendom.

For å teste ut hvordan gjennomføringsmodellen fungerer i praksis, var det opprinnelig et ønske om å benytte denne i et konkret prosjekt i løpet av SamBIM-perioden. Man har fått prøvd ut elementer av denne, men gitt at gjennomføringsmodellen fremdeles er under utvikling, og fortsatt vil utvikles etter at SamBIM-perioden er over, har man ikke fått prøvd den ut i fullskala.

Når det gjelder innovasjonsarbeid, har Multiconsult høye ambisjoner om å drive utviklingen av bransjen. Det å delta i ulike forsknings- og innovasjonsprosjekter er et satsingsområde. Internt utvides denne satsingen med doktorgradstudier og dedikerte masteroppgaver til de forskningsspørsmål vi ønsker å undersøke. I dette prosjektet har Multiconsult et pågående doktorgradsstudium i tillegg til at man ønsker å øke kompetansebasen ved bruk av mastergradsoppgaver.

### **Resultater og erfaringer**

Når det gjelder forventningene til nettverksbygging, er disse delvis innfridd. Gjennom prosjektmøtene og de ulike casene har man fått bedre innsyn i hvordan og når de ulike aktørene kan og bør involveres for å få til en god gjennomføring og samprojektering.

Når det gjelder konkrete case, har det vist seg vanskelig å finne pågående prosjekter man kunne drive innovasjon i. I utgangspunktet var det ønske om å benytte KiB (kulturbbyggene i Bjørvika) som prosjekter. Dette viste seg noe vanskelig, spesielt med tanke på utprøving av gjennomføringsmodell, da prosjektets rammebetingelser og framdrift ikke overlappet godt nok med behovene i forskningsprosjektet SamBIM. Det ble gjennomført en casestudie av projekteringen av nytt Deichmanske bibliotek, og funnene er presentert i en egen caserapport. Av spesiell interesse fra dette caset vil vi trekke fram læring om beslutningsprosesser og viktigheten av å knytte beslutningsprosessene til framdrift for å optimere projekteringen. For å komme dypere i problemstillingen valgte man i stedet Campus Ås for å prøve ut gjennomføringsmodellen med integrering av BIM. Fafo var forskningsinstitusjonen som hadde ansvaret for gjennomføring av caset Campus Ås på vegne av forskningsprosjektet. Multiconsult er projekterende og Skanska er hovedentreprenør og bidrar inn i arbeidet med caset. Spesielt dette med statussetting i BIM-modellen ble prøvd ut. Tilbakemeldinger både internt og eksternt viser at gjennomføringsmodellen og den integrerte bruken av BIM har fungert godt. Vi har fått en uttalelse fra et medlem i Statsbyggs prosjektledelse om at dette prosjektet er det som har kommet lengst i både utvikling og bruk av BIM, sammenliknet med resterende prosjekter i Statsbyggs portefølje.

Av konkrete resultater har vi kommet langt i ferdigstillelse av gjennomføringsmodellen. Denne inneholder både beskrivelser av prosesser og konkrete beskrivelser av hvordan man skal bruke BIM for å optimere prosessene og leveransene. BIM-strategi og



tydelige instruksjoner på hvor mye informasjon som skal lastes inn og når, samt aktiv bruk av statussetting, inngår i beskrivelsene. Videre er det utarbeidet til dels detaljerte sjekklister for de ulike faser og stadier i gjennomføringsmodellen.

For å sikre at resultatene faktisk blir implementert i Multiconsult, ble det midtveis i forskningsprosjektet definert at man skulle opprette en rolle som endringsagent internt i Multiconsult, med ansvaret for å konkretisere og implementere funnene i organisasjonen. En forutsetning er at dette er arbeid som ikke blir betalt i oppdrag. En slik ordning, med dedikert endringsagent, anses som en suksessfaktor for at man får satt av tid og ressurser til å bearbeide forskningsresultatene videre og konkretisere dem til reelle verktøy og prosesser som kan benyttes i gjennomføringen av prosjektene våre. Selve implementeringsarbeidet er påbegynt, men dette er gjort ved å bruke gjennomføringsmodellen i konkrete prosjekter som enten er påbegynt eller er i oppstartsfasen heller enn som en utrulling i hele organisasjonen. Dette vil være et av punktene vi vil arbeide videre med.

I utviklingen av SamBIM-prosjektet ble det bestemt at Multiconsult skulle utvikle en veileder for samprosjektering ved hjelp av BIM. I denne veilederen skulle vi identifisere barrierer og muligheter. Som sluttresultat har denne veilederen i større grad blitt et notat som beskriver suksessfaktorer og risikomomenter for å drive samprosjektering ved hjelp av BIM, som da også kan leses som beskrivelse av muligheter og barrierer. Notatet baserer seg på funn fra caserapportene og også undersøkelser i egne organisasjoner.

Vi brøt ned problemstillingen og kom fram til tre tema vi kunne kategorisere barrierene og mulighetene under; rammebetingelser, organisasjon og hardware/software/teknologi.

I utgangspunktet forventet vi at de største barrierene og mulighetene lå innen arbeidsprosesser, og følgelig da under rammebetingelser og organisasjon. Praksis viser at det også fremdeles er barrierer knyttet til hardware og software som må avklares i forkant av prosjektstart, om man skal lykkes med effektiv samprosjektering.

Ett av hovedmålene med deltakelse i dette prosjektet var å sikre god erfaringsoverføring og læringspunkter på tvers i organisasjonen. Vår vurdering er at vi har lyktes noe mindre med dette, utover innføringen av gjennomføringsmodellen. For å sikre god kunnskapsspredning internt i organisasjonen, er det viktig å sette av dedikert tid til dette. I en hektisk hverdag er det lettere å prioritere bort internt arbeid mot arbeid for kunder. Resultatene fra gjennomførte case har følgelig ikke blitt spredd godt nok internt i organisasjonen.

Når det gjelder arbeid med forskning og utvikling, har forventningene til doktorgradsarbeidet og masteroppgaver som fokuserer på gjennomføringsmodeller, både med inspirasjon fra olje- og gassindustrien og med overføring til spesifikke prosjektkategorier, som sykehus, blitt innfridd. Med dette følger også flere publiseringer, og følgelig oppmerksomhet rundt Multiconsult som en aktiv bidragsyter til å drive bransjen vår framover gjennom forskning og utvikling.

Oppsummeringsvis vil vi si at forventningene i stor grad er innfridd, da spesielt gjennom utvikling og uttesting av gjennomføringsmodellen vår. Spredning av informasjon om funn i de ulike gjennomførte casene kunne derimot vært bedre.

### **Videre arbeid**

Som beskrevet har vi kommet langt i arbeidet med å utvikle gjennomføringsmodellen vår. Det som gjenstår er en utrulling i hele organisasjonen, ikke bare enkeltprosjekt, slik det er blitt til nå. Dette vil kreve både tid og ressurser for å lykkes.

Det at BIM er en så integrert del av vår gjennomføringsmodell, har også hatt innvirkning på vår rekruttering og satsing på utvikling innen fagfeltet. Vi har nylig ansatt en person med VDC-sertifisering. Vi anser dette som en suksessfaktor både for å utvikle vår egen VDC-kompetanse, men også for å kunne utvikle arbeids- og samarbeidsmetoder med entreprenører. Basert på arbeidet i SamBIM og øvrige erfaringer, ser vi at tidligere involvering av entreprenørleddet vil være både fornuftig og nødvendig for å sikre god samprosjektering og byggbarhet gjennom BIM.

Multiconsult er også involvert i flere andre forsknings- og utviklingsprosjekter. Det største er det bransjeomspennende BIA-prosjektet<sup>26</sup> OSCAR, der Multiconsult har prosjektledelsen. Delprosjektet som skal se på metoder og verktøy i OSCAR, hadde oppstart våren 2014. Vi har brukt funn fra SamBIM inn i OSCAR-prosjektet.

Vi har arbeidet aktivt med en formidlingsplan av resultatene fra SamBIM etter hvert som disse har blitt ferdigstilt. Intranett er en naturlig kommunikasjonsplattform. Videre har vi faste faglunser som er åpne for alle. Dette vil også være en naturlig arena å presentere resultatene i. Av spesifikke målgrupper vil vi spesielt fokusere på vår avdeling for konsernoppdrag. Denne avdelingen har ansvaret for de største prosjektene i Multiconsult og et ansvar som går utover geografiske avdelinger. Det er også denne avdelingen som har ansvaret for å utvikle og implementere gjennomføringsmodellen.

Videre vil prosjekteringsgruppeledere og fagdisiplinledere være viktige målgrupper for å spre beste praksis basert på funnene i SamBIM. Det er disse som skal styre prosjektene og de faglige leveransene ved hjelp av gjennomføringsmodellen. Viktigheten av å definere roller og ansvar for samprosjektering vil være et viktig tema, spesielt vurderingen av hvem og hvor mange som bør møte i samprosjekteringsmøter der man aktivt prosjekterer i BIM-modellen i møtet.

Det kan nevnes at Multiconsult har kjøpt Link arkitektur i løpet av prosjektperioden, og slik sett har disse to aktørene blitt knyttet tett sammen også formelt sett. Arbeidet med utvikling av en gjennomføringsmodell vil følgelig enklere kunne spres på tvers av fagområdene arkitekt og øvrige prosjekterende. Dette ser vi som en stor fordel for å kunne spre bruken ytterligere, og ikke minst optimere denne slik at arkitektfaget blir et enda tydeligere og integrert fag i gjennomføringsmodellen.

---

<sup>26</sup> Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA) – programområde i Norges forskningsråd.

### 5.2.3 Skanska

Thomas Sæve, Skanska

#### Utgangspunktet/behovet for deltakelse i SamBIM

Skanska har vært bedriftspartner og administrativt ansvarlig i SamBIM-prosjektet. Vi har stilt med tre case (Veitvet skole, Urbygningen på ÅS og Eikefjord barne- og ungdomsskule), hvorav førstnevnte ble avviklet som case ganske tidlig på grunn av manglende verdiskapingspotensial for SamBIM og prosjektet selv.

Bakgrunnen og begrunnelsen for innovasjonsprosjektet er blant annet Skanskas egne erfaringer og undersøkelser, som underbygger at samhandling ved bruk av BIM bedrer kvaliteten i byggeprosjekter og gir økt verdiskaping. Vi var likevel kun i starten av den positive utviklingen, som da til hadde vært preget av teknologiutviklingen, tilgjengelig programvare og de umiddelbare gevinstene der BIM var et tillegg til tradisjonelle leveranser. Et større, men mer krevende potensial lå i bedre samhandling og samarbeid, endret planlegging og tilpassede gjennomføringsmodeller.

I produksjonen hadde også BIM et uforløst potensial. Tradisjonelle gjennomføringsmodeller la ikke tilstrekkelig vekt på samhandlingen mellom prosjektering og produksjon og var ikke spesielt tilrettelagt for trimmet produksjon (lean, LPS) (Moen & Moland 2010) Vi så et behov for en produksjons- og innkjøpstilpasset prosjektering og i denne sammenheng et behov for å utvikle samhandlingen rundt prosjektering for bedre å ivareta nettopp dette.

Vi ønsket også rent innovativt å se på tilnærmingen til de prosessuelle, obligatoriske, teknologiske og sosiale sidene ved implementering og bruk av BIM i sammenheng med hverandre. Gjennom prosjektet ønsket vi å utvikle kunnskap som ikke hadde vært mulig ved en mer tradisjonell tilnærming.

Skanska ønsker også å være i tet i den norske BAE-næringen og har ligget langt fremme når det gjelder bruken av BIM internt i selskapet. Det var tydelig at det lå potensial i å innarbeide BIM som en del av de naturlige arbeidsprosessene for å oppnå redusert usikkerhet og kostnad, og bedre kvalitet.

#### Viktige problemstillinger å få svar på

Vi ønsket å få svar på hvordan vi kunne utvikle modeller som beslutningsgrunnlag for å fatte riktig beslutning til riktig tid.

Videre ønsket vi:

- Høyere grad av involvering for å påse at riktig kunnskap kommer til riktig tid.
- Transparens med hensyn til å se utfordringer hos alle aktører for å oppnå gunstigere innkjøp og en mer effektiv produksjon.
- Høyere grad av gjenbruk av data for å oppnå bedre flyt mellom faser, og ved ombygging og tilpassing i framtiden.
- Hvordan på best mulig måte fjerne unødig prosjektering og prosjekteringsfeil gjennom å forstå oppgaven som skal løses bedre langs flere dimensjoner.
- Økt grad av sikkerhet for produksjonen ved hjelp av bedre prosjekterte løsninger og lettere oppgaveforståelse.

For Skanskas entreprenørvirksomhet ville prosjektet gi grunnlag for å teste, dokumentere og videreutvikle daværende BIM-satsing før implementering i større skala.

### **Aktiviteter i SamBIM-prosjektet**

Først og fremst har vi gjennom å være en stor aktør i den norske BAE-næringen og bedriftspartner i SamBIM, hatt case hvor vi har fått prøvd ut og sett nærmere på bruk av BIM i flere deler av vår virksomhet. Eksempler på dette er:

- Planlegging av samhandlingsrom (big room)
- Planlegging og styring av samhandlingssesjoner, Sampro: samprosjektering/samlokalisert samprosjektering/samtidig prosjektering (VDC/ICE)
- BIM som verktøy som understøtter trimmet prosjektering
- Økt bruk av BIM på byggeplass (BIM kiosk)
- Innspill på våre interne prosjektstyringsprosesser
- Inspirert til økt bruk av BIM i organisasjonen
- Gitt innspill til Bygg21 sitt arbeid med ny fasenorm, samt Neste Steg.

Vi har deltatt i arbeidsgruppene som har jobbet med innovasjonstiltakene (lean prosjektgjennomføring, barrierer og drivere for samhandling, og gjennomføringsmodeller) i prosjektet. I tillegg har vi hatt den administrative ledelsen av prosjektet.

### **Resultater og erfaringer**

#### **Veitvet skole, med LINK, Skanska og SINTEF**

Endringsagentene i SamBIM ble involvert i Veitvet-prosjektet da prosjektet startet i 2012. Det ble da gjennomført en kick-off-samling for deltakerne i prosjektet. SINTEF var med som følgeforskere og hadde en observatørrolle i prosjekteringsfasen. I og med at SamBIM kom inn etter kontraktsinngåelse, begrenset dette dessverre graden av innovasjonstiltak innenfor BIM som kunne implementeres i prosjektet. Dette, samt andre forhold, resulterte i liten grad av påvirkning på arbeidsmetode og arbeidsprosess. Veitvet-prosjektet ble derfor mer et observasjonsgrunnlag innenfor Skanskas rammeverk fra et mer tradisjonelt BIM-prosjekt, enn et følgeforskningsprosjekt med en høyere grad av påvirkning og innovasjon. Prosjektet ble derfor avvirket som case i SamBIM da prosjektet gikk over i produksjonsfasen. Prosjektet ble en «benchmark» for basis-BIM som øvrige case senere er blitt målt mot.

#### **Urbygningen med Skanska, Fafo og Statsbygg**

Urbygningen ble et naturlig oppfølgingscase etter Veitvet. Her gjennomførte Statsbygg samlokalisert prosjektering og flere metoder og prosesser som ligger under «VDC-paraplyen». Det var høye kontraktsfestede krav til BIM i prosjektet. BIM og tegninger ble gjort tilgjengelig for produksjonen gjennom BIM-kiosker og nettbrett. Prosjekteringsgruppen til Statsbygg og Skanskas BIM-koordinator etablerte en digital dataflyt som sikret at samme informasjon var tilgjengelig både i prosjektering og produksjon. BIM ble den sentrale informasjonsbærer gjennom hele prosjektet. Fafo som var følgeforske-

re, observerte hvordan tilgjengeligheten av riktig og oppdatert informasjon påvirket produksjonen og effektiviteten i produksjonsteamets hverdag.

Skanska sitt opplæringsprogram for produksjonsmedarbeidere i prosjektet viste at gruppen var klar for denne måten å hente informasjon på. De tekniske underentreprenørene benyttet denne muligheten aktivt for å forstå ellers kompliserte tegninger. BIM-kiosker har senere blitt implementert i flere Skanska-prosjekter, og suksessen har spredt seg til flere entreprenører i Norge.

#### **Eikefjord barne- og ungdomsskole med Skanska og SINTEF**

Eikefjord barne- og ungdomsskole ble valgt som det siste caset for Skanska i SamBIM. Her var vi både utvikler og entreprenør. Ingen kontrakter eller andre føringer var barrierer for prosjektet. Modellen kunne utvikles og berikes gjennom alle fasene i prosjektet.

Prosjektet var framoverlent og interessert i å ta BIM-satsingen helt ut. Hovedelementer var samlokalisert prosjektering, Sampro, tidlig involvering og involvert planlegging, solid forankring hos ledelsen, tydelige krav til prosjekterende og leverandører, forventninger om prefabrikering av konstruksjon og tekniske anlegg.

Prosjekteringsgruppen foretok en studietur til Skanskas egen fabrikk for prefabrikering av tekniske installasjoner i London. Gjennom Eikefjord-prosjektet har vi langt på vei oppnådd målet med SamBIM-prosjektet.

Ny kunnskap har bidratt til å utvikle arbeidsprosesser, prosjektstyring og prosjektledelse. Vi har blitt mer kjent med utfordringer og fordeler knyttet til BIM som den sentrale informasjonsbærer og kommunikasjonskanal i prosjekter fra a-å. Vi har blitt bedre sammen og skapt mer kunde verdi – ved å være åpne og ærlige med hverandre og gjennom å se hverandres behov og utfordringer underveis.

#### **SamBIM og strategiske valg i bedriften**

SamBIM-prosjektet har påvirket måten vi jobber på i et økende antall av våre prosjekter. Konkrete eksempler på dette er etablering av big room, Sampro (samlokalisert/samtidig prosjektering (VDC/ICE)) og tilpassede gjennomføringsmodeller.

Vi har kontinuerlig – og samtidig som SamBIM-prosjektet har pågått – en intern utvikling av prosess, metode og gjennomføringsmodell, og SamBIM har bidratt med erfaring og innspill i dette arbeidet. Gjennom tre ulike case har vi også fått mulighet til å pilotere ønsker i større grad enn hva vi hadde fått til uten SamBIM.

Utviklingen har skjedd gradvis, på bakgrunn av erfaringer internt og gjennom tilbakemelding fra våre case. Fra å pakke ambisiøse mål og krav inn i en tradisjonell prosjektmodell og prosjektgruppe uten den nødvendige entusiasmen til å benytte BIM som sentral informasjonsbærer, til å ta utgangspunkt i modell fra første stund, med en tilpasset gjennomføringsmodell og entusiasme internt i prosjektgruppen. De opplagte fordelene dette innebærer, har gitt positive resultater med henblikk på redusert materialbruk, reduserte kostnader på grunn av bedre planlegging og økt bruk av offsite produksjon. Dette har også resultert i redusert produksjonstid. Vi har opplevd færre byggefeil og mindre endringshåndtering. Samtidig har man gjennom økt grad av involvering underveis fått bedre kvalitet og en større brukertilfredshet.

Risikoen og den usikkerheten som oppstår når man velger å endre et tradisjonelt mønster, har selvfølgelig blitt tatt i betraktning underveis. Dette har vi håndtert ved å

gjøre konkrete risikoreduserende tiltak. Dette er tiltak som fra starten av å velge riktig case, bevisstgjøre deltakere i prosjekteringsgruppen og tydeliggjøre hvilke og hvordan leveranser leveres. Samtidig har vi hatt en åpen dialog og ansvarliggjøring av de ulike leveransene i caseprosjektet.

Gjennom positive resultater i caseprosjektet har dette naturligvis bidratt til et økt engasjement internt. Dette bidrar selvfølgelig også til input til viktige strategiske valg som tas i bedriften.

#### **5.2.4 Statsbygg**

Morten Dybesland, Statsbygg

Sesn Tesfu, Statsbygg

##### **Utgangspunktet for deltakelse i SamBIM**

Statsbygg har vært bedriftspartner i SamBIM-prosjektet og har stilt med to caseprosjekter (Risløkka trafikkstasjon og Urbygningen Ås).

Statsbygg var en av pådriverne bak SamBIM-prosjektet, og prosjektideen er et direkte resultat av en tidligere følgeforskning fra Fafo (Bråthen, Moland & Berg 2014) av et Statsbygg-prosjekt der bygningsinformasjonsmodellering (BIM) ble testet ut. Her ble det påpekt at bruken av BIM i prosjektet var liten, og BIM ble i hovedsak sett på som et nytt verktøy, anvendt i tradisjonelle prosesser og i tillegg til tradisjonelle prosjekteringsmetoder og verktøy, ikke i stedet for. Dermed ble effekten ved bruken av BIM sterkt begrenset, og medførte liten effektivisering. I tillegg ble det påpekt behov for bedre forankring av satsingen på BIM i Statsbyggs organisasjon. Tydeligere ledelsesforankring, bedre opplæring av ansatte og en vurdering av hvordan arbeidsprosessene burde endres som følge av innføring av BIM, ble identifisert.

Statsbygg har vært en pådriver for bruk av BIM i norsk BAE-næring, og nødvendige FoU-aktiviteter for å få på plass IKT-verktøy tilpasset en byggherres behov, har vært en langvarig satsing i Statsbygg helt fra 2004 og fram til i dag. Samtidig viste overnevnte FoU-arbeid at det å ha fått utviklet disse verktøyene var et nødvendig, men ikke tilstrekkelig, tiltak for å høste de skisserte byggherregevinstene i form av reduserte kostnader og økt kvalitet gjennom bruk av BIM. Neste naturlige steg var å se på hvordan de nye digitale verktøyene kunne være en katalysator for endrede arbeidsprosesser og samhandlingsformer i hele verdikjeden i byggenæringen. Først med det på plass, syntes det rimelig å kunne høste de skisserte gevinstene. Denne innsikten var Statsbyggs utgangspunkt for SamBIM.

##### **Viktige problemstillinger å få svar på**

Gitt utgangspunktet over, var sentrale problemstillinger Statsbygg ønsket å få svar på i SamBIM:

- På hvilken måte muliggjør bruken av BIM nye og andre arbeidsprosesser og samhandlingsmodeller i Statsbyggs og BAE-nærings verdikjede?

- Hvilke innovasjonstiltak kan vi teste ut på det operative nivået i et av våre byggeprosjekter som anvender de mulighetene BIM gir for å øke verdiskaping i våre byggeprosjekter?
- Hvilken effekt vil disse tiltakene ha i våre prosjekter, og for hvem?
- Hvilke konsekvenser gir dette for Statsbyggs samarbeidsrelasjoner og kontrakter med våre leverandører?
- Hvordan kan erfaringene med innovasjonstiltak i caseprosjektene overføres til Statsbygg som virksomhet?
- Hvordan kan Statsbyggs prosjektmodell og våre kontraktstrategier forbedres og utvikles i tråd med kunnskap innhentet i SamBIM, både gjennom egne prosjekter og kunnskap innhentet fra samarbeidspartnerne?

### **Aktiviteter i SamBIM-prosjektet**

De viktigste innovasjonstiltakene i de to caserapportene har vært:

- Samhandling under prosjekteringsfasen – tiltaket VDC (Virtual Design and Construction), videre døpt til SAMPRO-VDC, ble tatt i bruk under prosjekteringsfasen. En arbeidsmetodikk for bruk og håndtering av tverrfaglige modeller for å nå prosjektets mål og fokusere på å skape mest mulig effektive arbeidsprosesser ved å samle alle aktørene sammen.
- Uttesting og bruk av big room.
- Planlegging, styring, fasilitering, opplæring, ledelse og gjennomføring av byggeprosjekt som anvender VDC.
- Samlokalisering av prosjekteringsgruppen og tverrfaglig bruk av BIM.
- Lean i prosjekteringsfasen.
- Uttesting av en samhandlingsfase.
- Bruk av BIM ute på byggeplass.

På det taktiske og strategiske plan har de viktigste SamBIM tiltakene vært:

- Gitt innspill til revidering av Statsbyggs prosjektmodell (gjennom Bygg21)
- Bidratt til endret status for BIM-modellene i Statsbyggs kontrakter
- Bygget opp om Statsbyggs satsing på lean
- Inspirert andre byggeprosjekter i Statsbygg til å ta i bruk big room, BIM ute på byggeplass og anvende samtidig prosjektering (i ulik grad).

### **Resultater og erfaringer**

I Risløkka trafikkstasjon åpnet organiseringen for nye måter å samarbeide på. Felles tilstedeværelse åpnet for mulighetene til å kunne avklare og fatte beslutninger «der og da», noe som var særlig nyttig. Det var særlig i kombinasjonen med BIM at samlokaliseringen åpnet for nye muligheter.

Samlokaliseringen førte til at de ulike innleide rådgiverne jobbet sammen i team heller enn å være opptatt av problemstillinger i virksomheten man kom fra. Byggherren

fikk bedre kontakt med prosjekteringsgruppen, takket være den nye organiseringen. Samprosjektering med BIM krever mer dedikert tid. På denne måten kan byggeprosjektene gjennomføres raskere, noe som betyr større gevinst for byggherre og bruker. Dette krever at prosjekterende har 100 prosent stilling på det respektive prosjektet. Det som ble erfart fra Risløkka trafikkstasjon, var at rådgiverne var mer av og på i prosjekteringen, selv om møtene krevde tilstedeværelse og i tillegg beslutningsdyktige deltakere. I en slik organisering er det essensielt at antall parallelle prosjekter en kan delta i, må reduseres.

Ettersom prosjektet Risløkka trafikkstasjon ble terminert tidligere enn forventet, kom Urbygningen opp som et alternativ. SamBIM-erfaringen fra opprinnelige case ble tatt med inn i byggeprosjektet på Urbygningen. Samlokalisering av innleide rådgiveren ble satt i verk, noe som førte til tettere tverrfaglig samarbeid og kjappe avklaringer. Organiseringen åpnet dessuten for enklere samarbeid og problemløsning på tvers av fagdisipliner.

Forhold som var utfordrende, var den faglige ensomheten som kan oppstå dersom det går flere dager uten at man får diskutert med kollegaer med samme fagbakgrunn. Dette kan medføre at optimale løsninger for prosjektet ikke blir valgt, ettersom beslutninger ikke er blitt diskutert med en fra samme fagbakgrunn.

Et verktøy som kom ut av SamBIM-prosjektet, var BIM-kiosk. Bakgrunnen for tiltaket var at arbeidstegninger ikke ga nok informasjon. Statsbygg iverksatte tiltaket BIM-kiosk som lar håndverkerne og arbeiderne på plassen få tilgang til BIM-modellen. Der har de muligheten til å diskutere løsninger uten å stoppe prosjektet på grunn av manglende avklaringer. Tiltaket BIM-kiosk har vakt stor interesse både innad i og utenfor bedriften. Flere prosjekter i Statsbygg har meldt sin interesse for BIM-kiosk i sine byggeprosjekter.

Oppsummert kan Statsbygg si at vi langt på vei har oppnådd målet om å få testet ut en rekke innovative tiltak på det operasjonelle nivået. Her har vi erfart både suksesser og tiltak som ikke har virket som forventet. Vi har fått økt kunnskap om muligheter og barrierer knyttet til BIM, nye arbeidsprosesser, og prosjektstyring og ledelse. Denne kunnskapen har bidratt til å utvikle Statsbyggs øvrige prosjektgjennomføring og vår byggherrevirksomhet. Der vi i mindre grad har lyktes, er å endre Statsbyggs strategiske samarbeidsrelasjoner og kontraktsforhold med resten av BAE-næringen. På dette området har viktigste bidrag vært knyttet til Statsbyggs prosjektmodell og statusen til BIM-modellen i Statsbyggs kontrakter. Gjennom kunnskap blant annet fra SamBIM, har Statsbygg revidert vår prosjektmodell og besluttet at i framtidige kontrakter løftes BIM-modellen opp som hovedpunktet ved rettslige etterspill.

Statsbygg ser at kontrakter er et godt endringsvirkemiddel, fordi det henger direkte sammen med økonomien til bedriftene. Vi ser at når bedriftene leser kontrakter, så er det hva vi vil kjøre dem på ved en eventuell rettsak som blir det viktigste for dem. BIM-modellen har i for stor grad bare blitt noe man gjør i tillegg til standardtegningene og beskrivelsene. Med denne endringen håper Statsbygg at dette vil endres, og at kontraktsjusteringene vil være med på å forenkle og effektivisere byggeprosessen gjennom å luke bort de parallelle prosessene som foregår i dag.



### **SamBIM og strategiske valg i bedriften**

I tillegg til punktene om prosjektmodell og BIM-modellens status i kontraktene, har SamBIM bidratt til å:

- Konsolidere Statsbyggs posisjon som rollemodell i BAE-næringen innen bruk av BIM.
- Styrke Statsbyggs satsing på lean i våre prosjekter.

## 6 Drøfting og konklusjoner

### 6.1 Innledning

Sol Skinnarland, Fafo

«Samhandling i byggeprosesser med BIM som katalysator» er tittelen på og ambisjonen med SamBIM-prosjektet. I de forutgående delene av hovedrapporten har vi presentert SamBIMs målsettinger, kontekst og teoretiske ståsted, vi har beskrevet forskningsdesign og -metoder, presentert sammendrag fra de enkelte casestudiene og fordypningsarbeidene, og tatt inn bedriftspartners egenbeskrevne erfaringer fra å delta i SamBIM.

I dette kapitlet skal vi drøfte hovedfunn og løfte fram konkluderende analyser på tvers av de enkeltstående casestudiene og arbeidet i innovasjonsgruppene. Delrapportene fra hver casestudie<sup>27</sup> og vitenskapelige artikler som har blitt publisert underveis i SamBIM-prosjektet, utgjør viktige referanser for denne drøftingen. Vi starter med å beskrive innovasjonstiltakene i casestudiene, og følger opp med å systematisere og drøfte funn under fire hovedoverskrifter; entreprisreformer og kontrakter, BIM-bruk, samhandling, og roller, makt og ansvar. I neste del ligger oppmerksomheten på utviklingsarbeidet i de ulike bedriftene. Her drøftes det hvordan prosessene rundt innovasjonstiltakene har blitt håndtert og hvordan dette har påvirket innovasjonsresultatet i SamBIM. Til sist avrundes kapitlet og hele rapporten med noen konkluderende refleksjoner.

### 6.2 De seks casene

Dette kapitlet beskriver nærmere de konkrete tiltakene som er blitt gjennomført i regi av SamBIM-prosjektet. I denne delen presenterer vi de primære innovasjonstiltakene som ble utprøvd i SamBIM-prosjektene. Vi utdyper hva som var hovedhensikten med dem, og drøfter informantenes erfaringer med tiltakene, slik de har beskrevet dem i intervjuene.

---

<sup>27</sup> Risløkka trafikkstasjon (Bråthen, Moland & Berg 2014)

Urbygningen ved NMBU på Ås (Bråthen & Moland 2015; Bråten & Moland 2016)

Deichmanske hovedbibliotek (Skinnarland 2016)

Eikefjord barne- og ungdomsskule (Flyen 2016).

### **6.2.1 Samlokalisering på Risløkka og Urbygningen**

Ketil Bråten, Fafo

I prosjektet på Risløkka trafikkstasjon, Urbygningen og på Eikefjord har samlokalisering av prosjekteringsteamet vært et sentralt tiltak. Denne arbeidsmåten er inspirert av såkalt Virtual Design and Construction (VDC). En rekke verktøy og teknikker har blitt utviklet under «VDC-paraplyen» (Khanzode 2006). To sentrale verktøy er ICE-møter og big room-organisering (se f.eks. Khanzode 2008). Integrated concurrent engineering (ICE) er samlokalisert, samtidig prosjektering, der en sentral målsetting er å redusere varigheten av prosjekteringsprosessen. Ved å samle sentrale aktører i såkalte ICE-sesjoner i et big room hvor alle kan jobbe samtidig ved hjelp av datamaskiner, BIM, felles databaser og storskjermer, er målet at man skal samarbeide bedre og oppnå bedre forståelse for hverandres arbeid, og dessuten å redusere tiden det tar å fatte beslutninger. ICE-møter med bruk av BIM skal ideelt sett føre til integrert og tverrfaglig prosjektering. Tanken med VDC, big room og ICE er altså at når alle relevante aktører samles, vil dette føre til kortere planleggingstid enn ved tradisjonell prosjektering. Dette tillater at rådgivernes løsninger kan diskuteres og eventuelt modifiseres med én gang heller enn at det må arrangeres nye møter.

I samtlige prosjekter ble det framhevet flere fordeler med å arbeide samlokalisert med BIM. Våre informanter fortalte at en slik organisering bidro til at gruppen arbeidet mer sammen som et enhetlig team. Mange pekte dessuten på at samlokaliseringen og fellesmøtene ga korte kommunikasjonslinjer og bedre muligheter til å kunne avklare saker og fatte beslutninger raskt «der og da». Flere nevnte dessuten at samlokaliseringen åpnet for enklere samarbeid og problemløsning på tvers av fagdisipliner, samt at en slik arbeidsform også var bra for det sosiale samholdet i prosjekteringsgruppen. BIM i kombinasjon med samlokaliseringen åpnet for at rådgiverne raskt kunne gå inn i modellen for å vise hverandre mulige løsninger og diskutere konkrete problemer. Disse erfaringene er dokumentert i Bråthen og Moland 2014 og i Bråthen og Moland 2016

### **6.2.2 Samhandlingsfase på Urbygningen**

Ketil Bråthen, Fafo

Begrepet samhandlingsfase er ikke innarbeidet i norsk byggenæring. Statsbyggs tanke med å innføre en slik fase var å gjøre overgangen mellom prosjekteringsfasen og byggefasen smidigere. I prosjektet på Urbygningen ble entreprisformen generalentreprise valgt. Dette betyr at prosjekteringsfasen gjennomføres av prosjekteringsgruppen, mens byggingen gjennomføres av én eller flere entreprenører. Statsbygg skriver i prosjektets kontraktsdokumenter at de ønsker å etablere en samhandlingsfase der det skal foregå en erfaringsutveksling mellom prosjekteringsgruppen og entreprenørene, og at det er viktig at det på et tidlig tidspunkt etableres en god samarbeidsplattform. I denne fasen skulle derfor prosjekteringsgruppen sammen med generalentreprenøren, byggeledelsen og byggherren foreta en grundig gjennomgang av prosjektet før selve byggefasen starter opp.

Våre data viser at informantene i varierende grad mener man har lyktes med dette. En del informanter, på tvers av virksomheter, mente at forsøket med å etablere en egen samhandlingsfase hadde gitt gode resultater. Blant annet fikk man løst en del utfordringer på et tidlig tidspunkt. Samhandlingsfasen bidro også til nyttig erfaringsoverføring fra prosjekteringsfasen til byggefasen. Andre informanter pekte på at manglende klarhet rundt og styring av samhandlingsfasen førte til at man ikke fikk løst så mange problemer som man hadde håpet i løpet av de to månedene denne fasen varte. Disse erfaringene er dokumentert i Bråthen og Moland 2016

### **6.2.3 BIM-kiosker på Urbygningen**

Ketil Bråthen, Fafo

I dette prosjektet ønsket byggherren Statsbygg og generalentreprenøren Skanska å prøve ut såkalte BIM-kiosker på byggeplassen. På bakgrunn av Statsbyggs kontraktsspesifikasjoner, produserte Skanska fem identiske BIM-kiosker. Hver BIM-kiosk ble utstyrt med en 50 tommer skjerm, en PC montert inn i et trekabinett tilpasset byggeplassens støvete og røffe miljø, samt tastatur og mus. Videre hadde datamaskinene tilgang til internett, slik at BIM-modellen kunne oppdateres ukentlig. BIM-kioskene ble plassert i trappeavstasjonen i hver etasje.

Våre funn viser at håndverkerne får en mer helhetlig forståelse av det prosjekterte materialet på grunn av BIM-kioskens gode visualiseringsmuligheter. Her kan håndverkerne undersøke spesielt komplekse forhold og se detaljer som knapt er synlige på tradisjonelle papirbaserte byggetegninger. I tillegg tyder våre funn på at bruken av BIM-kiosker kan bidra til mer samarbeid og felles problemløsning mellom håndverkerne på byggeplassen. Dette skjer fordi arbeiderne møtes, både planlagt og tilfeldig, foran kioskene for å diskutere mens de bruker modellen for å visualisere komplekse problemer. Disse erfaringene er dokumentert i Bråthen og Moland 2016

### **6.2.4 Laserskanning på Risløkka og Urbygningen**

Ketil Bråthen, Fafo

I rehabiliteringen av eksisterende bygg kan 3D-skanning være et godt grunnlag for å modellere opp en nøyaktig BIM. En slik løsning ble valgt i både prosjektet på trafikkstasjonen på Risløkka og på Urbygningen. Når man velger å skanne et eksisterende bygg, vil bruken videre i prosjekteringen variere alt etter hva man vektlegger i bestillingen av modellen. Dersom man kun velger en skannet leveranse som en «punktsky», vil den kunne brukes til forskjellige formål – for eksempel som referansemodell for utviklingen av BIM-modellen (arkitektmodellen og/eller modellen til rådgiver bygg), eller som grunnlag for det videre arbeidet. I Risløkka-prosjektet var bestillingen en BIM-modell med utgangspunkt i «punktskyen». Men dette ga en modell som ikke lot seg bruke til annet enn en referansemodell. Dette fordi de objektene som var bygget opp, vanskelig lot seg benytte videre i modellering av fagmodeller.

I prosjektet på Urbygningen møtte de prosjekterende på en rekke problemer med den skannende modellen. Flere mente modellen var heftet med så mange feil og mangler at det hadde vært et meget krevende arbeid å rette den opp, slik at den kunne brukes. Dette skyldes ifølge noen av de prosjekterende at man vanskelig får med seg alle detaljer i et gammelt bygg som Urbygningen når det skannes, men også at en del av det manuelle arbeidet med den skannede modellen gjøres av fagfolk i andre land, som har liten innsikt i norske byggeskikker. Dessuten ble det påpekt at dersom rådgiverne selv har ansvar for å bygge opp modellen, blir man mer kjent med den gjennom dette arbeidet. Disse erfaringene er dokumentert i Bråthen, Moland og Berg 2014 og i Bråthen og Moland 2015.

### **6.2.5 Milepælsplaner med fargekoder på Deichman**

Sol Skinnarland, Fafo

Multiconsult ønsket å prøve ut sin gjennomføringsmodell i forbindelse med prosjekteringen av nye Deichmanske hovedbibliotek i Bjørvika i Oslo. Gjennomføringsmodellen handlet om å prøve ut et system med tverrfaglige milepæler i prosjekteringsframdriften. Intensjonen var å få til en bedre samordnet og koordinert framdrift i prosjekteringen, og å etablere kvalitetsnivåer som felles grunnlag for å detaljere prosjekteringen videre.

For å angi oppnådd kvalitetsnivå, altså hvilke nivåer de ulike objektene på en tegning eller i en elektronisk BIM-modell har, angis det fargekoder. Objekter i BIM-modellen blir gitt en farge (rød, gul og grønn) ut fra hvilken status (S1, S2 osv.) objektet har. Det kan være en kombinasjon av forskjellige statuser på alle objektene i prosjekteringen. Hensikten er at status på objekter ved hjelp av fargekodene kommuniseres tydeligere i BIM-modellen.

Erfaringene informantene høstet fra forsøket med milepælsplanen, var positive. Uten gjennomføringsmodellen ville rammene for beslutninger om frys vært fraværende og skapt kaos og merarbeid, og modellen tvinger fram framdrift.

Likevel opplevde informantene at modellen i praksis kun delvis har fungert, og de pekte på barrierer som a) sene avklaringer, b) manglende respekt av frysdato og c) manglende definisjon av status som noen av årsakene til at modellen ikke ga full effekt.

Fargesetting av status på objekter skapte et effektivt tverrfaglig arbeid som ga større sikkerhet for nødvendig informasjonsutveksling. Gjennom fargekoder kommuniseres objektens status, noe som sikrer tverrfaglig samkjøring. Også med hensyn til statussetting med fargekoder avdekket informanter barrierer. Eksempler på barrierer var a) vanskelig å oppnå en god systematikk, b) prosessen med statussetting kom sent i gang og c) diskontinuitet i prosjekteringsgruppen. Disse erfaringene er dokumentert i Skinnarland 2016.

### 6.2.6 Samhandlingsmodell i Eikefjord

Cecilie Flyen, SINTEF Byggforsk

Trimmet bygging, og kompetanseutvikling som et ledd i dette, er en stor satsing for Skanska. SamBIM-prosjektet har gitt muligheten til å prøve ut noen teorier og nye former for samhandling i praksis. Veitvet-prosjektet var opprinnelig sett ut som Skanskas caseprosjekt i SamBIM, men ble trukket som case. Tilbakemeldingene om erfaringene derfra ga likevel en rekke innspill om både fallgruver og mulige suksesskriterier for hvordan man kan henholdsvis feile og lykkes med samhandling i byggeprosesser. Som en videreutvikling og styrking av strategiene for trimmet bygging, hadde fagansvarlig for prosjekteringsledelse i Skanska fått ansvar for å videreutvikle en idé om en ny prosessmodell. Samhandlingsmodellen bygget på en kombinasjon av trimmet bygging-konseptet, erfaringer fra tidligere prosjekter og SamBIM, og en del nye ideer. De nye ideene omhandlet primært det prosessuelle, samhandlingen, gjennomføring av prosjektering og tanker rundt tilnærmingen til kundens behov. Eikefjord barne- og ungdomsskule ble valgt som pilotcase ikke bare i SamBIM, men også som et pilotcase i Skanska, for å prøve ut den nye samhandlingsmodellen. Modellen har klare trekk i tråd med Virtual Design and Construction (VDC) (Khanzode 2006), se også mer om dette under Risløkka og Urbygningen.

Skanska betegner sin metodiske tilnærming for en avart av (integrated concurrent engineering) ICE, som er et tiltak for workshopbasert samlokalisering. De har hentet inn kompetente rådgivere både lokalt og fra andre regioner. Samlinger er blitt avholdt jevnlig, med prosjektering der alle fagområder og alles innspill til hverandre blir gjennomgått. Skanska benytter Kaizen-inspirerte flytskjema for bakoverplanlegging av aktiviteter knyttet opp til alle milepæler. De benytter dialogmatriser, der alle melder inn sine behov til respektive medaktører og hvilke behov de har til de andre partnerne/aktørene når det gjelder beslutninger, tegningsgrunnlag, kollisjonskontroller osv. Bilder av tavlene blir tatt jevnlig og lagret i mapper som dokumentasjon på arbeidet. Den workshopbaserte samlokaliseringen har foregått i et spesialutviklet prosjektrum (big room) i Skanskas lokaler i Florø. Prosjekterings- og fagteamet har vært sammensatt siden første samling, da de planla anbudskonkurransen utkastet sammen. Det arbeides enkeltvis og er noe samhandling/kommunikasjon blant aktørene mellom samlingene, men alle større avklaringer og viktige beslutninger foretas i workshopene.

Møteformen er effektiv, uten at man bruker tid på møtereferater som tidligere praktisert. Det benyttes et system med en dialogmatrise, så kjøres avklaringer gjennom sær møter mellom de enkelte aktørene underveis som oppfølging til dialogmatrisen, og forberedelse til neste samling. Møte-/workshopformen krever at alle aktørene er svært godt forberedt, men gir stor effektivisering i gjennomføring av prosjektering. Samarbeidsformen er krevende, men det kan se ut til at prosjekteringstiden blir kortere og mer presis, og at kvaliteten på resultatet blir bedre (færre feil i prosjekteringsgrunnlaget). Dette er imidlertid ikke verifisert, men er noe prosessledelsen ønsker å evaluere når prosjektet er ferdig. Arbeidstilnærmingen kan betraktes nesten som en motsatt måte å jobbe på enn i en konvensjonell prosjekteringsprosess, der arkitekten legger fram en skisse og de øvrige rådgiverne kommer senere (for sent) inn med sine beregninger, kalkyler, dimen-

sjoner og tegninger. I Eikefjord-prosjektet løses problemene når man er samlet, og teamet går gjennom hva man må levere etterpå. Det er et utpreget målfokus. Et grunnleggende behov er at aktørene som deltar i prosjektet må ha kompetanse og beslutningsdyktighet. Prosessen er transparent. Disse erfaringene er dokumentert i Flyen (2016).

## 6.3 Entreprisereformer og kontrakter

Ketil Bråthen, Fafo

Det finnes ikke én riktig måte å organisere byggeprosessen på, men man kan heller si at det finnes flere gjennomføringsstrategier som må tilpasses det enkelte byggeprosjekt (Meland 2000). Det er med andre ord en rekke ulike måter å organisere en byggeprosess på, og funksjonsfordelingen mellom byggherre og entreprenør er et hovedpoeng ved gjennomføringen av en entreprise. Funksjonsfordelingen skjer dels ved valg av entreprisereform, dels ved valg av kontraktstype. Entreprisereformen avgjør hvem som inngår kontrakter med hvem, hvordan prosjektet blir organisert og hvordan ansvar fordeles. Det opereres med flere ulike entreprisereformer, men også ulike partnerings- eller samspillsavtaler og såkalt offentlig-privat samarbeid (OPS) (Lædre 2006, 2009).<sup>28</sup> I hovedsak kan man skille mellom to ulike entreprisereformer, utførelsesentreprise og totalentreprise. I en utførelsesentreprise vil byggherren være ansvarlig for hele eller det meste av prosjekteringen. I en slik entreprise utfører entreprenøren arbeidene som byggherren har beskrevet. Det finnes videre flere varianter av utførelsesentrepriser, general-, hoved- og delte entrepriser er alle eksempler på dette. I en totalentreprise er entreprenørens forpliktelser utvidet til også å gjelde prosjektering. I en totalentreprise står derfor entreprenøren ansvarlig for hele eller det meste av prosjekteringen, og det er entreprenøren som bærer risikoen for feil i prosjekteringsgrunnlaget. Ifølge Lædre (2009) representerer totalentrepriser og delte entrepriser:

«... henholdsvis integrasjon og separasjon, og er ytterpunktene av entreprisereformene. Generalentrepriser og hovedentrepriser er mellomting av disse med mange av de samme fordelene og ulempene, uten at de går like langt i forhold til verken integrasjon eller separasjon.»

I tillegg har man de nevnte OPS-avtalene. Ifølge Lædre (2009) innebærer disse:

«En byggherre som velger å organisere prosjektet som et Offentlig Privat Samarbeid (OPS), velger å sette bort arbeidet som en totalentreprise sammen med ansvar for drift og for finansieringen i en avgrenset periode. OPS-selskaper mottar ikke godtgjørelse fra byggherren før i driftsfasen, så de må selv finansiere prosjekteringen og gjennomføring-

---

<sup>28</sup> Se Lædre (2006) for en grundig gjennomgang av dette.

en. Valg av OPS innebærer mer enn bare valg av entrepriseform, og byggherren må ta et eventuelt slikt valg tidlig i prosjektet.»

Byggeprosjektene som inngår i SamBIM er ganske ulike, herunder valg av entrepriseform, og et case var dessuten et såkalt OPS-prosjekt. Dette framkommer av tabell 6.1 under.

Tabell 6.1 Karakteristika ved case som inngår i SamBIM.

<i>Case</i> <i>Karakteristika</i>	<i>Risløkka</i>	<i>Veitvet</i>	<i>Deichmanske</i>	<i>Urbygningen</i>	<i>Eikefjord</i>
<i>Type bygg</i>	<i>Trafikkstasjon, rehabilitering</i>	<i>Skole, nybygg</i>	<i>Bibliotek, nybygg</i>	<i>Universitetsbygning, rehabilitering</i>	<i>Skole, nybygg</i>
<i>Fase studert</i>	<i>Prosjektering</i>	<i>Prosjektering</i>	<i>Prosjektering</i>	<i>Prosjektering og bygging</i>	<i>Prosjektering og bygging</i>
<i>Entrepriseform</i>	<i>Totalentreprise</i>	<i>Offentlig-privat samarbeid</i>	<i>Generalentreprise</i>	<i>Generalentreprise</i>	<i>Totalentreprise</i>
<i>SamBIM-aktører involvert</i>	<i>Statsbygg</i>	<i>Skanska &amp; LINK arkitektur</i>	<i>Multiconsult</i>	<i>Statsbygg &amp; Skanska</i>	<i>Skanska</i>

Kontaktflatene og potensial for samhandling mellom de ulike aktørene i et byggeprosjekt vil påvirkes av en rekke forhold, der entrepriseformen utgjør en viktig faktor. Utførelsesentrepriser gir flere grensesnitt mellom byggherren, de prosjekterende og de utførende sammenliknet med en totalentreprise. Utførelsesentrepriser begrenser også muligheten til å inkludere entreprenøren i prosjekteringsfasen. De ulike entrepriseformenes betydning for bruken av BIM gjennom byggeprosessen, kan også tenkes å være av betydning; hvilken rolle spiller det for eksempel for bruken av BIM i byggefasen at de utførende selv ikke har vært med i prosjekteringsfasen? I de neste avsnittene skal vi se nærmere på entrepriseformens betydning for bruken av BIM. Dette kan diskuteres både «teoretisk» og empirisk. Vi starter med en generell teoretisk diskusjon, før vi går over til og ser nærmere på betydningen av entrepriseformer i lys av erfaringer fra et SamBIM-case.

### **Hva sier «teorien»?**

I utførelsesentrepriser engasjerer byggherren selv prosjekteringsgruppen og entreprenør(er). Dette betyr at prosjekteringsfasen gjennomføres av prosjekteringsgruppen, mens byggingen gjennomføres av én eller flere entreprenører. Denne prosessen kan ses på som en slags stafett, der nye virksomheter veksler og tar over stafettpinnen fra andre virksomheter. Virksomhetene som gir fra seg stafettpinnen, går i mange tilfeller helt ut av byggeprosessen – eller i alle fall reduserer sitt engasjement. Det er derfor av stor betydning at informasjon og kunnskap som er bygget opp gjennom én fase, overføres til den neste fasen og dens aktører. Forskning og praksis har imidlertid vist at aktørskifter



gjærne medfører tap av informasjon og kunnskap, som dermed må bygges opp igjen i de påfølgende fasene (Meland 2000). I den forbindelse har det blitt hevdet at byggebransjen kan stå overfor et paradigmeskifte med bruk av BIM (Azhar 2011).<sup>29</sup> Det ventes blant annet at BIM vil kunne medføre sømløs informasjonsflyt på tvers av aktørene i byggeprosessen.

I sin drøfting av organisering av byggeprosjekter tar Hardin og McCool (2015) utgangspunkt i at et vellykket BIM-prosjekt fordrer tidlig involvering av alle sentrale aktører og at bruken av BIM må være kontraktfestet. Forfatterne drøfter også ulike entrepriseformers (delivery methods) betydning i BIM-prosjekter. Forfatterne hevder at utførelsesentrepriser (design-bid-build) i all hovedsak hemmer muligheten for å utnytte BIM-potensialet fullt ut. Dette knytter de først og fremst til at de utførende ikke er involvert i prosjekteringsfasen, men først blir engasjert i byggefase. Dette handler selvsagt ikke om at det kun er de utførende som kan benytte BIM fullt ut, men heller om hvordan motivasjonen for BIM-bruken er i slike prosjekter. I utførelsesentrepriser bruker de prosjekterende BIM enten fordi de må, som følge av kontrakten med byggherren, eller fordi de selv mener at eget arbeid går enklere ved å bruke BIM. Forfatterne argumenterer derfor for at med en slik entrepriseform, vil de prosjekterende normalt ikke ha noen sterk egenmotivasjon for at BIM-modellen skal være mest mulig nyttig for arbeidet som kommer etter at prosjekteringsfasen er avsluttet. De prosjekterende er først og fremst opptatt av å oppfylle sitt oppdrag og produsere et prosjekteringsunderlag som tilfredsstillter byggherrens behov for kontrahering av entreprenør.

Når det gjelder den andre hovedtypen av entrepriser, totalentrepriser (design-build), er Hardin og McCool (2015) mer positive til potentialet for å dra nytte av BIM gjennom i byggeprosessen. Ifølge forfatterne åpner totalentrepriser med BIM opp for større grad sømløs flyt mellom aktørene i prosjekterings- og byggefase. De framhever dessuten muligheten for å diskutere byggbarhet og detaljere modellen på et tidligere tidspunkt enn hva som gjærne er tilfellet i utførelsesentrepriser. Dette fordi det er én aktør, totalentreprenøren, som står ansvarlig for hele eller det meste av prosjekteringen og selv bærer risikoen for eventuelle feil i prosjekteringsgrunnlaget.

### **Hva sier erfaringene fra SamBIM?**

Entrepriseformens betydning for samhandling i BIM-prosjekter kan også betraktes empirisk. Dette er riktignok ikke et tema som har blitt drøftet i særlig grad i SamBIM-casene, likevel vil vi ta med et eksempel, fordi entrepriseformen har vist seg å vre en viktig rammefaktor. Dette gjelder særlig i caset fra rehabiliteringen av Urbygningen.

I SamBIM-caset fra Urbygningen (generalentreprise) var det enkelte informanter, særlig fra generalentreprenøren, som mente byggeprosjektet trolig ville profittert på å være organisert som en totalentreprise. Informantene begrunnet dette med at det ville vært fordelaktig å ha entreprenøren med allerede i prosjekteringsfasen, slik at BIM-modellen kunne vært mer tilpasset det arbeidet de skulle utføre i byggefase. Statsbygg som byggherre var riktignok oppmerksom på de utfordringene en generalentreprise kan

---

<sup>29</sup> Se kapittel 1.4.1 i denne sluttrapporten for en grundig diskusjon av BIM.

gi i overgangen mellom prosjekterings- og byggefasen. Statsbygg ønsket derfor å prøve ut en såkalt samhandlingsfase, der det i tre måneder skulle foregå en erfaringsutveksling mellom prosjekteringsgruppen og entreprenørene. I denne «bindeleddsfasen» skulle derfor prosjekteringsgruppen sammen med generalentreprenøren, byggeledelsen og byggherren foreta en grundig gjennomgang av prosjektet før selve byggefasen startet opp. Av ulike årsaker ble ikke denne samhandlingsfasen så vellykket som man hadde håpet på (se Bråthen & Moland 2016). Dataene peker likevel på at det ble løst en del utfordringer på et tidligere tidspunkt enn vanlig, og at samhandlingsfasen bidro til nyttig erfaringsoverføring fra de prosjekterende til det utførende ledd.

Til tross for disse funnene gir ikke erfaringene fra SamBIM grunnlag for å hevde at én enkelt entreprisform i seg selv er «best» for å lykkes med BIM-prosjekter. Til tross for dette er kjennskap til effekter av ulike entreprisemodeller nyttig for å kunne diskutere noen hovedvalg i organiseringen av byggeprosjekter. Likevel må man alltid utforme en tilpasset gjennomføringsstrategi til hvert enkelt prosjekt. Gjennomføringsstrategier som kan være hensiktsmessige for store og komplekse byggeprosjekter, vil ofte være mindre egnet i små prosjekter. I tillegg er det slik at den valgte gjennomføringsstrategien ikke nødvendigvis gir de ønskede effektene i praksis. Samhandlingsfasen på Urbygningen kan tjene som eksempel på dette. Det er godt dokumentert i flere SamBIM-case at for å lykkes med BIM-prosjekter, er det ikke tilstrekkelig å velge «rett» entreprisform eller kontraktfeste presumptivt gode tiltak. For å lykkes med god samhandling i BIM-prosjekter, er man avhengig av endringsprosesser der forhold som ledelse, medvirkning og myndiggjøring står sentralt. En vellykket endring krever med andre ord også et annet sett av virkemidler enn bare utforming av en veloverveid gjennomføringsstrategi.

## 6.4 BIM-bruk i SamBIM-prosjektene

Anita Moum, SINTEF Byggforsk

Tittelen på innovasjonsprosjektet, «Samhandling i byggeprosessen, med BIM som katalysator», uttrykker en tydelig forventning til BIM som sentral driver for bedre samhandling i byggeprosjekter. Vi skal her se nærmere på hvordan BIM-verktøy ble brukt i de fem byggeprosjektene som ble utforsket i SamBIM, hvem som brukte dem, og til hvilket formål. Tabell 6.2 viser en oversikt over noen «BIM-fakta» i de seks case-studiene.

Tabell 6.2 «BIM-fakta» fra seks case-studier

Del 1	Veitvet	Risløkka	Deichmanske	Urbygningen 1	Urbygningen 2	Eikefjord
SamBIMs fokus: fase og år	Prosjekteringsfase (2013)	Forprosjekt (2014)	Detalj-prosjektering (2013)	Detalj-prosjektering (2013-2014)	Samhandlings - og byggefase (fra 2014)	Design-build konkurranse (2014) og forprosjektering (2015)
Hvem satte krav til BIM-bruk i prosjektet?	Oppdragsgiver (kommune)	Byggherre, i kontrakt	Byggherre, en liste med BIM-mål i kontrakt. Mål ble justert underveis. Multiconsult viktig for BIM i prosjekteringsgruppen	Byggherre, i kontrakt	Byggherre, i kontrakt	Oppdragsgiver (kommune) og total-entreprenør
BIM-manual?	Ja	Ja (denne inkluderer ikke føringer for kobling BIM og samlokalisering)	Ja	Ja	Ja	Ja
Entrepriseform	Totalentreprise basert på OPS-kontrakt	Totalentreprise	Byggherrestyrt entreprise	General-entreprise	General-entreprise	Totalentreprise basert på samspillskontrakt
Hvem brukte BIM?	Prosjekteringsgruppen og total-entreprenør	Byggherre og prosjekteringsgruppen	Prosjekteringsgruppen Ulik bruk og vektlegging hos partene. Typisk: BIM-brukerne på operativt nivå (å la «tekniske tegnere»), ikke med på PG-møter	Byggherre Prosjekteringsgruppen	Byggherre, Prosjekteringsgruppen og entreprenører	Prosjekteringsgruppen, inkludert total-entreprenør og under-entreprenører
Tidligere BIM-kompetanse?	Ja. BIM-koordinator fra total-entreprenør	Ja, kriterium ved valg av prosjekteringsgruppe	Ja, mest erfaring hos de tekniske fagene og RIB	Ja	Ja, alle hovedaktører inkludert byggherre og entreprenør	Ja, total-entreprenør (egen BIM-koordinator) og arkitekt

Tabellen indikerer:

- Mest omfattende bruk av BIM i prosjektene hvor dette ble satt som krav av byggherre og/eller totalentreprenør. Forsterket effekt ved tidligere BIM-kompetanse i teamet (dette ble delvis satt som utvelgelseskriterium i tilbud, eller som krav til konkurransematerialet).
- BIM-bruk mest utbredt i prosjektering; for 3D-visualiseringer og kollisjonskontroller. På den måten skiller ikke disse prosjektene seg fra (etter hvert) vanlig praksis i mellomstore til store byggeprosjekter. Men to SamBIM-initierte bruksområder er i utviklingstet i den norske byggenæringen:
  - I tre av prosjektene ble BIM brukt for tverrfaglig «real-time» gjennomgang i såkalte big room. Inspirert av VDC-miljøet på CIFE/Stanford universitet.
  - Første vellykkede forsøk i Norge på å bringe BIM til byggeplassen i form av en stasjonær BIM-kiosk.
- Forsøk på å bruke 3D-skannede modeller (punktskyer) som utgangspunkt for videre modellering i rehabiliteringsprosjekter. Delte erfaringer.

SamBIM-prosjektene er ikke banebrytende hvis vi ser på BIM-bruk i seg selv og den opprinnelige BuildingSMART-visjonen (se kapittel 1.4.1). Selve «I'en» i BIM, informasjonen og egenskapene tilknyttet objektene, og målet om en åpen, sømløs og standardisert flyt av denne fra første idé til bygging og FDV, er fremdeles ikke en omsatt realitet. Det dreier seg fremdeles i stor grad (med noen få unntak) om å bruke BIM som en avansert 3D-modell, for eksempel ved muligheten til å gjennomføre tverrfaglige kollisjonskontroller og visualisering av geometri og romlige sammenhenger. Unntaket er BIM-kioskene, som er grundig omtalt andre steder i denne rapporten.

Allikevel er SamBIM-prosjektene innovative sammenliknet med «vanlig praksis». Målet i prosjektene er ikke nødvendigvis en mest mulig omfattende bruk av BIM-verktøyene i alle ledd og faser, men en bruk av BIM som integrert del av ulike prosess- og samhandlingskonsepter (dette gjelder også Deichmanske, hvor rådgivers «gjennomføringsmodell» i prinsippet er en BIM-drevet prosessmodell). Det er nettopp i denne koblingen SamBIM-prosjektene gir interessante funn og indikerer et stort gevinstpotensial.

## 6.5 Samhandling og samhandlingsmodeller

Cecilie Flyen, SINTEF Byggforsk

Her drøftes hvordan samhandlingsprosessene som har blitt implementert og testet ut i casene i SamBIM oppleves av deltakerne, samt de positive og negative funnene som har blitt gjort. Hver case blir gjennomgått for seg, etterfulgt av en oppsummerende analyse på tvers.

### Trafikkstasjonen på Risløkka

Prosjektet besto i nybygg og rehabilitering av trafikkstasjonen på Risløkka. Programmeringen ble avsluttet rett før forprosjektet ble lagt ut på anbud. Grunnlaget for kontrahering var uklart for innleide rådgivere. VDC og ICE var lite fokusert i anbudsmaterialet, noe som førte til at de innleide rådgiverne var dårlig forberedt på byggherrens ambisjoner for samhandling og bruk av IT-teknologi som samhandlingsverktøy i prosjektet, og på hvordan det var forventet at aktørene skulle samarbeide. Samhandlingsaspektet ble dog framhevet ved at Statsbygg satte krav til samlokalisering. Dialogmatriser og annen VDC-inspirert metodikk skulle erstatte møtereferater. Det var fokusering på tverrfaglig samhandling i samlokaliserte arbeidsmøter. Dette ble av flere beskrevet som svært vellykket. Dette var Statsbyggs første prosjekt der det ble benyttet big room. Initiativene til å benytte prinsipper knyttet til VDC, kom nedenfra i byggherreorganisasjonen, og ideene fikk gjennomslag både fordi det var ildsjeler som foreslo dette, og fordi prosjektet var et case i SamBIM. Ideene om å bruke VDC kom etter at kontrakten var sendt ut på anbud, men før aktørene var kontrahert. Etter at VDC-prinsippene var forankret nedenfra, ble dette godkjent av ledelsen. Det hersket imidlertid ikke en enhetlig forståelse om hva som skulle prøves ut (samprosjektering, big room eller VDC), og dette underbygger inntrykket om at ideene kom opp litt tilfeldig.

Den tverrfaglige samhandlingen ble den gang sett på som vellykket og godt fungerende. Dette var banebrytende for tre år siden. Senere SamBIM-prosjekter har bragt den tverrfaglige samhandlingen betydelig videre. Felles tilstedeværelse, mulighet for å avklare problemer og ta beslutninger der og da, var særlig nyttig. De ulike innleide rådgiverne samarbeidet godt i team, uavhengig av hvem de jobbet for, og de ga uttrykk for at den faglige utvekslingen og læringen i samarbeidet var givende. Forholdet mellom byggherren og innleide rådgivere ble også karakterisert som tettere og bedre enn vanlig. Det henvises til at det har skjedd en positiv utvikling av kravspesifisering til rådgiverne, krav til BIM-kompetanse hos rådgiverne osv. hos Statsbygg, sammenliknet med det vi beskrev i pilotrapporten (Moen & Moland 2010). (Det ser ut til at tilstedeværelsen av ildsjeler har hatt positive effekter på innovasjon, uttesting og bruk av VDC i prosjektet.) Bruk av BIM og samlokalisering i prosjektet er beskrevet som godt. Det ble likevel etterlyst tydeligere beskrivelser av hvordan VDC, samlokalisering og samhandling skal gjennomføres i prosjekter, også en VDC-manual ble etterlyst. Til tross for at byggeprosjektet ikke ble avsluttet, høstet man mange positive erfaringer som er kommet til nytte senere i SamBIM-prosjektet.

## **Urbygningen – detaljprosjekteringsfasen**

Erfaringer er høstet fra detaljprosjekteringsfasen og fra samhandlings- og byggefasen i rehabiliterings- og restaureringsprosjektet for Urbygningen. Det framgår av rapporten fra detaljprosjekteringsfasen på Urbygningen at prosjekteringsgruppen var samlokalisert to dager i uken, og at dette fungerte brukbart. Detaljprosjekteringen ble basert på et tidligere forprosjekt, avsluttet i 2009, der man hadde fulgte en tradisjonell «stafettpinne»-modell i prosjekteringen. Man etterfulgte kravene til Statsbygg om delvis samlokalisering, ved å samle prosjekteringsteamet to dager i uken på byggeplassen. Prosjekteringsgrunnlaget var forsinket, og det ble beskrevet som uferdig og med feil, noe som forvansket videreføringen og tilretteleggingen for utførelsesfasen. Selve samlokaliseringen blir framhevet som positiv, men noen av aktørene bemerket at de følte seg «faglig en-somme» når de ikke hadde diskusjonspartnere innenfor egne fagfelt til stede.

## **Urbygningen – samhandlingsfasen**

Stafettvekslingen mellom prosjektering og bygging er ofte påpekt som et stort problem i byggeprosesser, og det var åpenbart dette som skulle utbedres ved samhandlingsfasen. Målet til byggherren i urbygningsprosjektet var å oppnå en sømløs erfaringsoverføring fra prosjekteringsgruppen til produksjonsaktørene. Samhandlingsfasen var plassert inn som en egen tomåneders samhandlingsfase. Den var kortet ned fra opprinnelig tre måneder på grunn av forsinkelsene i forutgående faser. Intervjuene synliggjør at man til tross for en planlagt samhandlingsfase, slet med uklare mål, manglende styring og uklarheter rundt hvem som hadde styringen. Det ble påpekt fra flere av aktørene at samhandlingsfasen kom for tidlig som tilrettelegging av produksjonen, fordi prosjekteringen ikke var ferdig, og at det var satt for høye ambisjoner som skulle løses på for kort tid. Informantene var relativt godt fornøyd med flere aspekter, og fikk gjort viktige avklaringer. Byggefasen viste imidlertid at man ikke hadde nådd de målene man hadde satt for samhandlingsfasen.

Samhandlingen her dreiet seg om å tilpasse prosjekteringen til produksjonen. Samhandlingsfasen er lagt inn i byggeprosessen som en stafettetappe, det vil si at i samhandlingsfasen skulle man samhandle om overtakelse av et ufullstendig prosjekteringsgrunnlag. Det kan se ut til at forankringen av samhandlingsaspektene i prosessen er for dårlig blant aktørene, og at selve strategien for samhandlingen ikke var tydelig nok. I tillegg til den påpekte mangelen av ildsjeler, og manglende styring av samhandlingen, kan dette være medvirkende årsaker til at prosjektet ikke bærer tydeligere preg av lean eller samhandling som grunnleggende aspekter ved prosessen.

Ved å samle sentrale aktører i såkalte ICE-sesjoner hvor alle kan jobbe samtidig ved hjelp av datamaskiner, felles databaser og storskjermer, er målet at man skal samarbeide bedre og oppnå bedre forståelse for hverandres arbeid, og dessuten å redusere tiden det tar å fatte beslutninger (Cachere m.fl. 2009). Hvis dette var hensikten for Statsbygg, har man ikke lyktes med samhandling i henhold til ICE-definisjonen i prosjektet Urbygningen.

### **Deichmanske bibliotek**

Dette caset bestod av et byggherrestyrt prosjekt, hvor Statsbygg ønsket å prøve ut en gjennomføringsmodell med bruk av frysing av beslutninger ved bestemte milepæler. Rammene for samhandling i prosessen var basert på en innleid profesjonell prosjektleder i prosjektet. Multiconsult hadde koordineringsrolle i prosjektet, men ingen myndighet, noe som forvansket koordineringsrollen. Møteplassene for prosjekteringsgruppen var flere former for møter på forskjellige nivåer i prosjektorganisasjonen, som i andre konvensjonelle byggeprosesser. Prosjektet var i utgangspunktet ikke et BIM-prosjekt, men samarbeidspartnerne i prosjektet har samarbeidet på en felles BIM-plattform. Det var et uttrykt ønske å etablere gode samarbeidsrelasjoner i prosjektet. Det ble laget felles spilleregler for samhandling, og for å sikre forankring og forpliktelser i prosjektet. Gjennomføringsmodellen som ble lagt til grunn for prosjektet, var konvensjonell, men med frys av beslutninger ved milepæler underveis i prosessen, og det ble i liten grad gitt nærmere innføring i modellen. Videre ble modellen sett på som uklar, og forventningene for bruk av gjennomføringsmodellen ble i liten grad utdypet. Det var stor utskiftning av folk i prosjekteringsgruppen, noe som krevde stadig ny innføring i prosjektet og hverandre. Det var derfor krevet store utfordringer til hvilke forpliktelser man hadde i prosjektet. De tekniske fagene satt samlokalisert noen dager i uken fra tidlig i detaljprosjekteringsfasen, noe som ble beskrevet som positivt. Rådgiverne så på dette som positivt, men arkitektene var ikke del av denne samlokaliseringen. Samlokaliseringen forsterket den tverrfaglige samhandlingen rundt BIM-modellen, men rådgiverne ville gjerne også hatt arkitektene med i samlokaliseringen. Prosjektet viser at samlokalisering muliggjør bedre samhandling, men det er ikke en garanti for at samhandling skjer. Det ble ikke innført nye samarbeidsmodeller med utgangspunkt i BIM-teknologi i prosjektet, men dette var heller ikke et uttalt mål. Det var overordnede beslutningstakere som deltok i prosjektmøtene, og i liten grad operative rådgivere. Dette førte til at referater ble den viktigste informasjonsoverførende dokumentasjonen i prosjektet, i tråd med konvensjonelle byggeprosesser. De ulike fagene har forholdt seg forskjellig til BIM-modellen, og har implementert sine fag på forskjellige måter. Også i Deichman-prosjektet vises det til at aktørene må være tro mot beslutningene som er tatt i prosjektet. Man har i prosjektet gjennomført en relativt konvensjonell prosess. I tråd med den konvensjonelle gjennomføringen av prosjektet, og det faktum at informasjonsoverføringen i overveiende grad har vært bundet til dokumenter og referater, ser det ut til at man i liten grad har oppnådd å utnytte potensialet som ligger i bruken av BIM og samhandling.

### **Veitvet barneskole**

Prosjektet for Utdanningsetaten i Oslo var et nytt skoleanlegg med skolebygning og flerbrukshall, beliggende på Veitvet i Oslo. SamBIMs engasjement på Veitvet kom etter kontraktsinngåelse, noe som påvirket graden av innovasjon som kunne implementeres på prosjektet. Dette, sammen med andre forhold vedå prosjektet, begrenset SamBIMs påvirkning til implementering av tiltak innenfor BIM-leveranser og bruken av disse for å forbedre kvaliteten av modellen brukt i prosjekteringsfasen. Prosjektet ble valgt som

case i SamBIM fordi Skanska og LINK arkitektur skulle prøve ut nye måter å samarbeide og samhandle på.

Prosjekteringen var godt i gang da prosjektet ble SamBIM-case. Følgforskningen i prosjektet, med sine strategier for samhandling og bruk av BIM, observasjoner og intervjuer, ble implementert midt i en delfase. SamBIM-ambisjonene var i liten grad kjent for prosjektorganisasjonen før prosjekteringen startet. Det ble videre diskutert i forskergruppen at prosjektet måtte styres mer i retning av ambisjonene i SamBIM for å være aktuelt å videreføre. I praksis falt man tilbake til en tradisjonell totalentreprise, og de formaliserte kravene til BIM ble ikke implementert i tråd med ambisjonene. Modelleringen («bimmingen») ble gjennomført som planlagt, men styringsopplegget var likevel ikke preget av SamBIM-prosjektets ambisjoner om samhandling og med modellering som metode for de involverte. Byggearbeidene var i gang da forskergruppen i SamBIM uttrykte bekymring for dette overfor styringsgruppen. Det ble påpekt at det var lite å gjøre for å endre samhandlingsmåten med de prosjekterende. Noe etter dette ble caset trukket fra SamBIM.

Primærkontakten til oppdragsgiver og leietaker gikk gjennom Skanska uten at andre i prosjekteringsteamet deltok. Beslutninger og forslag fra prosjekteringsmøtene ble framlagt for oppdragsgiver, og resultatene brakt tilbake til prosjekteringsteamet gjennom en indirekte informasjonsflyt. Dette lå langt fra ambisjonene om samhandling i SamBIM. Det er sannsynlig at denne indirekte overføringen av informasjon førte med seg en del ekstra problemer som man kunne unngått med en mer samhandlende og åpen modell. Prosessen var fragmentert, med svært mange ledd der informasjon og beslutninger skulle overføres, tolkes, forstås og implementeres. Derav ble prosjekteringsprosessen og detaljprosjekteringen krevende. Prosjektet bygget på et konkurranseutkast, der man skulle tro at mye av skisseprosjekteringen allerede var ferdig. Gjennomføringsmetoden førte til at prosessen ble mer konvensjonell enn man hadde forventet, blant annet måtte rådgiverne avvente arkitektens ferdigstilling før de kunne sette inn sine ressurser til beregninger og modellering.

Solibri, og bruk av BIM for sjekking og kontroll av krysningspunkter og feil i modellen, fungerte imidlertid godt, og dette ble framhevet i intervjuet med arkitektene. De var svært godt fornøyd med å ha egen BIM-koordinator i prosjektet, som også var svært god på BIM og programvarekunnskap. Felles BIM-modell ble framhevet som prematurt, og at det ville kreve andre og nye samarbeidsmetoder, og det ble derfor ikke jobbet på en felles BIM-modell i prosjektet. Samhandlingsfokuset i prosjektet ble sett som svakt, og prosjektet ble av arkitektene ikke opplevd som særlig forskjellig fra andre totalentrepriser.

### **Eikefjord barne- og ungdomsskule**

Eikefjord omfatter riving og nybygging av ny barne- og ungdomsskule i Flora kommune. I Eikefjord-prosjektet ble samhandlingsprosessen sett på som en viktig læringsarena for å lære mer om BIM og hvordan man optimalt kunne benytte BIM som et samhandlingsverktøy. En ny samhandlingsmodell var under utvikling hos Skanska, og skulle brukes som et verktøy for å utvikle prosjektene på en ny og mer holistisk måte – med bred,



tverrfaglig samhandling fra begynnelsen av. Eikefjord-prosjektet skulle være et pilotprosjekt for utprøving av samhandlingsmodellen. I den nye modellen skulle det ikke være behov for endringer, noe som normalt sett kom langt ut i prosjektet ved bruk av en stafettpinnemodell og var tidkrevende for alle parter. I den nye samhandlingsprosessen ble lange stafettpinnesløyfer helt fraværende. Den nye samhandlingsprosessen skulle åpne for færre endringer og dermed også for færre feil. Avklaringene ble gjort felles, konseptutviklingen var tverrfaglig og ideen var at man på denne måten «samprosjekterte» seg bort fra endringsbehov.

Det har i tidligere prosjekter vist seg som et stort problem at referater ikke fungerer optimalt for informasjonsoverføring og informasjonsbærer i byggeprosessen, og at de ikke fører til at eierskapet til problemstillinger som er nevnt i et referat er godt nok. En nyutviklet prosessmodell basert på VDC og ICE, ble bevisst utviklet for å slippe å føre regulære referater fra møter og samlinger. I stedet ble dialogmatriser brukt som dokumentasjon på beslutninger og avgjørelser i møtene. De ble jevnlig gjennomgått, og situasjoner og uklarheter ble løst underveis. Denne samhandlingsmåten ga ekstra gevinster, og man fikk løst problemer sammen som man ikke nødvendigvis så når man arbeidet adskilt. Det IT-tekniske utstyret som var tilgjengelig og big room som var tilpasset ved samlingene, ga stor nytte. I dette caset ble prosjekteringsgruppen satt sammen allerede ved utforming av konkurranseutkastet, til forskjell fra de andre casene i SamBIM. Der ved oppfyller denne formen for samhandling flere av de teoretiske prinsippene som ligger i VDC- og ICE-, og i CE-begrepene. En generell erfaring som ble understøttet av alle aktørene i prosjekteringsgruppen, var at det var en stor fordel å komme så tidlig inn i byggeprosessen som de gjorde her, med alle aktørene, både rådgivende og underentreprenører/utførende aktører. Dette førte til at de alle kunne være med og sette normer som alle måtte forholde seg til. Prosjekteringen ble mer helhetlig, og løsningene forholdt seg til alle nødvendige aspekter fra begynnelsen av. Mer konvensjonelle prosessmodeller ble av flere av aktørene gjerne opplevd som vanskelige å forholde seg til, særlig for de som ble sent (senest) involvert i prosessen. Det varierte mellom de innleide aktørene i hvor stor grad de var vant med workshop- og samhandlingstilnærmingen fra tidligere, og i hvilken grad de syntes planlegging av tidsbruk og økonomi fungerte. De med mest erfaring med liknende arbeidsmetodikk, hadde færre problemer med å tilpasse denne arbeidsformen til arbeidsinnsats og planlegging av tidsbruk.

Lenger ut i prosjekteringsprosessen var aktørene ikke like enige om hvor vellykket workshopmodellen for samhandling fungerte. Noen mente at det ble for mye tverrfaglig samhandling på bekostning av enfaglig og tofaglig arbeid («gammeldags» måte å jobbe på. Andre mente det var gode prosesser med samhandling på tvers, men at det hadde vært godt med noe mer samarbeid også mellom enkeltaktører (tofaglig) mellom samlingene. Et aspekt flere av aktørene (som har deltatt i flere tilsvarende samhandlingsprosesser i etterkant) har trukket fram, var mangel på evaluering av modellen for samhandlingsprosessen, for å forbedre enkelte aspekter ved prosessgjennomføringen.

## Drøfting

De forskjellige casene i SamBIM viser at entreprisereformen spiller en rolle, og at ikke alle entreprisereformer legger til rette for god samhandling i sin rette forstand. Deichman-prosjektet er et eksempel på dette, der man satte krav til samhandling og spesialiserte en modell til å inneholde et samhandlingsrom, men entreprisereformen styrte når i prosessen man kunne innlede samhandlingen. Eikefjord er tilsvarende et eksempel på at en strategi for samhandling som tar høyde for entreprisereformens beskaffenhet, ikke lar entreprisereformen innvirke på samhandlingsmulighetene i like stor grad.

Til tross for at man har satt krav til samhandling og BIM i alle case, viser de på forskjellig vis at samhandlingsbegrepet ikke er godt nok spesifisert, praktisert og innarbeidet i byggeprosessen og -industrien. Dette understrekes av informantenes forskjellige oppfatninger av hva begrepet innebærer, og viser viktigheten av begrepsoppfattelse, tolkning og felles begrepsgrunnlag.

Samhandlingsprosessene er forskjellig forankret, planlagt/tilrettelagt og gjennomført i alle case. Risløkka og Urbygningen ser ut til å ha lyktes med en tverrfaglig samhandling, basert på fast samlokalisering for prosjekteringsgruppen noen dager i uken. Denne samlokaliseringen begynner likevel litt ut i prosjekteringsprosessen, og mange beslutninger, konseptvalg og styrende avgjørelser er da allerede tatt før samhandlingsprosessen starter. Likevel viser disse to casene at tverrfaglig samhandling og samlokalisering basert på ICE-verktøy er verdifullt og har et stort potensial. Teamfølelse og umiddelbar tilgang til andre fagdisipliner gjennom samlokalisering er noe av det som er trukket fram som positivt i begge disse casene. I Deichman-caset er samhandlingsmodellen en blanding av konvensjonelle metoder basert på beslutningstaking på et nivå over prosjekteringsgruppen, og informasjonsoverføring via referater til et rådgiverteam som bare til dels jobber samlokalisert. Det ble sett på som en mangel at arkitekten ikke var direkte involvert i samhandlingen gjennom samlokalisering med de øvrige rådgiverne i prosjekteringsgruppen. Strategien for samhandling var uklar, til tross for at den stadig ble gjennomgått på grunn av stor utskiftning av folk i prosjekteringsgruppen. Men dette kan også være relatert til at koordineringsansvarlig ikke hadde formelt ansvar. Veitvet-caset viser at det ikke er tilstrekkelig med høye ambisjoner om samhandling, når man verken oppnår forankring, eierskap eller direkte informasjonsflyt, og heller ikke høster fordeler i prosjektet gjennom optimalisering av prosjektering gjennom høy grad av samtidighet og eventuelt samlokalisering/samprosjektering.

Det mest komplette caset sett fra et samhandlingsståsted, er Eikefjord-prosjektet, der man hadde lagt en samhandlingsstrategi gjennom utvikling av en samprosjekterings-/samhandlingsmodell for workshopbasert samhandling allerede fra første dag. Her var det tydelig vekt på samhandling og bruk av BIM som virkemiddel for samhandling som gjennomsyret prosjektet. Samhandlingsmodellen ble lagt til grunn for alt samarbeid, prosjektering, kontrahering av partnere osv., og prosjekteringsprosessen ble styrt etter samhandlingsmodellen ved hjelp av en koordinator. I Eikefjord-prosjektet ser det ut til at forankring i alle nivåer hos de deltakende partnerne har vært av stor betydning for hvor godt samhandling og samlokalisering har fungert, og også for tverrfaglig samarbeid og følelse av eierskap til prosjektet. Utgangspunktet for samspillet i Eikefjord-caset ble lagt i byggherrens krav om samspillskontrakt og utlysning av en design-build-

konkurransen. Ambisjoner for samhandling og bruk av BIM var, som i Veitvet-prosjektet, høye i Eikefjord-prosjektet. Den store forskjellen mellom de to prosjektene var at mens det i Veitvet-prosjektet var høye ambisjoner, men ingen spesifikk strategi og heller ingen taktisk plan for hvordan samhandling og BIM skulle innarbeides og prege prosessen, var det en helt annen forankring av gjennomføring av samhandlingen i Eikefjord-prosjektet. Prosjektet var forankret hos ledelsen i partnerorganisasjonene, og det ble jobbet aktivt med forankring, teambuilding og styring i prosjekteringsgruppen. Alle deltakere/partnere skulle være beslutningsdyktige, både i workshoper og i annet samarbeid. Prosjekteringen ble gjennomført i tett samarbeid med byggherre og brukere, som også deltok i deler av prosjekteringen. Selv om det ble uttrykt at det var problemer knyttet til planlegging av tidsbruk og økonomi/ressursbruk i prosjektet, ble samhandlingsformen sett på som vellykket. Dette gjaldt særlig for den aller tidligste fasen av prosjekteringen. Aktørene hadde en felles forståelse for at dette er måten å prosjektere på i framtiden, men det ble tydeliggjort at det er nødvendig å gjennomføre grundig evaluering av prosessen for å justere/gjøre endringer for å tilpasse og optimalisere prosessen for aktørene (og da kanskje spesielt med tanke på de minste innleide rådgiverbedriftene).

Graden av strategitviking, forankring, eierskap og vilje til å følge opp implementering av strategi for samhandling, er dermed forskjellig i alle case. I det caset der alle disse samvirker, ser man ut til å ha lyktes best i å oppnå en bred, tverrfaglig samhandling, men dette caset reflekterer også den største endringen fra konvensjonelle byggeprosesser, over til et nytt regime for prosjektering og samhandling i prosjektutvikling. Dette er likevel ingen målbarhet på om resultatet av prosjektet ble noe bedre, noe som heller ikke er et mål i seg selv i SamBIM. Vurderingen av samhandlingen i det enkelte case må derfor evalueres i hver enkelt deltakende partnerorganisasjon og eksterne oppdragsgivere, opp mot resultatene i de enkelte case, for å kunne si noe mer om hvor god prosessen faktisk har vært, og om man har oppnådd de målene man har satt.

## 6.6 Roller, makt og ansvar

Sol Skinnarland, Fafo

I dette delkapitlet henter vi og drøfter funn fra de seks casene i SamBIM som på hver sine måter belyser endringer i roller, makt og ansvarsfordeling. Vi drøfter også endringer i oppgaveløsning og hvordan dette påvirker bruk av BIM, og motsatt. Også erfaringer, jf. virksomhetsrapportene, har bidratt til å belyse temaene, (se kapittel 5). Overveiende handler delkapitlet om:

- Hvilken betydning ulike roller har for effekten av innovasjonstiltakene
- Eksempler på endringer i roller som følger av tiltakene/som vi har identifisert i casene.

Vi drøfter hvordan ulike roller påvirker innovasjonstiltakene og om endringer som følge av tiltakene påvirker rolleutøvelse. Vi tar for oss ulike roller, som byggherrerollen og virksomhetenes rolle. I alle casene som delkapitlet bygger sitt empiriske datagrunnlag på, var det tilknyttet endringsagenter med særlig ansvar for å drive igjennom utviklingstiltakene og å være en brobygger mellom byggeprosjekt og SamBIM, og mellom SamBIM og egen virksomhet. Vi drøfter også ulike erfaringer med bruk av en slik ressurs i innovasjonsprosjekter. Som forventet da SamBIM-prosjektet startet, har vi også avdekket at tiltakene har medført endrede roller og forskyvning i maktforhold. Vi reflekterer dessuten over et tema som gikk igjen i flere av casene, om enn på ulike vis; diskontinuitet i byggeprosessen og hvordan det påvirker rolleutøvelse. Vi trekker i drøftingen særlig fram to av casene som eksempler, fordi disse belyser spennet i funnene.

### **Betydningen av innovasjonseiernes rolle i byggeprosjektene**

Makten til den som tar initiativ til implementering av innovasjonstiltakene og BIM-bruk («innovasjonseieren»), påvirker omfanget av effekt. For eksempel har byggherren (Statsbygg på Risløkka) mer makt og gjennomslagskraft enn en rådgiver (Multiconsult på Deichman). Statsbygg hadde rolle som byggherre på Risløkka. De utviklet en egen BIM-manual som beskriver generelle krav. Fra Statsbyggs informanter ble det påpekt at Statsbygg som byggherre kom tettere på prosessen på Risløkka enn de vanligvis gjør, takket være BIM og de nye samhandlingsprinsippene. Dette representerer en vesentlig endring i roller. Statsbyggs sin manual var i 2012 i sin tredje utgave. Den legger føringer for de praktiske sidene med modelleringen, sammen med kontrakter og ytelsesbeskrivelser, for hvordan modelleringen skal organiseres og utføres. Med andre ord tok Statsbygg som byggherre et omfattende ansvar i å fordele roller, oppgaver og ansvar ut fra en forutsetning om bruk av BIM. Risløkka-caset er et godt eksempel på at byggherren er i førersetet hele veien. Dette i motsetning til Deichman-caset, der vi ser at prosjektleder ÅF Advansia er i førersetet, men tillegger Multiconsult oppgaver og ansvar, uten at de gis myndighet til å utøve noen formell innflytelse på prosjekteringsdeltakerne. Det viser hvordan en svak mulighet til maktutøvelse og formell styring fra Multiconsults side i Deichman, samt vage ansvarsroller, førte til at det ble vanskelig å igangsette innovative tiltak i prosjektet (se mer om dette i Skinnarland 2016). Det forteller også noe om forankring av SamBIM internt i virksomheten, og forankringen av SamBIM i prosjektorganisasjon (se mer om betydningen av slik forankring i kapittel 6.7).

Statsbyggs posisjon i Risløkka-caset viser at de har makt og myndighet til å påvirke bruk av BIM og samhandling. Denne utøvende makten var også nedfelt i tre forskjellige sentrale dokumenter for prosjektet: byggeprogram (BP), prosjektanvisning (PA) og ytelsesbeskrivelse (YT). Se mer om det i Bråthen, Moland og Berg (2014:23). En parallell mellom Risløkka og Deichman var at kontraktsgrunnlaget faktisk ikke la opp til henholdsvis samlokalisering i Risløkka og innføring av innovative tiltak i Deichman. Dette var type tiltak som kom til etter hvert. Dermed blir det åpenbart at hvilken innflytelse og maktposisjon initiativtakeren har i utgangspunktet, kan bli avgjørende for med hvilken tyngde det lar seg gjøre å sette tiltak ut i livet.

### **SamBIM-prosjektenes status**

Hvilken rolle har så SamBIM-prosjektet hatt i virksomhetene? Fra Risløkka-rapporten leser vi at hensikten med SamBIM-prosjektet var å utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM for å økt verdiskaping. Denne hensikten synes å ha vært godt forstått av Statsbyggs ledelse. Risløkka-caset fikk tildelt en spydspissrolle i Statsbyggs BIM-satsing. Prosjektet var plukket ut av FoU-avdelingen til å være en del av SamBIM og fikk mye oppmerksomhet internt i virksomheten. Endringsagenten sikret en kanal mellom prosjektet og Statsbyggs toppledelse. Det gjorde at prosjektet ble sett på som viktig også på øverste ledelsesnivå, og det ble knyttet forventninger til resultater.

Her ser vi altså at Statsbygg som virksomhet og byggherre har tatt et klart og utvetydig standpunkt om å iverksette innovative tiltak. Det ligger føringer fra sentralt hold i Statsbygg, samt forventninger til resultatoppnåelse på projektnivå. Tilsvarende ser vi i Eikefjord-caset, der byggeprosjektet ikke bare defineres som et case i SamBIM, men som et nybrotts Skanska-case.

I andre case mangler en slik topptung forankring av SamBIM-relaterte tiltak. Caset som forskningsprosjekt fikk ikke samme status i Deichman som for eksempel i Eikefjord og Risløkka.

### **Endringsagentens rolle**

Hver av de fire bransjeaktørene hadde sine egne endringsagenter. Endringsagentene var ansatte i virksomhetene med et særlig ansvar for å følge opp og implementere SamBIM-aktiviteter i prosjekter i egen virksomhet. De skulle også være et bindeledd til aktørene i SamBIM-prosjektet. Et sentralt spørsmål er hvor avgjørende endringsagentens rolle er for å få til et innovativt tilsnitt i prosjektene.

For Risløkka-caset utførte endringsagenten et omfattende forberedelsesarbeid internt i Statsbyggs organisasjon. Endringsagenten ønsket et prosjekt der det lot seg gjøre å teste ut en del innovative tiltak knyttet til bruk av BIM. Dessuten hadde caset knyttet til seg en prosjektleder som var motivert for å delta i et prosjekt der BIM og samhandling ville bli utprøvd. Endringsagenten jobbet internt for å sikre prosjektet ressurser. Blant annet ble prosjektet tildelt flere meget kompetente medarbeidere, ekstra ressurser i form av en landskapsarkitekt, og ekstra midler til leie av prosjektkontor i tillegg til innkjøp av teknologisk utstyr som for eksempel smartboard.

I Deichman-caset kan det synes som om endringsagenten manglet denne sentrale posisjonen, og at de derfor hadde vanskeligere for å sette trykk bak de innovative tiltakene de ønsket å teste ut. Det skal også sies at i begge disse virksomhetene var det utskiftinger i rollen som endringsagent. Altså har vi delvis å gjøre med en konsekvens av diskontinuitet. Dataene kan tyde på at de første endringsagentene i henholdsvis Statsbygg og Multiconsult hadde en sterkere posisjon i egen virksomhet til å påvirke og få gjennomslag for tiltak enn endringsagentene som kom til etter hvert. Det er nærliggende å forklare de tilkommende endringsagentenes rolle ut fra samme prinsipp som i diskusjonen med konsekvenser av diskontinuitet (se kapittel 6.6). Det er ingen tvil om at virksomhetene engasjerte dyktige medarbeidere til rollen som endringsagent. Det er heller forhold rundt det å skulle overta og videreføre en innsats midt i et løp som kan synes å være utfordrende.

LINK arkitektur sin endringsagent har rettet søkelyset på fagspesifikke innovasjonstiltak. Endringsagenten har ledet arbeidsgruppen for gjennomføringsmodell og deltatt aktivt i arbeidet med barrierer og drivere for samhandling.

Endringsagenten er en rolle som springer ut av innretningen på SamBIM og som vanligvis ikke finnes i byggeprosjekter. Et interessant spørsmål er om ikke byggeprosjekter med ambisjoner som innebærer endringer, burde hatt en endringsagent. Ildsjelene har også en viktig rolle, dette er nærmere beskrevet i kapittel 1.4.4.

### **Roller i endring**

Vi kan dele rolleendringen som har funnet sted, inn i to hovedkategorier:

- Fra sekvensiell til integrert prosjektering
- Flere jobber med BIM

#### **Samlokalisert arbeidsform – fra sekvensiell til integrert prosjektering**

Eikefjord-caset gir et godt eksempel på en konkret endring i rolleutøvelse i prosjekteringsprosessen. Det var avgjørende for Skanska å ha med en arkitekt som ville være åpen for en annerledes prosess der arkitekten ikke får frie tøylar, men må samarbeide med de andre fagene og rådgiverne allerede fra første dag. Dette bryter med en tradisjonell tilnærming til prosjektering, der ett fag prosjekterer ferdig før neste fag legger sine løsninger oppå, osv. I stedet ser vi at alle fagene i større grad deltar i en integrert arbeidsprosess. Altså dreier det seg om en endring fra en sekvensiell til en integrert form for prosjektering. Også Statsbygg i Urbygningen 1 la til grunn et brudd med en tradisjonell prosjekteringsprosess som kan sies å være sekvensiell. I de innovative tiltakene la man opp til en byggeprosess som er samtidig og integrert, heller enn sekvensiell. Fra Flyens (2016:45) rapport fra Eikefjord leser vi at:

«Arkitekten opplevde at i en normal prosess kommer arkitekten med et konsept, og at alle endringene skjedde de siste 14 dagene før fristen, i et heftig tempo. Nå skjedde alt i omvendt rekkefølge, arkitekten tegnet masse skisser de første 14 dagene, og alle innvendigene og innstillingene kom med en gang. Alle rammer og beslutninger som vanligvis kommer til sist, ble lagt på bordet først.»

Dette representerer en omveltning i både rolle og oppgaveløsning i prosjekteringsfase, sammenliknet med tradisjonelle prosesser. Ulike aspekter knyttet til workshopbasert tilnærming hadde betydning for gjennomføring av prosessen og for resultatet. Det var krav til byggbarhet foran arkitektoniske uttrykk, byggesystemet skulle bestemmes av entreprenøren, og arkitekten skulle være åpen for tidlige innspill.

#### **Flere jobber med BIM**

På Risløkka så man at ansvaret for å modellere ble fordelt på flere faggrupper enn i tidligere prosjekteringsprosesser hvor BIM hadde blitt brukt. I intervjuene ble det vist til tidligere prosjekter der BIM ofte hadde blitt brukt av bare noen ganske få rådgivere med høy kompetanse. Disse personene hadde som regel tatt på seg ansvaret med å modellere for andre rådgivere som ennå ikke hadde så mye erfaring med BIM. Denne praksisen var man enige om måtte endres på. Det var nødvendig for å kunne jobbe raskere og mer

parallelt og fordi man ikke har tid til å vente på at eksperter skal gjøre jobben med å modellere.

På Urbygningen 2 sørget BIM-entusiaster og -eksperter for opplæring i bruk av BIM-kiosk. I og med at håndverkerne ikke hadde tidligere erfaringer med BIM, fikk de opplæring slik at de kunne bruke BIM-modellen i sitt daglige arbeid. Opplæringen fant sted på byggeplassen ved bruk av BIM-kioskene. Fem arbeidere og en instruktør deltok i sesjoner på om lag én time. Håndverkerne ble vist hvordan de kunne navigere i modellen og hente ut informasjon. Informantdata viser at kun et mindretall oppfattet BIM-kiosker som vanskelige å bruke.

#### **Samlokalisert arbeidsform**

I alle casene var samlokalisert tverrfaglig prosjektering benyttet som samarbeidsform, dog med noe ulik tilnærming og gjennomføring. Når det gjelder byggherrens endrede rolle, innebærer samlokalisering at byggherren kan gi umiddelbar tilbakemelding på forslag fra de rådgivende aktørene. Ofte er byggherren noe mer distansert fra selve prosjekteringsarbeidet. På Risløkka framholdt informanter at den felles tilstedeværelsen åpnet for muligheter til å kunne avklare og fatte beslutninger der og da. Dette trekker også informanter i Deichman-caset fram. På Deichman var det særlig i kombinasjonen med BIM at samlokalisering åpnet for nye muligheter.

På Urbygningen 1 hadde aktørene tidligere erfaring med BIM og samlokalisert prosjektering. Samlokaliseringen åpnet også for enklere samarbeid og problemløsning på tvers av fagdisipliner. Utfordringer med å være samlokalisert kan blant annet være faglig ensomhet når det går dager uten at man får diskutert med kolleger innen samme fagbakgrunn. Disse utfordringene blir belyst i flere av casene.

Data fra Deichman-caset viste at samlokalisering i seg selv ikke er nok, men at det må være en bevisst holdning til faktisk å ville utnytte den geografiske nærheten til andre fag (se f.eks. Skinnarland 2016).

Samlokalisering på Urbygningen 1 bidro til at gruppen arbeidet sammen som et enhetlig team. Møtene ga korte kommunikasjonslinjer og gode muligheter for tidlige, tydelige avklaringer og beslutninger. BIM muliggjorde dette ved at aktørene kunne gå inn i modellen og vise hverandre og diskutere seg fram til gode løsninger. Samlokalisering åpnet for samarbeid og problemløsning på tvers av fagdisipliner. I tillegg ble det bedre informasjonsflyt. Arbeidsformen innebærer at aktørene tilbringer relativt mye tid sammen, og det gir positive erfaringer med hensyn til det sosiale aspektet. Også Risløkka-rapporten viser at kombinasjonen BIM og samlokalisering åpnet for nye måter å samarbeide på. Det ga raskere beslutninger og bedre tverrfaglige løsninger.

Det var først og fremst prosjekteringsgruppen som var samlokalisert på Urbygningen 1. De tidligere nevnte fagressursene internt i Statsbygg har i mindre grad vært samlokalisert med prosjekteringsgruppen. Samlokalisering som initiativ og tiltak i prosjektet har dermed i liten grad ført til annerledes faglig arbeid for fagressursene i Statsbygg.

#### **Forankring av tverrfaglig samhandling**

Alle byggeprosesser starter på en eller annen måte med et oppstartsmøte. Det er derfor ikke noe nytt eller innovativt i seg selv. Caserapportene fra SamBIM peker da også heller

på at *elementer* i en oppstartsfase vektlegges annerledes. I SamBIM ser vi eksempler på hvordan oppstartsmøter brukes som møteplass for å avklare roller og oppgaver.

På Risløkka hadde de et oppstartsmøte hvor målsettingen var å komme fram til en samhandlingsstrategi. Prosjektorganisasjonen satte søkelys på hvilke arbeidsroller hver enkelt hadde og hvordan arbeidsfordelingen skulle bli.

I Eikefjord-caset ble det gjennomført en oppstartssamling som ble ledet av en prosessfasilitator. I oppstartssamlingen gjennomgikk deltakerne kritiske suksessfaktorer og la planer for prosjekteringen fram mot tilbudsfasen. Hovedhensikten var å forankre den nye måten å jobbe sammen på i henhold til prosessmodellen. Særlig oppmerksomhet fikk fordeling av ansvar og oppgaver. I tillegg diskuterte de hvilke roller de ulike aktørene skal ha.

### **Bemanning og diskontinuitet**

På Risløkka hadde prosjektleder det totale ansvaret for hele prosjektet, og i tillegg hadde en assisterende prosjektleder ansvar for det daglige arbeidet. Videre hadde Statsbygg faglige ressurser med egne ansatte med kompetanse innen de ulike fagområdene. En hovedoppgave for fagressursene fra Statsbygg var å stille faglige krav til de eksterne rådgiverne. En slik skyggeorganisasjon av fagekspert er ment å kvalitetssikre beslutninger og prosesser underveis, heller enn senere og ofte for sent, i prosjekteringsprosessen. Rollebesetningen som beskrevet over, går igjen i de fleste av Statsbygg sine prosjekter. Det at Statsbygg hadde satt inn mange dyktige fagfolk i prosjektet, og som dessuten var villige til å prøve ut ny teknologi og nye arbeidsprinsipper, ble framholdt som én av årsakene til at prosjektet ble så vellykket som det ble. Disse personene kan ses på som ildsjeler i prosjektet. Samtidig kan man spørre seg om det er fornuftig bruk av ressurser å etablere en slik skyggeorganisasjon av faglige ressurser, og om det samtidig kan være et uttrykk for en mistillit til leverandørenes evne til å sikre faglig kompetanse.

Eikefjord-caset var bemannet med en prosessfasilitator, BIM-koordinator og Skanskas prosjekteringsleder. Her trakk informantene fram nytteverdien av å bemanne en byggeprosess med samme deltakere over flere faser. Slik kontinuitet er verdifull for å ivareta historikk, beslutningshukommelse (hva var omstendighetene og argumentene for beslutninger tatt på tidligere stadier i byggeprosessen?), samt læring og utvikling. Også informanter i Veitvet-caset reflekterte over utfordringer med å operere med vanntette skott mellom byggeprosjektets innledende faser. Nye konstellasjoner av team skulle arbeide videre på et grunnlag som var utviklet og avsluttet som en selvstendig leveranse fra en tidligere konstellasjon. Informanter fra Deichman-caset trakk videre fram diskontinuitet i prosjekteringsgruppen som en utfordring med hensyn til å *arve* beslutninger uten å forstå hva som lå til grunn. Diskontinuiteten fikk negative konsekvenser i form av illojalitet til beslutninger og dessuten merarbeid. Som en informant i Deichman sa:

«Ingen vil jo forplikte seg til en dårlig beslutning tatt av tidligere ansvarlige hvis man ser bedre løsninger.»

Dette viser sårbarheten i manglende kontinuitet i prosjekteringsgruppen. I flere av virksomhetene som inngikk i prosjekteringsgruppen på Deichman, var det utskiftninger.



Utskiftningene kom også på ulike stadier i prosessen. I tillegg til at slike utskiftninger fører til at tidligere beslutninger mangler historikk, og påvirker deltakernes vilje til å holde seg tro til tidligere beslutninger, viser erfaringene fra dette prosjektet at utskiftninger i prosjekteringsgruppen til dels kan spenne bein under innovative tiltak. Det er fordi man kan miste ildsjeler og engasjerte ansatte som gjennom hele prosjektiden opprettholder et nødvendig trykk på de innovative tiltakene.

Så hvilken betydning kan høy turnover innad i prosjektteamet og mellom faser i byggeprosessen ha for BIM? Og motsatt, kan BIM tenkes å være til hjelp, som en slags teknologisk kontinuitet når den menneskelige innsatsen i innovasjonsprosjekter er ustabil? Vi har sett eksempler på at høy turnover kan ha negativ innvirkning på utviklingen av en BIM-modell. Særlig handler dette om holdninger til etablerte prosjekteringsgrunnlag, og dessuten fagspesifikk innsats for å oppdatere modellen. Dette viser sårbarheten når byggeprosesser henger på enkeltpersoner og ikke er forankret i hele organisasjonen (og linjen). Samtidig peker erfaringer i retning av at BIM kan bygge bro mellom faser og skiftende team. Det fordrer da at modellen har vært utviklet tverrfaglig fra dag én, slik at all nødvendig informasjon ligger tilgjengelig, som for eksempel dokumentasjon på beslutninger, fargekoder som viser faglig og helhetlig kvalitetsnivå (modningsnivå) på modellen.

Til sist vil vi løfte fram en problemstilling som handler om personalutskiftninger, både i prosjekteringsgruppen og mellom faser. Med andre ord er det en individuell og en strukturell utfordring. Det vil neppe være en god idé å hevde at turnover må unngås i prosjekteringsgrupper. Utskiftninger i prosjektgrupper skjer fordi aktørene selv slutter i firmaet, eller de blir omdisponert til andre oppgaver. Dette ser ut til å følge naturlige prosesser, individuelt eller i virksomhetene. Om det er høyere turnover i byggeprosesser enn i temporære og prosjektbaserte produksjonsvirksomheter i andre næringer og bransjer, er uklart. Informanter som kommenterer problemstillingen, har typisk en «sånn er det bare»-holdning til det. Men når det gjelder utskiftninger mellom faser i en byggeprosess, peker funn i SamBIM-prosjektet på at det er mulig å skape en mer sømløs prosess, ved å beholde de samme aktørene fra tidlig tilbudsfasen til ferdigstilling. Dette er på sett og vis ikke et spørsmål om omdisponeringer, men heller om strategiske prinsipper for gjennomføring av byggeprosesser. For å lykkes med en slik tilnærming, er det behov for tung forankring, prioritering og kravstilling fra toppledelsen i virksomheten.

Så blir da spørsmålet: hvilken betydning har turnover for BIM? Og motsatt: kan BIM nettopp være et verktøy som stabiliserer og skaper sømløshet når prosjekteringsprosessen utsettes for høy turnover? Selv om vi ikke kan trekke bastante konklusjoner i dette spørsmålet har SamBIM avdekket noen premisser for å optimalisere BIM-bruk, (som at fagene starter tidlig med å bygge ut modellen og at informasjonsnivået er likt), slik at modellen som *arves* innehar nødvendig detaljert informasjon som gir trygghet for videreføring av prosjekteringsgrunnlag.

### **Lederrollen**

Et annet aspekt handler om lederrollen. Én av underentreprenørene i Eikefjord-caset la vekt på at det er viktig å ha en prosjektleder som har «pondus», som tør å ta avgjørelser. Eksemplet viser at behovet for tydelig ledelse i en byggeprosess ikke blir mindre selv om

fagene i større grad er involverte og myndiggjorte. Tidligere forskning støtter dette funnet (Skinnarland 2013). Informantene sier at ledelsen har motivert til en tettere og sterkere forankring til prosjektet enn i tidligere prosjekter. En slik forankring skaper forpliktelse til å gjøre en god jobb.

I Deichman-caset hadde ÅF Advansia det totale lederansvaret for oppføringen av hovedbiblioteket. Multiconsult hadde prosjekteringsansvaret for de rådgivende fagene. Det ble etablert en enighet mellom Multiconsult og Advansia om å benytte Multiconsults gjennomføringsmodell for detaljprosjekteringsfasen. Likevel kan det tyde på at den svake formelle posisjonen Multiconsult hadde, bidro til at deres styring av milepælsplanen ble for svak.

Prosjektlederrollen i Eikefjord-caset ble trukket fram som avgjørende for informantenes opplevelse av å lykkes med tiltaket. Hovedegenskapene var evne til å ta avgjørelser, være tydelig og konsekvent og kunne skjære igjennom.

Vi ser at prosjektlederrollen endres i retning av å legge til rette for samhandling i større grad enn å tildele og kontrollere. På toppledernivå ser vi at ledere som viser interesse ved å etterspørre resultater, formidler at prosjektet er viktig, og de motiverer andre ledere og ansatte til videre innsats. Forankring på toppledernivå er særlig viktig der nye modeller og konstellasjoner må utvikles før det kan fungere tilfredsstillende.

Hva har strategisk ledelse gjort for å nedfelle og understøtte BIM-målene i egen organisasjon og i de valgte casene? Datamaterialet er for tynt til å konkludere bastant, men det kan tyde på at å ha en virksomhet, det vil si, øverste ledelse, i ryggen kan skape motivasjon, engasjement og resultater. Det er i tråd med tidligere forskning, som viser betydningen av ledelsesinvolveringer og engasjement i omstillings- og utviklingsprosesser (Moland & Trygstad 2006)

### **Oppsummering og avsluttende refleksjoner om roller, makt og**

I det følgende skal vi trekke fram noen hovedfunn fra SamBIM-prosjektet, som hver på sine måter har bidratt til å belyse endringer i roller og tverrfaglig oppgaveløsning. Først tiltak som informantene har opplevd som hovedsakelig positive:

- Bruk av milepæler i prosjekteringsarbeid oppfattes å være et fornuftig grep, som bør videreutvikles og styrkes. Det kan bidra til å sikre framdrift og presse fram beslutninger
- Fargesetting av status på objekter kan bidra til å skape et effektivt tverrfaglig arbeid som gir trygghet for at fagene mottar nødvendige tilbakemeldinger
- Samlokalisering tett ved produksjonsstedet kan være en fordel
- BIM-kioskene endret i noen grad måten håndverkerne arbeidet og kommuniserte på. BIM-kiosker kan åpne opp for nye samarbeidsmønstre på byggeplassen
- Workshoper/samlinger fokuserte tydelig på frister, og på disiplin med hensyn til å holde frister, og hva som skal leveres av de ulike fagene
- Ett og samme prosjekteringssteam siden planlegging av anbudskonkurransen utkast, noe som kan sies å være en unik situasjon i norsk byggenæring
- Bruk av dialogmatrise ga umiddelbar muntlig kunnskap og innspill fra de ulike fagene, og kan således være av stor betydning for valgte løsninger

- Bruk av tavle for planlegging ga en oversikt over hva som må løses i løpet av samlinger i henhold til frister.

Andre tiltak fungerte mindre bra:

- Smartboard ga ikke ønsket effekt som et kommunikativt verktøy, ble kun et lerret og lite brukt til å motivere til diskusjon og tverrfaglig samarbeid
- Lykkes godt med SamBIM-tiltakene relatert til BIM og samlokalisering, men mindre godt med lean. Viser betydning av forankring av tiltak i ett og samme prosjekt
- Når BIM-arbeid ikke startet fra bunnen av, men bygget videre på en laserskanning av bygget, med mange feil og mangler, var det en krevende oppgave å rette opp modellen slik at den kunne brukes<sup>30</sup>
- Samhandlingsfasen gjorde at spørsmål kom tidlig, likevel var samhandlingsfasen bare i noen grad vellykket. Hovedforklaringene var at fasen varte for kort, led under manglende styring, mål og hensikt manglet en god forankring, og prosjekteringsgrunnlaget var ufullstendig.

Diskusjonen og eksemplene i dette delkapitlet viser at de innovative tiltakene i SamBIM fører til endrede roller i prosjekteringsprosessen. Samtidig har vi sett hvor utslagsgivende ulike roller og rolleutøvelse er for å lykkes med tiltaket. Sentrale roller kan bidra til å støtte opp under bruk av BIM som en katalysator for bedre samhandling. Dette kommer til uttrykk som formelle innslag i kontraktsdokumenter, men også uformelt, i form av å være prosessdrivere med evne til å skape engasjement og oppslutning om tiltaket.

#### **Hovedtyngde på sosiale dimensjoner**

Oppsummeringen av hovedinnholdet i de seks casestudiene som utgjør forskningsgrunnlaget i SamBIM, viser at det har vært prøvd ut og høstet erfaringer med bruk av mange nyttige verktøy, metoder og prosedyrer, som BIM-kiosk for entreprenørene og en modell for tverrfaglig framdriftskoordinering for detaljprosjektering og bruk av dialogmatriser. Hovedtyngdepunktet i tiltakene er likevel på de sosiale dimensjonene. Casene har handlet om å skape rammer for et godt tverrfaglig samarbeid, å påvirke til en mer sømløs byggeprosess gjennom tidlig involvering og bemanningskontinuitet mellom faser. De har tatt for seg samlokalisering som grep og høstet erfaringer med hva som fungerer eller ikke fungerer med hensyn til omfang, deltakelse, kompetanse- og beslutningskrav. Dessuten har BIM vært sentral i flere av casene hvor samlokalisert prosjektering er benyttet.

#### **BIM – en katalysator for bedre samhandling?**

«BIM som katalysator for bedre samhandling», er tittelen på og ambisjonen med SamBIM-prosjektet. Vi har i dette kapitlet sett at de innovative tiltakene som har vært gjennomført i SamBIM-casene, har bidratt til å endre på og tydeliggjøre behov for roller. Makt- og ansvarsbildet har blitt rokket ved. Vi ser også eksempler på at tiltakene medfø-

---

<sup>30</sup> Enkelte av rådgiverne vi intervjuet mente med andre ord at det ville vært enklere for dem å modellere opp en helt ny BIM av Urbygningen på egenhånd, uten å måtte bygge videre på en laserskannet modell.

rer endringer i fordeling av oppgaver. Men har vi sett av tiltakene at BIM kan være en katalysator for bedre samhandling?

### ***Rolleutøvelse og bruk av BIM***

Hva betyr for eksempel rolleutøvelse for BIM-bruk? Vi har i flere av casene sett at byggherren har tatt en tydelig rolle som premissgiver og pådriver for BIM-bruk. På et strategisk nivå kan det se ut som byggherrerollen er avgjørende for bruk av BIM. I byggeprosjekter der byggherren ikke tar en slik pådriverrolle, kan det synes som en mye tynge prosess for prosjekteringsledelsen å få gjennomslag for utstrakt bruk av BIM.

En annen rolle som framstår som vesentlig for bruk av BIM er ildsjelene (se kapittel 1.4.4). Dette kan være fagpersoner med eller uten ledelsesansvar, men som er eksperter på BIM og som har et genuint engasjement for at BIM skal tas i bruk. Som vi tidligere har påpekt, viser forskning at de tidligste satsningene på BIM i all hovedsak dreide seg om teknologiutvikling og -utnyttelse. I SamBIM-casene er det nettopp ildsjelene som står fram som pådrivere for at BIM også innebærer og krever endrede samhandlingstilnæringer.

Og hva betyr BIM for rolleutøvelse? Vi har sett flere eksempler på at BIM også påvirker rolleutøvelse. Vi kan trekke fram et par eksempler.

- Arkitektens rolle endret fra premissgiver til lagspiller i tidligfase

Arkitekten har tradisjonelt hatt en rolle der han eller hun har arbeidet seg ferdig med et design- og prosjekteringsgrunnlag, som så er blitt sendt til de andre faggruppene for at de kan hente ut informasjon som underlag for sitt arbeid. I SamBIM ser vi eksempel på at arkitektens rolle i førerretet er endret, slik at fagene i større grad samler seg om arkitektens skisser og samarbeider seg fram til den mest optimale løsningen med hensyn til byggbarhet, tekniske løsninger og brukervennlighet. Med andre ord er hele prosjekteringsgruppen på banen fra tidlig fase og kan påvirke løsninger. Dette representerer for så vidt en endring i rolleutøvelse både hos arkitekten og de rådgivende ingeniørene, men kanskje er det likevel arkitekten som i størst grad får endret sin rolle fra premissgiver til lagspiller i tidligfase.

- Fagarbeideren gis mulighet til å være mer selvstendig, og å ta mer ansvar

Som vi har sett, er BIM i liten grad et byggeplassanliggende, og i enda mindre grad et fagarbeideranliggende. BIM tilrettelagt for entreprenørene på byggeplassen har ingen begrensninger. Den kan brukes av baser og ledere over basen. I ett av casene er det likevel fagarbeiderne som gjennom innovasjonstiltaket høstet frukter av tilgjengelig BIM. Eksemplet peker samtidig på avgjørende premisser for at BIM skal kunne utnytted fullt ut, som opplæring, konvergens mellom 3D-modell og faktisk bygg, og fysisk tilgjengelighet. Dermed kan vi trekke en slutning basert på erfaringene fra dette innovative tiltaket, at BIM bør ut til fagarbeidere på byggeplassen. Det skaper engasjement og forståelse, forpliktelse og ikke minst faglig diskusjon og utvikling. Med andre ord bidrar BIM tilrettelagt for entreprenører, og gjerne ut til fagarbeidere, til å endre rollen til fagarbei-

deren slik at den blir mer framoverlent og selvstendig, og med mer ansvar, heller enn at man er avhengig av overordnede for informasjon og oppgaveløsning. Alt i alt viser funn at BIM, når teknologien brukes aktivt og omforent, *kan* være en katalysator til bedre samhandling.

#### ***Samhandlingsperspektivet i bruk av BIM endrer rolleutøvelse***

Samhandlingsperspektivet er sentralt i SamBIM. Eksemplene vi trekker fram, tyder på at samhandlingsperspektivet har stor betydning for rolleutøvelse. Vi ser at den enkelte aktør jobber annerledes, og grupper (i prosjektering og byggeplassproduksjon) jobber annerledes gjennom større grad av involvering. Vi har sett at både BIM og samhandlingsmodeller er drivere til endringene i rolleutøvelse.

#### ***De viktige pådriverne for bruk av BIM og tverrfaglig samhandling***

Mange av byggeprosjektene som har utgjort casene i SamBIM, har vært godt bemannet med eksperter og pådrivere for BIM. BIM-koordinator og prosessfasilitator er eksempler på roller som har vist seg å være ikke bare pådrivere for utstrakt bruk av BIM, men også for endringer i tilnærming til tverrfaglig samarbeid. Dessuten har mer tradisjonelle roller som prosjektleder og prosjekteringsledere vært trukket fram som viktige for måloppnåelse. Kanskje viktigere enn hvilke formelle titler de ulike aktørene i prosjekteringsprosessen har, er likevel de menneskelige kvalitetene disse personene besitter. Dermed blir ett avgjørende element for å lykkes med gjennomføring av innovative tiltak at rolleinnhavere velges, som har kompetanse og som ønsker å skape samhandling i kombinasjon med utnytting av teknologi. I flere av casene ser vi dette engasjementet på alle de ulike organisatoriske nivåene, både strategisk, taktisk og operativt. Engasjementet vi ser eksempler på i alle våre case, har bidratt til å påvirke BIM-aktiviteten i caset.

#### ***Større og tidlig involvering påvirker innflytelse og makt, men også ansvarsforhold***

Et interessant aspekt å reflektere over i lys av erfaringene fra casene i SamBIM, er hvordan samlokalisering og samtidig prosjektering påvirker hvordan ansvarsfordeling og makt utøves. Hva skjer med ansvars- og maktfordeling mellom prosjekteringsledelsen og de innleide partnerne? Erfaringene kan i noen grad tyde på at tidlig involvering, og større grad av tverrfaglig prosjektering i BIM, medfører at også de innleide får en tidligere og tydeligere stemme. Det gir makt og innflytelse. Samtidig er en styrket involvering også grobunn for at flere tar et helhetlig ansvar. Det er altså ikke slik at noen mister ansvar på bekostning av andre, men heller at samhandlingsprosesser motiverer til at flere tar ansvar. Vi snakker her om en form for uformell makt med hensyn til å gis en stemme på vegne av sitt fag.

Når det gjelder den formelle makt- og ansvarsfordelingen, er den tydeligste lærdommen kanskje å bruke sin formelle posisjon til faktisk å være en pådriver for endringer. Vi har også sett behovet for å ha ledere som i kraft av sin formelle posisjon faktisk står fram som tydelige ledere som tar styring. Det ble i tillegg avdekket en utfordring med hensyn til at prosjektleder gir fra seg ansvar, men beholder sin maktposisjon.

## 6.7 Hva har skilt de gode fra de dårlige innovasjonsforsøkene?

Leif E. Moland, Fafo

Vi har sett at noen case har lyktes bedre med sine innovasjonsforsøk enn andre. Alle de fire industripartnerne har utviklet sin BIM-kompetanse og fått erfaring med forbedrede samhandlingsmodeller. Ingen har imidlertid kommet så langt at de kan kvittere ut de opprinnelige ambisjonene for SamBIM-prosjektet<sup>31</sup> fullt ut.

Dette kapitlet beskriver utviklingen av de seks lokale innovasjonsprosjektene (case-ne) i pågående byggeprosjekter. Her drøfter vi hvordan aktørene i de seks casene har ivarett de kritiske suksessfaktorene,<sup>32</sup> og hvordan denne prosesshåndteringen har påvirket innovasjonsresultatene. Som beskrevet i metodekapitlet, ble SamBIM-ideene formulert av et SamBIM-miljø bestående av fire industribedrifter og tre FoU-miljøer. Disse har møttes regelmessig for å utvikle og forankre innovasjonsideer i industribedriftene (morbedriftene) og i byggeprosjektene, og for løpende evaluering av innovasjonsprosessen i det som etter hvert ble til seks innovasjonscase.

Utgangspunktet for SamBIM-prosjektet var at fire industribedrifter skulle utvikle nye modeller for samhandling der bruk av BIM skulle inngå. Dette har vært et omfattende og krevende utviklingsarbeid i hver av de fire bedriftene. Dertil kommer at disse innovasjonsideene<sup>33</sup> skulle prøves ut i pågående eller planlagte byggeprosjekter; byggeprosjekter som har hatt egne mål og en fastsatt organisasjon. Figur 6.1 viser en enkel skisse formet som et triangel av de miljøene som har skullet samarbeide om utviklingen av SamBIM-ideer og -tiltak. Figur 6.2 viser at det er et stort antall aktører som opererer innenfor triangelet, og som i større eller mindre grad har sluttet opp om SamBIM-ideene. Deltakerne i et byggeprosjekt er ledere, fagpersoner og bygningsarbeidere som representerer ulike firma. RIE som deltar i prosjekteringen av et bygg, vil for eksempel være en elektriker. Vedkommende har elektrikerbedriften som mororganisasjon, men inngår i det konkrete byggeprosjektet som RIE. Likeledes vil prosjektleder både være en del av byggherreorganisasjonen (morbedriften) og byggeprosjektorganisasjonen. De fleste deltakerne i et byggeprosjekt vil altså ha flere roller utledet fra henholdsvis byggeprosjektet og morbedriften. Tilsvarende spiller både morbedriftens og byggeprosjektets kompetanse og interesse for samhandling og BIM inn på hvorvidt innovasjonsforsøkene lykkes.

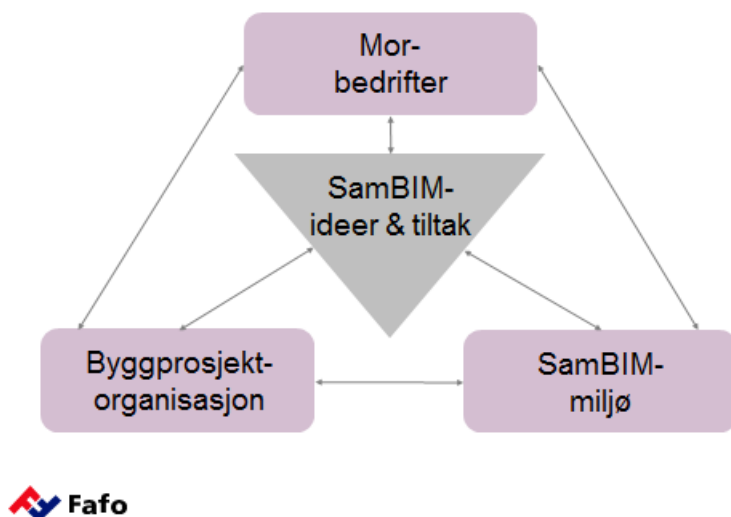
---

<sup>31</sup> Se metodekritikken i kapittel 2.

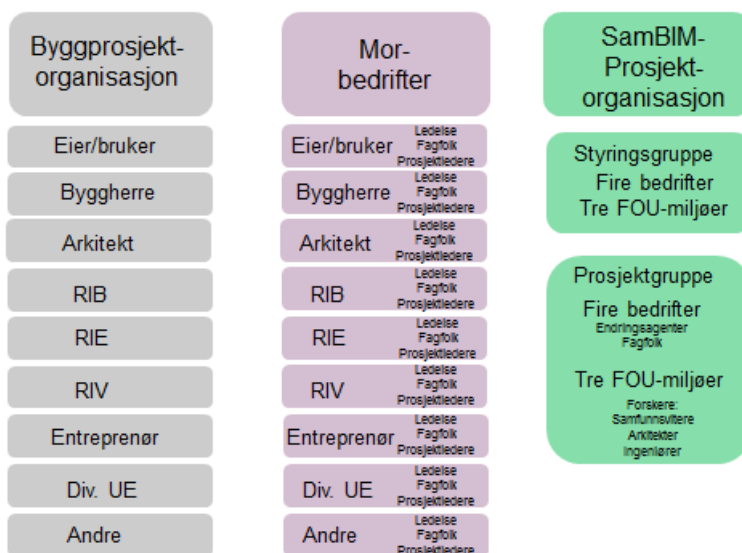
<sup>32</sup> Her sikter vi til de seks prosesselementene som inngår i utviklings- og analyseverktøyet som er gjennomgått i kapittel 1.4.4.

<sup>33</sup> SamBIM-ideen er at bruk av BIM og tettere tverrfaglig samarbeid skal lede til bedre prosjektering og bygging.

Figur 6.1 Tre ulike miljøer som har blitt berørt av SamBIM prosjektet.



Figur 6.2 Aktørene i de tre ulike miljøene som har blitt berørt av SamBIM prosjektet.



Som det går fram av figurene 6.1 og 6.2, er det mange miljøer og personer som i løpet av prosjektperioden skal ha satt seg inn i og sluttet seg til hensikten med SamBIM. De skal ha blitt informert, involvert og lyttet til. De skal ha fått tilstrekkelig med ressurser

(kompetanse, tid, teknologi mv), og være forsikret om at SamBIM-målene ikke er i strid med egne organisasjoners mål.

I et ordinært byggeprosjekt vil forankringsarbeidet være rutinisert som følge av at aktørene har erfaring med samarbeidsformer og kontraktsinnhold. Forankringsarbeidet er like fullt krevende, siden et byggeprosjekt består av mange aktører (jf. Jones & Liechtenstein 2008). Disse representerer bedrifter med ulike interesser, og der det aktuelle byggeprosjektet vanligvis bare er et av flere pågående prosjekter. Når byggeprosjektet også skal være et innovasjonsprosjekt, har forankrings- og samarbeidsutfordringene vært enda større.

SamBIM-ideene som skulle prøves ut, står for en ny arbeidsmetodikk og har derfor utfordret det etablerte byggeprosjektets ledelses- og samarbeidsstruktur. I og med at SamBIM-prosjektet ikke står i noe overordnet linjeforhold til de lokale byggeprosjektene, har ledelsen for byggeprosjektet langt på vei selv kunnet velge å ignorere SamBIM-ideene eller forsøke å implementere dem. Blant de fem byggeprosjektene (seks SamBIM-case) som har inngått i SamBIM-prosjektet, har tre i varierende grad forsøkt å implementere SamBIMs innovasjonsideer, to har ikke gjort det. Og blant de tre byggeprosjektene (fire SamBIM-case) som har forsøkt, har både evner og muligheter til å realisere innovasjonspotensialet variert.

Handlingsrommet for forsøksvis å realisere en SamBIM-idé har langt på vei vist seg å bli påvirket av:

- a. I hvilken grad de fire industribedriftene som er med i SamBIM-prosjektet på aktuelle tidspunkt selv har implementert SamBIM-ideene i egen organisasjon.
- b. Hvilken posisjon de fire industribedriftene har i de aktuelle byggeprosjektene.
- c. Hvem som eier byggeprosjektet, og i hvilken grad eier har implementert SamBIM-ideene i egen organisasjon.<sup>34</sup> (Dette påvirkes av hvilken rolle SamBIM-partnerne har i byggeprosjektet.)

I og med at SamBIM-ideene både representerer nye samhandlingsmåter og nye digitale verktøy, har de involverte aktørene som har tatt SamBIM-utfordringen gjennomgått en betydelig innovasjonsprosess, der etablerte arbeids- og samarbeidsformer er forbedret og til dels skiftet ut.<sup>35</sup>

### **Forståelse for hensikten med å prøve ut nye ideer**

Den første forutsetningen for en vellykket innovasjon med en målsetting som er så sammensatt som i SamBIMs tilfelle, og som involverer så mange ulike aktører, er at hensikten med prosjektet er klart formulert og dernest at den har tilstrekkelig oppslutning i SamBIM-bedriftene og hos aktørene i de aktuelle byggeprosjektene. I tre av SamBIM-casene var byggeprosjektene etablert før de involverte byggherrer og prosjekteren-

---

<sup>34</sup> Eks fra pilot at Statsbygg som byggherre ikke hadde implementert SamBIM-ideene i egen organisasjon. Likeledes Skanska/Oslo kommune i Veitvet-prosjektet og Advansia/Multiconsult i Deichman-prosjektet.

<sup>35</sup> I caserapportene og i pilotrapporten har vi beskrevet hvordan dette er gjort. Industribedriftene har beskrevet noe av det samme ut fra sitt ståsted i kapittel 5.



de ble kjent med at de var valgt ut til å være åsted for utprøving av SamBIM-ideene. I tilfellene med Veitvet og Deichman var prosjekteringen allerede i gang da de ble forespurt om å bli SamBIM-case. Her hadde man med andre ord to byggeprosjekt som var fundert på andre samhandlingsideer enn SamBIM. I Veitvet-prosjektet ble det brukt BIM, men det ble ikke prøvd ut nye samhandlingsmodeller (Flyen 2016:33). I Deichman-prosjektet prøvde Multiconsult ut sin samhandlingsmodell, men de var ikke i posisjon til å praktisere den fullt ut. Multiconsult var heller ikke tydelig nok overfor byggherren om sine forventninger til å få testet ut samhandlingsmodellen (Skinnarland 2016:47). Multiconsult oppsummerte selv at byggherren ikke var interessert i Multiconsults gjennomføringsmodell og at byggherren hadde en helt annen dagsorden enn å optimalisere rådgivernes samhandling.<sup>36</sup>

I Risløkka-prosjektet, som også var etablert før SamBIM-ideene ble presentert for de prosjekterende, klarte man likevel å prøve ut både nye samhandlingsformer og BIM-metodikker. Dette skjedde ved at Statsbygg som var byggherre, med både prosjektleder og prosjekteringsleder, klarte å overtale de prosjekterende til å være med på SamBIM-forsøkene, selv om dette opprinnelig ikke var kontraktfestet (Bråthen & Moland 2014:7). Dette kunne Statsbygg gjøre i egenskap av å være en stor aktør i bransjen. Men for å gjøre dette, måtte Statsbygg selv ha vært igjennom en læringsprosess som ga dem troen på at SamBIM-ideene var verd å satse på. Denne kunnskapen hadde Statsbygg som organisasjon ikke tre år tidligere, da man gjennomførte en halvhjertet pilot i et byggeprosjekt samtidig som store deler av Statsbyggs hovedorganisasjon ikke forholdt seg til BIM (Moen & Moland 2010). Sagt på en annen måte: Statsbygg har de følgende årene (fra 2009 til 2013) utviklet en organisasjon hvor flere enn en håndfull entusiaster har forstått hensikten (gevinstmulighetene) ved å realisere SamBIM-ideene. Med dette som ganske nyervervet faglig basis, kunne Statsbygg bruke sin rolle som tung byggherre til (å forsøke) å overtale de prosjekterende i Risløkka-prosjektet til å være med på SamBIM-forsøkene. Arkitekt og rådgivende ingeniører tok utfordringen. De hadde fra før noe erfaring med BIM, og var villige til å prøve ut nye samhandlingsformer. Fra Statsbyggs side stilte man med et svært SamBIM-entusiastisk lag, bestående av prosjektleder, prosjekteringsleder og rådgivere i tillegg til et støttende hovedkontor med flere ledere og en strategisk dyktig endringsagent.

De to siste byggeprosjektene ble koblet til SamBIM-prosjektet ett–to år senere. Her hadde industribedriftenes SamBIM-aktører<sup>37</sup> anledning til å sikre at byggherreorganisasjonene i henholdsvis Statsbygg og Skanska allerede i utlysningstekster og kontrakter formulerte SamBIM-ideene. Det betød at de prosjekterende (og entreprenørene) før start av byggeprosjektet også visste at de skulle være et SamBIM-case. For Statsbyggs del gjaldt det å videreføre og forbedre SamBIM-erfaringene fra Risløkka-prosjektet til Urbygningen på Ås. For Skanskas del gjaldt det å unngå feilene fra Veitvet-caset og bygge på de positive erfaringene Skanska hadde ervervet de foregående to årene (Flyen 2016:33). I begge tilfellene ble SamBIM-hensiktene formulert i utlysningstekster og kontrakter før oppstart, og således lagt til grunn for de respektive byggeprosjektene.

---

<sup>36</sup> Under seminar i Oslo 06.09.2016.

<sup>37</sup> Endringsagenter og medlemmer av SamBIMs styringsgruppe.

Som tidligere beskrevet, er gode formuleringer av prosjekthensikt viktig for å skape oppslutning om prosjektideene og viljen til å gi avkall på gamle arbeidsformer. Dette gjelder overfor toppledelsen i en stor bedrift, i et byggeprosjekt så vel som overfor rådgivere og andre fagfolk lenger ned i de ulike organisasjonene. Selv om forståelse av hensikt er viktig, har vi sett<sup>38</sup> at dette ikke er tilstrekkelig.

Det er viktig at en overordnet hensikt om «bedre drift m.m.», kobles til troen på at konkrete tiltak vil bidra til den ønskede gevinsten slik den for eksempel er formulert i SamBIM-prosjektet.<sup>39</sup> «Alle» kan være enige i at BIM kan være et fint verktøy for «noen». «Alle» har imidlertid ikke vært enige i at BIM også er viktig i «mitt» arbeid, og at «jeg» må begynne å prosjektere annerledes. Det siste kom særlig tydelig fram i pilotcaset til Statsbygg (Moen & Moland 2010). Men vi fant også det samme, om enn i mindre omfang, i Risløkka-prosjektet (Bråthen & Moland 2013).

Likeledes kunne «alle» etter hvert se at økt tverrfaglig samarbeid og samlokalisering tidlig i prosjekteringsfasen ga raskere og bedre gjennomført prosjektering, slik det blant annet beskrives i alle caserapportene. Men alle har ikke vært villige til å ta skrittet fullt ut og gått så langt som vi har sett det gjort i Eikefjord-caset (Flyen 2016). I de andre casene har byggherren beholdt en mer hierarkisk styringsmodell, uten å la det tverrfaglige samarbeidet bli drivende for prosjekteringen. Dette kan i noen grad forklares med manglende oppslutning om SamBIM-ideene. Grunnene til manglende oppslutning er som vi skal se, mange. I dette avsnittet er det naturlig å se det i lys av at SamBIM-ideene til å begynne med ikke var så klart formulert som de ble senere.

## Målformuleringene

Målformuleringene har variert ganske mye fra case til case. Ingen av casene har prøvd ut en felles samhandlingsmodell, slik intensjonen opprinnelig var (i henhold til søknad til NFR). Multiconsult hadde som mål å videreutvikle en samhandlingsmodell og deretter prøve den ut på Deichman-prosjektet for å finne ut om den bidro til å forbedre det tverrfaglige samarbeidet i detaljprosjekteringsfasen. Dette målet ble bare delvis nådd (Skinnarland 2016:32).

I Risløkka-prosjektet var målet at all prosjektering skulle skje i BIM. Like etter byggeprosjektets oppstart var det også et mål å intensivere det tverrfaglige samarbeidet blant annet gjennom en moderat bruk av samlokalisering og bruk av lappeteknikk og VDC-prinsipper. Disse målene var i ferd med å bli nådd da prosjektet ble stanset fordi Vegvesenet kansellerte byggeoppdraget. (Bråthen & Moland 2014:37).

I prosjekteringsfasen av Urbygningen på Ås var det et mål å komme et skritt videre fra det man fikk prøvd ut på Risløkka. Det vil si at både «bimningen» og samlokaliseringen skulle være mer omfattende enn på Risløkka. Dette ble også oppnådd. I tillegg skulle det brukes lean-verktøy. Dermed ble det også et mer overordnet mål at bruk av lean, BIM og samlokaliseringsmetodikk skulle skape en lean prosjekteringsprosess.

---

<sup>38</sup> Pilotprosjektet til Statsbygg omtalt i Moen og Moland 2010 viser dette.

<sup>39</sup> «Utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM1 for å øke verdiskaping i byggeprosjekter, byggebransjen og egne bedrifter.»

I del 2 av Urbygningen (definert som eget SamBIM-case) var det et mål å videreføre de samme ideene til byggefasen, blant annet ved hjelp av en overgangsfase (samhandlingsfase), der de ansvarlige for byggefasen skulle ha jevnlig møter med de prosjekterende. Målet var å koble prosjekteringsfasen og byggefasen tettere sammen. Disse tiltakene ble gjennomført og dreide seg i hovedsak om en detaljert form for framdriftsorganisering samt en organisert kunnskapsoverføring mellom prosjekteringsfasen og byggefasen (Bråthen & Moland 2016:6).

Eikefjord-prosjektet hadde som mål å prøve ut en samhandlingsmodell som verken Skanska eller samarbeidspartnerne hadde prøvd tidligere. Her ble det tatt i bruk mange av de samme virkemidlene som Statsbygg i Risløkka og Urbygningen i større eller mindre grad prøvde ut, men Skanska gikk mer radikalt til verks. I samhandlingsmålet lå det blant annet å kunne gi økt beslutningsmyndighet til tverrfaglige arbeidsmøter<sup>40</sup>, som skulle erstatte de tradisjonelle prosjekteringsmøtene (Flyen 2016:39).

Alt i alt ser vi at SamBIM-målene har utviklet seg gjennom prosjektperioden. De er blitt mer ambisiøse og mer konkrete. Det fører på den ene siden til at de blir mer utfordrende å følge opp dersom hensikten ikke har oppslutning og innovasjonsprosjektet er dårlig forankret i byggeprosjektet. På den andre siden er det lettere å slutte seg til klare mål og forsøke å realisere dem. Dette har vist seg ved at tiltakene i hovedprosjektet (2012–2016) er blitt flere og mer konkrete enn i pilotprosjektene (2009–2010). Og fra hovedprosjektet kommer dette særlig fram i fire av casene (Risløkka, Urbygningen 1 og 2, Eikefjord).

### **Forankring og involvering**

Forankringsarbeidet skal bidra til at alle aktørene utvikler en felles plattform for samhandling. Dårlig forankring kan derfor føre til at tiltakene og endringene ikke gjennomføres (Bråthen & Moland 2016:34). Forankringsarbeidet i et byggeprosjekt så vel som et innovasjonsprosjekt handler om å sikre god gjennomføring for måloppnåelse. Forankringen av prosjektideer, mål og forpliktelser kan være formalisert i anbudsdokumenter, kontrakter, skriftlige prosjektplaner mv. Uformell forankring viser seg ved at man har oppnådd oppslutning om målsettingen, slik at denne framstår som en *felles målsetting* og at dette gjenspeiles i handlinger som sikter mot målrealisering. Den uformelle forankringen skjer gjennom å involvere aktørene i SamBIM-ideene og la dem slippe til med utformingen av praktiske tiltak. I SamBIM-prosjektet har forankringen av SamBIM-ideene vist seg å være svært krevende, og det var lenge en undervurdert suksessfaktor.

Pilotundersøkelsen viste at BIM-arbeidet hadde svak forankring både i strategisk og operativ ledelse i Statsbygg. Det samme gjaldt i Statsbyggs fagstab og de eksterne virksomhetene som sto for prosjekteringen. Dette gjaldt også Skanska-piloten, men i mindre grad (Moen & Moland 2010).

---

<sup>40</sup> Det vil si at de personene som deltok i prosjekteringsmøtene hadde beslutningsmyndighet fra de bedriftene de representerte.

### **Forankring i de fire industribedriftene (mororganisasjonene)**

Til tross for at de fire industribedriftene hadde ledere og ansatte som bidro aktivt i utformingen av prosjektsøknaden som i fellesskap ble sendt til Norges forskningsråd i 2012, har det vært krevende å få til en tilstrekkelig forankring av SamBIM-ideene i de respektive mororganisasjonene. Deltakerne var klar over dette på forhånd. Derfor oppnevnte de fire industripartnerne hver sin endringsagent. I tillegg hadde de hver sin representant i styringsgruppen for SamBIM-prosjektet.<sup>41</sup> Statsbygg er den av de fire som raskest fikk forankret SamBIM-ideene i egen organisasjon. Dette forklarer de selv langt på vei med læring fra pilotprosjektet og pilotrapporten (Moen & Moland 2010), som var svært kritisk til det mangelfulle forankringsarbeidet som ble gjort den gangen. Gjennom dette forankringsarbeidet i egen organisasjon, kunne Statsbygg tidlig jobbe strategisk med valg av byggeprosjekter som skulle være SamBIM-case, med valg av prosjekt- og prosjekteringsledere til de utvalgte byggeprosjektene og med tilføring av andre ressurser.

### **Forankring i byggeprosjektene**

Forankringen av SamBIM-ideer i byggeprosjektene går via mororganisasjonene. Som figurene 6.1 og 6.2 viser, er antall virksomheter som inngår i et byggeprosjekt stort. Det er med andre ord mange bedrifter i tillegg til de fire SamBIM-partnerne som skal slutte seg til SamBIM-ideene. I et byggeprosjekt involveres for eksempel arkitekter og rådgivende ingeniører i et felles prosjekteringsarbeid. Disse personene representerer også egne bedrifter. Her skal altså både de prosjekterende som individuelle fagpersoner og deres firmaer støtte opp under SamBIM-ideene.

Evnen til å forankre disse ideene (formelt og uformelt) i andre organisasjoner avhenger dels av forankringen i egen organisasjon, og dels av hvilken rolle egen organisasjon har i byggeprosjektet. Deichman-caset og drøfting av betydning av roller i kapittel 6.6 har vist hvor mye vanskeligere det er å få gjennomslag for nye ideer og arbeidsformer dersom du ikke er byggherre eller totalentreprenør. I dette tilfellet hadde Multiconsult større BIM-ambisjoner enn det BIM-ansvarlig i byggeprosjektet hadde på vegne av byggherren (Skinnarland 2016:46). Multiconsult fikk heller ikke fullt gjennomslag for gjennomføringsmodellen sin hos byggherrens innleide prosjektledelse. Caserapporten konkluderte med at grunnlaget for prosessen (som skulle føre til bruk av Multiconsults nye gjennomføringsmodell) var for løs, og at en tilstrekkelig forankring av samarbeidsprosessen manglet (Skinnarland 2016:47). Ifølge de fire industripartneres representanter på et avsluttende SamBIM-seminar i Oslo høsten 2016, representerer disse erfaringene med manglende forankring noe av den viktigste læringen de sitter igjen med etter disse årene med SamBIM-prosjektene.

Samtidig viste Veitvet-caset at Skanska (som mororganisasjon) på dette tidspunktet<sup>42</sup> i SamBIM-prosjektet ikke hadde tilstrekkelig kobling mellom SamBIM og byggeprosjekt. I dette tilfellet hjalp det lite at Skanska, både som totalentreprenør, ansvarlig for prosjekteringen og teknisk drift av skolen, innehadde roller med stor innflytelse på valg

---

<sup>41</sup> I løpet av prosjektperioden har det vært en del utskiftninger av ledere og endringsagenter. Dette har vært uheldig for forankringsarbeidet.

<sup>42</sup> Veitvet var det første prosjektet som ble valgt til SamBIM-case i 2012.

av samhandlingsformer og bruk av BIM (Flyen 2016:33). Det hjalp heller ikke at LINK arkitektur som hadde god SamBIM-forankring i egen organisasjon, inngikk i prosjekteringsgruppen. LINK har selv beskrevet hvor vanskelig det var å drive innovasjonsarbeid i et byggeprosjekt med utgangspunkt i en rolle med begrenset innflytelse. Utfordringen med roller og posisjoner i innovasjonsarbeid er utdypet i kapittel 6.6.

Risløkka-prosjektet viste at selv om den formelle SamBIM-forankringen bare delvis var nedtegnet i utlysningsteksten og den første kontrakten med de prosjekterende, så klarte Statsbygg likevel å prøve ut flere nye SamBIM-tiltak. Dette forklares med iherdig innsats fra endringsagenten og valget av et internt prosjektteam med stor SamBIM-entusiasme; altså god forankring i mororganisasjonen (Bråthen & Moland 2013).

Om Skanska til å begynne med<sup>43</sup> undervurderte viktigheten av god forankring både i egen organisasjon og i byggeprosjektorganisasjonen, tok de det godt igjen da de mot slutten av SamBIM-prosjektet iverksatte prosjekteringen av Eikefjord barne- og ungdomsskule. I dette tilfellet sørget Skanska for en intern byggeprosjektbemanning som kjente SamBIM-ideene godt. Skanskas endringsagent, som også har bakgrunn som BIM-koordinator, fikk en sentral rolle i byggeprosjektet. Utlysningsteksten til eksterne leverandører beskrev flere av SamBIM-målene slik at de prosjekterende som vant anbudet, på forhånd var klar over at byggeprosjektet også var et innovasjonscase. Dermed fikk Skanska også et prosjekteringsteam som tidlig sluttet opp om SamBIM-ideene.

I en drøfting av involvering vil man kunne spørre om hvordan ledere og fagpersoner i byggeprosjektet har vært involvert i utformingen av «samarbeidsmodellen», i utforming og gjennomføring av lean-mål og lean-virkemidler samt i utforming og gjennomføring av BIM-mål og -virkemidler.

Sett fra byggeprosjektets ståsted, har arbeidet med SamBIM-ideene overveiende vært styrt utenfra eller ovenfra. Det er som vi har sett andre enn de ansvarlige for byggeprosjektet som har presset på for å få gjennomført ideene. Involveringsarbeidet har med andre ord bestått i å få de byggeprosjektansvarlige til å akseptere eksterne ideer. Dette har utfordret etablerte arbeidsformer og de bedriftene som har sett at SamBIM-forsøkene ikke nødvendigvis har vært tjenlige for dem.<sup>44</sup> For aktørene som likevel har prøvd ut SamBIM-tiltak, har det til å begynne med representert en ekstra belastning. Dette har særlig vært tatt opp av enkelte av de prosjekterende som opplever å ha levert mer i tidligfase enn vanlig. Kompensasjon til de prosjekterende for denne typen merarbeid i prosjekteringsfasen, ble det forventet at byggherre eller totalentreprenør skulle stå for. Derfor har god forankring av SamBIM-ideene hos byggherren vært utslagsgivende for omfanget av utprøvingen.

Initiativene til å prøve ut SamBIM-ideene har altså kommet ovenfra og utenfra, sett fra byggeprosjektets ståsted. Innovasjonspresset har kommet fra de fire industripartnerne mororganisasjoner, og som byggherrer og totalentreprenører har Statsbygg og Skanska hatt størst gjennomslagskraft når de først har gått fullt inn for innovasjonsprosjektet. De har dessuten lansert forslag til lokale tiltak. Men det har også vært viktige

---

<sup>43</sup> Se kapittel 3.2.5.

<sup>44</sup> SamBIM har av flere rådgiverbedrifter vært oppfattet som en mulig hindring for god gjennomføring og egen inntjening.

unntak fra denne ovenfra og ned-styringen. Ett av dem er beskrevet i rapporten fra Risløkka-prosjektet, der prosjekt- og prosjekteringsledelse sammen med BIM-koordinator gikk lenger i å prøve ut tiltak med samlokalisering, felles «bimming» og VDC enn det som var formulert som mål fra byggherrens side. Et annet eksempel var utprøvingen av BIM-kiosker på Urbygningen. En del av suksessen med BIM-kioskene kan tilskrives at Statsbygg og Skanska jobbet godt sammen om dette tiltaket. Statsbygg som byggherre ønsket å prøve ut BIM på byggeplassen. Skanska var generalentreprenør og hadde BIM-eksperter som lagde den fysiske utformingen. (Bråthen & Moland 2016:21)

## **Ressurser**

Tilstrekkelig kompetanse, tid og økonomi er tre hovedformer for ressurser som ofte vil ha betydning for om utviklingsprosessen og/eller det endelige resultatet er vellykket. I kapittel 1.4.4 har vi spesifisert kompetanse til å gjelde endringskompetanse, BIM-kompetanse og faglig-organisatorisk kompetanse. I tillegg beskrev vi betydningen av ildsjeler.

## **Endringskompetanse**

Har organisasjonen tilstrekkelig endringskompetanse? Svaret er ofte nei. Svake hensikts- og målformuleringer, dårlig forankring og liten involvering av de berørte, altså at ledelsen undervurderer hva som fordres for å lykkes, er de vanligste eksemplene på manglende endringskompetanse. Disse faktorene som kjennetegner svak endringskompetanse har vi beskrevet over og i kapittel 2.7 om metodekritikk. Samtidig har vi sett at endringskompetansen har økt fra pilotforsøkene og første del av SamBIM-prosjektet. Denne utviklingen er lettest å se hos Statsbygg og Skanska, som begge har hatt flere prosjekter i tillegg til pilotprosjektene.

## **BIM-kompetanse**

I forsøk med bruk av BIM, er det i tillegg til endringskompetanse behov for BIM-kompetanse. Med dette menes at bedriftene som prosjekterer, først og fremst trenger fagfolk (f.eks. arkitekter og ingeniører) som både behersker eget fag og har modelleringskompetanse. Selvsagt er det slik at ikke enhver rådgivende ingeniør behøver å være en «superbruker» på BIM, men et visst kunnskapsnivå hos «alle» har vist seg nyttig (se f.eks. Bråthen m.fl. 2014; Skinnarland 2016).

I løpet av de årene som har gått fra pilotforsøkene med BIM via de første casene i SamBIM og fram til 2016, har det skjedd en betydelig heving av BIM-kompetansen hos aktører i bransjen. Teknologien er blitt bedre, og den er bedre kjent både gjennom ingeniørutdanningen (bl.a. Høgskolen i Gjøvik, fusjonert med NTNU i 2016), BIM-teknikerstudiet på Fagskolen Oslo Akershus og bedriftsintern opplæring. Til å begynne med var det kun noen få som var fortrolige med BIM. De største bedriftene hadde en BIM-koordinator, mens bruk av BIM som modellerings- og planleggingsverktøy var fremmed for mange ingeniører og prosjektledere. Samtidig var det vanskelig å samarbeide fordi ulike miljøer brukte forskjellig programvare som ikke uten videre kommuniserte. Mot slutten av SamBIM-prosjektet har disse problemene vært avtakende. I Urbygningen

2-caset har også bygningsarbeiderne gjennom bruk av BIM-kioskene tilegnet seg BIM-kompetanse.<sup>45</sup> Fagarbeiderne hadde her nytte av å bruke «Bimmen» i stedet for tegninger når de planla og utførte konkrete byggeoppgaver. I tillegg fant de feil i «Bimmen», og bidro, ved å melde om dette, til økt læring og til at modellen ble forbedret (Bråthen & Moland 2016; Bråthen & Moum 2016).

### **Faglig-organisatorisk kompetanse**

I tillegg til endringskompetanse og BIM-kompetanse finnes et viktig faglig aspekt. Bruk av BIM kan gi økt handlingsrom for bedre samarbeid og, bygningsfaglig sett, bedre løsninger. Det forutsetter imidlertid at den enkelte ingeniør i tillegg til basale fagkunnskaper også ser at BIM kan bidra til egen faglig utvikling og et bedre felles produkt (f.eks. i form av bedre prosjektert materiale). Mens vi til å begynne med kunne møte motforestillinger fra informanter mot at BIM-bruk utgjorde en faglig gevinst, møtte vi ikke slike motforestillinger i siste halvdel av prosjektet. Holdningen om at BIM kun var for spesialister, er også svekket. Forståelsen for å koble BIM-bruk med økt (og endret) tverrfaglig samhandling var nærmest fraværende i pilotforsøkene. I løpet av hovedprosjektet har denne faglig-organisatoriske forståelsen utviklet seg, slik vi har sett gjennom kombinasjonen av samlokalisering og «løpende bimming» i prosjekteringsfasen.

Bruken av nye samhandlingsmodeller har også bidratt til økt forståelse for hverandres behov og egen betydning for de andres arbeid.

I Risløkka-prosjektet bidro de prosjekterende med en innsats som gikk ut over det de var forpliktet til i henhold til kontrakten. Det er rimelig å tolke denne innsatsen som uttrykk for en investering de ulike deltakerne var villig til å foreta, fordi de forsto at SamBIM kunne komme til å representere morgendagens arbeidsform i byggebransjen. Noen av de prosjekterende hadde allerede opparbeidet en viss BIM-kompetanse, og alle hadde oppfattet at SamBIM var noe Statsbygg, en sentral byggherre i norsk byggebransje, ville satse på. På et internt SamBIM-seminar høsten 2016 hvor deltakerne oppsummerte erfaringer fra prosjektet, ble det framholdt at den nye kunnskapen om samhandling og bruk av BIM ville gi deltakerne et konkurransefortrinn i kampen om nye byggeprosjekter.

Når deltakerne videre oppsummerte hva de hadde lært, var det enighet om at samhandlingserfaringene og den nye organisatoriske kompetansen var viktigst. Den tekniske BIM-kompetansen ville de ha utviklet uansett. De var også tilfreds med hvor godt den nye SamBIM-kompetansen er blitt spredt.

### **Ildsjele**

Som beskrevet i kapittel 1.4.4 er det vanlig å framheve den ivrige og begeistrede ildsjelens betydning for å lykkes med et utviklingsprosjekt (Kobro, Vareide & Hatling 2012; Gautun 2002; Moland & Andersen 2007; Moland & Bråthen 2012b). Ildsjele kan finnes blant ledere, ansatte og tillitsvalgte, eller være en person ansatt i prosjektlederstilling. Når man skal vurdere hvilke enheter som skal være med i et innovasjonsprosjekt, bør

---

<sup>45</sup> Når det gjelder bruk av BIM blant fagarbeidere, fant Bråthen og Moland (2016) at en kort innføring i Solibris viktigste funksjoner kan være nok for å ha stort utbytte av BIM på byggeplassen.

man starte med enheter som selv er interessert, og som kanskje også har en ildsjel som vil stå på i utprøvningsarbeidet. Dernest må ildsjeler og prosjektledere få nødvendig støtte. I SamBIM-prosjektet har vi også sett hvor viktig det er at ildsjelen er i posisjon. Pilotprosjektene ble gjennomført uten ildsjeler. Risløkka-prosjektet er et eksempel på at Statsbygg bevisst bemannet prosjektet med ildsjeler og at de tilla dette større vekt enn teknisk BIM-kompetanse i alle ledd. Det er også et eksempel på at mororganisasjonen støttet ildsjelene med tekniske og økonomiske ressurser. Eikefjord-prosjektet ble bemannet med både ildsjeler og fagpersoner med god BIM-kompetanse. I Eikefjord-rapporten kan vi lese at «Her er alle ildsjeler», og at dette bidro til å oppnå de gode samhandlingsresultatene (Flyen 2016:45,55).

Urbygningen 1-caset ble gjennomført uten framtrede ildsjeler, mens Urbygningen 2 fikk god hjelp av ildsjeler i forbindelse med utviklingen av BIM-kiosken. En av disse ildsjelene har vært med i flere av SamBIM-casene, men det er kun i Urbygningen 2 vedkommende har hatt tilstrekkelig støtte og vært i posisjon til å oppnå resultater. Dette bekrefter igjen at effekten av ildsjeler er avhengig av at de inngår i en kontekst som legger til rette for og verdsetter deres innsats.

### **Tid**

Spørsmålet om tid er todelt. For det første må organisasjonen få tilstrekkelig tid til å planlegge og gjennomføre tiltakene. Her er det lett å undervurdere at forankring og involvering nødvendigvis tar tid, og at godt målformuleringsarbeid kan spare inn tid ved at man reduserer omfanget av prøving og feiling. For det andre må det lages en realistisk tidsplan for når henholdsvis resultatmål og effektmål kan forventes realisert.<sup>46</sup>

I SamBIM-prosjektet har vi sett at de innovasjonscasene som ble trukket inn i byggeprosjektene på galt tidspunkt, mislykkes med å forankre SamBIM-ideene hos de ansvarlige for byggeprosjektene. Både Veitvet og Deichman er eksempler på at SamBIM-ideene ble lansert for sent, det vil si på et tidspunkt hvor prosjekteringsarbeidet allerede var i gang. Urbygningen- og Eikefjord-prosjektene er eksempler på at innovasjonsprosjekt og byggeprosjekt forløp samtidig. Her var SamBIM-ideene på plass allerede ved oppstarten til byggeprosjektet. I Urbygningen-prosjektet forlenget Statsbygg også prosjekteringsfasen og innførte en samhandlingsfase som ledd i innovasjonsforsøket.

### **Økonomi**

Økonomiske ressurser kan være avgjørende for gjennomføringen av et innovasjonsprosjekt. Tiltak som gjennomføres parallelt med ordinær drift uten å få tilført egne midler til innovasjonsdelen, vil være belastende for driften og arbeidsmiljøet, og dermed også hemme måloppnåelsen. En del tiltak har behov for ressurser til egne (innovasjons-)prosjektledere. Noen tiltak vil også kreve økte driftsressurser, mens andre lar seg gjennomføre med ordinære driftsmidler (Amble 2008c; Hallandvik & Olsen 2011; Moland & Bråthen 2012a, b).

Det nærmeste vi kommer innovasjonsprosjektledere i SamBIM-prosjektet, er de fire endringsagentene. Disse er finansiert av Forskningsrådet og de fire industripartnerne.

---

<sup>46</sup> I slutten av metodekapitlet beskrives svakheter i den overordnede tidsplanen for måloppnåelse.



De har hatt sin forankring i morbedriften og i SamBIM-miljøet, og ikke i byggeprosjektet (med mindre de har også har hatt en rolle som ARK eller BIM-koordinator). Det vil si at den drivende ressursen for å gjennomføre innovasjonstiltak i byggeprosjektene har vært tilknyttet byggeprosjektet (med referanse til omtale av ildsjeler, prosjektledere og BIM-eksperter, kapittel 6.6).

I Risløkka, Urbygningen 1 og 2 samt Eikefjord-prosjektet har byggherrene også satt inn ekstra ressurser ved å «toppe» bemanningen.

For å gjennomføre innovasjonstiltakene har mange av deltakerne måttet investere i ny programvare, ny hardware og opplæring. Skanska kjøpte for eksempel 200 nettbrett for å kunne «bimme» på byggeplassen. Opplæringskostnadene har også vært store. Ett av heldagsseminarene til Statsbygg hadde 55 deltakere. Det tilsvarer 55 dagsverk. Skanskas seminarer i forbindelse med Eikefjord har også krevd mange dagsverk. På dette feltet ser vi at de som har lyktes, har vært villige til å legge ned ekstraordinære ressurser i egen organisasjon.

Men også underleverandørene har fått ekstra kostnader ved å ha bli trukket med i innovasjonsprosjektene. Utgifter til teknologi og kompetanseutvikling er overveiende håndtert greit i de fem casene som har forsøkt å prøve ut nye samhandlingsmodeller. Økt tidsbruk som følge av innovasjonstiltakene har, som vi har vært inne på over, vært mer utfordrende. Uoverensstemmelse mellom prosjekterende og byggherre har gjerne blitt håndtert som et tema forskerne ikke skulle ha innsyn i. Vi må derfor nøye oss med å si at i begge Statsbygg-prosjektene var det en del misnøye blant underleverandørene, fordi de mente de ikke fikk kompensert tilstrekkelig for merarbeid de mente skyldtes SamBIM-tiltak. På tross av dette, klarte man både på Risløkka og Urbygningen å gjennomføre innovasjonstiltak med gode resultater, og som senere er blitt videreført til nye byggeprosjekter. Eikefjord-prosjektet viser at Skanska også hadde stor oppslutning om den nye samhandlingsmodellen (Flyen 2016:38).

## **Oppfølging**

Oppfølging handler mye om reell forankring, ikke bare hos linjeledere og tillitsvalgte, men også hos toppledelsen (og politikere der dette er aktuelt). Topplederes interesse er viktig for utviklingsprosjekters framdrift, enten topplerer har initiert prosjektet eller ikke. Toppledere som bryr seg om prosjektarbeidet, kan inspirere deltakerne og gi prosjektet økt oppmerksomhet og tyngde i organisasjonen for øvrig. Toppledelsens engasjement vil også kunne virke strukturerende på arbeidet som gjøres i prosjektet. Ikke minst øker topplerengasjementet sannsynligheten for videreføring og spredning dersom prosjektet innfrir de målene som er satt (Moland 2015).

For SamBIM-prosjektets del har vi sett at det tok lang tid før topplersjiktet i de store byggherrebedriftene Statsbygg og Skanska viste tilstrekkelig interesse for SamBIM-ideene. I Multiconsult og Link var lederforankringen god fra starten av. For de to siste lå utfordringen mer i å klare å vekke tilstrekkelig interesse for innovasjonsarbeidet hos de byggherrene de samarbeidet med.

### **Kartlegginger og evalueringer**

Som en del av både utviklings- og oppfølgingsarbeidet inngår kartlegginger og evalueringer som nyttige verktøy, og de bør benyttes flere ganger i løpet av et utviklingsarbeid. I SamBIM-prosjektene er dette gjort gjennom samarbeid mellom forskere og representanter for både byggeprosjektene og industripartnerne. Dette er beskrevet nærmere i metodekapitlet.

### **Oppsummering – gode og dårlige forsøk**

Denne gjennomgangen har vist at de mest vellykkede innovasjonsprosjektene har lyktes best i håndteringen av de seks prosesselementene. Vi har sett at resultatene har kommet etter erfaringer og læring av feil som ble gjort i pilotprosjektene og de første SamBIM-prosjektene. Feilene bunner i at arbeidet med å begrunne og selge inn nye ideer ble undervurdert, og at man ikke fullt ut forsto relasjonen mellom innovasjonsprosjektet og byggeprosjektet dette skulle prøves ut i.

De beste resultatene har bygget på tidligere erfaringer i prosjektet og har kommet der byggherren (ovenfra og ned) har klart å få oppslutning hos underleverandørene om nye samhandlingsformer, samtidig som det har vært rom for prosjekterende og fagarbeidere til å teste ut tiltak (nedenfra og opp) som ikke har vært forhåndsbestemt fra byggherren eller SamBIM-prosjektet.

Entusiasmen har rimeligvis vært størst i de prosjektene som har stått for suksessive nyvinninger. For utvikling av bedre endrings-/innovasjonskompetanse og kunnskap om hva som er gode tiltak, har læring fra de mindre vellykkede prosjektene vært minst like viktig.

## 7 Konkluderende refleksjoner

Sol Skinnarland, Fafo

SamBIM har hatt som målsetting å «utvikle og etablere prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av BIM for å øke verdiskaping i byggeprosjekter, byggebransjen og egne bedrifter.» FoU-aktivitetene har vært rettet mot og hadde til hensikt å understøtte denne målsettingen.

### **Helhetsforståelse og forholdet mellom individ, prosess og teknologi**

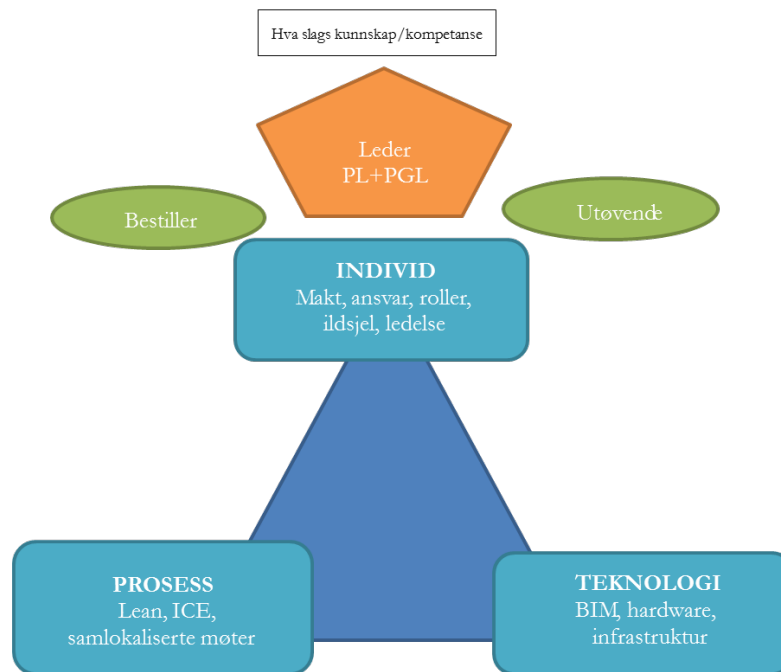
Har så SamBIM nådd målsettingene for prosjektet? For å svare på det vil vi gå til det vi mener er kjernen av utfordringene og problemene i byggebransjen, og som dermed var utgangspunktet for SamBIM-prosjektet, nemlig forholdet mellom individ, prosess og teknologi. Figur 6.3 illustrerer relasjonen mellom de tre elementene. På individnivå handler det om aktørene som deltar i en byggeprosess, og om spørsmål som hvordan makt og ansvar fordeles, hvem spiller ulike rolle, hvem gjør hva, hvilken betydning har ildsjelen og hvordan utøves lederrollen? Prosesselementet handler om valg av rammer for arbeidsorganisering og tilnærming til (tverrfaglig) oppgaveløsning. I SamBIM har vi blant annet studert innslag av lean, ICE-metodikk og samlokaliserte møteplasser. Det siste elementet i trekanten er teknologi. Det dreier seg blant annet om bruk (utnyttelse) av BIM, hva slags programvareplattform som etableres og hvilken infrastruktur som legges til grunn.

Men mest av alt er det forholdet mellom disse tre elementene som kan kaste lys over måloppnåelse i SamBIM-prosjektet. Vi vil belyse problemstillinger reist i prosjektet i lys av figur 7.1.

Innovasjonsgraden i prosjektet er altså knyttet til den *helhetlige tilnærmingen*, hvor vi har sett på prosessuelle, organisatoriske, teknologiske og sosiale sider ved implementering og bruk av BIM i sammenheng med hverandre. Vi har analysert tiltak fra ulike case som har bidratt til å styrke samhandlingen i prosjekteringsfasen. Forbedrede samhandlingsmodeller og prosesser med BIM kan resultere i mer effektivt produserte bygg, med forutsigbar og riktig kvalitet.

Vi har i SamBIM opparbeidet kunnskap gjennom å prøve ut metoder og vunnet erfaringer gjennom samhandling og integrerte prosesser. Innovasjonen i prosjektet har bestått i å utvikle, teste og etablere nye eller forbedrede prosesser og samhandlingsmodeller. Kunnskap om prinsipper for samhandling bidrar til å øke felles forståelse for ytelser og bruk. Slik sett kan økt kunnskap om samhandling ved bruk av BIM bidra til å øke kvaliteten i byggeprosjekter og dermed også gi økt verdiskaping. Vi har pekt på de viktigste elementene i prosjekteringsarbeid og prosjekteringsledelse som gjør aktørene bedre i stand til å oppnå byggeprosjektets målsettinger.

Figur 7.1 Relasjonen mellom individ, prosess og teknologi.



Gjennom tiltakene og casene i SamBIM-prosjektet har vi til en viss grad evnet å utnytte mer av potensialet som ligger i bruk av BIM-teknologi for bedre samhandling. En utfordring vi har satt søkelyset på i SamBIM, er prosjektaktørenes evne til å ta i bruk nye verktøy og metoder til å forbedre sine arbeidsprosesser, heller enn å repetere etablerte arbeidsprosesser. Hovedsakelig dreier det seg om både forutsetninger og til dels vilje til å jobbe mer tverrfaglig i modell i stedet for å forholde seg til modell enfaglig.<sup>47</sup>

### Betydningen av god bestillerkompetanse

Så hva slags kompetansebehov har vi identifisert? Vi har i casene fått demonstrert hvilken betydelig rolle byggherren kan ha og bør ta for å initiere og være en pådriver for bruk av BIM og samhandlingsmodeller tilpasset BIM. For å være en profesjonell bestiller av prosjekteringstjenester i byggeprosjekter med BIM, trenger byggherren kunnskap om hva som påvirker samhandlingsprosessen, hvilke rammevilkår som er avgjørende og hvordan de best kan legges til rette for en optimal prosjekteringsprosess og overgang til produksjon. Betydningen av utførende som har kompetanse til å oppfylle bestillerens krav, er altså vesentlig; likedan det å ha en prosjekt-/prosjekteringsledelse som evner å bistå begge sider i å nå sine mål.

<sup>47</sup> Se figur 1.5 som tegner opp forskjellen i tilnærming til arbeidsprosessen.

## **Omstilling og endring i bedriftene – et prosjekt i seg selv**

Forskerne har analysert hva som fremmer og hva som hemmer bedriftenes evner og muligheter for å nå målsettinger om bedre samhandling ved bruk av BIM. Rammeverket for disse analysene har tatt utgangspunkt i en rekke spørsmål rundt prosesser for å håndtere endring og omstilling i bedriftene, (se kapittel 6.7). Her vil vi trekke fram noen hovedmomenter:

- Viktig med kompetanse og nok ressurser – dette blir ofte undervurdert.
- Formelle vs uformelle tiltak (kontraktskrav vs. kaffe og kake ved BIM-kioskene)
- Ovenfra-og-ned vs nedenfra-og-opp (ildsjelene)
- Endringsagentenes betydning

## **Verdiskaping for bedriften, for byggeprosjekter og for bransjen**

Det har vært en visjon for SamBIM at prosjektet skal bidra til verdiskaping på flere plan; ikke bare i bedriftene selv og i byggeprosjektene de deltar i (mikronivå), men også i den bransjen de er en del av (makronivå).

Hvis vi begynner med mikronivået, har vi her sett på samhandlingsmodellene i hvert enkelt byggeprosjekt, og hvordan man strategisk og praktisk har jobbet med samhandling og BIM på prosjekt- og bedriftsnivå. Vi har dokumentert endrede roller og nye roller. Et gjennomgående tema har vært lokal rasjonalitet (meg/mitt firma) versus global optimalisering (prosjekt), og viktigheten av å forstå hverandres behov når man jobber sammen i BIM-modell eller hver for seg. Noen funn gjør seg gjeldende i flere byggeprosjekter. Ett er rollen som BIM-koordinator, som vi har sett er avgjørende både på grunn av BIM-koordinatorenes kunnskap og evne til teknologisk utnyttelse, og til å påvirke til endrede samhandlingsformer, det vil si mer tverrfaglig og mindre enfaglig. Samtidig har det vært diskutert hvorvidt en slik koordinatorrolle på sikt bør gjøres overflødig og heller inngå i kompetansefeltet til PGL. Så langt har vi stadfestet at rollen er viktig, uten at vi har konkludert med hensyn til hvem som bør bekle rollen. Et annet funn er viktigheten av tidlig involvering. Flere av casene viser at å innlemme aktører i tidlig prosjektering, som tradisjonelt har kommet til på et (til dels mye) senere tidspunkt, er en suksessfaktor for å sikre at prosjekteringsarbeidet gir et optimalt grunnlag for den senere produksjonen på byggeplass.

Det er ikke gjort analyser av analyser av samhandlingsmodellens økonomiske gevinst, verken på tvers av case, eller i forhold til resten av byggebansjen. Se for øvrig metodebeskrivelse i kapittel 2.

Når det gjelder makronivået, ser vi for oss at funn fra SamBIM kan være nyttige også for andre aktører enn deltakere i SamBIM. Det skjer blant annet ved at partnerne tar med læring til videre prosjekter. Skanska har blant annet etablert Sampro i sine prosjekteringsprosesser. De ønsker å involvere også nye samarbeidspartnere på denne måten. Denne måten å jobbe på gjør at konsepter og modeller spres videre i bransjen. Et annet konkret eksempel på spredning er BIM-kioskene, som har blitt nominert til en interna-

sjonal pris.<sup>48</sup> BIM-kioskene kan i stor grad endre samhandlingen på byggeplassen og ikke minst endre fagarbeidernes innflytelse og forpliktelse.

Når det gjelder påvirkningen på relatert utviklingsarbeid på bransjenivå, er arbeidet med å utvikle en systematikk for en omforent prosessmodell («gjennomføringsmodell») et godt eksempel. SamBIM har gitt innspill fra sitt prosessmodellarbeid til Neste Steg (Bygg21<sup>49</sup>), som skal være en felles stegnorm for hele byggenæringen.

---

<sup>48</sup> <http://www.statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2016/Internasjonal-heder-til-Urbygningsprosjektet-i-As/>

<sup>49</sup> <http://www.bygg21.no/>

## Referanser

- Amundsen, O., Aasen, T. M. B., Gressgård, L. J. & Hansen, K. (2011). *Medarbeiderdrevet innovasjon – en kunnskapsstatus*. Rapport IRIS - 2011/175.
- Andersen, B. (2004). *Restrukturering, medbestemmelse og faglig innflytelse i entreprenørbransjen*. Fafo-rapport 428.
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11, 241-252.
- Ballard, G. H. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. Ph.D thesis, Faculty of Enigeering og the University of Birminham. <http://www.cns.ou.edu/Bill/files/scheduling/ballard2000-dissertation.pdf>
- Bråthen, K. (2015). Collaboration with BIM - Learning from the front runners in the Norwegian industry. *Procedia Economics and Finance*. vol. 21. Presentert på 8th Nordic Conference on Construction Economics and Organization 28-29 May 2015 Tampere, Finland
- Bråthen, K. & Moland, L. (2016). *Samhandlingsfase og BIM på byggeplass. Erfaringer fra Urbygningen ved NMBU*. Fafo-rapport 2016:16.
- Bråthen, K. & Moland, L. (2015). *Samhandling med BIM og Lean i detaljprosjekteringsfasen på Urbygningen ved NMBU*. Fafo-rapport 2015:53.
- Bråthen, K. & Moum, A. (2016). Bridging the gap: bringing BIM to construction workers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 23(6), 751-764.
- Bråthen, K., & Moum, A. (2015). Involvement matters: BIM implementation at project level in the AEC industry. *WIT Transactions on The Built Environment*, 149, 157-168.
- Bråthen, K., Moland, L. & Berg, T (2014). *Trafikkstasjonen på Risløkka. Samhandling med BIM i prosjekteringsfasen*. Fafo-rapport 2014:09.
- bSN. (2016, Accessed 4. april 2016). buildingSMART Norge Guiden 1.0 [buildingSMART Norway Guide 1.0]. Available: <http://buildingsmart.no/bs-guiden/om-guiden>
- Bygg21. (2015, Accessed 4. april 2016). Veileder for fasenormen «Neste Steg» - Et felles rammeverk for norske byggeprosesser. Available: <http://www.bygg21.no/contentassets/974fd13545354595954fed799d1627b4/veiler-for-stegstandard---med-logoer-301115.pdf>

- Byggekostnadsprogrammet (2010). Resultatrapport prosjekt 14318, Organisasjonsutvikling og læring knyttet til trimmet bygging.
- Byggforsk serien 700.110 (Byggeskader)
- Bygg.no (2015). <http://www.bygg.no/article/1241599>
- Bølviken, T. & Skinnarland, S. (2008). Approaching construction as a logistical, economical and social process. Paper presentert på IGLCs årskonferanse i Manchester.
- Chachere, J., Kunz, J. & Levitt, R. (2009). *The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering*. CIFE, Stanford University.
- Cox, A. & Thompson, I. (1997). 'Fit for purpose' contractual relations: determining a theoretical framework for construction projects. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 127-135.
- Dachler, H. P & Wilpert, B. (1978). Conceptual Dimensions and Boundaries of Participation in Organizations: A Critical Evaluation. *Administrative science quarterly*, March, Vol. 23, 1-39. New York, Cornell University.
- DISKO (1999). *The Danish Innovation System*. Rapport Nr. 9.
- Dossick C. S. & Neff, G. (2011). Messy talk and clean technology: communication, problem solving and collaboration using Building Information Modelling. *Engineering Project Organization Journal*, 1(2), 83-93.
- Eastmann, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2008). *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, N.J., Wiley.
- Egan, J. (1998). Rethinking construction. Department of Environment, Transport and the Region.
- Eikeland, P. T. (1998). *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. SiB-rapport 14-98.
- Evbuomwan, N. F. O. & Anumba, C. J. (1998). An Integrated Framework for Concurrent Life-cycle Design and Construction. *Advances in Engineering Software*, 5, 7-9, 587-597.
- Evbuomwan, N. F. O. & Anumba, J. C. (1995). Concurrent Life-Cycle Design and Construction. I B. H. V. Topping (red.), *Developments in Computer Aided Design and Modelling for Civil Engineering* (93–102). Edinburgh, UK: Civil-Comp Press.
- Feagin, J., Orum, A. & Sjöberg, G. (1991). *A case for the case study*. The University of North Carolina Press.
- Fergusson, K. J. (1993). *Impact of integration on industrial facility quality*. Stanford University.
- Fergusson, K. J. & Teicholz, P. M. (1996). Achieving industrial facility quality: Integration is key. *Journal of Management in Engineering*, 12(1), 49-56.



- Flyen, C. (2016). *Sambhandling og BIM tidlig i byggeprosessen. Eikefjord-modellen – Pilot for -uttesting*. Oslo: SINTEF Byggforsk.
- Froese, T. M. (2010). The impact of emerging information technology on project management for construction. *Automation in Construction*, 19, 531-538.
- Gidado, K. I. (1996). Project complexity: the focal point of construction production planning. *Construction Management and Economics*, 14, 213–225.
- Grimsmo, E. (2010). Organisasjonsutvikling og læring i tilknytting til trimmet bygging. Presentasjon i Lean Construction Norge den 2. januar 2010.
- Hannus, M., Penttilä, H. & Silén, P. (1987). Islands of automation in construction. Retrieved October 2004 from <http://cic.vtt.fi/hannus/islands/index.html>
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*. John Wiley & Sons.
- Hernes, G. (2007). *Med på laget. Om New Public Management og den norske modellen*. Fafo-rapport 2007:09.
- ISO (2010). Building information modelling - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format, ISO 29481-1 2010.
- ISO (2008). Organization of information about construction works - Framework for management of project information, 22263 2008.
- Jacobsen, D. I. & Thorsvik, J. (2002). *Hvordan organisasjoner fungerer: Innføring i organisasjon og ledelse*. 2. utgave. Bergen: Fagbokforlaget
- Kallevig, A. (2010). <http://www.arbeidslivet.no/Arbeid1/Naringspolitikk/Medarbeiderdrevetinnovasjon/>
- Kamara, J. M. & Anumba, C. J. (2002). Collaborative systems and CE implementation in construction. In Proceedings of the 3rd International Conference on Concurrent Engineering in Construction, Berkeley, California.
- Kamara, J. M., Anumba, C. J. & Cutting-Decelle, A. F. (2007). Introduction to concurrent engineering in construction. I C. J. Anumba, J. M. Kamara & A. F. Cutting-Decelle (red.), *Concurrent engineering in construction projects*. Taylor & Francis.
- Khalfan, M. M. A., Anumba, C. J. & Carrillo, P. M. (2007). Readiness assessment for concurrent engineering in construction. I C. J. Anumba, J. M. Kamara & A. F. Cutting-Decelle (red.), *Concurrent engineering in construction projects*. Taylor & Francis.

- Khanzode, A., Fischer, M. & Reed, D. (2008). Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a large healthcare project, *ITcon* Vol. 13, Special Issue Case studies of BIM use, 324-342, <http://www.itcon.org/2008/22>
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D. & Ballard, G. (2006). *A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process*. CIFE, Stanford
- Klakegg, O. J. (2015). Verdi for eigar, brukar og utførande – tre roller, tre ulike verdibegrep. Strategisk eiendomsledelse, kursdagene 2015, NTNU.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT PUBLICATIONS.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, Ingleterra.
- Koskela, L., Ballard, G., Howell, G. & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. I R. Best & G. De Valence (red.), *Design and construction: building in value*. Oxford, UK: Butterworth Heinemann.
- Kristensen, P. H. & Lilja, K. (red.) (2009). *New Modes of Globalizing: Experimentalist Forms of Economic Organization and Enabling Welfare Institutions – Lessons from the Nordic Countries and Slovenia*. Helsinki: HSE Print.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Lehtinen, T. (2012). Increasing integration in construction projects: A case study on a PPP project adopting BIM. *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: ECPPM 2012*, 439.
- Lædre, O. (2009). *Gjøre det selv eller betale andre for jobben*. Concept temahefte nr. 3 NTNU.
- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktsstrategi i bygg- og anleggsprosjekt*. NTNU.
- Matland, R. E. (1995). Synthesizing the Implementation Literature: The Ambiguity-Conflict Model of Policy Implementation. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 2, 145-174.
- Mejlænder-Larsen, Ø., Flyen, C. & Lie, B. E. (2016). Collaboration and BIM supportive project execution model for the construction industry. Paper til The 41st IAHS World Congress on Housing – Sustainability and Innovation for the Future» i Portugal.
- Meland, Ø. H. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen. Suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko*. NTNU.

- Merton, R. K. & Kendall, P. L. (1946). The focused interview. *American Journal of Sociology*, 51(6), 541-557.
- Moen, S. E. & Moland, L. E. (2010). *BygningsInformasjonsModellering (BIM). En studie av utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska*. Fafo-rapport 2010:31
- Moland, L. E. (2015). *Storre stillinger og bedre drift*. Fafo-rapport 2015:25.
- Moland, L. E. (2007). *Flink med folk i norske kommuner. Evaluering av et landsomfattende utviklingsprogram 2003–2006*. Fafo-rapport 2007:17.
- Moland, L. E. (1999). *Suksess og nederlag i pleie- og omsorgstjenestene. Kvalitet, effektivitet og miljø*. Fafo-rapport 269.
- Moland, L. E. & Bråthen, K. (2012a). *Hvordan kan kommunene tilby flere heltidsstillinger?* Fafo-rapport 2012:14.
- Moland, L. E. & Bråthen, K. (2012b). *Langturnus og bele stillinger i Bergen kommune. Arbeidstid i tjenester for utviklingshemmede og psykisk syke*. Fafo-rapport 2012:60.
- Moland, L. E. & Trygstad, S. C. (2006). *Når struktur presser kultur. Evaluering av Tollvesenets Distriktsutviklingsprosess (DUP)*. Fafo-rapport 535.
- Moum, A. (2010). Design team stories: Exploring interdisciplinary use of 3D object models in practice. *Automation in Construction*, 19(5), 554-569.
- Moum, A. (2008). *Exploring relations between the architectural design process and ICT – learning from practitioners stories*. PhD-avhandling, Fakultet for arkitektur og billedkunst, NTNU.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Owen, R. et al. (2009). *Integrated Design & Delivery Solutions*. CIB White Paper on IDDS, CIB, The Netherlands
- Pressman, J. L. & Wildavsky, A. B. (1984). *Implementation: how great expectations in Washington are dashed in Oakland: or, why it's amazing that federal programs work at all, this being a saga of the Economic Development Administration as told by two sympathetic observers who seek to build morals on a foundation of ruined hopes*. Univ of California Press.
- Richard, S. W. (1992). *Organizations: Rational, natural, and open systems*. Aufl., Englewood Cliffs (NJ).
- Roald, S. (1994). *Referanseramme for organisering av bygge- og anleggsprosjekter*. Dr.ing. avhandling. Trondheim: NTH.
- Shingo, S., Shigeo, S. & Dillon, A. P. (1989). *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Productivity Pr.
- Simon, H. A. (1997). *Administrative Behavior. A study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations*. Fourth edition. New York. The Free Press.

- Sinclair, D. (2013). *RIBA plan of work 2013 overview*. Ed: London: Royal Institute of British Architects.
- Skinnarland, S. (2016). *Gjennomføringsmodell med BIM for detaljprosjektering. Erfaringer fra Deichmanske hovedbibliotek*. Fafo-rapport 2016:26.
- Skinnarland, S. (2013). *Use of Progression Planning Tools in Developing Collaborative Main Contractor – Subcontractor Relationships in Norway*. Doctoral thesis. Fafo-report 2013:33.
- Skinnarland, S. & Moen, S. E. (2010). *Mot en mer inkluderende byggeplassproduksjon i Kruse Smith. Innføring av ny planleggingsmetode i pilotprosjektet Kanalpiren*. Fafo-rapport 2010:07.
- Spjelkavik, I., Andersen, B. & Aarseth, W. (2009). *Utvikling og evaluering av samspillsmodellen - sluttrapport*. SINTEF rapport.
- Stacey, R. D. (2000). *Strategic Management & Organisational dynamics: The challenge of complexity*. London, Pearson Education Ltd.
- Tjora, A. H. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Van Meter, D. S. & Van Horn, C. E. (1975). The policy implementation process a conceptual framework. *Administration & Society*, 6(4), 445-488.
- Walker, P. (2007). Procurement, contracts and conditions within a Concurrent Engineering context. I C. J. Anumba, J. M. Kamara & A. F. Cutting-Decelle (red.), *Concurrent engineering in construction projects*. Taylor & Francis.
- Wilkinson, A. & Dundon, T. (2010). Direct employee participation. I A. Wilkinson, P. J. Gollan, M. Marchington & D. Lewin (red.), *The Oxford Handbook of Participation in Organizations*. New York: Oxford University Press.
- Winner, R. I., Pennell, J. P., Bertrend, H. E. & Slusarczuk, M. M. G. (1988). *The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition*. IDA Report R-338, Institute for Defence Analyses, Alexandria, VA.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1991). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial.
- Yin, R. (1994). Case study research: design and methods, *Applied Social Research Methods Series*, vol. 5. Thousand Oaks: Sage, 1, 3.
- Yin, R. (1984). Case study: design and methods. Revised edition. *Applied Social Research Methods*.

# Appendix

## A.1 Forkortelser

ARK	Arkitekt
BAE	Bygg-, anlegg- og eiendomsnæring i Norge
BIA	Brukerstyrt innovasjonsarena
Big room	Spesialinnredet rom for tverrfaglig samhandling i prosjekteringsgruppe
BIM	Building Information Modeling / Building information Model. En virtuell 3D-objektmodell som samler informasjon om bygningen, prosesser og beslutninger relatert til bygningen
CCS	Carbon capture and storage
CE	Concurrent engineering. Organisatorisk arbeidsmetode av informasjon og kunnskap innad i prosjektets tidlige faser. Basert på parallelle oppgaver (samtidige oppgaver), noen ganger også kalt Simultaneous Engineering eller integrated product development (IPD)
EPC	Engineering, procurement and construction (EPC)
FDV	Forvaltning, drift og vedlikehold, en samlebetegnelse for aktiviteter og kostnader gjennom bygningens totale levetid
IAI	International Alliance for Interoperability, senere BuildingSMART
ICE	Integrated concurrent engineering. Samtidig og integrert arbeidsmetode i prosjekteringsfasen inkludert teknologiske perspektiv (videreutvikling av Concurrent Engineering)
IFC	Industry foundation classes. Er et nøytralt og åpent filformat som muliggjør utveksling og integrering av informasjon mellom CAD-program og andre programvarer
IFD	International framework for dictionaries. En ordbok der begreper som benyttes i IFC-modeller er definert entydig på mange språk
IDDS	Integrated design and delivery solutions. Metode som tar for seg endringer og muligheter innenfor prosess, teknologi og mennesker i hele byggeprosessen fra start til slutt
IDM	Information delivery manuals. En manual som angir spesifikk og relevant informasjon som skal finnes i en IFC-fil på ett gitt tidspunkt og for en definert oppgave
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
IPD	Integrated project delivery. Organisatorisk forretningsstruktur der mennesker og systemer bidrar til å optimalisere prosjektresultatet
KPI	Key Performance Indicators, på norsk nøkkeltallsindikatorer
LC	Lean Construction er en ambisjon om å forstå og forbedre den prosjektba-

	serte produksjonen i byggenæringen
LOD	Level of development. Spesifikasjoner og referanser som gjør det mulig for utøvere i BAE -æringen å tydelig spesifisere innhold i bygningsinformasjonsmodeller på ulike stadier i byggeprosessen
LPS	Last planner system
MVD	Model view definition. Definerer en underordnet delbeskrivelse som trengs for å utveksle krav i bygg- og anleggsnæringen
NMBU	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
NFR	Norges forskningsråd
OPS	Offentlig privat samarbeid
PEM	Project execution model
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
RIE	Rådgivende ingeniør elektro
RIV	Rådgivende ingeniør ventilasjon
Sampro	Internt utviklingsprosjekt i Skanska
VDC	Virtual design and construction. En arbeidsmetodikk for bruk og håndtering av tverrfaglige modeller for å fremme og støtte byggeprosjekters mål og suksesskriterier

## A.2 Oversikt over foredrag og medieomtaler

### Presentasjoner og foredrag

- Bråthen, K. (2014). Samhandlingsmodeller i byggeprosessen. Presentert på SamBIM fagdag hos SINTEF Byggforsk 12. juni 2014.
- Bråthen, K. (2015). Collaboration with BIM - Learning from the front runners in the Norwegian industry. Presentert på 8th Nordic Conference on Construction Economics and Organization, 28. mai 2015 Tampere, Finland
- Bråthen, K. og Moum, A. (2015) Involvement matters: BIM implementation at project level in the AEC industry. Presentert på BIM 2015 International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations, 9. september 2015 Bristol, UK.
- Bråthen, K. og Moum, A. (2015) Bridging the gap: taking BIM to the construction site. Presentert på 32th International Conference of CIB W78, 27. oktober 2015, Eindhoven, Nederland
- Bråthen, K (2016). BIM-kiosker på byggeplass – erfaringer fra SamBIM. Innlegg på buildingSMART Norge konferansen 2016. 21 april. Gardermoen.
- Bråthen, Ketil (2016). «Combing BIM and Lean Construction: Towards enhanced collaborative working?» Presentert på CIB World Building Congress 2016 29. mai 2016 Tampere, Finland.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2014) Et skråblikk på samhandling i olje og gass bransjen. Presentert på SamBIM fagdag, 12. Juni 2014 i Oslo.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Experiences from the oil and gas industry. Presentert på buildingSMART konferanse, 20. april 2015 i Oslo.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Generalising via the Case Studies and Adapting the Oil and Gas Industry's Project Execution Concepts to the Construction Industry. Presentert på 8th Conference on Construction Economics and Organization, 28. mai 2015 i Tampere, Finland.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Experiences from the oil and gas industry. Presentert på lunchseminar (faglunch) i Multiconsult, 24. juni 2015 i Oslo.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Using BIM To Follow Up Milestones In A Project Plan During The Design Phase. Presentert på BIM 2015 Conference, 10. september 2015 i Bristol, England.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Adapt experiences with BIM from oil and gas to construction industry. Presentert på Prosjekt 2015 konferanse, 15. oktober 2015 i Trondheim.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015). Using a change control system and BIM to manage change requests in Design. Presentert på CIB W78 Conference, 27. oktober 2015 i Eindhoven, Nederland.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Optimizing transition from engineering to construction using a project execution model and BIM. Presentert på Sixth International Project Business Workshop, 20. november 2015 i Trondheim.

- Mejlænder-Larsen, Ø. (2016) Maturity and quality in BIM in the design phase. Presentert på emnet IND419 Engineering Management på Universitetet I Agder, 26. januar 2016.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2016). Improving Transition from Engineering to Construction Using a Project Execution Model and Building Information Model. Presentert på CIB World Building Congress, 31. mai 2016, i Tampere, Finland.
- Mejlænder-Larsen, Ø., Flyen, C., Lie, B. E. (2016) Collaboration and BIM Supportive Project Execution Model for the Construction Industry. Presentert på 41st IAHS World Congress, 15. september 2016, i Albufeira, Portugal.
- Skinnarland, S. (2014). Kort innføring i lean og last planner for Statens vegvesen, byggherreseksjon. Presentert for Statens vegvesen 24. november 2014, Hurdal.
- Skinnarland, S. (2014). Fra tradisjonell praksis til Lean-kultur, hvordan gjør vi det i praksis? Presentasjon på MGF-dagen 20. november 2014, Oslo, Norge.
- Skinnarland, S. (2014). Lean from a client perspective. Presentert på IGLC 22, Oslo, Norge, DATO
- Skinnarland, S. og Bråthen, K. (2016). Samhandling med BIM som katalysator. Innlegg på Arendalsuka 17. august 2016.

## Medieomtaler

- www. multiconsult.no: [Nærings-ph.d. får stor bransjeinteresse](#) (25.11.2015)
- Presse: [Olje- og gasserfaring kan effektivisere byggebransjen](#) (29.06.2015)
- Presse: [-Vi har mye å lære av olje- og gassnæringen](#) (30.06.2015)
- Presse: [Byggenæringen kan lære av olje- og gassbransjen](#) (27.08.2015)
- Presse: [-Viktig å ta «neste steg» ett steg videre](#) (17.12.2015)
- Annet: [Faktaark PhD Forskningsrådet](#) (Oktober 2015)
- Samhandling med BIM ga gode resultater. <http://www.bygg.no/article/1200622> Oppslag 26. april 2014.
- Bridging the gap: Taking BIM to the construction site. Oppslag 11. Mai 2016. <http://bim-forum.no/bridging-the-gap-taking-bim-to-the-construction-site/>
- Bygg.no Fafo-rapport: - Flere grunner til å gi håndverkere BIM-kiosker på byggeplass. <http://www.bygg.no/article/1276702> Oppslag 25. mai 2016
- buildingSmart nyhetsbrev juni 2016. Gi håndverkerne BIM-kiosker <http://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2016-06/gi-handverkerne-bim-kiosker-0>



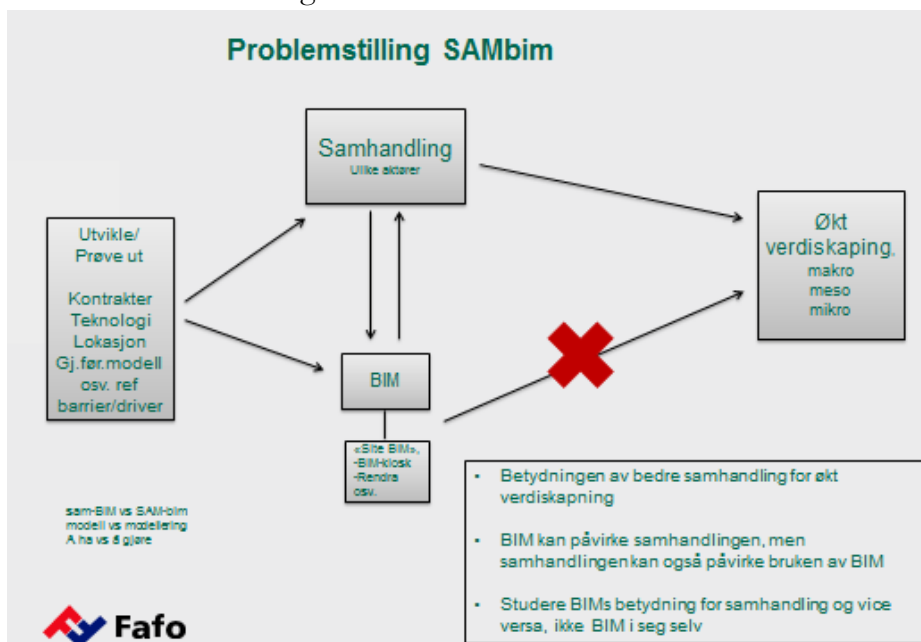
## A.3 Relevante slides

### Slide A.3.1 Avslutning del 1

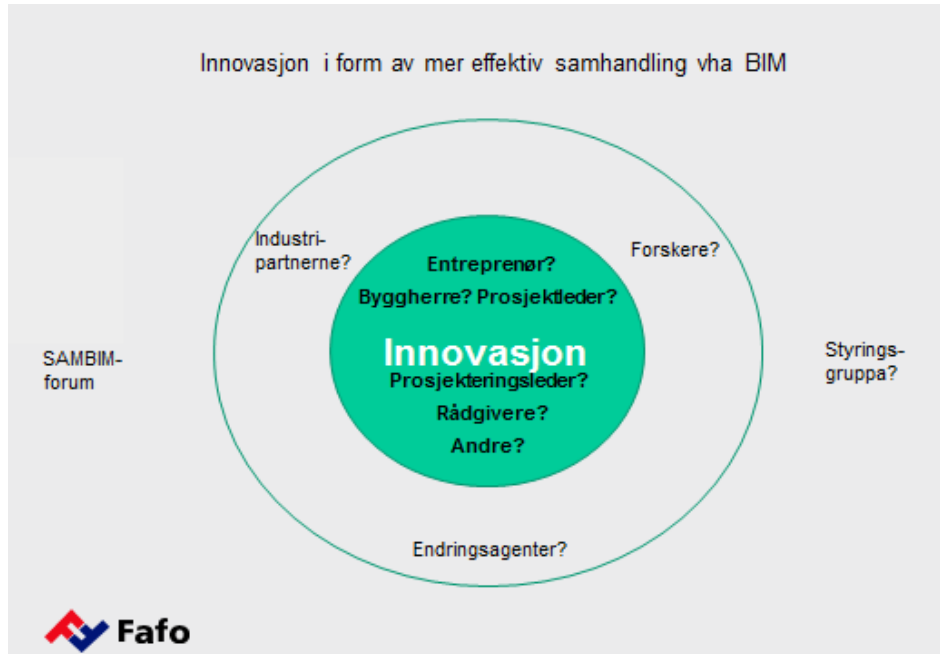
**Avslutning del 1**

- Diagnosen gjorde vi for 16 mnd siden  
Forventninger og handlingsrom:
  - Endringsagentene
  - De fire bedriftene
  - Ufullkomne case
  - FOU-innsats på sparebluss
  - Alt for mye «metavirksomhet»
  
- Målforskyvning på gang?
- Holde fast ved det sentrale?

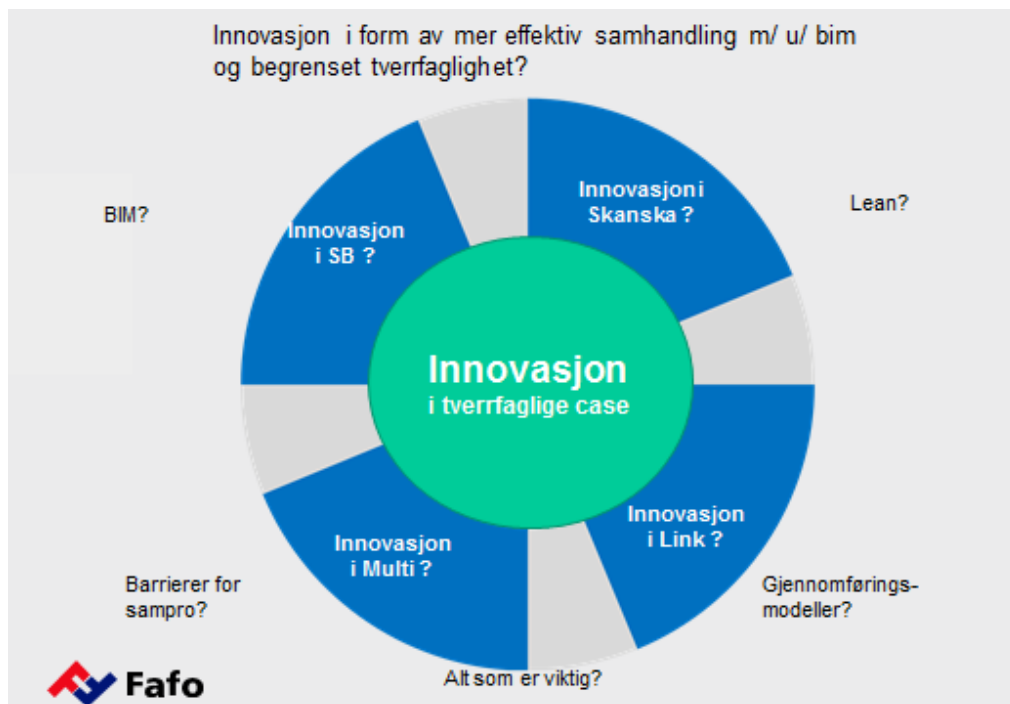
### Slide A.3.2 Problemstilling i SamBIM



Slide A.3.3 Innovasjon i form av mer effektiv samhandling vha SambIM



Slide A.3.4 Innovasjon i form av mer effektiv samhandling med eller uten BIM og begrenset tverrfaglighet.





# SamBIM



**SKANSKA**

Multiconsult



**LINK** ARKITEKTUR



Fafo-rapport 2016:40  
ISBN 978-82-324-0336-3  
ISSN 2387-6859  
Bestillingsnr. 20602