

Svein Erik Moen og Leif E. Moland

BygningsInformasjonsModellering (BIM)

En studie av utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska

Svein Erik Moen og Leif E. Moland

BygningsInformasjonsModellering (BIM)

En studie av utfordringer med å implementere BIM
i Statsbygg og Skanska

© Fafo 2010

ISBN 978-82-7422-751-4

ISSN 0801-6143

Innhold

Forord	5
Sammendrag	6
Bakgrunn	6
Følgforskningen	7
Hvordan ble innføring av BIM satt i gang? (1)	8
Forankring, målklarhet og informasjon (2).....	9
Behov for kompetanseutvikling (4).....	10
Samhandling med BIM (3).....	10
God implementering av BIM	11
1. Introduksjon	13
Gode utviklings- og omstillingsprosesser	14
Problemstillinger	17
Hva er BIM?	18
Hvorfor innfører Skanska og Statsbygg BIM på sine prosjekter?	18
2. Metode og utvalg	20
Kvalitative informantintervjuer	20
Møtedeltakelse.....	21
Dokumentanalyse	21
Referansegruppemøter	21
3. Prosjektering med BIM	22
Prosjektgjennomføringsmodell med BIM, Statsbygg.....	22
Prosjektgjennomføringsmodell med BIM, Skanska	25
Tidligere erfaringer fra prosjekteringsprosesser med BIM	26

4. Omstilling til BIM i to utvalgte prosjekter	29
Prosjektorganisering i Statsbygg	29
BIM – en omstillingsprosess	32
Høye forventninger til bruk av BIM	32
Usikkerhet til praktisk implementering og bruk (Statsbygg).....	33
Økt detaljeringsgrad og økt risiko med BIM?.....	34
Å forankre BIM i prosjektorganisasjonen	36
Oppstartsmøte med BIM.....	36
Ulik kontrahering og bruk av rådgivere	37
Uklar implementeringsplan – uklar bruk av BIM i praksis	38
Samhandling med BIM	39
dRofus: Uklarhet, risiko og tillit	40
Bruk av Solibri	41
Samhandling på prosjekthotell (Prosjektplassen og Byggeweb).....	42
Bruk av objekter til BIM-modellen	42
Visualisering	43
BIM-møter	43
Prosjektmøter	44
Prosjekteringsmøter.....	45
Interne fagkoordinatormøter.....	45
Code læringsforhold som forutsetning for innføring av BIM	46
Nytt kunnskapsbehov med BIM	46
Utrygge læringsforhold kan svekke viljen til å omstille til BIM.....	46
Nye kompetansebehov medførte omfordeling av arbeidsoppgaver	47
BIM-kunnskap <i>før</i> og <i>etter</i> prosjekteringen	47
Forankring i hele organisasjonen	48
Digital samhandling kan ikke erstatte sosial samhandling	49
Bedre kontroll og økt sårbarhet	50
Gjøre avtaler om ”sunne aktiviteter” med BIM?	51
Nytte av BIM	52
BIM eller forsvinn?	53
Byttekostnader og usikkerhet	53
Referanser.....	55

Forord

Utvikling og bruk av byggeinformasjonsmodellering (BIM) i byggeprosessene er en av de viktigste innovasjonene i bygg- og anleggsbransjen, og bransjen forventer at BIM kan bidra til bedre prosjektering og færre planleggingsfeil. Mange aktører i bransjen er nå i ferd med å innføre BIM i alt fra prosjektering og bygging, til vedlikehold av bygget. Skanska og Statsbygg er to av disse aktørene, og det satses tungt for at alle fremtidige prosjekter skal leveres i BIM. Innføring av BIM krever imidlertid mye omstillingsarbeid av byggherreorganisasjonen, den enkelte prosjektorganisasjon og hver enkelt medarbeider.

Fafo har fulgt forprosjekteringen i to prosjekteringsprosesser i Statsbygg og Skanska som har benyttet BIM.

Vi vil rette en stor takk til alle medarbeiderne i Statsbyggs og Skanskas prosjektorganisasjon, som har stilt opp i intervjuer og hatt oss med på møter. Videre vil vi takke referansegruppen for godt samarbeid gjennom hele arbeidet. En særlig takk til Morten Haveraaen og Diderik Haug i Statsbygg og Kai Haakon Kristensen i Skanska for nyttige og utfordrende innspill.

Fafo, 6. september 2010

Svein Erik Moen og Leif E. Moland

Sammendrag

Fafo har fulgt to byggeprosjekter i planleggingsfasen, nærmere bestemt fra skisseprosjekt til fullført forprosjekt. I forprosjektet blir et prosjekt definert i streker, tall og navn på et medium detaljeringsnivå. Forprosjektet kommer etter skisseprosjektet og før detaljprosjektet, og både måneder og år før selve byggefasen (eventuelt) tar til.

I rapporten beskriver vi hvordan Skanska og Statsbygg har planlagt og gjennomført implementeringen av BIM, hvordan BIM endrer arbeidet til de prosjekterende, og hvilke nye krav som legges på dem. Vi beskriver også hvilke muligheter som ligger i BIM og de erfaringene Skanska og Statsbygg har gjort seg. Mange har lært mye. Og: BIM som verktøy er ikke ferdig utviklet. En del tabber er gjort på veien. Denne rapportens hovedmisjon er å bidra til at disse tabbene ikke gjentar seg. Forventningene til BIM har vært store hos ildsjelene. Praktikerne er mer moderate, men de er positive. Denne rapporten viser at både ildsjeler og praktikere er på riktig vei med sine utprøvinger av BIM.

Bakgrunn

Hva er BIM?

BIM står for BygningsInformasjonsModell når det henviser til hva som produseres, og BygningsInformasjonsModellering når det henviser til arbeidsprosessene som utføres. Det man vil modellere – bygninger og andre byggverk med alle detaljer – opprettes som objekter, som kan tildeles egenskaper, og som har relasjoner mellom seg. Under prosjekteringen utarbeides en datamodell av bygget i 3D, som inneholder informasjon om for eksempel romskjema, areal og volumer, romnavn, typebetegnelser osv. Når et objekt endres, forteller programmet hvordan dette påvirker relasjonen til andre objekter.

Teknologisk og organisatorisk innovasjon

Det er høye forventninger til hva BIM vil gi av effekter i bygg- og anleggsbransjen. Skanska og Statsbygg forventer at bruk av BIM vil gi færre prosjekteringsfeil og mer tid til løsningsarbeidet, og dermed bedre grunnlag for selve byggingen.

Mange snakker om et ”paradigmeskifte” i form av nye teknologiske verktøy for informasjonsflyt med hensyn til prosjektering. Det er ikke bare teknologien som forandrer seg, bransjen forventer også at arbeidsrutinene, arbeidsoppgavene, arbeidsrollene og samarbeidsformene vil forandre seg. Paradigmeskiftet er dermed organisatorisk så vel som teknologisk.

Forskning på innovasjonsprosesser og industriutvikling har vist at bedrifter eller sektorer som ikke har vilje eller evne til å ta i bruk nye produksjonsprosesser eller å lage nye produkter, forsvinner, mens de som klarer å forholde seg til bransjeendringer på en proaktiv måte, overlever. Gitt at de forventende effektene ved bruk av BIM er reelle, må alle aktørene i bygg- og anleggsbransjen vurdere omstilling til BIM.

Følgeforskningen

I tidligere prosjekter hvor BIM har blitt tatt i bruk, har det blitt avdekket flere problemer. Fafo har derfor på oppdrag fra Skanska og Statsbygg følgeforsket to prosjekteringsprosesser hvor BIM har blitt implementert. Følgeforskningen måler ikke produktivitetseffekter, men konsentrerer seg om å innhente og systematisere ulike erfaringer fra personer og miljøer som har begynt å bruke BIM-verktøyet i prosjektplanleggingen av to utvalgte prosjekter. Hensikten er å fremskaffe et bedre kunnskapsgrunnlag inn mot detaljprosjektet, byggefasen og driftsfasen – i de gjeldende prosjekter og i fremtidige byggeprosjekter. Denne følgeforskningen er således en del av Statsbyggs og Skanskas implementeringsplan.

Problemstillinger

I denne rapporten har vi valgt å rette søkelyset mot disse problemstillingene:

1. Hvordan ble innføring av BIM satt i gang?
 - Hvordan ble hensikt og mål formulert, formidlet og forstått?
 - Ble innføring av BIM sett på som nødvendig i prosjektorganisasjonen?
 - Hvilke forventninger hadde prosjektorganisasjonen til BIM (og er de i tilfelle oppfylt)?
2. Hvordan ble BIM-satsingen forankret?
 - Formell forankring i dokumenter.
 - Forankring i ulike avdelinger og hos prosjektdeltakerne.
 - Var det klart for initiativtakere og prosjektmedarbeidere hvordan man skulle innføre og bruke BIM?
3. Har innføring av BIM ført til endrede samarbeidsrelasjoner under prosjekteringen?
 - Kommuniserer de ulike aktørene annerledes?
4. Har innføring av BIM ført til nye kunnskaps- og opplæringsbehov i prosjektorganisasjonen – og hvordan er dette i tilfelle blitt ivaretatt?
5. Har innføring av BIM ført til endringer i hvordan og når arbeidsoppgaver blir utført?

- Hva er nytt?
- Økt/reduert arbeidspress.
- Programvare som åpner muligheter for å gjøre oppgaver i en tidligere/senere fase enn før.

Metode

Metodene for datainnhenting om prosjektgjennomføringen i hvert av selskapene kan deles i fire: kvalitative informantintervjuer, møtedeltakelse, dokumentanalyse og referansegruppemøter.

Hvordan ble innføring av BIM satt i gang? (1)

Innføring av BIM var bestemt i ledelsen i Statsbygg og Skanska Norge. BIM ble dermed noe både byggherreorganisasjonens medarbeidere og de prosjekterende måtte forholde seg til, uavhengig av holdninger og forventninger til BIM. Hovedhensikten med å innføre BIM var tilsynelatende klar, men de færreste i prosjektet vi følgeforsket visste i oppstartfasen hva BIM egentlig var, og hva det ville bety for deres arbeidssituasjon. Spesielt i Statsbygg var det gjort lite for å forberede prosjektmedarbeiderne på BIM. Statsbygg undervurderte flere viktige faktorer for vellykket omstillingsarbeid, selv om planen for implementering av BIM var en strategi om ”learning by doing” og at prosjektet skulle bygge på erfaringer fra andre BIM-prosjekter i Statsbygg (planen om 1-5-15-alle). I praksis fungert ikke denne planen fullt ut. Statsbygg manglet viktige operasjonaliseringer av mål og støttetiltak, noe som reduserte oppslutningen om BIM og forlenget implementeringsperioden.

Forventningene til BIM var likevel stort sett positive, og omtrent identiske i Skanska og Statsbygg. De fleste vi intervjuet i begynnelsen av prosjektet uttalte at de oppfattet BIM som et positiv tiltak, og at det var nødvendig å satse på BIM.

Usikkerhet i praktisk arbeid

I Statsbyggs prosjektorganisasjon uttrykte mange stor usikkerhet til BIM og til hvordan BIM henger sammen med eksisterende programmer og databaser. Dette var en uklarhet som ikke bare gjaldt i begynnelsen, men i nesten ett år fra skisseprosjekt til slutten av forprosjektet. Noe av denne usikkerheten skyldtes at de sentrale dokumentene som Statsbygg benytter i sine prosjekter, ikke var tilpasset prosjektering med BIM. I tillegg var heller ikke BIM-manualen tilpasset det aktuelle prosjektet – som var et rehabiliteringsprosjekt. BIM-manualen var nok bedre tilpasset prosjektering for nybygg. Dette medførte for store krav til tilpasning og nye arbeidsmåter man ikke var forberedt på.

Selv om det i begynnelsen også var noe usikkerhet med hensyn til hvordan man skulle prosjektere med BIM i Skanska, utgjorde ikke dette et så stort problem som for Statsbygg.

Forankring, målklarhet og informasjon (2)

Mye av den usikkerhet og halvhjertethet vi fant i Statsbygg må ses i sammenheng med at Statsbygg ikke hadde kommunisert tilstrekkelig klart til medarbeiderne i prosjektet (og deres ledere) hvilke praktiske endringer innføring av BIM kunne komme til å medføre, og hvordan disse skulle håndteres. Dette medførte liten vilje til å ta fatt på å bruke det nye verktøyet fullt ut. For sikkerhets skyld valgte prosjektet å gjennomføre ”parallellel prosjektering”, det vil si prosjektering med både 2D-tegninger og BIM samtidig. Dette genererte i sin tur ekstra arbeid og informasjon, som igjen gjorde det vanskelig å frigjøre tid til å lære seg BIM.

Hvordan BIM skulle implementeres og brukes, var klarere i Skanska. Her ble det kun akseptert levering i BIM-modeller og ikke parallelt med gamlemåten. Dermed ble flere ”tvunget” til å jobbe med BIM. Skanska var mer bevisst på forankringsarbeidets betydning enn Statsbygg. Det ble lagt stor vekt på at god implementering og bruk av BIM ikke ville lykkes hvis ikke hele prosjektorganisasjonen aksepterte og var enig om at BIM skulle brukes. Skanska hadde erfart fra tidligere prosjekter at svak forankring fra starten av hadde skapt prosjekteringsproblemer, både med hensyn til det rent BIM-tekniske og den sosiale samhandlingen. Skanskas prosjektorganisasjon hadde også tidligere erfaring med bruk av BIM, noe som lettet implementeringsarbeidet betraktelig sammenliknet med Statsbygg. Den sterke BIM-forankringen hos Skanska kan altså ses i lys av at:

1. Prosjektorganisasjonen kartla potensielle teknologiske problemer, arbeidsroller og ansvarsfordeling mht modellering og informasjonsflyt (for eksempel utveksling av IFC-filer) tidlig, gjennom å involvere rådgivere i diskusjon og praktiske øvelser. Oppstartsmøtet som beskrives i rapporten var viktig her. Dermed fikk man en tidlig avklaring på hvordan BIM skulle brukes rent praktisk og hvordan ”reglene” for prosjekteringen skulle være.
2. Rådgiverne jobbet på samme sted, de kjente hverandre og kommuniserte daglig, ikke bare elektronisk via Prosjektplassen, men også ansikt til ansikt. Den ”sømløse informasjonsflyten” oppsto ikke først og fremst som følge av BIM, men på grunn av de tette relasjonene i prosjektorganisasjonen. Dette er relasjoner man ikke automatisk kan generere ved å innføre BIM.
3. Prosjektorganisasjonen til Skanska hadde relativt sett mye erfaring med BIM før prosjektet startet.

Også i Skanska tok det tid før prosjektgruppen tok i bruk BIM, men da de gjorde det, klarte de sammen med de interne ressursene i Skanska å gjennomføre prosjektet som et BIM-prosjekt. Skanska ved BIM-koordinator og prosjektgruppeleder utførte krasjkontroller av rådgivernes og arkitektens modeller. Dette ble gjort fortløpende gjennom hele forprosjektet. BIM fungerte for Skanska dermed i større grad som et prosessverktøy og kontrollverktøy under hele forprosjektet.

I Statsbygg fikk man ikke til en liknende prosess, men de som var med i prosjektet, hadde likevel tro på at de ville klare å bruke BIM mer effektivt i detaljprosjektet.

Behov for kompetanseutvikling (4)

Ut fra den svake endringsviljen man kunne spore i deler av Statsbygg, for eksempel ved overgangen fra å analysere tegninger til å jobbe med 3D modeller i Solibri og dRofus, er det vanskelig å se at Statsbygg forberedte prosjektorganisasjonen tilstrekkelig på implementeringen.

For de aller fleste var BIM helt nytt, og for de fleste medførte BIM helt nye måter å jobbe på. Dette genererte i sin tur et nytt kunnskapsbehov, som igjen førte til et opplæringsbehov. Dette ble overveiende løst gjennom ”learning by doing” og skulder til skulder-læring. Implementeringen ville gått lettere dersom mer systematiske opplæringstiltak var blitt satt i verk både forut for prosjektet og under selve prosjekteringen. Slike tiltak ville også kunne bidratt til bedre forankring av BIM i organisasjonen. Undervurderingen av behovet for kompetanseutvikling kom sterkest frem hos Statsbygg. De har manglet en omforent strategi for kompetanseutvikling. Isteden har kompetanseutviklingen vært individualisert. Når Statsbygg-prosjektet likevel har klart å levere i BIM, skyldes det ikke god implementering og gode opplæringsplaner, men at enkeltpersoner har behersket BIM og påtatt seg oppgaver som andre skulle ha gjort.

Samhandling med BIM (3)

Prosjektering med BIM forutsetter at prosjektorganisasjonen klarer å håndtere den nye teknologien og løse problemer som dukker opp, at hver enkelt forstår hvordan teknologien skal brukes, og at arbeidsrollene for dette er temmelig klare.

Man får ikke automatisk bedre samspill og færre feil når BIM innføres som en del av prosjekteringen. Et godt fungerende samspill og informasjonsflyt betinges av prosesser man finner i prosjektering både med og uten BIM. BIM forutsetter bedre kommunikasjon og økt presisjon hos deltakerne og av de ulike programmene.

Det er økte krav til programkompatibilitet og til at leverandørene holder det de lover. Hvis én del av det tekniske systemet ikke fungerer, vil det slå negativt ut på hele prosjekteringsprosessen. BIM gjør med andre ord prosjektet mer *sårbar*, i og med at det er flere variabler som spiller inn. Men *hvis* prosjektorganisasjonen klarer å skape samspill (både teknologisk og menneskelig), vil man redusere usikkerheten i disse variablene. På den annen side bør den økte gjensidige avhengigheten mellom aktørene også trigge både samarbeidsinteresse og prosessansvarlighet.

BIM-systemet er sårbart for feil. Det er på sett og vis også de som jobber med BIM. Blant informantene fra både Skanska og Statsbygg har mange gitt uttrykk for at BIM i

større grad ”avslører” hvem som gjør jobben sin og hvem som ikke gjør jobben sin. Dette skjer ved at BIM-modellen (ideelt sett) oppdateres kontinuerlig og kan lastes ned av enhver i prosjektet. Denne synliggjøringen kan medføre en viss utrygghet hvis ikke de involverte behersker BIM.

God implementering av BIM

Følgeforskningsprosjektet har identifisert følgende punkter som viktige for å få til en best mulig implementering av BIM i prosjekteringen:

1. Byggherreorganisasjonen må legge til rette for at prosjektorganisasjonen er forberedt på BIM før selve prosjekteringen starter. Omstillingen til BIM må forankres i hele prosjektorganisasjonen på en måte som sikrer engasjement og vilje til endring. Dette kan for eksempel gjøres på ”kick-off”-seminaret i form av konkrete BIM-øvelser og felles diskusjoner/avklaringer om ”reglene” for samarbeidet. Her må BIM konkretiseres! Det er viktig at alle prosjektmedarbeiderne involveres i dette.
2. Allerede i startfasen må kunnskapsnivået i organisasjonen om BIM kartlegges: Hva må den enkelte lære seg, og hvordan skal dette skje? Læring gjennom praktisk arbeid (learning by doing) underveis i prosjekteringen er fornuftig. Men våre funn viser at et kurs/seminar der prosjektmedarbeiderne setter av tid til å lære, er viktig allerede i oppstartsfasen. Et slikt kurs/seminar vil også kunne skape en økt oppslutning om implementeringen av BIM og de omstillinger BIM medfører.
3. Prosjektet må ta høyde for at medarbeiderne til å begynne med trenger noe mer tid til å løse arbeidsoppgavene sine, på grunn av læringskostnadene knyttet til BIM. Dette gjelder både for interne medarbeidere i byggherreorganisasjonen og de eksterne (tekniske rådgivere, arkitekter, brukerrepresentanter etc.)
4. Uforutsigbarheten med implementering av BIM minimeres hvis potensielle teknologiske problemer, arbeidsroller og ansvarsfordeling med hensyn til modellering og informasjonsflyt avklares så godt som mulig i forkant av prosjekteringen. Dette kan gjøres som en del av kick-off-seminaret, men også organiseres som et eget oppstartsmøte/seminar om BIM.
5. Det bør avholdes BIM-møter (eller i kombinasjon med andre møter) underveis i prosjekteringen, der leder for prosjekteringsgruppen eller andre sentrale beslutningstakere får oversikt over fremdriften på BIM-modelleringen. Dette

kan redusere usikkerhet, misforståelser og ubehagelige overraskelser rundt levering av BIM-modeller.

6. Overføring av kunnskap og erfaring om BIM innad i byggherreorganisasjonen kan optimaliseres hvis medarbeidere som allerede har erfaring med bruk av BIM fra andre prosjekter, blir satt inn i prosjektorganisasjoner med liten kunnskap om BIM.

1. Introduksjon

Denne rapporten beskriver hvordan Skanska Norge og Statsbygg har implementert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) som ledd i å forbedre og effektivisere prosjekteringsfasen (og senere også byggefasen samt drifts- og vedlikeholdsfasen). Prosjekter med innføring og bruk av BIM i disse selskapene har tidligere medført problemer knyttet til samhandling og koordinering under prosjektet, kompetansen i prosjektorganisasjonen og de rent tekniske løsningene.

Fafo har følgeforsket to prosjekteringsprosesser parallelt i de to respektive selskapene gjennom intervjuer og ved deltakelse på møter i prosjektets *forprosjektfase*, som er en del av den innledende prosjekteringen. Formålet med følgeforskningen har vært å systematisere de erfaringer som selskapene har hatt underveis i prosjekteringen, for å få et bedre kunnskapsgrunnlag inn mot detaljprosjektet, byggefasen og driftsfasen – i de gjeldende prosjekter og i fremtidige byggeprosjekter.

Når BIM er på plass i alle prosjekter og hos alle ledd, forventes det at byggherren skal kunne beskrive og gjennomføre endring av arbeidsoppgaver, -metoder og samspillsmåter i prosjektorganisasjonen på en vesentlig bedre måte enn tidligere. Dette bør i sin tur føre til en mer effektiv gjennomføring av byggeprosjektene.

Innføringen av BIM vil antakelig medføre betydelige endringer for ansatte og ledere i Statsbygg og de andre aktørene som inngår i de ulike stadiene i et byggeprosjekt. I pilotprosjektet vil vi kort beskrive BIM som verktøy, hvordan dette verktøyet er blitt implementert i organisasjonen, hvordan det har påvirket den enkelte medarbeiders arbeidssituasjon, og hvordan samspillet mellom enkeltpersoner og fagmiljøer så langt er påvirket.

”Hensikten med dette forprosjekt, er å få vurdert hvordan implementering av BIM i våre prosjekter har påvirket våre prosesser, roller og oppgaver i organisasjonen. I tillegg er vi ute etter å finne ut hvordan selve implementeringsprosessen oppfattes av de berørte.” (Notat fra en av oppdragsgiverne)

Omstillingens hensikt, behov og legitimitet

Høy legitimitet vil være viktig for deltakernes motivasjon til å ta i bruk et verktøy som både krever nye kunnskaper og nye måter å jobbe på. Prosjekter som oppfattes som viktige av ledelsen, FOU-enheter og andre entusiaster, oppfattes ikke nødvendigvis på samme måte ute i prosjektorganisasjonen. Følgeevalueringen sammenlikner derfor prosjektets mening slik det blir formulert hos initiativtakerne, med hvordan deltakerne i prosjektorganisasjonen beskriver hensikten med utviklingsprosjektet, hvordan hensikten er unnfanget og hvilke utfordringer som søkes løst.

Har prosjektet fått et utgangspunkt som oppfattes som legitimt hos deltakerne? Vanligvis er det lettere å få oppslutning om behovet for en omstilling enn for konkrete mål og virkemidler. Dette viser seg gjerne når det omforente endringsbehovet avdekker konsekvenser i form av ny fordeling av for eksempel innflytelse, rolleinnhold og konkrete arbeidsoppgaver.

Målklarhet og informasjon

Selv om hovedhensikten med å innføre BIM tilsynelatende er klar nok, er det viktig at de som blir involvert og berørt også har en meningsfull forståelse av målene for tiltaket. Dette er både en forutsetning for prosjektets oppslutning og legitimitet og for å øke mulighetene for at ledere og ansatte, innleide rådgivere og underleverandører kan jobbe formålsrettet for implementeringen av BIM.

Overordnede mål har lett for å bli formulert i litt for generelle vendinger som det er enkelt å enes om, enten de er formulert i stortingsdokumenter, av ordfører, konsernsjef eller andre i sentrale lederposisjoner. Dersom målene ikke er formulert tilstrekkelig klart og på et "lokalt språk", vil det lett kunne oppnås en midlertidig skinnenighet. Uklart formulerte mål kan få to negative konsekvenser. For det første kan dette forlenge oppstartsfasen fordi lokale krefter ikke riktig vet hva de skal gjøre. Dermed kan en heller ikke forvente stor oppslutning om prosjektet. For det andre kan det etter en tid vise seg at det ikke er enighet om målet eller målene.

Forankring

Forankring handler om involverte parters og aktørers aksept av innholdet i et utviklingsprosjekt eller en større endringsprosess. Sterk forankring kan formaliseres gjennom skriftlige prosjektplaner som er behandlet i formelle organer, og i tillegg er det viktig med sosial forankring i organisasjonen. Dette dreier seg om aksept og tilslutning til både mål og strategier. Det handler om informasjon, kommunikasjon og – ikke minst – medvirkning og innflytelse. Dette betyr også at forankring kan være krevende, og det fordrer tid. God forankring gir økt legitimitet og en ramme for å håndtere positiv opposisjon og forebygge destruktiv opposisjon.

Prosjekter som etableres etter initiativ fra stabsenheter har en ekstra utfordring i forbindelse med forankringsarbeidet. Det kan lett skje at stabsenheten har en god idé, men at denne ikke deles med de ansvarlige i linjen. Hva skjer da med prosjektet?

Hvordan er BIM-prosjektene forankret i Skanskas og Statsbyggs organisasjoner? Svak forankring torpederer ofte ambisiøse tidsplaner, og da særlig i oppstartsfasen. Tilstrekkelig forankring er dessuten en forutsetning for å få med *alle* berørte avdelinger og yrkesgrupper. Prosjekter av en viss størrelse og prosjekter som berører de ansattes arbeidssituasjon bør også ha en partsbasert forankring.

Samarbeid og involvering

Samarbeid og involvering handler om å få alle gode krefter engasjert i å gjennomføre de tiltakene som kan sikre måloppnåelse. Dette forutsetter at det er oppslutning om målene og samsvar mellom mål og virkemidler. Her er det avgjørende hvem som involveres, hvor tidlig og hvor mye. Er det rom for dialog? Gis dialogen betydning for prosessen? Hvordan håndteres uenighet? Hvordan skjer eventuelle reformuleringer av mål og virkemidler? I hvilken grad har for eksempel prosjektorganisasjonen og ulike fagavdelinger blitt involvert i forarbeidet med utformingen av BIM-implementeringsprosjektet?

Ressurser (tid, kompetanse og økonomi)

Tre former for ressurser kan ha betydning for om prosessen og/eller det endelige resultatet er vellykket.

- Er det satt av tilstrekkelig tid i de ulike fasene av prosessen?
- Har organisasjonen tilstrekkelig endringskompetanse? Ledere og andre initiativtakere undervurderer av og til mulige, negative implikasjoner av tiltak som settes i gang, og kommer i så fall lett på etterskudd med å iverksette forebyggende tiltak. Eventuelt også: Har organisasjonen tilstrekkelig kompetanse til å ivareta nye funksjoner og styringsprinsipper som måtte følge av omstillingen; og hva med kompetanse til å utføre nye oppgaver? Dette er viktig i BIM-implementeringen.
BIM forutsetter at det utvikles ny kunnskap hos brukerne av verktøyet, enten det gjelder byggherren selv, arkitekter, rådgivere, entreprenører eller brukere. Det ene aspektet ved kunnskapen er rent teknisk (hvordan man bruker verktøyet), mens det andre aspektet er organisatorisk og institusjonelt: Hvordan verktøyet skal tilpasses eksisterende arbeidsroller, rutiner, samarbeidsrelasjoner etc.
- Er det satt av økonomiske ressurser til å forberede og gjennomføre prosessen?

Et tilleggsmoment for BIM-prosjektet er at den tekniske infrastrukturen med hardware og software må være på plass. Her gjelder det for eksempel å sørge for at programmene ”snakker med hverandre”.

Oppfølging og evalueringer

Oppfølging handler mye om reell forankring, ikke bare hos linjeleder, men også hos toppledelsen. Ledere som viser interesse ved å etterspørre ”resultater” formidler at prosjektet er viktig, og de motiverer ledere og ansatte til videre innsats. Et slikt engasjement blir ofte undervurdert av toppledere, som er mer linjeorientert enn prosjektorientert (Moland og Skinnarland 2005, Moland og Trygstad 2006). Forankring på toppledernivå

er særlig viktig der nye modeller og konstellasjoner må utvikles før de kan fungere tilfredsstillende.

Evalueringer underveis og i etterkant virker i samme retning, og styrker videreutviklingspotensialet. Evalueringer som inkluderer både ledere, ansatte og brukere borger for større suksess enn evalueringer som foretas av en avgrenset (leder-)gruppe (Moland 2007).

Til hvert av disse seks forholdene med underpunkter kan det være grunner til å velge annerledes enn det som isolert sett kan oppfattes som optimalt. I så fall er det viktig at det faktisk foreligger vurderinger som liggstil grunn for alternative og tilsynelatende suboptimale valg.

Problemstillinger

Følgeforskningen måler ikke produktivitetseffekter, men konsentrerer seg om å innhente og systematisere ulike erfaringer fra personer og miljøer som har begynt å bruke BIM-verktøyet i prosjektplanleggingen av to utvalgte prosjekter. I denne rapporten har vi valgt å rette søkelyset mot disse problemstillingene:

1. Hvordan ble innføring av BIM satt i gang?
 - Hvordan ble hensikt og mål formulert, formidlet og forstått?
 - Ble innføring av BIM sett på som nødvendig i prosjektorganisasjonen?
 - Hvilke forventninger hadde prosjektorganisasjonen til BIM (og er de i tilfelle oppfylt)?
2. Hvordan ble BIM-satsingen forankret?
 - Formell forankring i dokumenter.
 - Forankring i ulike avdelinger og hos prosjektdeltakerne.
 - Var det klart for initiativtakere og prosjektmedarbeidere hvordan man skulle innføre og bruke BIM?
3. Har innføring av BIM ført til endrede samarbeidsrelasjoner under prosjekteringen?
 - Kommuniserer de ulike aktørene annerledes?
4. Har innføring av BIM ført til nye kunnskaps- og opplæringsbehov i prosjektorganisasjonen – og hvordan er dette i tilfelle blitt ivaretatt?
5. Har innføring av BIM ført til endringer i hvordan og når arbeidsoppgaver blir utført?

- Hva er nytt? Hva gjøres ikke lenger?
- Økt/reduert arbeidspress.
- Programvare som åpner muligheter for å gjøre oppgaver i en tidligere/senere fase enn før.

Hva er BIM?

BIM står for BygningsInformasjonsModell når det henviser til hva som produseres, og BygningsInformasjonsModellering når det henviser til arbeidsprosessene som utføres. Det man vil modellere – bygninger og andre byggverk med arealer, bygningsdeler, installasjoner og utstyr – opprettes som objekter, som kan tildeles egenskaper, og som har relasjoner mellom seg (Statsbygg 2009, Building Smart www.buildingsmart.no). I praksis kan dette bety at arkitekten under prosjekteringen ideelt sett utarbeider en datamodell av bygget i 3D som inneholder informasjon om for eksempel romskjema, areal og volum på rom, romnummer, romnavn og så videre, og om andre egenskaper (for eksempel gulv, vegger, vinduer, dører, tak, etc.). Modellen sendes til rådgiverne for hvert enkelt fag, og alle modellene kan etter hvert legges sammen til en komplett modell av bygget. Den komplette modellen visualiseres også i 3D, noe som kan gjøre det enklere for de prosjekterende å se mangler og feil ved modellen enn ved bruk av vanlig 2D-tegning.

Men BIM omfatter mer enn bruk av 3D-modellering. Modellen skal blant annet, ved hjelp av ulike kollisjonsprogrammer, kunne gjøre det mulig å sjekke for kollisjoner mellom fagene allerede før byggingen tar til. Den skal også kunne avhjelpe beregninger av mengdekontroll, energisimulering, livssyklus kostnader, innkjøp, planlegging av byggefases logistikk, drift av bygget etc. BIM representerer således en ytterligere *digitalisering*, utover 3D-modellering, basert på informasjonen som lages og utveksles gjennom prosjekteringen, byggingen og byggets FDVU-fase (forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling).

Hvorfor innfører Skanska og Statsbygg BIM på sine prosjekter?

Interessen rundt bruk av BIM er økende i bygg- og anleggsnæringen. En mer eller mindre utbredt oppfatning er at vi står foran et teknologisk paradigmeskifte i byggenæringen: For det første ved at innføring og bruk av BIM vil kunne føre til økt produktivitet og verdiskaping i næringen. For det andre ved at BIM vil kunne endre tradisjonell praksis som fagoppdelte arbeidsmåter og desintegreerte samhandlingsformer, til mer integrerte prosesser og produkter, livssyklus tenking og mer helhetlige betraktninger. Hos Skanska og Statsbygg er forventningene store til effektene av BIM. Beslutningen om å satse på BIM ble fattet i de respektive selskapene i 2006–2007. Begge jobber ut fra en såkalt ”åpen BIM”, det vil si at de benytter en BIM-standard som er åpent tilgjengelig på In-

ternett. Denne kan lastes ned av alle programleverandører. Hver enkelt programleverandør kan på den måten implementere BIM i sine programmer. Slik sett skal brukere av BIM i prinsippet kunne motta og lese det samme datasettet, uavhengig av type applikasjoner det jobbes i.

I 2007 hadde Statsbygg rundt fem prosjekter med BIM, og i løpet av 2010 skal BIM benyttes som hovedregel i alle bygg- og byggeprosessene til Statsbygg. I manualen for bruk av BIM¹ blir det fremholdt at BIM vil kunne bidra til bedre bygg, færre feil, billigere bygg, mer for pengene, bedre kommunikasjon samt et bedre grunnlag for kvalifiserte valg. Det står videre at en beskjeden besparelse på 1 prosent i Statsbyggs virksomhet kan gi 30–50 millioner kroner i årlig besparelse. Det tas et lite forbehold, i og med at effektene ved å bruke BIM ikke er tilstrekkelig dokumentert per i dag (Statsbygg 2009a:8).

Bruksområdene for BIM i Skanska er omtrent de samme som for Statsbygg, men Skanska tenker i tillegg å bruke BIM i salg. Innføringen av BIM ses som et ledd i Skanskas kvalitative mål, de såkalte ”five zeros”: Zero loss-making projects, Zero accidents, Zero environmental incidents, Zero ethical breaches, Zero defects.

¹ Manualen er utarbeidet av Statsbygg og ligger på Internett:
<http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/SB-BIMmanual1-1mVedl.pdf>

2. Metode og utvalg

Før vi startet studiet av prosjekteringsprosessen hadde Fafo flere møter med prosjektenes prosjektledere og representanter fra byggherreorganisasjonens FoU-avdelinger (i Skanska og Statsbygg). På disse møtene deltok også noen av fagressursene på prosjektene (Statsbyggs såkalte F-ressurser) og prosjektledere. Problemstillingene og metodene ble diskutert sammen med Statsbygg og Skanska. På basis av disse møtene ble det satt opp en felles plan for hvordan følgeforskningen skulle gjennomføres i de to prosjekteringsprosessene. Det ble opprettet en felles referansegruppe, der Fafos forskere informerte fra prosjekteringsprosessene sett i lys av problemstillingene, med derpå følgende kommentarer fra de øvrige deltakerne. Under disse møtene ble det også lagt opp til diskusjoner og erfaringsutveksling mellom Skanska og Statsbygg. Metodene for datainnhenting om prosjektgjennomføringen i hvert av selskapene kan deles i fire: kvalitative informantintervjuer, møtedeltakelse, dokumentanalyse og referansegruppemøter.

Kvalitative informantintervjuer

I begge prosjektorganisasjonene intervjuet vi

- prosjektleder (PL),
- ansatte i prosjektets ressursgruppe,
- prosjekteringsledelse (PRL),
- prosjektets rådgivningsgruppe med
 - prosjektgruppeleder (PGL)
 - prosjektgruppekoordinator (PGK)
 - arkitekt (ARK),
 - bygningsteknikk (RIB),
 - elektroteknisk (RIE),
 - VVS-teknisk (RIV)
- representanter for bruker/eier av bygget
- utvalgt gruppe av tillitsvalgte i byggherrenes organisasjon (i Statsbygg)
- I tillegg er det gjennomført intervjuer med personer fra fire prosjekter som tidligere har prøvd ut BIM.

Vi har gjennomført både individuelle informantintervjuer og gruppeintervjuer. En fordel med gruppeintervjuer er at informantene kan stimulere hverandre til å reflektere og dis-

kutere i løpet av samtalen/intervjuet. Ulempen er at enkelte informanter kan bli dominerende, slik at andre ble passivisert. I gruppeintervjuer kan også enkelte være tilbakeholdne med å formidle egne meninger og erfaringer fordi det er andre i prosjektorganisasjonen til stede. Dette har vi forsøkt vi å unngå ved å vurdere sammensetningen i gruppeintervjuene. Noen av informantene har blitt intervjuet flere ganger underveis i prosjektet. De fleste intervjuene har foregått ved oppmøte hos informantene (rundt en times varighet), mens andre er tatt over telefon. Telefonintervjuer ble i hovedsak brukt ved slutten av forskningsprosjektet, som et supplement til informanter vi allerede hadde intervjuet ansikt til ansikt. Intervjuene er anonyme. Dette begrenser hvordan vi kan fremstille funnene fra intervjuene. Til sammen har vi gjennomført 35 intervjuer.

Møtedeltakelse

Vi har deltatt på prosjektmøter og andre møter der BIM har vært diskutert. I Statsbyggs prosjekt hadde man prosjektmøter hver fjortende dag. Her deltok byggherren ved blant annet prosjektleder, og kontraktspartnere ved prosjekteringsledelse og prosjekteringsgruppene. I tillegg deltok representanter fra bruker. Statsbyggs prosjektleder og de interne fagressursene hadde ukentlige møter internt (interne fagmøter), her deltok vi også ved noen anledninger. Vi har dessuten deltatt på et møte der de prosjekterende (rådgivere) koordinerte sine BIM-modeller. På liknende måte har vi deltatt som observatører på møter i Skanska.

Dokumentanalyse

Som et ledd i å forstå BIM, selskapenes planer for å implementere BIM og den organisatoriske håndteringen av implementeringsplanene, har vi blant annet gjennomgått sentrale saksdokumenter, BIM-manualer, prosjektbeskrivelser, organisasjonsplaner, cirka 20 møtereferater fra prosjektmøter og BIM-møter og ulik bakgrunnsinformasjon.

Referansegruppemøter

Under selve rapporteringsfasen har vi hatt flere møter med referansegruppen og med initiativtakerne til følgeforskningsprosjektet som beskrevet over. På referansegruppemøtene har representanter fra FoU-avdelinger, prosjektleder, byggherrens fagressurser, BIM-spesialister og Sintef Byggforsk deltatt. Det ble avholdt ett møte helt i begynnelsen av Skanskas og Statsbyggs forprosjektfase etter at vi hadde gjennomført de første intervjuene, ett midtveis i forprosjektfasen, og ett mot slutten av forprosjektfasen. Prosjektfasene til Skanska og Statsbygg gikk omtrent parallelt, men Skanskas forprosjekt var av kortere varighet enn Statsbyggs forprosjekt.

3. Prosjektering med BIM

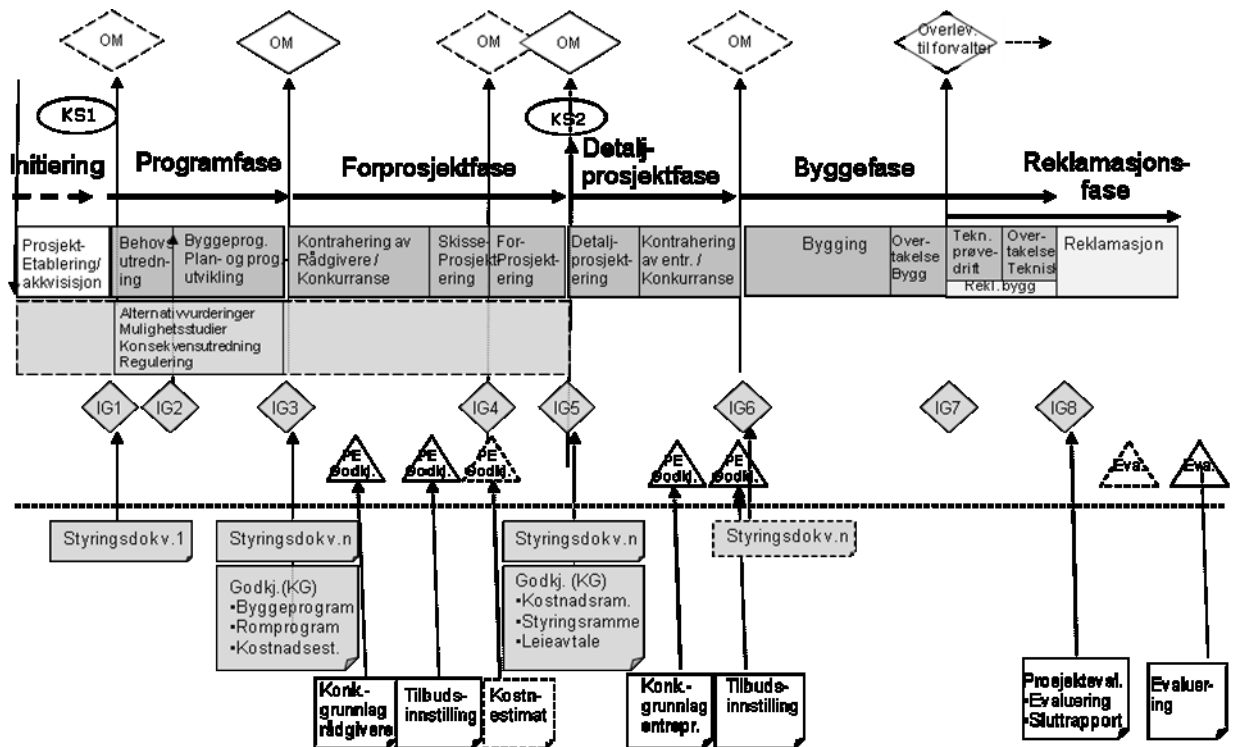
I dette kapitlet redegjør vi kort for Skanskas og Statsbyggs prosjektgjennomføringsmodeller, med størst vekt på *forprosjektet*. Følgforskningen som Fafo gjorde har begrenset seg til nettopp denne fasen. Formålet med gjennomgangen er å skissere hvordan selskapene ser for seg at prosjektering med BIM skal gjennomføres i praksis. Dette gir oss med andre ord et innblikk i hvordan byggherren ser for seg prosjektering med BIM som verktøy.

Prosjektgjennomføringsmodell med BIM, Statsbygg

Gjennomgangen er basert på Statsbyggs BIM-manual (Statsbygg 2009a) og prosjekteringsledelsens strategi for prosjektering med BIM. Figur 3.1 viser Statsbyggs generelle prosjektgjennomføringsmodell.

Initieringen av et byggeprosjekt i Statsbygg er ren prosjektetablering/akkvisisjon, hvor Statsbygg mottar et oppdragsbrev fra et departement. Her utarbeides første versjon av et styringsdokument med gjennomføringsstrategi som beskriver og viser hvordan prosjektet skal håndteres (Aalstad 2009, s. 39). I *programfasen* utredes behovene for bygget og kravene til bygget, som skal resultere i et byggeprogram, et romprogram og en kostnadsestimering.

Figur 3.1 Statsbyggs prosjektmodell (Kilde: Statsbygg 2009)



Forprosjektfasen

I forprosjektfasen gjennomføres det et *skisseprosjekt* kjennetegnet ved at ARK begynner å modellere bygget. ARK skal tilpasse planløsninger i forhold til bygge- og funksjonsprogrammet i dRofus² og kravene til miljø, energi, avfall og brukerinteresser. Her etableres også en BIM-struktur. Tekniske fag og ”analyseteam” skal hente ARK-modellen ved hjelp av IFC-import³, og beriker denne modellen med sine nye objekter eller eksisterende objekter med flere egenskaper. IFC-modellen sjekkes opp mot byggeprogrammet (dRofus) fra programfasen (arealer, rom, mengder, standard, utstyr, løsninger). Det importeres eller modelleres også en ”terrengmodell” som omfatter eksisterende bygg, veier, trær og så videre som skal bevares. Fagmodellen overleveres så til byggherren.

² **dRofus** er et støtte arbeidsprosessen rundt funksjonsprogrammering, utstyrsplanlegging og prosjektering i komplekse byggeprosjekter. Programmet blir også gjerne omtalt som romdatabase og utstyrsdatabase. Man kan eksportere og importere IFC-filer i dRofus (Kilde: www.dRofus.no)

³ **IFC** (Industry Foundation Classes) er en internasjonal standard for utveksling av data i byggeprosjekter mellom forskjellige dataprogrammer. Dette gir nye muligheter for datautveksling og samhandling mellom alle typer programmer som er involvert i byggeprosessen. Eksempler hvor dette brukes omfatter datautveksling mellom forskjellige CAD-programmer, sjekking av byggeforskrifter rett fra tegningsdata, beregning av prosjekteringsinformasjon og levering av dokumentasjon (Kilde: www.dRofus.no)

Selve *forprosjektet* i forprosjektfasen kjennetegnes ved at de prosjekterte løsningene skal være på et slikt nivå at alle relevante prinsippvalg og hovedsystemløsninger med angitt standard og omfang er omtalt og anbefalt, inkludert en begrunnelse for valgalternativ. I forprosjektet gjennomføres det koordineringsmøter i BIM mellom fagene (ARK, RIB, RIE, RIV) med sjekklister. Grensesnittkontroller og kollisjonskontroller utføres. For et BIM-prosjekt kan leveranse av BIM helt eller delvis erstatte leveransen av tegninger i denne fasen, forutsatt at BIM-en inneholder den samme informasjonen som et tradisjonelt prosjekt krever skal fremgå av tegningene. Statsbygg kan da *selv* sette opp en visning av BIM-en, med for eksempel plan, snitt og bygningsdeler, foreta kollisjonskontroller og andre analyser etter behov.

Normalt er de etterfølgende fasene etter forprosjektet produksjonsfaser, der det ikke skal være nødvendig å foreta prinsippvalg eller systemløsningsvalg som påvirker kvalitet, fremdrift eller økonomi.

Statsbygg har tre sentrale dokumenter for hvert eneste prosjekt de gjør: byggeprogram (BP), prosjektanvisning (PA) og ytelsesbeskrivelse (YT). BP er i hovedsak prosjektspesifikk, men angir også noen generelle krav. BP angir hva og hvilke anlegg som skal prosjekteres samt ambisjonsnivået. Her redegjør prosjekteringsanvisningene for byggherrens og brukerens krav til ferdig byggverk, kostnadsestimat og kontrakter med rådgivere og entreprenører. YT angir standardkrav som gjelder til det ferdige produktet eller prosessen, og inngår i konkurransegrunnlaget og i kontrakter. PA skal også avgrenses til å definere hvilke standardløsninger Statsbygg ønsker. PA benyttes sammen med en konkret beskrivelse av bygget, som i de fleste tilfeller er et byggeprogram (BP). YT angir hvilke ytelser en tjenesteyter (for eksempel rådgivere og arkitekter) skal levere i forbindelse med byggeprosjektet, her avgrenses hva som skal leveres, men ikke hvordan. Det finnes en felles YT og YTer for hvert enkelt fag (Statsbygg 2009b).

Ineffektiv, politisk oppdragsgiverstruktur

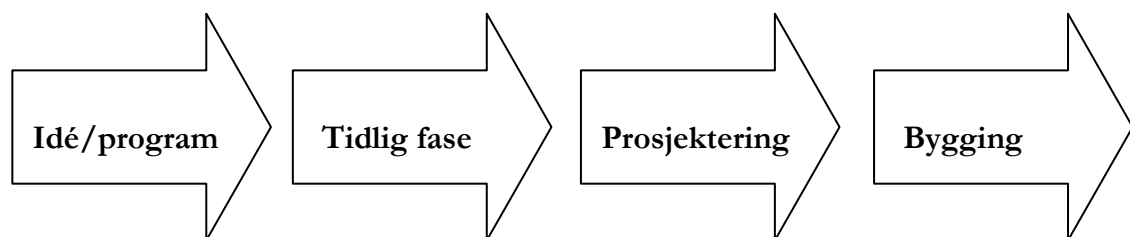
Statsbyggs prosjekter er avhengige av politiske beslutninger. Når forprosjektet er ferdig og overlevert til oppdragsgivende departement, avventer Statsbygg de politiske avgjørelsene om hvorvidt prosjektet skal gjennomføres eller ikke. Dette kommer som oftest i forbindelse med statsbudsjettet. Ventetiden på om et prosjekt skal realiseres kan ta flere år. Jo lengre ventetid før detaljprosjekteringen kan ta til, jo større sannsynlig er det for at det vil måtte gjøres endringer i forprosjektarbeidet, både med hensyn til arkitektoniske løsninger og kostnadsrammer. Lang ventetid fører også til at neste trinn i prosessen må ivaretas av nye fagfolk. De som gjorde forprosjekteringsarbeidet, vil etter en tid være i annet arbeid eller ha sluttet. Dersom det ikke blir besluttet å gjennomføre prosjektet, har Statsbygg brukt store beløp til liten nytte. Dette gjelder ikke spesielt for BIM-prosjekter. Det spesielle med BIM-prosjekter er at disse kan gi et noe større kostnadspådrag i skisse og forprosjekt (og betydelig mindre i detaljprosjekt), og at dette ekstra pådraget kan være bortkastet dersom prosjektet blir sterkt forsinket eller stoppet.

Prosjektgjennomføringsmodell med BIM, Skanska

På samme måte som Statsbygg har Skanska en prosjektgjennomføringsmodell med BIM, men med en litt annen inndeling, med idé/program – tidligfase – prosjektering/planlegging. I tillegg skal modellen tilpasses tre ulike scenarier som er vanlig for Skanskas prosjekter: 1) Direkteforhandlet totalentreprise med eksisterende og nye kunder. 2) Prosjekt i regi av Skanska Bolig AS (Skanska Exchange-prosjekter). 3) Anbudskonferanser der BIM er en del av forespørselen. Prosjektet vi følger forsket var av typen scenario nr. 2.

Figur 3.2 skisserer Skanska sin prosjekteringsgjennomføringsmodell (Skanska 2009, PPT). Figuren er ikke så detaljert som Statsbyggs figur, men figuren forklares mer i detalj under.

Figur 3.2 Hovedelementer i Skanskas prosjektmodell (basert på Skanska 2009).



I fase 1 utarbeides det *en idé/et program*. Hensikten med denne fasen er å avklare kontrakt med byggherre, avklare behov og planlegge for grunnundersøkelser, fremskaffe og kontrahere rådgivere (bemanning), programmerere og avklare byggherrens funksjonskrav. Hovedansvaret for denne fasen har PU/PL, som utarbeider et program med byggherren. PGL kontraherer rådgivere og arkitekt, mens byggherren deltar i utarbeidelse av program og fremmer klare ideer til byggets krav og funksjon. I denne fasen bestemmes også BIM-ambisjonen på prosjektet.

Fase 2 er *tidligfase* med skisseprosjekt og forprosjekt. I skisseprosjektet har man en kick-off med rådgiverne, hvor man definerer forventet kvalitet på det som skal leveres, redegjør for volummodeller, gjør overslagspriser og gjennomfører grunnundersøkelser. PU/PL har hovedansvar for fasen, mens PGL skal styre rådgiverne. Videre gir BIM-koordinatoren støtte til rådgiverne blant annet for at digital samhandling kan følges. Arkitekten skal utvikle et gitt antall volummodeller, og rådgiverne (f.eks. RIB, RIE og RIV) skal bistå arkitekten. Byggherren skal vurdere og kommentere de alternative modellene. Skisseprosjektet besluttes i henhold til SGVD (Slik Gjør Vi Det-systemet), som er et styringssystem for hele virksomheten. Skanska jobber i skrivende stund med en større revisjon av hele systemet, hvor også BIM blir en integrert del av prosjekteringen

(og påfølgende bruk av prosjekteringsresultater i produksjon). Byggherren velger konseptmodell og bestiller deretter det videre arbeidet.

I tidligfasens *forprosjekt* skal man utvikle de riktige løsningene på basis av konseptvalget, utarbeide kalkyler og utforme et tilbud til byggherren. I tidligfasen avklares konseptevaluering, alternativsanalyser og strategiske avgjørelser. I tidligfasens forprosjekt avgjøres hovedkonseptet for design, kritiske detaljer, rammesøknad og evaluering av underentreprenører og marked. I forprosjektet skal rutiner og sjekklister følges i SGVD.

Med hensyn til BIM gjennomføres det da et oppstartsmøte i regi av BIM-koordinatoren for digital samhandling. BIM-koordinatoren skal også drifte informasjonsflyten, gjøre krasjkontroller og tilrettelegge for kalkulasjon og innkjøp. Et koordinatorsystem etableres for alle modeller, og de store geometriske grep bestemmes. Med hensyn til selve prosjekteringen utarbeider rådgiverne modeller for hvert fag, det foretas beskrivelser, mengdeberegninger og tegninger lages. Prosjektledelsens rolle er her å legge til rette for god samhandling, blant annet ved hjelp av digital samhandling via prosjekthotellet.⁴ Byggherren deltar i prosjekteringen og godkjenner forprosjektet. PU/PL har ansvar for fasen, og PGL avklarer de kritiske detaljene og utarbeider innsendelse av rammesøknad. Forprosjektet skal ende opp i:

- 1) modeller, tegninger, mengdeberegninger, beskrivelser, underlag for rammesøknad (rådgivere)
- 2) Kalkyle og pristilbud for hvert fag (kalkulasjon og innkjøp)
- 3) Hovedfremdriftsplan, prosjekteringsplan og rammesøknad (PU/PGL)
- 4) Rapporter fra krasjkontroll (BIM-koordinator)

Fase 3 er *prosjektering/planlegging* med hovedprosjekt og mobilisering. I hovedprosjektet gjøres detaljprosjekteringen, fremdriftsplanleggingen, strategiske innkjøp og mengdeuttak. I den påfølgende mobiliseringen utføres produksjonsplanleggingen, videre bemaning, og kostnadsarbeid for innkjøp.

Fase 4 er bygging, med avrop, beriking av modeller, endringshåndtering og til slutt overlevering av bygget. Da strukturerer man FDV-modell og gjør kontrollberegninger.

Tidligere erfaringer fra prosjekteringsprosesser med BIM

Som nevnt hadde Statsbygg og Skanska allerede noe erfaring med bruk av BIM fra tidligere prosjekteringsprosesser. Vi har gjennomført gruppeintervjuer med prosjektleder og interne fagressurser fra fire av disse prosjektene (to i Skanska og to i Statsbygg). Med dette ønsket vi å få noen empiriske referanser til de to prosjektene som skulle gjøres til gjenstand for følgeforskningen.

⁴ Prosjekthotellet er en database (diskuteres senere)

For høye forventninger til BIM

Forventningene til BIM hadde vært høye i begynnelsen av alle prosjektene. Forventningene kom i stor grad som følge av FoU-avdelingenes uttalelser om BIM-effekter i forkant av implementering (se side 10-11) og andre kanaler. Vi har også sett at BIM-manualen gir en løfterik fremstilling av hva som kan oppnås ved å bruke BIM. En gruppe uttalte:

”Vi har fått mye info om BIM. Umulig å unngå det. BIM har vært tatt opp i alle tenkelige fora; fra avdelingsmøter til direktørens juletale.”

Det var skapt en tro på at man ville få mindre feil på grunn av kontinuerlig krasjkontroll og mengdekontroll, samt at mulighetene med visualisering, både internt i prosjektet og overfor kunden, var forventet å gi effekt.

Det skulle vise seg at selv om mange av informantene mente de hadde oppnådd noen positive effekter på grunn av bedre krasjkontroll, var forventningene i overkant høye, tatt i betraktning alle problemene som rent faktisk oppsto under prosjekteringen. Dette gjaldt alt fra tekniske problemer, til manglende BIM-kompetanse, prosjektplanlegging og manglende vilje.

Tekniske problemer

Både Skanska og Statsbygg hadde opplevd tekniske problemer i de første BIM-prosjektene sine. Det var for eksempel vanskelig å få opp modellene på grunn av utilstrekkelig hardware eller software. Blant de eksterne deltakerne var det problemer med å kommunisere rent teknisk, fordi programmene som rådgiverne brukte ikke var kompatible med hverandre. Arkitekten og de tekniske rådgiverne brukte ofte mer tid på å løse tekniske problemer som følge av BIM, enn på å løse det arkitektoniske med produksjon av tegninger og modeller.

Nytt kompetansebehov

Et sentralt problem som man møtte under prosjekteringen i begge bedriftenes prosjekter, var at kompetansen på hvordan man rent teknisk skulle bruke programmene som BIM krever, var svært lav eller ”lik null”. Dette kom som en følge av at selve teknologien var relativt ny, og at det (fortsatt) tar lang tid før organisasjonene og bransjen blir komfortable med bruk av BIM. Det ble også formulert som et problem at det ikke var blitt satt av tilstrekkelig med tid og laget et opplegg for læring og bruk av BIM for både de eksterne og de interne deltakerne.

BIM kom for sent i prosjektet

I noen av prosjektene hadde beslutningen om å bruke BIM ikke kommet før kort tid før selve anbudet var i havn. Flere av informantene påpekte at innføringen skjedde for sent i prosjekteringen. Hvis innføringen av BIM skulle kunne lykkes og man skulle klare å

hente ut effektene av BIM, måtte prosjektene ha vært planlagt for BIM i god tid før kontrahering av rådgivere. Innføringen av BIM kom ”for raskt på”, og man rakk ikke å lage et opplegg med ARK og rådgivere for hvordan de skulle prosjektere med BIM. Dette måtte de i all hovedsak improvisere underveis, noe som vanskeliggjorde gjennomføringen av prosjektet:

”Oppdragsgiver la ikke til rette for BIM-læring og utvikling. De er syke etter å sette spaden i jorda. De har ikke tid til at vi skal kunne innføre BIM på en god måte”

”Rådgivere ble skviset i prosjektet. Det ble satt av for lite tid til at de kunne klare å levere i BIM på en god måte.”

Manglende vilje

Både i Skanskas og i Statsbyggs fire tidligere prosjekter ble det påpekt at det var manglende vilje til å bruke BIM i praksis. Med andre ord kunne det se ut som om BIM manglet tilstrekkelig forankring av aktørene i prosjektorganisasjonen. Dette kan ses i sammenheng med andre betingelser som heller ikke var oppfylt for å få til en effektiv bruk av BIM. Vedtaket om bruk av BIM kom for sent i prosjektene, kunnskapen om BIM var lav, og derfor opplevde mange tekniske problemer som vanskeliggjorde selve bruken av BIM.

4. Omstilling til BIM i to utvalgte prosjekter

I dette kapitlet tar vi for oss hovedfunnene fra følgeforskningen av forprosjektene i Skanska og Statsbygg. Først ser vi på hvorfor og hvordan *innføring av BIM* ble satt i gang og hvordan dette ble mottatt av medarbeiderne i prosjektorganisasjonene. Deretter beskriver vi hvordan implementeringen av BIM ble forsøkt *forankret* i prosjektorganisasjonen, og om man oppnådde en felles forståelse av praktisk bruk av BIM. Som et tredje aspekt tar vi for oss hvordan innføringen av BIM har påvirket *sambandlingen* og *arbeidsoppgavene* under prosjekteringen, og hvordan *visualisering* i BIM ble brukt som en del av dette. Til slutt spør vi hva BIM medførte for *kunnskapsbehovet* i prosjektorganisasjonen.

For å få en oversikt over hvordan prosjektene var organisert med hensyn til oppgaver og funksjoner, beskriver vi først de to prosjektorganisasjonene.

Prosjektorganisering i Statsbygg

Statsbygg har en stor prosjektorganisasjon. Som figur 4.1 viser, er den langt større, og involverer flere parter, enn prosjektorganisasjonen til Skanska (se figur 4.2). Prosjektleder (PL) hadde hovedansvaret for hele prosjektet, og hadde både økonomisk og prosjektadministrativ bistand i Statsbygg. I tillegg hadde Statsbygg en fagressursgruppe på 6–7 interne personer med kompetanse innen arkitektur, kulturminnevern, elektro, VVS og bygg. Fagressursene⁵ har i oppgave å følge opp kravene gjennom alle faser: planlegging, prosjektering, utførelse og drift. De hadde i forprosjektet som hovedoppgave å stille faglige krav til eksterne rådgivere/oppdragstakere. Senere i prosessen har de samme roller overfor entreprenører og leverandører.

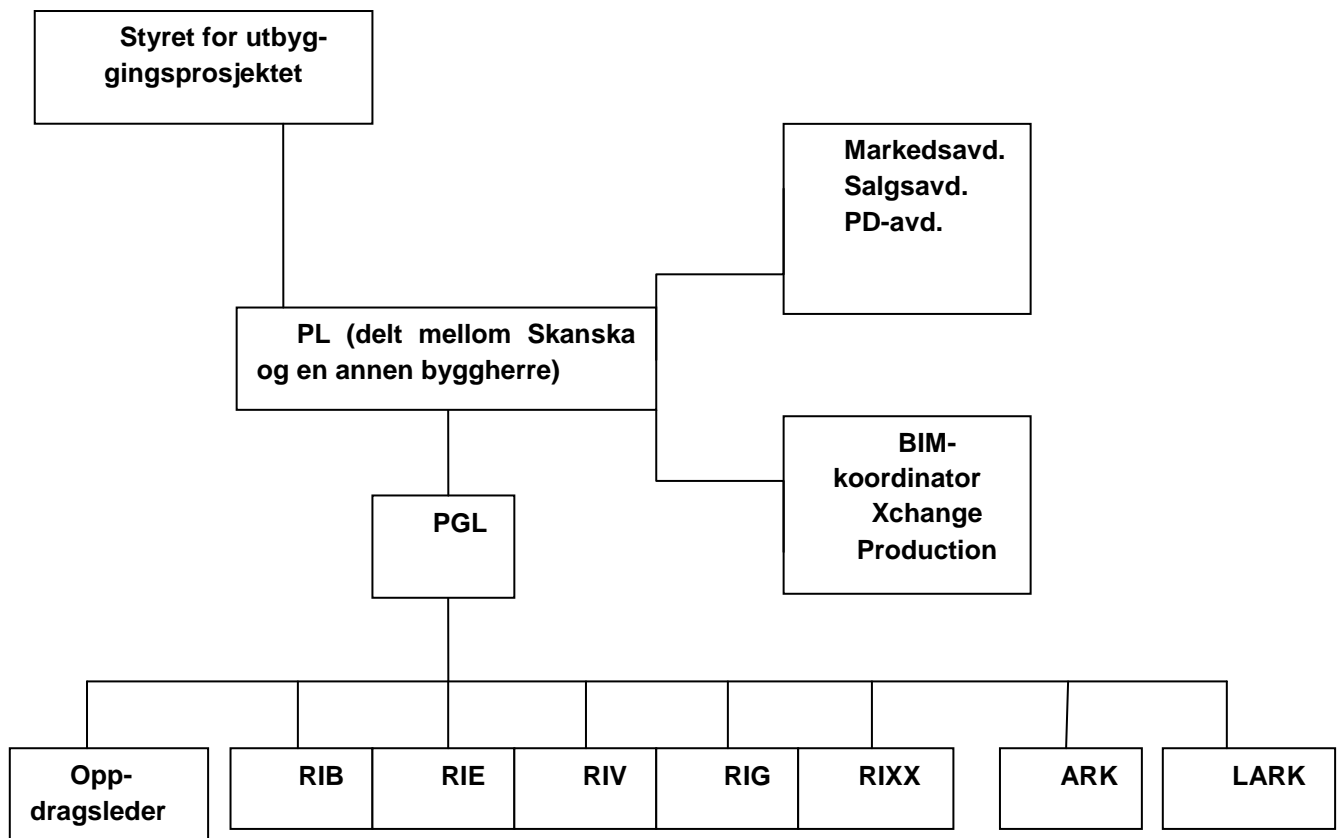
Statsbygg hadde engasjert fem eksterne firmaer. Ett firma ledet selve prosjekteringen og prosjekteringsgruppen og hadde ansvar for økonomi og fremdrift (prosjekteringsleder, PRL). De andre fire firmaene utgjorde selve prosjekteringsgruppen. Tre rådgivende ingeniørfirma ble engasjert til å utgjøre henholdsvis RIB (bygg), RIV (ventilasjon) og RIE (elektronikk), mens ett firma var ARK (arkitekt) og PGK (prosjektgruppekoordinator). Statsbyggs oppdragsgiver var et departement. Brukerne av bygget var også representert. De deltok blant annet på prosjektgruppemøtene som ble holdt annenhver uke. I tillegg måtte Statsbygg forholde seg til beslutninger som gjøres av kontrollerende myndigheter. I dette tilfellet, hvor Statsbygg skulle prosjektere rehabilitering av et bygg, hadde Riksantikvaren pålegg som måtte følges. Byggeledelse og entreprenører kontraheres ikke før i detaljprosjektet.

⁵ Fagressurs ble brukt som en personbenevnelse, nærmest som en stilling eller en tittel.

Prosjektorganisering i Skanska

Skanskas prosjekt gikk ut på å bygge et nytt boligkompleks. Brukerinteressene til fremtidige kunder og beboere ble ivaretatt av Skanska selv. Skanska hadde delt prosjektlederansvar (PL) med en annen byggherre. Skanska hadde også prosjektgruppelederrollen (PGL) (PRL-rollen i Statsbyggs prosjektorganisasjon), støttet av en BIM-koordinator. I tillegg hadde Skanska en oppdragsleder, (PGK-rollen i Statsbyggs prosjektorganisasjon). Selve prosjektgruppen besto av tre firmaer, hvor de tekniske rådgiverne alle kom fra samme firma (RIB, RIE, RIV, RIG, RIXX), mens ARK og LARK var fra to ulike firmaer. I motsetning til Statsbygg hadde Skanska altså en generalrådgiver for alle tekniske fag. En annen viktig forskjell mellom Skanskas og Statsbyggs prosjektorganisasjon var at Skanska Norge var totalentreprenør der entreprenørrepresentanten (samme person som PGL) var med helt fra begynnelsen av prosjekteringen. Statsbygg på sin side hadde ikke entreprenørrepresentantene inne så tidlig som i forprosjektet.

Figur 4.2 Prosjektorganisasjonen til Skanska



BIM – en omstillingsprosess

Høye forventninger til bruk av BIM

Motivet med innføringen av BIM lå i et ønske om å prosjektere bedre og dermed legge grunnlag for bedre og mer effektiv bygging. Innføring av BIM var bestemt som et vedtak av ledelsen i Statsbygg og Skanska Norge (i 2009). BIM ble dermed noe både byggherreorganisasjonens medarbeidere og de prosjekterende måtte forholde seg til, uavhengig av holdninger og forventninger til BIM. Mange av dem vi snakket med på et tidlig tidspunkt hadde et uklart bilde av hva BIM egentlig var for noe. De færreste hadde sett verktøyet i praksis, og de hadde lite begrep om hva bruk av BIM ville bety for deres hverdag.

Forventningene til BIM var likevel stort sett positive, og omtrent identiske i Skanska og Statsbygg. De fleste vi intervjuet i begynnelsen av prosjektet uttalte at de ikke oppfattet BIM som noe negativt. Tvert imot var det relativt stor enighet om at det var nødvendig å satse på BIM. Dette ble oftest begrunnet i at BIM ville medføre positive effekter under både prosjekteringen og byggingen, og for videre vedlikehold av ferdig bygg. Siden egen kunnskap om BIM i starfasen var lav, bar de fleste uttalelsene preg av hva de *trodde* kunne komme ut av BIM; og det de trodde kunne komme ut av BIM, hadde de hørt av ildsjeler i staben eller på et informasjonsmøte.

Oppfatningene om betydningen av BIM ble derfor til å begynne med ganske generelle. Alt i alt var de lite preget av negative erfaringer fra andre BIM-forsøk, og betydelig mer positive enn det vi var blitt forespeilet. Blant nær sagt alle informantene ble det forventet at bruk av BIM ville identifisere kollisjoner på tidligere tidspunkt enn hva tilfellet ville vært med prosjektering uten BIM, noe som igjen ville medføre mindre feil:

”Den største forventede gevinsten med BIM ligger i å kjøre kollisjonstester.”

”Tidligere har vi manglet den tredje dimensjonen, og har mange ganger ikke sett kollisjoner før vi har stått på byggeplassen.”

Informantene antok at prosjekteringen ville gå *bedre*, selv om man måtte regne med store utfordringer i begynnelsen på grunn av at ny teknologi ville medføre ekstraarbeid, spesielt for de prosjekterende (ARK og rådgivere).

Omstillingen kom altså som et vedtak fra ledelsen, men møtte forståelse ute i organisasjonen. BIM var både i Skanska og i Statsbygg ”solgt inn” som et fundamentalt strategisk grep. Det motsatte (å la være å bruke BIM) ble oppfattet som en ”dead end” på lengre sikt, fordi informantene forventet av prosjektering med BIM ville gi bedre resultat (mindre feil etc.) og at aktører i byggebransjen som ikke behersker BIM, vil tape fremtidige anbud og dermed ikke overleve. Dette var også en holdning hos prosjekt-

gruppene til Skanska og Statsbygg, og noen var dessuten bekymret for rådgivere og arkitektfirmaer som ikke makter å gå over til BIM.

Usikkerhet til praktisk implementering og bruk (Statsbygg)

Planen for implementering av BIM i Statsbygg var basert på en strategi om ”learning by doing”. Prosjekteringen skulle ta utfordringene med BIM etter hvert som de dukket opp. Det var også meningen at prosjektet skulle bygge på erfaringer fra andre BIM-prosjekter i Statsbygg (planen om 1-5-15-alle – (1) forskning og simulering av planprosesser, (5) pilotprosjekter med BIM som prosjekteringsverktøy, (15) utrulling med full bruk av BIM i flere prosjekter, og alle – dvs. bruk av BIM i alle Statsbyggs prosjekter i 2010.

Våre funn tyder på at denne planen ikke fungerte for dette prosjektet. I Statsbyggs organisasjon uttrykte nemlig mange stor usikkerhet med hensyn til hva BIM er, og hvordan BIM henger sammen med eksisterende programmer og databaser. Dette var en uklarhet som ikke bare gjaldt i begynnelsen, men i nesten ett år, helt fra kick-off-seminaret før skisseprosjektet og langt ut i forprosjektet. Uklarheten gjaldt spesielt Statsbyggs fagressurser, men også deler av prosjektgruppen. To forskjellige informanter uttrykte følgende:

”Det virker som strategien på implementering av BIM er uklar. Er det opp til den enkelte PL å bestemme om han vil bruke BIM eller ikke? Det virker som vår avdeling er mer positive til BIM og at ”NN-funksjonen” er mest skeptisk.”

”Jeg tror BIM er positivt siden ledelsen satser på det. Men jeg har ikke jobbet i BIM selv enda.”

BIM var for mange av Statsbyggs prosjektinvolverte noe diffust, og en klar praktisk tilnærming til å angripe problemstillinger rundt BIM fikk vi ikke tak i via intervjuene. Selv om Statsbygg hadde en plan (for eksempel 1-5-15-alle), kan det argumenteres for at toppledelsen – som besluttet implementering av BIM, undervurderte flere viktige faktorer som var nødvendige for å få til et vellykket omstillingsarbeid. Implementeringen manglet viktige operasjonaliseringer av mål og støttetiltak, noe som reduserte oppslutningen om BIM og forlenget implementeringsperioden. Statsbygg startet imidlertid etter hvert prosesser som var ment å belyse disse utfordringene knyttet til BIM, og følge-forskningsprosjektet som Fafo gjorde kan ses på som en del av dette.

Fagressurser på sidelinjen

Fagressursene synes de fikk for liten tid til å lære hvordan deres arbeidsoppgaver skulle utføres i BIM. De opplevde tidspress i en ellers hektisk arbeidsdag med flere parallelle prosjekter. Kurstilbudet på BIM var ifølge informantene ikke tilstrekkelig. Vi klarte hel-

ler ikke å se at fagressursavdelingen på 70 ansatte hadde noen plan for hvordan de skulle forholde seg til BIM.

Ingen partsforankring

Både utviklingsprosjekter og større omstillinger vil vanligvis få økt oppslutning og færre problemer underveis dersom fagforeningene er involvert (Falkum m.fl 1999). BIM har imidlertid ikke blitt tatt opp som tema i flere av de sentrale fagforeningene i Statsbygg. Det er dessuten liten tradisjon for partsforankring av denne typen prosesser i Statsbygg, så dette er ikke noe spesielt for BIM-implementering. For flere av de tillitsvalgte var BIM relativt ukjent, selv om de visste at BIM skulle innføres på prosjektene, og at dette ville medføre endringer i arbeidsmåtene. En av de tillitsvalgte sa det slik:

”Jeg kan ikke huske at BIM har vært tatt opp på noen av klubbstyremøtene der. Har ikke savnet det, men jeg ser jo at det kunne vært gjort, siden BIM påvirker arbeidets organisering.”

Noen oppfattet BIM bare som nok et IKT-system som ville medføre masse ekstraarbeid i form av opplæring og rapportering. Dette er oppsiktsvekkende, i og med at BIM forandrer arbeidsprosessen, gjennomføringen og verktøyene som Statsbyggs interne fagressurser og andre skal forholde seg til.

Klar hensikt, uklar operasjonalisering

Selv om *hovedhensikten* med å innføre BIM tilsynelatende var klar, var mange i Statsbyggs prosjektorganisasjon ukjent med hvordan dette skulle gjennomføres i *praksis*. Det tok lang tid før de ansatte kunne formulere hva BIM fikk av betydning for deres eget arbeid. På den ene siden er dette noe som kjennertegner mange omstillingsprosesser (og innovasjonsprosesser), men på den andre siden er det måter man kan tilnærme prosessen for å minimere risikoen for at den tar feil retning. Overordnede mål om null feil er enkelt å enes om, enten de er formulert i BIM-manualer eller i strategidokumenter. Dersom de praktiske arbeidsoppgavene og arbeidsfordelingen ikke er avklart, vil det lett kunne oppstå problemer – for eksempel kan det forlenge eller komplisere oppstartsfasen, fordi lokale krefter ikke riktig vet hva og hvordan de skal utføre konkrete arbeidsoppgaver. Dermed kan en heller ikke forvente stor reell oppslutning om prosjektet.

Økt detaljeringsgrad og økt risiko med BIM?

Norges Bygg- og Eiendomsforening hevder at honorarfordelingen til de prosjekterende i skisseprosjektet vil gå opp 30 prosent i skisseprosjektet, opp 100 prosent i forprosjektet, og ned 50 prosent i detaljprosjektet. Det antas videre at byggekostnadene vil gå betraktelig ned (NBEF 2009). Økt detaljeringsgrad og timeforbruk tidlig i prosjektet medfører dermed økt økonomisk risiko både for Statsbygg og Skanska, fordi det må investeres flere timer i de tidlige fasene. For Statsbygg innebærer dette en særlig utford-

ring, siden de gjennomfører forprosjektering av prosjekter som ikke blir realisert grunnet manglende politisk oppfølging. Statsbygg vil dermed få økt risiko i forhold til andre byggherreorganisasjoner, fordi deres andel av forprosjekter som *ikke* realiseres i detaljprosjekt og bygging er relativt høy sammenliknet med resten av næringen. For Skanska innebærer det også større risiko, ved at man setter inn større ressurser (i idé-/programfasen) enn hva man tradisjonelt gjør (i prosjekter uten BIM) i lang tid før rammetillatelsen for prosjektet foreligger.

En av de eksterne rådgiverne beskrev dette slik:

”Prosjekteringsgjennomføringen endres med BIM ved at enkelte oppgaver som vi tidligere gjorde i forprosjekt, nå gjøres i skisseprosjekt. Dette er en følge av at BIM gir anledning til å se ting tidligere. Dette øker budsjettet i én fase, og reduserer det i en senere. Men, det totale antallet timer endres ikke. Heller ikke fremdriften endres, ting tar samme tid, men man forskyver arbeidsoppgavene mellom fasene.

Dette er veldig bra! Vi fortaper oss ikke i detaljer som hører hjemme i en senere fase, selv om vi lett kunne. Vi skal ikke gjøre arbeid i skisseprosjektet som hører hjemme i forprosjektet med dets økte krav til realisme. BIM gir anledning til å ta avgjørelser tidlig og til å lande uklarheter og unngå å vente med å rette opp feil. Men: Dette forutsetter selvsagt at ikke prosjektet stoppes på skissestadiet.”

De fleste informantene trodde allerede i begynnelsen av forprosjektet at forprosjektet ville komme til å kreve mer ressurser enn i tradisjonelle prosjekter (uten BIM). Hovedgrunnen til denne antakelsen var at mange av arbeidsoppgavene som de tradisjonelt ville ha gjort i detaljprosjekt, ville kunne flyttes til forprosjektet. I Skanska ble for eksempel mange av arbeidsoppgavene som normalt utføres i detaljprosjektet lagt til forprosjektet, som for eksempel byggeplassrutiner, byggeplassens logistikk og HMS.

Noen rådgivere trodde at hele prosjekteringen generelt ville ta flere arbeidstimer, mens andre trodde at det totale timeantallet ville forbli det samme. Hvorfor ikke rådgiverne hadde samme syn, kan henge sammen med at rådgiverne hadde forskjellig erfaring med BIM, noen hadde aldri prosjektert med BIM, mens andre hadde relativt mye erfaring. De med lite eller ingen erfaring regnet nok med ekstra tid til å lære seg BIM-prosjektering. Her var det for eksempel snakk om prosjektering med helt nye programmer. Andre mente at prosjektering med BIM uansett vil kreve flere timer, på grunn av det høye detaljeringsnivået.

Etter hvert som forprosjektet skred frem, ble det klart at Skanskas forprosjekt ble forlenget med tre uker ekstra, mens Statsbyggs forprosjekt ble forlenget med litt over en måned. Dette skyldtes ikke innføringen av BIM, men hovedsakelig at det ble gjort store endringer på løsningsvalg på byggene under forprosjektet. I tillegg måtte Statsbygg tilpasse prosjekteringsfremdriften til beslutninger omkring sentrale løsningsvalg gjort av Riksantikvaren og Byantikvaren.

Å forankre BIM i prosjektorganisasjonen

Forankring handler om involverte parters og aktørers aksept av innholdet i et utviklingsprosjekt eller en større endringsprosess. Sterk forankring kan formaliseres gjennom skriftlige prosjektplaner som er behandlet i formelle organer, og i tillegg er det viktig med sosial forankring i organisasjonen. Dette dreier seg om aksept og tilslutning til både mål og strategier. Vi har sett at både informantene i Statsbygg og Skanska hadde uttalt sin aksept av og tilslutning til innføring av BIM. Men forankring handler om noe dypere, det handler om informasjon, kommunikasjon og, ikke minst, medvirkning og innflytelse. Dette betyr også at forankring kan være krevende, og det fordrer tid. Som vi skal se var Skanskas oppstartsmøte om prosjektering med BIM et sentralt forum som prosjektorganisasjonen brukte for å skape engasjement, medvirkning og innflytelse, som igjen ble viktig for den sosiotekniske koordineringen og samhandlingen under selve prosjekteringen.

Oppstartsmøte med BIM

Skanska organiserte i alt fire BIM-møter under forprosjektet, og disse fant sted hos Skanska. Der deltok BIM-koordinator, andre interne ressurser fra Skanska og representanter med BIM-kompetanse fra de prosjekterende. Det første BIM-møtet var et oppstartsmøte helt i begynnelsen av forprosjektet. Analytisk sett hadde dette møtet et rent teknisk formål og et sosialt formål. Men disse to dimensjonene henger sammen.

Det *tekniske formålet* var å samordne felles nullpunkt og rotasjon for alle prosjekterendes modeller, og finne riktig måte for filutveksling mellom de forskjellige DAK-systemene. DAK er konstruksjon og teknisk tegning ved hjelp av datamaskinbaserte programvarer og redskaper. På denne delen av BIM-møtet gjennomgikk man blant annet de prosjekterendes tegneverktøy, filutveksling, koordinater, nullpunkt, innsettingspunkt, og gjennomgang av kollisjonskontroll. De prosjekterendes tegneverktøy var Revit (ARK og RIB) og MagiCAD (alle tekniske fag). Det viste seg at den tekniske samhandlingen i prosjektet i utgangspunktet skulle gå relativt smertefritt:

”ARK har lagt sitt nullpunkt i sørvestre hjørne av bygg C. RIB har kopiert over ARK sine filer ved oppstart, rensket dem for arkitektinformasjon og startet sin prosjektering ut i fra dette. ARK og RIB startet dermed med et felles nullpunkt og rotasjon. For å sjekke at det faktisk stemte eksporterte Revit fil for bygg A fra ARK og RIB til IFC, for så å sjekke disse opp mot hverandre i Solibri. Det var et gledelig resultat vi fikk ut av dette; ved visuell kontroll så modellene ut til å passe veldig godt sammen. Vi kjørte en kollisjonstest hvor vi sjekket vegger og dekker mot hverandre og fikk bekreftet at plasseringen var riktig i forhold til hverandre. Utvekslingen av filer mellom ARK og RIB går overraskende bra og smertefritt!...” (referat fra prosjekteringsgruppemøte nr. XX, Skanska)

Filutvekslingen mellom de tekniske fagene ble ikke sjekket under oppstartsmøtet, fordi de ikke hadde program tilgjengelig under møtet. Men dette ble fulgt opp i etterkant av møtet gjennom liknende kontroller. På oppstartsmøtet fikk man avklart at utvekslingen av filer mellom ARK og RIB fungerte. Man fikk også avklart en del utfordringer omkring filutveksling med de tekniske fagene. Det ble dessuten enighet om at det skulle holdes jevnlig BIM-møter. Ett teknisk problem ble imidlertid ikke oppdaget på oppstartsmøtet, nemlig at modellene av hvert bygg etter hvert ikke kunne settes sammen til én IFC-fil.

Skanskas oppstartsmøte hadde også en *sosial dimensjon*. Prosjektorganisasjonen satte søkelys på hvilke arbeidsroller hver enkelt hadde og hvordan arbeidsfordelingen skulle bli. Gjennom praktiske øvelser ble de enige om hvordan de skulle løse oppgavene sine, og hvem som hadde ansvar for hva. Mange potensielle flaskehalsen som kunne ha dukket opp senere i prosjektet, ble dermed avdekket og løst. Flere informanter påpekte i intervjuer i etterkant at dette møtet medførte positive effekter for den senere prosjekteringen, og at det var fundamentalt viktig for prosjekterings fremdrift.⁶

Statsbygg hadde også et oppstartsmøte om BIM hvor Statsbygg (prosjektleder, fagressurser, BIM-ressurser, representanter fra firmaet som drifter romprogrammet dRofus, prosjekteringsledelsen og prosjektgruppen deltok). Her gikk man igjennom blant annet prosjektering med BIM generelt og Statsbyggs BIM-manual. Det ble ikke gjennomført praktiske øvelser, slik man hadde gjort i Skanskas prosjekt.

Ulik kontrahering og bruk av rådgivere

Mange rådgivere uttrykte stor bekymring for hva som vil skje med mindre firmaer som ikke makter omstillingen til BIM. Det gjenstår å se hvordan bransjen utvikler seg. I Skanskas prosjekt ble det engasjert tekniske rådgivere fra ett og samme firma. Dette strategiske grepet skapte ifølge mange informanter i hele prosjektorganisasjonen bedre kvalitet i informasjonsflyten mellom rådgiverne enn hva som er vanlig i mange prosjekter. Rådgiverne kjente hverandre godt, noe som ble fremholdt som en styrke for BIM-arbeidet. En tolkning av dette er at PG fikk et *ekstra* incitament til å samarbeide best mulig siden rådgiverne kom fra samme firma. Dette kan for eksempel redusere risikoen for at rådgiverne ”bare fører timer” og ”sitter og venter på hverandres underlag”. Det har blitt argumentert for at samlokalisering av rådgivere øker effektiviteten og sikrer bedre kontroll med grensesnittene mellom fagene (Grimsmo 2010). En slik permanent samlokalisering forutsetter likevel at prosjektet er stort nok til at det er økonomisk løn-

⁶ Denne møteformen har fellestrekk med workshop som Helsebygg Midt-Norge (Sandvik 2010) har organisert i forbindelse med prosjekteringen av Kunnskapscenteret ved St. Olavs Hospital. Før skisseprosjektet blir det lagt opp til en femdagers workshop med prosjekteringsledelsen og rådgiverne om hvordan de skal prosjektere og utveksle IFC-filer.

somt å samlokalisere, og at fagene dermed kun jobber på det ene prosjektet under hele perioden.

Et prosjektspesifikt tilleggsmoment i Skanska-prosjektet var at mange i PG hadde mye erfaring med Skanskas måte å jobbe på, fordi en del av gruppen hadde vært ansatt i Skanska tidligere. Dette slo også positivt ut for samarbeidet.

Statsbygg satte krav til BIM-leveranser, men hadde ingen krav til at rådgiverne skulle ha BIM-erfaring i sin kontraheringsstrategi. Grunnen til dette var tredelt:

- 1) Statsbygg ville ikke risikere å få færre tilbud og dermed mindre utvalg av selskaper i selve konkurransen.
- 2) Bygget var av en slik art at det krevdes høy grad av spesialkompetanse, og hvor prosjekteringserfaring og faglig kompetanse var mye viktigere enn erfaring med BIM.
- 3) Statsbygg ser generelt på seg selv som en aktør som skal ”oppdra” og utvikle næringen (rådgivere, entreprenører etc.) til å gjennomføre byggeprosjekter med BIM.

Gjennom daglige, personlige møter skapes det i utgangspunktet bedre forutsetninger for at rådgiverne kan være proaktive overfor hverandre. Det skapes også et større tillitsforhold mellom representantene for de ulike fagene, bedre samarbeidsklima, økt flyt av informasjon og tegninger. Dette er spesielt viktig i prosjektbasert produksjon, som er tilfellet i byggebransjen. Om man kontraherer rådgivere fra ett firma eller fra ulike firmaer, spiller ingen rolle så lenge man har måter å skape slik tillit på. Dette er viktig i alle prosjekteringsprosesser. Innføring av BIM medfører økt kompleksitet i mengden av informasjon som utveksles digitalt, og hvis man ikke har klare rutiner for utveksling av denne informasjonen, kan det gi økt usikkerhet og mer feil heller enn mindre usikkerhet og færre feil. Dette blir særlig viktig ved implementeringen av et nytt verktøy.

Uklar implementeringsplan – uklar bruk av BIM i praksis

Ytelsesbeskrivelsene (YT), som beskriver krav til rådgivere til Statsbygg, var tilpasset tradisjonell prosjektering, og byggeprogrammet (BP) måtte digitaliseres gjennom innføringen av samhandlingsprogrammet dRofus. I tillegg var BIM-manualen, ifølge de fleste informantene, ikke tilpasset prosjektet, siden dette var et rehabiliteringsprosjekt og ikke et nybygg. I en slik situasjon settes det store krav til at prosjektets medarbeidere klarer å snu seg rundt og tilpasse seg nye måter å jobbe på (nye arbeidsoppgaver). Utfordringen var altså ikke bare å implementere BIM, men å gjøre det på et gammelt bygg med en BIM-manual som ikke var laget for dette.

En del av Statsbygg hadde store forventninger til BIM, en annen del var mer avventende, og de fleste var positivt innstilt. Men den store organisasjonen klarte ikke å om-

stille seg på så kort tid. Dette manifesterte seg for eksempel i problemer med å bruke programmene dRofus og Solibri (som vi i neste seksjon skal redegjøre for).

Bak disse problemene er det grunn til å sette spørsmålstegn ved hvilket utgangspunkt som var gitt medarbeiderne på faglig ressursenter i Statsbygg. Hvilke rammebetingelser hadde Statsbyggs ledelse gitt disse fagressursene for å håndtere de nye arbeidsoppgavene sine? Hadde ledelsen i Statsbyggs faglige ressursenter en plan for hvordan medarbeiderne på F skulle lære seg de nye oppgavene som følger med prosjektering med BIM? Hadde ledelsen på F kartlagt hvilke endringer i oppgaver og prosjektgjennomføring som innføring av BIM ville medføre? Hva var kommunisert til medarbeiderne?

Mange måtte endre arbeidsrutinene sine, men tilpasning av arbeidsoppgavene til BIM ble ikke tidnok lagt til rette før forprosjektet startet:

”Arbeidsrutinene er fortsatt utformet som om BIM ikke var tatt i bruk. Dette skaper usikkerhet.”

”Vi vet ikke hvilke nivå i ytelsesbeskrivelsen som skal leveres i BIM”

”Rådgivere spør fagressurser hva de skal levere i BIM. Fagressursene vet ikke. Rådgivere vet lite eller ingenting om BIM, har ikke kompetanse eller erfaring. Forvirringen vår rundt BIM er komplett!”

I tillegg kan man spørre seg hvorfor ikke noen av de andre fagressursene i Statsbygg som allerede hadde erfaring med BIM (på andre prosjekter), ikke ble brukt mer aktivt for å legge til rette for best mulig erfaringsoverføring mellom prosjektene. Vilje til endring krever forankring, som igjen krever en klar gjennomføringsplan, hvordan ting skal gjøres i praksis, og hva man skal gjøre når ting ikke fungerer (som man ofte opplever i omstillingsprosesser).

Også i Skanska tok det tid før prosjektgruppen tok i bruk BIM. Men da de gjorde det, klarte de sammen med de interne ressursene i Skanska å gjennomføre prosjektet som et BIM-prosjekt. Prosjektgruppen sier de opplevde at hele prosjektorganisasjonen både ville og evnet å gjennomføre prosjekteringsprosessen med BIM. Selv om mange av de interne ressursene i Skanska ikke hadde erfaring med BIM, fikk PG omfattende teknisk tilrettelegging og støtte fra Skanska.

Samhandling med BIM

Prosjektering med BIM forutsetter at prosjektorganisasjonen klarer å håndtere den nye teknologien og løse problemer som dukker opp, at hver enkelt forstår hvordan teknolo-

gien skal brukes, og at arbeidsrollene for dette er temmelig klare. Forskning på bruk av IKT-verktøy i produksjon av tegninger på skipsverft har for eksempel vist at hvis verktøyene ikke brukes av alle de involverte, medfører dette en risiko for selve prosjekteringen. Ved ett skipsverft medførte uklare rapporteringsrutiner i IKT-systemet store mangler med hensyn til informasjonen som behøves for å bygge skipet. I stedet for å rapportere i byggdatabasen (lik prosjektplass/byggeweb i vårt tilfelle), baserte noen seg på rapportering via email eller uformelle avtaler ansikt til ansikt, mens noen brukte byggdatabasen, men på ulik måte:

”Every of us has our own way of reporting to the system, and some even avoid reporting to the system. This leads to important information often being left out of the system” (intervju med ingeniør ved et norsk skipsverft, Aslesen og Moen, 2009).

Blant informantene fra Skanska og Statsbygg har mange gitt uttrykk for at BIM i større grad ”avslører” hvem som gjør jobben sin og hvem som ikke gjør jobben sin. Dette skjer ved at BIM-modellen (ideelt sett) oppdateres kontinuerlig og kan lastes ned av enhver i prosjektet. Denne synliggjøringen kan medføre en viss utrygghet hvis ikke de involverte behersker BIM.

dRofus: Uklarhet, risiko og tillit

dRofus er en rom- og utstyrsdatabase som Statsbygg skal bruke for å støtte arbeidsprosessen i prosjekteringen. Her er det blant annet et romfunksjonsprogram, hvor man kan definere og registrere de tidligfasekrav man har til prosjektet som gjelder for alle eller en gruppe av rom, også før man har en definert romliste. Disse kravene er vanligvis spredt rundt i diverse tekstdokumenter og regneark. dRofus gir mulighet til å spesifisere disse kravene og lagre dem på ett sentralt sted for hele prosjektet. Data i dette programmet kan også eksporteres til IFC, som muliggjør automatisert sjekk mot den prosjekterte løsningen (www.drofus.no). Slik sett er dRofus et sentralt samhandlingsprogram som Statsbygg *må* bruke i henhold til gitte rutiner for at prosjekteringen med BIM i det hele tatt skal fungere. Statsbygg skal altså ideelt sett definere sine krav i dRofus. Her angis arbeidsoppgavene til PG, mens Statsbyggs fagressurser ideelt sett skal kjøre krasjkontroller basert på det som er lagt inn i dRofus opp mot BIM-modellene til PG. Dette skulle ikke bare være en måte å kjøre krasjkontroller på, men også en mulighet for at fagressursene kunne bruke mindre tid på krasjkontroller, og mer tid på å studere løsningsvalgene. Med andre ord, dRofus skulle sette Statsbyggs fagressurser i stand til å være mer kreative, og ikke bare være kontrollører av PGs modeller.

Langt ut i forprosjektet var det ennå ikke klart for mange *hvem* som skulle fylle inn informasjon i dRofus. Denne ”punchingen” ble ansett som en svært tidskrevende jobb. Fagressursene ga uttrykk for at de hadde for liten tid til å gjøre denne jobben, og de var

samtidig usikre på hvorvidt rådgiverne hadde tid til å gjøre det. Det var også usikkerhet rundt hvilke *krav* Statsbygg skulle ha til ulik informasjon som skulle inn i dRofus, og hvilket detaljeringsnivå denne informasjonen skulle ha. Dette gjaldt helt konkret hvilken informasjon som skulle fylles inn og hvem som skulle gjøre det. Var det PG eller fagressursenes ansvar?

Det ble, ganske sent i forprosjektet, holdt et møte mellom Statsbyggs fagressurser og rådgiverne hvor man ble enige om at Statsbygg skulle tydeliggjøre sine krav til hva som skal føres inn i dRofus, og det skulle avklares hvem som skulle gjøre jobben med å taste inn denne informasjonen. Konklusjonen ble at PG skulle ha ansvaret med å fylle inn informasjon i dRofus. Fordelen med dette var at PG i større grad enn Statsbyggs F-ressurser hadde innsikt i de gjeldende kravene til bygget (rom, funksjon etc.), fordi de var mer oppdatert på statusen med hensyn til prosjekteringen. Ulempen med at PG skulle få ansvar for dRofus var at Statsbygg kunne risikere å miste mye av kontrollen over sine egne krav (dvs. krav til løsninger), og av at disse kravene var i henhold til byggeprogrammet *hvis* dRofus ikke ble brukt av fagressursene. En forutsetning for at denne løsningen skulle lykkes, var at det var stor tillit mellom PG og Statsbygg. Eventuelle feil i dRofus ville slå tilbake på Statsbygg som byggherre.

Bruk av Solibri

Etter hver fase var det planlagt at det skulle gjøres en fasegjennomgang av leveransene fra PG – det vil si en gjennomgang av modellene (hvert bygg) og av at informasjonen i modellene stemte. Denne kontrollen skulle først gjøres av PG, og deretter av Statsbyggs fagressurser. Kontrollene skulle gjøres i Solibri Modell Checker, som kan rette opp åpenbare kollisjoner automatisk, mens andre må sjekkes og rettes opp manuelt. Etter hvert som prosjektet skred frem, ble det oppdaget at disse arbeidsoppgavene måtte utføres av BIM-ressursen i Statsbygg (kollisjonstester av IFC-filer i programmet Solibri Model Checker).

Internt i Statsbyggs byggherreorganisasjon ble oppgavene i Solibri utført av spesialister på BIM, og ikke av spesialister på de aktuelle fagene. Denne arbeidsfordelingen ble ikke sett på som optimal. BIM-ressursen var i utgangspunktet ment til å drifte og utvikle den tekniske infrastrukturen og bidra til kompetanseutvikling om BIM i byggherreorganisasjonen. Begrensningene for BIM-ressursen i dette arbeidet var spørsmål rundt de faglige detaljene om kollisjonene, mens begrensningene for fagressursene og PG var manglende kunnskap og erfaring om selve programmet. Arbeidsfordelingen ble derfor en midlertidig løsning, der fagressursene skulle spille en sentral rolle etter hvert som kunnskapen om BIM økte. Siktemålet var at fagressursene skulle bruke Solibri. I praksis fikk BIM-ressursen i Statsbygg de samme arbeidsoppgavene som BIM-koordinatoren og de interne fagressursene i Skanska.

Skanska utførte krasjkontroller av rådgivernes og arkitektens modeller ved PGL og BIM-koordinator. Dette ble gjort fortløpende. BIM fungerte dermed for Skanska i større grad som et prosessverktøy og kontrollverktøy under hele forprosjektet.

Samhandling på prosjekthotell (Prosjektplassen og Byggeweb)

Både Statsbygg og Skanska har et prosjekthotell/en database der all informasjon om et prosjekt ligger og oppdateres underveis i prosjekteringen. Fordelen med slike databaser er at man får en samhandlingskanal for å legge ut og laste ned informasjon. Disse databasene driftes og utvikles av konsulentselskaper.

Prosjektplassen, som Skanska benytter, brukes til å holde oversikt over prosjekteringen og er en møteplass der de prosjekterende kan kommunisere med hverandre. Her ligger administrativ informasjon om prosjektet med møtereferater og informasjon om selve prosjekteringsarbeidet. Dette kan være de prosjekterendes modellutkast og ferdige modeller, tegninger etc. Skanska har i en del andre prosjekter hatt problemer med å få til god samhandling på prosjektplassen, blant annet fordi ARK og rådgivere vegrer seg for å bruke den. Rådgivere har ofte foretrukket andre kanaler for informasjonsutveksling (Kristensen 2009). Det samme problemet fant man derimot ikke i dette prosjektet: I Skanskas prosjekt la ARK først ut sin modell på prosjektplassen, deretter brukte de andre fagene (RIB, RIV, RIE) denne modellen som prosjekteringsunderlag for sine modeller. Hvert fag gjorde dessuten kollisjonskontroller både internt og mellom sin modell og de andres modeller. Når disse kontrollene var utført, ble modellene deretter kollisjonskontrollert av BIM-koordinatoren. Eventuelle feil og kollisjoner ble rapportert tilbake til fagene og til PGL. Denne samhandlingsprosessen fungerte godt under forprosjektet, fordi alle fagene la inn informasjon og holdt seg oppdatert på de andres modeller. Den største utfordringen rent teknisk var å slå alle byggene sammen til en stor fil, som opprinnelig var planlagt. I stedet ble hvert bygg (i form av en komplett IFC-fil) kjørt og kontrollert hver for seg. Statsbygg hadde et liknende prosjekthotell, kalt byggeweb.⁷ På samme måte som Skanskas prosjektplass finnes det her informasjon vedrørende alt i prosjekteringen.

Bruk av objekter til BIM-modellen

Skanskas prosjektgjennomføringsmodell med BIM legger opp til at alle rådgiverne behersker modellering i BIM og at Skanska har et BIM-bibliotek ferdig utviklet for det aktuelle prosjektet. Selv om Skanskas strategi på sikt er å utvikle et BIM-bibliotek hvor alle objektene finnes og der rådgiverne kommer til ”dekket bord”, ble det etter hvert

⁷ Byggeweb brukes til dokumentutveksling og distribusjonsverktøy under prosjekteringen og under selve byggingen.

klart at objektene i biblioteket måtte repareres/modifiseres eller at det ble utviklet helt nye objekter av rådgiverne.

”I praksis bruker vi ikke deres bibliotek, mange av løsningene som ligger der må vi reparere, fordi de ikke er tilpasset dette prosjektet. Hvorfor skal Skanska utvikle et eget bibliotek når det finnes bedre løsninger? I Revit kan man jo tilpasse selv.”

BIM-biblioteket ble av mange rådgivere oppfattet som mindre tilpasset det spesifikke prosjektet enn det som var ønskelig. For mange av rådgiverne kom dette som en overraskelse, men det ble samtidig møtt med stor forståelse at det ville ta tid å bygge opp et helt ferdig BIM-bibliotek. BIM-biblioteket medførte altså ikke så store besparelser i pilotprosjektet sammenliknet med hva man kan forvente på sikt.

Avhengighet av underleverandører

Ideelt sett skulle utvekslingen av IFC-filer gå smertefritt og sømløst uavhengig av programvare. Ved starten av forprosjektet til Skanska hadde en leverandør lovet mer enn de klarte å holde med hensyn til visualisering. For Statsbyggs prosjektgruppe tok det lang tid å bli kjent med hvilke programmer og leverandører de skulle bruke. BIM-teknologien ble oppfattet som umoden, og dessuten i stadig utvikling. Som én sa: ”Nå er vi også prisgitt systemleverandørene”.

Visualisering

Visualisering i 3D med BIM er forventet å gi positive effekter, fordi brukere og beslutningstakere kan få en større forståelse av bygget enn hva tilfellet ville være med 2D-tegninger. 3D-visualisering skal også kunne danne grunnlag for mer effektiv kommunikasjon mellom fagene. Dette kan gjøres i prosjekteringsgruppemøter eller som presentasjon overfor oppdragsgivere, brukere, beslutningstakere, entreprenører etc. Både informantene i Skanska og i Statsbygg hadde store forventninger til dette aspektet ved BIM. I Skanska ble det for eksempel visualisert i 3D på BIM-møtene.

Visualisering i 3D under møter er ikke et mål i seg selv. Hvis man visualiserer, vil dette være som følge av et behov for en felles forståelse av løsningsvalg, og man kan lettere se eventuelle problemer med hensyn til kollisjoner eller andre feil. Både Skanska og Statsbygg hadde møter der modellene ble visualisert. For eksempel var vi til stede på et møte der feil og kollisjoner ble identifisert som følge av 3D-visualisering.

BIM-møter

Skanska hadde egne BIM-møter i etterkant av oppstartsmøtet med BIM. Før BIM-møtene fikk Skanskas BIM-koordinator (på forhånd) tilsendt rådgivernes og ARKs mo-

deller i IFC-format. BIM-koordinatoren validerte disse IFC-filene i Solibri. På selve møtet satt BIM-koordinatoren som tilrettelegger med pc og projektor og viste frem modellene, og kollisjoner (for eksempel rør mot vegg) og andre feil ble diskutert underveis i denne visningen. De prosjekterende kom også med sine innspill. PGL (prosjekteringsgruppeleder) spilte en sentral rolle under disse møtene som pådriver, og kom med kritiske kommentarer til løsninger. Eventuelle feilmeldinger (som kollisjoner) ble rapportert til ARK og rådgivere både under og etter møtet. Disse feilene ble deretter rettet opp. I disse BIM-møtene hadde Skanska (PGL og BIM-koordinator) et viktig formelt møtested for oppfølging av ARK og rådgivere med hensyn til kontroll og levering av modeller underveis i prosjekteringen. For ARK og rådgivere var disse møtene mindre viktige, dels fordi mange av kollisjonene som ble påpekt for dem var gammelt nytt, at disse møtene kom i en periode med høyt stressnivå, der man ønsket å jobbe med løsningene i modellene heller enn å gjøre kollisjonskontroller. Det tok dessuten lang tid for ARK og rådgivere å forberede IFC-filer rent teknisk til disse møtene. Prosjektmøtene derimot var viktigere:

”Vi har fått mye ut av prosjektmøtene, men BIM-møtene ser vi på som en kuriositet. Vi har ikke prioritert disse, og vi har heller ikke levert modeller til disse møtene. Det tar for lang tid å eksportere IFC-filer, og sette sammen disse til en stor modell. Vi kan heller gjøre denne kontrollen i Revit. Vårt fokus er å levere tegninger til rett tid, ikke til BIM møtene.” (Fra Skanskas prosjektorganisasjon)

Statsbyggs prosjektorganisasjon hadde ikke egne BIM-møter hvor prosjekteringsledelse (PRL) på forhånd mottok modeller og gjennomførte krasjkontroller med påfølgende rapportering. I Statsbygg var det ARK/PGK og Statsbyggs BIM-ressurser som utførte disse kontrollene. At Statsbygg sitt forprosjekt ikke hadde et fast møtested for praktisk bruk av BIM både før og under prosjekteringen, gjenspeiles også i selve modelleringsarbeidet, der man måtte ”løse problemer etter hvert som de dukket opp”, i stedet for å være i forkant av problemene. Man kan på den ene siden argumentere for at Statsbyggs strategi om ”learning by doing” i dette prosjektet la opp til denne arbeidstilnærmingen. På den andre siden bør det spørres om Statsbygg i større grad burde tilstrebet å identifisere mulige problemer i forkant av prosjekteringen.

Prosjektmøter

Under prosjektmøtene i Statsbyggs prosjekt ble det gjennomgått generelle ting, som fremdrift, økonomi, kommunikasjon opp mot offentlige myndigheter (f.eks. Riksantikvaren og departementet). Møtene varte i 2–3 timer. Prosjektmøtene ble ledet av prosjekteringsleder (PRL). Fra Statsbygg stilte prosjektleder (PL og ass. PL) og mange av de interne fagressursene for hvert enkelt fag: PE, FV, FA, FB, FE, FØ, FK, FBIM. Fra de eksterne deltok prosjekteringsgruppen (ARK/PGK, RIB, RIV, RIE) og representanter

for brukerne. ARK/PGK spilte en sentral rolle under prosjektmøtene ved å gå igjennom løsningsforslag som ble vist via projektor. Løsningene ble diskutert i forsamlingen, og ARK gjorde notater om eventuelle endringer og nye løsningsforslag. Innspillene kom som oftest fra rådgiverne, men i noen tilfeller også fra bruker. Visningene ble oftest visualisert i 2D, men mot slutten av forprosjektet ble det også tatt i bruk 3D.

Det var ikke noe mål i seg selv å visualisere bygget på disse møtene, visualisering kunne skje hvis det var behov for arkitektoniske avklaringer. På prosjektmøtene ble det også informert om endringer og bestemmelser som var relevante for hvert enkelt fag, og om saker vedrørende BIM. Prosjektleders rolle under møtene var å ha den overordnede oversikten over prosjektet, spesielt med hensyn til økonomi og fremdrift, mens prosjekteringsleders rolle var å følge opp koordineringen av dette i praksis.

Skanska hadde ikke møter med benevnelsen prosjektmøter, men hadde et prosjekteringskoordineringsmøte med mange av de samme elementene som Statsbyggs prosjektmøte. Under prosjekteringskoordineringsmøtene deltok prosjekteringsgruppeleder (som også var byggherrens entreprenørrepresentant), BIM-koordinator, prosjektleder, representanter fra alle fagene (rådgivere og arkitekt). Her ble det gjennomgått referat fra forrige møte, HMS, fremdrift, BIM-relaterte spørsmål og prosjektering (avklaringer om viktige løsningsvalg og økonomi). Møtene varte i 2–3 timer. Prosjekteringsgruppeleder (PGK), som også var entreprenørrepresentant, spilte en sentral rolle med å koordinere fagene og påse at fremdriften gikk som forventet. Lange diskusjoner om fagdetaljer ble i stort grad unngått.

Prosjekteringsmøter

Rådgiverne som Statsbygg benyttet, hadde på sin side prosjekteringsmøter. Meningen med disse møtene var å koordinere prosjekteringsarbeidet med hensyn til modeller, tegninger etc. På disse møtene ble det ofte kommunisert ved hjelp av tegninger, og ikke gjennom 3D-visualisering. På et møte som Fafo deltok på, prøvde de å få opp BIM-modellen, men dette tok for lang tid på grunn av datamaskinens kapasitet. På møtet ble det derfor brukt tegninger (2D) i stedet.

Interne fagkoordinatormøter

Statsbygg hadde i tillegg interne fagkoordinatormøter regelmessig for fagressursene. Under de interne fagkoordinatormøtene ble det gjennomgått referater fra prosjektmøtene og oppdateringer og utfordringer i forbindelse med fremdriften. Etter hvert som prosjekteringen skred frem, viste BIM-ressursen under møtene modeller som rådgiverne hadde laget. Dette genererte nyttige diskusjoner om blant annet løsningsvalg på samme måte som i Skanskas BIM-møter, men uten ARK, RIB, RIV, RIE og andre eksterne til stede.

Gode læringsforhold som forutsetning for innføring av BIM

Vi har allerede beskrevet at det, med unntak av noen få enkeltpersoner, var liten kunnskap om BIM hos aktørene i begge prosjektene. Vi har også vist at BIM er et verktøy som fordrer ny kompetanse hos aktørene, og at bruken av BIM vil endre både innholdet i enkeltstående arbeidsoppgaver, samarbeidsrelasjoner og gjennomføringen av hele prosjekteringsprosessen. Kompetanseutvikling burde derfor ha vært et viktig tema for ledelsen.

Nytt kunnskapsbehov med BIM

Det kommer særlig klart frem i Statsbygg at BIM medførte nytt kunnskapsbehov for sentrale aktører i prosjektorganisasjonen. Kunnskapen om BIM var i begynnelsen av forprosjektet svært begrenset hos både prosjektledelse og fagressurser. Ingen hadde erfaring med BIM, så ingen hadde kunnskap som var utviklet til anvendelig handlingskompetanse. Tilsvarende gjaldt de eksterne konsulentene i Statsbyggs prosjektorganisasjon. Verken fagene (ARK, RIB, RIE, RIV) eller prosjekteringsledelsen (PRL) hadde tidligere prosjektert med BIM. Noen hadde lang erfaring med 3D, mens for andre var også dette ganske nytt. Det var heller ingen av aktørene fra den interne fagressursavdelingen (F) som kunne håndtere BIM. Deres oppgave skulle være å kontrollere prosjekteringsgruppens leveranser i nettopp BIM. Innføring av BIM (som er *mer* enn bare 3D) medførte derfor et nytt kunnskapsbehov for absolutt alle i prosjektorganisasjonen.

Utrygge læringsforhold kan svekke viljen til å omstille til BIM

Fagressursene i Statsbygg fikk lov å bruke gamlemåten

Uklarhetene rundt bruk av dRofus ble med ett pressende da dRofus skulle tas i bruk. Langt ut i forprosjektet jobbet mange av de interne fagressursene i Statsbygg fortsatt på samme måte som de hadde gjort i tradisjonelle prosjekter. Fagressursene analyserte og kontrollerte 2D-tegningene som PG leverte, men jobbet ikke med 3D-modellene. Statsbyggs prosjektorganisasjon baserte seg på at interne fagavdelinger (for eksempel arkitektur, kulturminnevern, elektro, VVS, bygg, miljø, bygningsøkonomi etc.) enkeltvis skulle kontrollere at leveransene til rådgiverne var riktige (uten kollisjoner og andre feil).

Statsbyggs interne fagressurser hadde ikke tid til å lære BIM. Dermed kunne de heller ikke løse arbeidsoppgavene på "BIM-måten". Dette er en naturlig følge av at det ikke på forhånd var satt mål for krav til BIM-kunnskap og nødvendig tid til å etablere kunnskapen.

Usikkerheten med å innføre BIM i prosjektorganisasjonen til Statsbygg ble forsøkt løst ved at man prosjekterte på gamlemåten og med BIM parallelt. Prosjektet kunne ikke risikere at Statsbyggs kontroll av PGs leveranser ble av lavere kvalitet med innføring av

BIM. Prosjekteringsgruppen til Statsbygg leverte dermed både 2D-tegninger og BIM-modeller til forprosjektet.

Kompetanse og erfaring med BIM er rimeligvis en forutsetning for god bruk av BIM. Siden man ikke kan ha slik kompetanse første gang man prøver noe, bør en heller ikke ha for høye forventninger til at alt skal gå på skinner første gang. Det har imidlertid fra flere av informantene vært stilt spørsmål ved om selve endringsviljen og endringskompetansen hos Statsbygg var tilstrekkelig. Først og fremst ble det savnet engasjement i prosjektorganisasjonen omkring BIM. Dermed var det heller ikke så sterke incentiver for at enkeltpersoner selv skulle skape seg læringsrom i fravær av at ledelsen ikke gjorde det. Mange mente også at et mangelfullt BIM-engasjement i prosjektorganisasjonen førte til at sentrale IKT-systemer ikke ble brukt i tilstrekkelig grad.

Skanska godtok bare BIM

I Skanskas prosjektorganisasjon ble det derimot kun akseptert levering av BIM-modeller. Man kan anta at dette tvang alle til å jobbe med BIM. Men det er også grunn til å anta at Skanskas prosjekt var mindre sårbart når det gjaldt å bruke BIM. De som utførte tekniske kollisjonstester og ga BIM-støtte til rådgiverne, hadde spesialistkompetanse. Dessuten hadde flere av de prosjekterende rådgiverne erfaring med BIM fra tidligere prosjekter. Selv om PL og andre interne fagressurser i Skanska ikke hadde BIM-erfaring, ble likevel overgangen til BIM mindre krevende for Skanska enn for Statsbygg. PGL/entreprenørrepresentanten fikk BIM-støtte fra BIM-koordinator og andre spesialister (7–8 stk) i Skanska. Med hensyn til kompetansebygging omkring BIM har Skanska også som et mer langsiktig mål at PGL skal få høyere kompetanse på BIM, som for eksempel å navigere i Solibri Model Wiewer og kjøre krasjkontroller i Solibri Model Checker.

Nye kompetansebehov medførte omfordeling av arbeidsoppgaver

BIM-kunnskapen mellom de prosjekterende varierte. Dette medførte at noen arbeidsoppgaver ble flyttet mellom rådgiverne. I enkelte tilfeller ble arbeidsoppgavene til de som ikke hadde tilstrekkelig BIM-kompetanse fjernet, og heller utført av noen av de andre rådgiverne. Dette ble oppfattet som tungvint, men den beste løsningen forholdene tatt i betraktning. I Skanskas prosjektgruppe ble det relativt tidlig klart at en av aktørene ikke kunne prosjektere i 3D. Her ble det derfor levert tegninger som vanlig i 2D, mens en av de andre aktørene i PG utarbeidet en BIM-modell på basis av denne informasjonen.

BIM-kunnskap før og etter prosjekteringen

En vellykket innføring av nye IKT-systemer betinger at de berørte aktørene har tilstrekkelig kunnskap om selve programmene som skal brukes. Analytisk kan man se på slik

læring i to perspektiver: Én måte er å lære i form av ”learning by doing” underveis i prosjekteringen, en annen måte er ”learning before doing”. Som oftest skjer læring i praksis som en kombinasjon av disse to tilnærmingene. I en ren ”learning by doing” har store deler prosjektorganisasjonen liten/ingen teknisk kompetanse på BIM i forkant av prosjekteringen, mens i ”learning before doing” har man allerede opparbeidet seg kompetanse om BIM på forhånd, enten det har skjedd gjennom opplæring eller tidligere BIM-prosjektering.

Både Skanskas og Statsbyggs prosjekt hadde en kombinasjon av ”learning before doing” og ”learning by doing”. I Skanskas prosjektorganisasjon kan man si at mange hadde lært seg BIM allerede forut for prosjekteringen. I Statsbyggs prosjekt hadde de en større grad av ”learning by doing”, da kun en liten del av prosjektorganisasjonen hadde kunnskap om prosjektering med BIM i forkant. Aktørene kan systematisk opparbeide seg den nødvendige kompetansen *underveis* i prosjekteringen, noe som har vært tilfelle både i Skanskas prosjekt og i Statsbyggs prosjekt. Etter at forprosjektet er ferdig levert i BIM, er det fortsatt en del av prosjektdeltakerne som ikke behersker BIM.

Ut fra den svake endringsviljen man kunne spore i deler av Statsbygg når det gjaldt overgangen fra å analysere tegninger til å jobbe med 3D-modeller i Solibri og informasjon i dRofus, er det likevel vanskelig å se at toppledelsen har forberedt organisasjonen tilstrekkelig på følgene av å innføre BIM.

I Statsbygg ble det ofte sagt at ”veien blir til mens vi går” og at ”vi har valgt å kaste oss ut i det i stedet for å drive planlegging og opplæring i det uendelige”. Kompetanseutviklingen har vært individualisert. Sitatet under får frem nok en gang at Statsbygg har manglet en omforent strategi for kompetanseutvikling:

”Du kan vel ikke kalle det opplæring. Jeg har hørt noen foredrag om BIM. Det er opp til den enkelte medarbeider å velge hvilke kurs han vil gå på.”

Vi har vist at utpreget ”learning by doing” er suboptimal. Når Statsbygg-prosjektet likevel har klart å levere i BIM, skyldes det ikke god implementering og gode opplæringsplaner, men at enkeltpersoner har behersket BIM og påtatt seg oppgaver som andre skulle ha gjort.

Forankring i hele organisasjonen

Vedtaket om å innføre BIM skapte betydelige utfordringer for prosjektorganisasjonene. For de fleste i prosjektorganisasjonen var det stor uklarhet under forprosjektet både om *hva* BIM egentlig er og om *hvordan* BIM som verktøy skulle implementeres. Dette var et større problem for Statsbygg enn for Skanska. Innføringen av BIM har hatt mange av de samme aspektene man finner i nesten alle omstillingsprosesser der det innføres nytt og ukjent verktøy. Problemene i Statsbyggs prosjektorganisasjon bør følges opp, slik at man unngår at de gjentar seg i nye forprosjekter som skal benytte BIM.

I Skanskas prosjektorganisasjon ble det påpekt av både Skanska-ansatte og de prosjekterende at den viktigste faktoren bak god implementering og bruk av BIM i et prosjekt er avhengig av at hele prosjektorganisasjonen har akseptert og vært enige om at BIM skal brukes, og hvordan det skal brukes fra begynnelsen av prosjektet. Hvis BIM ikke er forankret i hele prosjektorganisasjonen fra starten av, får prosjekteringen problemer, både med hensyn til det rent tekniske og den sosiale samhandlingen. Dette problemet hadde Skanska opplevd og lært av fra andre BIM-prosjekter, som omtalt foran i rapporten.

I dette Skanska-prosjektet ble det skapt gode forutsetninger for å lykkes fordi (så godt som) alle deltakerne var innstilt på at det skulle bli et BIM-prosjekt fra begynnelsen av. BIM ble etter hvert godt forankret. Denne sterke forankringen kan ses i lys av at:

1. Prosjektorganisasjonen kartla potensielle teknologiske problemer, arbeidsroller og ansvarsfordeling mht modellering og informasjonsflyt (for eksempel utveksling av IFC-filer) tidlig, gjennom å involvere rådgivere i diskusjon og praktiske øvelser (f.eks. oppstartsmøte/workshop). Dermed fikk man en tidlig avklaring av hvordan BIM skulle brukes rent praktisk og hvordan ”reglene” for prosjekteringen skulle være.
2. Rådgiverne jobbet på samme sted, de kjente hverandre, og kommuniserte daglig, ikke bare elektronisk via prosjektplassen, men også ansikt til ansikt. Den ”sømløse informasjonsflyten” oppsto ikke først og fremst som følge av BIM, men på grunn av de tette relasjoner i prosjektorganisasjonen. Dette er relasjoner man ikke automatisk kan generere ved å innføre BIM.
3. Prosjektorganisasjonen til Skanska hadde relativt sett mye erfaring med BIM før prosjektet startet.

Digital samhandling kan ikke erstatte sosial samhandling

3D-visualiseringer av en felles modell kan gi både bedre og felles forståelse av et bygg sammenliknet med visualisering med separate 2D-tegninger fag for fag. I tillegg kan man i prinsippet kjøre kollisjonskontroller automatisk. Likevel kan denne digitale samhandlingen (for eksempel utveksling av IFC-filer via prosjektplassen/byggeweb) ikke erstatte den sosiale samhandlingen. Tvert imot, den sosiale samhandlingen er en forutsetning for at den digitale samhandlingen skal fungere. Den sosiale dimensjonen ved BIM-oppstartsmøtet og diskusjonene under prosjektmøtene var fundamentale for gjennomføringen av prosjekteringen. Den typen kommunikasjon som formidles og tas opp i slike fora er dypere og mer kompleks enn det man får ut av å utveksle filer. I tillegg fører dette med seg en høyere grad av tillit – noe som er en forutsetning for gode relasjoner og god prosjektering. Det sosiale aspektet ved prosjekteringen, som møter, lunsjer og så videre, er også viktig for det *creative* rundt prosjekteringen, der løsninger diskuteres ansikt til ansikt mellom de prosjekterende.

Bedre kontroll og økt sårbarhet

Det er lett å få et bilde av BIM som løsningen på alle prosjekteringsfeil, men som med alle verktøy, kan det skape større problemer enn fordeler dersom det ikke håndteres riktig. BIM er ingen garanti for suksess.

”Det er fortsatt mulig å tegne feil. Tilliten til BIM er stor, men verktøyet gjør ikke noe selv. Prosjektet er fortsatt avhengig av at det ligger vurderinger bak de valgene som tas, og at valgene implementeres helt riktig. Tidligere lå det manuelle kalkyler bak hvert valg. Når kalkylene etter hvert ligger inne i elementene, kan BIM komme til å tilsløre viktigheten av å tenke selv. BIM kan kanskje til og med virke fremmedgjørende og lede til overforenklinger i prosjekteringen.”

”Det skumle med BIM er at man faktisk kan miste oversikten over prosjektet. Det vil skje dersom vi stoler for mye på teknologien.”

Man får ikke automatisk bedre samspill og mindre feil når BIM innføres som en del av prosjekteringen. Et godt fungerende samspill og informasjonsflyt betinges av prosesser man finner i prosjektering både med og uten BIM. BIM forutsetter bedre kommunikasjon og økt presisjon hos deltakerne og av de ulike programmene. Som noen av informantene sa:

”Med innføring av BIM kan man ikke jobbe hver for seg lenger, man blir mer avhengig av de andre.”

”Med BIM må vi jobbe tettere, og det er lettere for de andre å innse sitt ansvar.”

Det er økte krav til programkompatibilitet og til at leverandørene holder det de lover. Hvis kun en del av det tekniske systemet ikke fungerer, vil det slå negativt ut på hele prosjekteringsprosessen, og hvis bare noen få ikke bruker IKT-programmene eller bruker disse feil, vil også dette komplisere prosessen negativt. BIM gjør med andre ord prosjektet mer *sårbart*, i og med at det er flere variabler som spiller inn. Men *hvis* prosjektorganiseringen klarer å skape samspill (både teknologisk og menneskelig), vil man redusere usikkerheten i disse variablene.

På den annen side bør den økte gjensidige avhengigheten mellom aktørene også trigge både samarbeidsinteresse og prosessansvarlighet, slik det også ble uttalt fra en av de eksterne rådgiverne:

”Alle filer og dokumenter ligger på et webhotell. Hvert fag har sine egne versjoner = ”lag” som legges inn i hovedversjonen ca 1 gang i uka av ARK. Mellom hver kobling jobber man på sine egne lag/filer. De ulike lagene settes sammen på byggkoordineringsmøtene. Da vil det også vise seg om de passer sammen. Slik får hvert fag re-

gelsmessig sjekket sine aktiviteter opp mot de andre. Slik blir det også synlig hva man alle har gjort og ikke gjort.”

Gjøre avtaler om ”sunne aktiviteter” med BIM?

Sammen med BIM utgjør lean construction et tospann som bidrar til å fornye byggebransjen. De har opphav i to tilsynelatende motstridende tilnærminger til effektiviserende byggevirksomhet. BIM kan lett oppfattes som en ovenfra og ned-tilnærming, mens lean construction tydeligere fremstår med en nedenfra og opp-tilnærming.

Tradisjonell prosjektledelse innen byggenæringen har bygget på ideen om sentralisert planlegging hvor én eller bare noen få personer er involvert i prosjekteringen (Ballard 2000). I dette perspektivet er det prosjektlederens ansvar å planlegge samt forutse hva som skal skje med byggeprosjektet. Planleggeren har her en ”push” (kommanderende) funksjon og en masterplan for gjennomføringen. I lean construction erstattes dette perspektivet med et ”pull” perspektiv, hvor man fortsatt har en slags masterplan/prosessplan, men der flere er involvert i planleggingen, og de som utfører arbeidet, starter ikke med sine oppgaver før alt er klart (og avklart med for eksempel andre fag, underleverandører, andre avdelinger etc.).

I lean construction er det et viktig utgangspunkt å sikre såkalte sunne aktiviteter (Ballard 2000). Med sunne aktiviteter menes arbeidsoppgaver hvor alle forutsetninger for å kunne gjennomføre dem er på plass og i orden. Kun sunne aktiviteter bør iverksettes. Det vil si at de tas med i arbeidsplanen for neste uke. Det lyder ganske selvfølgelig, men en del av ineffektiviteten i produksjonen skyldes at man setter i gang aktiviteter som ikke er sunne og som derfor ikke kan gjennomføres etter planen. En plan for et forprosjekt som ikke tar tilstrekkelig hensyn til de faktiske forholdene i prosjektorganisasjonen, blir ikke realistisk. Last Planner (Ballard 2000), eller ”siste planlegger”, poengterer nettopp at det er de som er nærmest produksjonen som systematisk skal koordinere med hverandre og informere både den kortsiktige planleggingen og den langsiktige planleggingen. Dette gjøres forløpende, underveis i selve produksjonsprosessen.

Slik kan det utførende leddet (PG) trekkes tettere inn i planleggingen med mål om å sikre økt pålitelighet i planleggingen. På byggeplassen opereres det normalt sett med sju forutsetninger i den kortsiktige planen (ukeplanen), disse forutsetningene *må* være til stede for at en aktivitet skal være sunn:

1. Foregående arbeider må være fullført
2. Materialer (må være til stede)
3. Verktøy (må være til stede)
4. Personell (nok mannskap med tilstrekkelig kompetanse)
5. Informasjon (f.eks. tegninger)
6. Areal (tilgjengelighet, nok plass)
7. Evt. (andre ting som de finner helt nødvendig for noen aktiviteter, som f.eks. været)

Denne listen kan nok ikke overføres direkte til prosjekteringsdelen i bygg og anlegg. Planleggingshorisonten er lengre, og hva som skal defineres som forutsetninger for sunne oppgaver, blir forskjellig. Man kan likevel forestille seg en tilsvarende liste av betingelser som må være til stede for at en ARK eller RIB skal kunne utføre en sunn aktivitet:

1. Forutgående arbeid (fagene kan være avhengige av en viss rekkefølge/unngå venting og krasj)
2. Dokumentasjon (f.eks. underlag)
3. Informasjon (ytelsesbeskrivelser etc.)
4. Materiell (hardware, software)
5. Mannskap (kompetanse både faglig og på BIM)
6. Ytre faktorer (f.eks. politiske beslutninger, Riksantikvaren, underleverandører)

Nytte av BIM

Da følgeforskningene ble avsluttet, hadde Skanska levert forprosjektet, men Statsbygg var noen uker fra levering. Ville prosjektene få nytte av BIM videre?

I Skansas prosjekt påpekte en informant at hvorvidt BIM vil brukes i byggefasen, avhenger i stor grad av *kunnskapen* om BIM og *viljen* til å bruke BIM. BIM på byggeplassen fordrer en endringsvilje lik den man er avhengig av under prosjekteringen. Overgangen blir like stor, om ikke større. Fagfolk på byggeplassen er ikke vant til å bruke pcer med 3D-modeller, og det vil alltid være noen ”småkonger” som helst vil gjøre ting på den måten de alltid har gjort det. Dette handler om at innføring av nye produksjonsmåter og produksjonsverktøy kan skape usikkerhet og frykt for å miste sin faglige posisjon.

Man kan derfor se for seg at ikke alle fagfolkene kommer til å lære seg å navigere i BIM (wiever) i begynnelsen. I stedet kan man for eksempel legge opp til at noen nøkkelpersoner behersker BIM, og at de viser de andre fagfolkene på byggeplassen bygget som en BIM (før og under selve byggingen) som en del av den eksisterende møtevirksomheten.

Mange av informantene vi intervjuet i Statsbyggs prosjekt var usikre på hvorvidt man ville få nytte av BIM i FDVU-fasen (forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling). De så de potensielle gevinstene BIM kan gi i denne fasen. Men de var usikre på om brukeren av bygget ville ha nok *kunnskap* om BIM til å bruke modellen. Et annet forhold var at bruker var avhengig av datamaskiner med kapasitet for BIM. Ingen av disse forholdene må undervurderes. Mens det siste kan løses relativt enkelt ved innkjøp, er opplæring om hvordan man kan bruke BIM en langt tyngre prosess – ikke minst på grunn av teknologiens kompleksitet. Helt mot slutten av forprosjektet hadde bruker derfor ikke vedtatt hvorvidt de skulle bruke BIM i FDVU-fasen, men viljen til BIM var positiv. Man så for seg at driftsavdelingen på bygget kunne få stor nytte av en 3D-modell som viste hele bygget.

BIM eller forsvinn?

Både Statsbygg og Skanska har tatt i bruk BIM fordi de tror BIM er et effektiviserende hjelpemiddel som kanskje vil bli en fremtidig norm for hele bransjen. Nå som alle prosjekter i Statsbygg og Skanska skal gjøres i BIM, vil det få store følger for ansatte som må lære seg nye måter å løse arbeidsoppgavene sine på. På bedriftsnivå blir det følgelig slik at de som ikke lærer seg BIM, vil få store problemer med å tilpasse seg den nye jobbsituasjonen. På bransjenivå kan innføringen av BIM også få store konsekvenser ved at noen bedrifter ikke klarer å tilpasse seg den nye etterspørselen av BIM-leveranser.

Forskning på innovasjonsprosesser og industriutvikling har vist at bedrifter eller sektorer som ikke har vilje eller evne til å ta i bruk nye produksjonsprosesser eller å lage nye produkter, forsvinner, mens de som klarer å forholde seg proaktivt til bransjeendringer, overlever. Det er mange eksempler der bedrifter og sektorer har forfulgt sine innarbeidede produksjonsmåter og som ikke overlever når det innføres nye produksjonsprosesser, produkter eller tjenester (Tushman og Anderson 1986). Slik ”creative destruction” er også en del av kapitalismens natur (Schumpeter 1943).

Hvis en skal bruke bygg og anlegg som eksempel, er det nærliggende å sammenlikne dagens situasjon med overgangen fra å tegne i 2D til å modellere i BIM (med for eksempel Revit) med overgangen fra å gå fra tegnebrettet til AutoCad på 1980–90 tallet. AutoCad satte på samme måte som BIM nye regler for hvordan man skulle produsere, derfor snakker man nå om et ”paradigmeskifte” i bygg- og anleggsbransjen. Det kan imidlertid argumenteres for at AutoCad var en mer radikal innovasjon enn dagens BIM. Mens AutoCad industrialiserte næringen med en helt ny digitalisering av produksjonsmåten, er innføring av BIM en ytterligere digitalisering av denne utviklingen. Dette paradigmeskiftet startet med andre ord allerede på 1980-tallet, og var en del av de teknologiske endringene man har sett i andre bransjer. Perez (1984) har kalt denne utviklingen for en endring i det teknoøkonomiske paradigmet, hvor såkalt ”carrier branches” leder an innenfor hvert enkelt paradigme. I henhold til denne teorien er vi nå inne i et paradigme med digitalisering av hele økonomien drevet av computere, software, telekommunikasjon og ny infrastruktur (for eksempel internett). At Skanska, Statsbygg og flere aktører i den norske bygg- og anleggsnæringen er med på denne utviklingen, er derfor viktig.

Byttekostnader og usikkerhet

Prosjektmedarbeiderne i prosjektet til både Skanska og Statsbygg opplevde byttekostnader og usikkerhet i forbindelse med omstilling til BIM. Omstilling til BIM innebar transaksjonskostnader/byttekostnader (læringskostnader, organisasjonsutvikling, innkjøp av materiell etc.) og usikkerhet forbundet med hvordan dette ville slå ut i selve prosjekteringsprosessen og den endelige leveransen. Usikkerhet er en faktor som kjennetegner alle innovasjonsprosesser. BIM medfører innføring av en ny produksjonsprosess rent

teknologisk, men dette medfører også organisatoriske endringer. Vi kan derfor snakke om BIM både som en teknologisk prosessinnovasjon og en organisatorisk prosessinnovasjon. Man kan aldri vite eksakt hva som vil være resultatet av innovasjonsprosessen, den kan generere utfall som man ikke hadde kontroll over eller tenkte på i forkant, og den kan feile eller den kan bli en suksess (Fagerberg 2005). For eksempel er BIM nytt for de fleste aktørene i bransjen, samtidig er BIM ikke et ferdig utviklet produkt eller en ferdig utviklet prosess. BIM og ”åpen BIM” er et verktøy som utvikles kontinuerlig, og det er opp til byggherrene, rådgiverne og entreprenørene å tilpasse dette til sine organisasjoner og omvendt. Om BIM er en nødvendig omstillingsprosess for Statsbygg og Skanska, vil man derfor ikke kunne trekke noen konklusjoner om før BIM gir bedre og eventuelt billigere resultater enn tradisjonell prosjektering. I Skanska ble det for eksempel poengtert at selv om selskapet satser på BIM, vil de ikke innføre og bruke BIM for enhver pris. BIM er et verktøy for hele byggeprosessen, og hvis dette verktøyet ikke er hensiktsmessig, vil man ganske enkelt forlate denne måten å produsere tegninger, modeller og bygninger på. I en lean construction-tilnærming (Ballard 2000, Koskela 2000) er Skanskas eksempel en hensiktsmessig strategi. Man bør ikke innføre BIM for verktøyet egen skyld, man bør innføre BIM kun hvis man tror det vil bidra til bedre produksjonsflyt og økt inntjening for seg selv og økt verdi for kunden. I bygg- og anleggsbransjen henger dette nært sammen med hvor godt arbeidet koordineres og hvor godt det samhandles.

Referanser

- Aslesen, S., med Moen S.E. (2009), "Communication in the manufacturing industry: An empirical study of engineering drawing in a shipyard." Kapittel XIX i: M.M. [Cruz-Cunha](#) (ed.), *Social, Managerial, and Organizational Dimensions of Enterprise Information Systems*. Business Science Reference (BSR)
- Ballard, H.G. (2000) *The Last Planner System of Production Control*. A thesis submitted to the University of Birmingham, School of Civil Engineering for the degree of Doctor of philosophy. <http://www.leanconstruction.org/pdf/ballard2000-dissertation.pdf>
- Building Smart (2010), www.buildingsmart.no, lastet ned 03.06.2010
- Fagerberg, J. (2005), "Innovation: A guide to the literature." S. 1-26 i: J. Fagerberg, D.C. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford handbook of innovation*. Oxford University Press
- Falkum, E., L. Eldring og T. Colbjørnsen, red. (1999), [Medbestemmelse og medvirkning. Bedriftsutvikling mot år 2000](#). Oslo: Fafo-rapport 324
- Grimsmo, E. (2010), Organisasjonsutvikling og læring knyttet til Trimmet bygging. Erfaring med trimmet prosjektering, Fase 2 ved St. Olav. Presentasjon i Lean Construction Norway, 21. januar, Oslo
- Koskela, L. (2000), An exploration towards a production theory and its application to construction, VVT Technical Research Centre of Finland
- Kristensen, Kai (2009), Foredrag om BIM i Skanska, foredrag holdt på Lean Construction Norway nettverksmøte, Fafo 25.11.2009
- Moland, Leif E. (2007), *Flink med folk i norske kommuner. Evaluering av et landsomfattende utviklingsprogram 2003–2006*. Oslo: Fafo-rapport 2007:17
- Moland, L.E. og S.C. Trygstad (2006), *Når struktur presser kultur. Evaluering av Tollvesenets Distriktsutviklingsprosess (DUP)*. Oslo: Fafo-rapport 535
- Moland, L.E. og S. Skinnarland (2005), *To skritt fram, og ett til .. ? Evaluering av Trygdeetaten i Sør-Trøndelags tverrfaglige innsats for et mer inkluderende arbeidsliv*. Oslo: Fafo-notat 2005:24

- NBEF (2009), Norges bygg- og eiendomsforening. Presentasjon v/Håkon Kvåle Gissinger. Lesedato 24.08.2010
http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2009/950060/BIM_for_Byggeren.pdf
- Perez, C. (1983), "Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social system." *Futures* 15, s. 357–375
- Schumpeter, J. (1943), *Capitalism, Socialism & Democracy*. Routledge, London and New York
- Skanska (2009), PowerPoint fremvisning av Skanskas prosjekteringsmodell med BIM. Internt dokument, Skanska
- Statsbygg (2009a), BIM-Manual 1.1, Statsbyggs generelle retningslinjer for bygningsinformatjonsmodellering (BIM)
- Statsbygg (2009b), Statsbyggs ytelsesbeskrivelser. Presentasjon v/ avd. dir. Erland F. Grjothheim, 27. oktober
- Aalstad, Ragnhild (2009), *Lean Construction (LC) i teori og praksis: En studie av det teoretiske fundamentet for LC, Helsebygg Midt-Norges implementering av LC, og Statsbyggs forutsetninger for å ta i bruk LC*. Master of Management, avsluttende oppgave, Handelshøyskolen BI

BygningsInformasjonsModellering (BIM)



Borggata 2B/Postboks 2947 Tøyen
N-0608 Oslo
www.fafo.no

Fafo-rapport 2010:31
ISBN 978-82-7422-751-4