

BIM I PRAKSIS

BIM IN PROJECTS

HALVOR SKRAMSTAD LUNN

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR MATEMATISKE REALFAG OG TEKNOLOGI
MASTEROPPGAVE 30 STP, 2010



FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på en interessant og spennende utdanning, innen Byggeteknikk og Arkitektur ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap på Ås. Selv om denne oppgaven kan sees på som slutten av min femårige utdanning, velger jeg å tenke på den som et springbrett ut i arbeidslivet. Denne oppgaven gir innblikk i konkrete prosjekter og ser på hvordan byggeprosjekter drives. Dette gir, sammen med god trening i selvstendig målrettet jobbing, et godt grunnlag for nå å ta sats ut i arbeidslivet.

På leting etter tema til oppgaven fikk jeg hjelp av prosjekteringsleder og prosjektleder ved Skanskas byggeprosjekt på Slemmestad ungdomskole. I flere samtaler kom temaet prosjekteringsfeil på banen, og i min sommerjobb på Slemmestad fikk jeg også se flere gode eksempler på nettopp dette. For å ta et eksempel hadde arkitekten kalt et eksisterende ventilasjonsrom, med masse elektronisk utstyr, for "lager" på tegningene. Ansvarlig for prosjektering av elektronikk trodde det var et tomt lagerrom og prosjekterte kun med lys i taket og en stikk på veggen. Overraskelsen var stor når vi viste han hva "lageret" inneholdt.

Slike misforståelser og mangelfull prosjektering, som på Slemmestad ungdomsskole, er dessverre ikke enestående. Kostnader knyttet til prosjekteringsfeil utgjør i dag mellom 8 – 20 % av prosjekters kontraktssum (Byggekostnader.no, a). I løpet av utdannelsen har vi hørt mye om BIM og Building Smart. Vi har lært om hvordan bruken av BIM blant annet kan få ned antall prosjekteringsfeil. Ved å se nærmere på prosjekteringsprosessen og produksjonsprosessen til ordinære prosjekter og prosjekter som benytter BIM, søker denne oppgaven å finne svar på om BIM er løsningen for å redusere antall prosjekteringsfeil. Samtidig vil oppgaven også se nærmere på effekten av BIM i hele byggeprosjektet, fra oppstart til overlevering.

En stor takk til alle som har hjulpet meg med denne oppgaven! Jeg vil trekke frem min veileder og humørspreder Torgeir Lyngtveit, Skanska Norge AS med en spesiell takk til de på prosjektene som har tatt seg tid til å hjelpe meg, Trine Kvåle Hervik fra Skanskas BIM avdelingen og kontoret i Kongsberg for praktisk tilrettelegging, gode lunsjer og spennende quizer. Til slutt en stor takk til min tålmodige og støttende samboer.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	1
INNHOLDSFORTEGNELSE	2
FIGURLISTE	4
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	7

DEL 1 - INNLEDNING **9**

1. INNLEDNING	9
1.1. BAKGRUNN	9
1.2. PROBLEMSTILLING	10
1.3. MÅL	10
2. BAKGRUNNSINFORMASJON	11
2.1. BEGREPER	11
2.2. ANNEN LITTERATUR	14
2.3. SKANSKA NORGE AS	15
2.4. BIM I SKANSKA NORGE AS	15
2.5. BIM I PRAKSIS	16
2.5.1. <i>HVORFOR SKANSKA HAR VALGT Å BRUKE BIM</i>	16
2.5.2. <i>BRUKSOMRÅDER FOR BIM</i>	17
2.5.3. <i>HVA BIM BLIR BRUKT TIL I SKANSKAS BYGGEPROSJEKTER</i>	18
3. METODE	26
3.1. FREMGANGSMÅTE	26
3.2. VALG AV METODE	26
3.3. VALG AV PROSJEKTER	27

DEL 2 – PROSJEKTENE **30**

4. PROSJEKTENE	30
4.1. HYTTEGATA	30
4.2. TEIGAR	35
4.3. BERJA SENTERET	39
4.4. STORGATA 60 (BIM)	42
4.5. MIDTBYGDA SKOLE (BIM)	44
4.6. CLARION HOTEL (BIM)	48

DEL 3 - ANALYSE **52**

5. ANALYSE	52
5.1. SAMMENLIGNING AV PROSJEKTENE	52
5.1.1. <i>SAMMENLIGNING AV TEIGAR OG MIDTBYGDA</i>	53
5.1.2. <i>SAMMENLIGNING AV HYTTEGATA OG STORGATA 60</i>	58
5.1.3. <i>SAMMENLIGNING AV BERJA SENTERET OG CLARION HOTEL TRONDHEIM</i>	61
5.2. HELHETLIG ANALYSE	66
5.2.1. <i>TIDLIG PROSJEKTERING</i>	66
5.2.2. <i>TIDSBESPARENDE</i>	68

5.2.3. ØKONOMISK GUNSTIG	69
5.2.4. ER BRUKEN AV BIM MED PÅ Å REDUSERE ANTALL PROSJEKTERINGSFEIL?	70
5.3. OPPSUMMERING	74

DEL 4 - KONKLUSJON **75**

6. KONKLUSJON	75
7. KILDER	77
8. VEDLEGG	82
8.1. VEDLEGG 1 INTERVJU HYTTEGATA	82
8.2. VEDLEGG 2 INTERVJU TEIGAR	85
8.3. VEDLEGG 3 INTERVJU BERJA	91
8.4. VEDLEGG 4 INTERVJU STORGATA 60	93
8.5. VEDLEGG 5 INTERVJU MIDTBYGDA	95
8.6. VEDLEGG 6 INTERVJU CLARION	99
8.7. VEDLEGG 7 INTERVJU BIM	105
8.8. VEDLEGG 8 EXCELFIL HYTTEGATA	109
8.9. VEDLEGG 9 EXCELFIL BERJA	112

FIGURLISTE

Figure 1: Verdien av BIM (Innovasjon Norge.no, a, s. 11).....	16
Figure 2: Bruksområder BIM i Skanska (Innovasjon Norge.no, a, s. 11).	17
Figure 3: Innstøpingsplate (Den kloke tegning 2010).	19
Figure 4: Spesiell form på taket. (IFC Clarion)	19
Figure 5: Kollisjon mellom vindu og stålbjelke (SMC Storgata 60).	19
Figure 6: Feil oppdaget med visualisering (SMC Storgata 60).	20
Figure 7: Structural versus Arcitectural Models (SMC Storgata 60)	21
Figure 8: Avvikende høyder (SMC Storgata 60).	22
Figure 9: Denne må løses (SMC Storgata 60).	22
Figure 10: Feil plassering av panelovner (SMC Storgata 60).....	23
Figure 11: Panelovn foran vindu (SMC Storgata 60).	23
Figure 12: Enkelt mengdeuttak (SMC Storgata 60)	23
Figure 13: Mål vises i modellen (IFC Clarion).....	23
Figure 14: Informasjonsuttak (SMC Storgata 60).	24
Figure 15: Alle dører er valgt (SMC Storgata 60)	24
Figure 16: Eksportering til Excel.....	25
Figure 17: Hyttegata (kbbi.bu.no).....	30
Figure 18: Hyttegata-graf-1	31
Figure 19: Hyttegata-graf-2	32
Figure 20: Kjøpte ubrukelig p-plass (Laagendalsposten.no).	33
Figure 21: Nye Teigar skole (Tb.no, a).....	35
Figure 22: Berja senteret (Berja.no).....	39
Figure 23: Berja-graf-1 (Vedlegg 9 Excelfil Berja).....	40
Figure 24: Berja-graf-2 (Vedlegg 9 Excelfil Berja).....	40
Figure 25: Storgata 60 (Storgata 60).....	42
Figure 26: Midtbygda skole (One.Skanska.no).	44
Figure 27: Takkanaler utenfor kasse.....	46
Figure 28: Innstøpingsgods.....	46
Figure 29: Clarion Hotel Trondheim (Boarding.no).....	48
Figure 30: Endringskostnader	56
Figure 31: Prosjekteringsaktivitet Hyttegata og Storgata 60.	59
Figure 32: Prosjekteringsaktivitet Berja og Clarion.	62
Figure 33: Tidsforbruk med og uten BIM.....	64
Figure 34: Prosjekteringsprosess med BIM (One.Skanska.no)	67
Figure 35: Dagens BIM prosjektering	67
Figure 36: Samhandling i et vanlig prosjekt (Innovasjon Norge.no, a).....	73
Figure 37: Effekten av BIM	74

SAMMENDRAG

I byggebransjen hører vi ofte om bygningsinformasjons modeller (heretter omtalt som BIM). Det har vært gjort mange masteroppgaver på dette temaet, ofte med fokus på programvarenes muligheter og begrensninger. I dag blir BIM brukt i praksis og denne oppgaven forsøker å finne svaret på om de positive spådommene rundt bruken av BIM har vært reelle.

Kostnader knyttet til prosjekteringsfeil utgjør i dag mellom 8 – 20 % av prosjekters kontraktssum (Byggekostnader.no, a). Det vil årlig si en total kostnad på anslagsvis 13 milliarder kroner (Sintef.no, a; Sintef byggforsk). Et av hovedargumentene for å bruke BIM er å få ned antall prosjekteringsfeil, blant annet ved hjelp av kollisjonskontroller. Det er derfor veldig spennende å se om det har blitt noe forbedring med BIM, i forhold til den ordinære prosjekteringen og gjennomføringen av byggeprosessen. Problemstillingen for oppgaven er derfor:

Har bruken av BIM bidratt til å få ned antall prosjekteringsfeil og i hvilke grad har BIM hatt en positiv effekt for gjennomføringen av prosjektet, sammenlignet med den tradisjonelle måten å drive et prosjekt på?

Med ”tradisjonell måte” menes det i denne oppgaven at det ikke blir benyttet BIM i prosjekteringen eller under produksjonen. Det å ha en positiv effekt på gjennomføringen av prosjektet, er i denne sammenhengen knyttet til om det bedrer lønnsomheten, og om det gjør arbeidsoppgaven eller prosessene enklere og raskere. Begge disse punktene henger gjerne sammen med økt effektivitet.

Oppgaven tar for seg seks prosjekter for å finne svaret på problemstillingen. I tre av disse er det brukt ordinær prosjektering, og i de siste tre er BIM benyttet som et hjelpemiddel i prosjekteringen. BIM er også i ulik grad blitt nyttiggjort i produksjon og oppgaven ser også på effektene dette gir. Den viktigste informasjonen oppgaven bygger på, er intervjuer av ressurspersoner i prosjektene. Personene har vært så nært knyttet opp til prosjekteringen som det har vært mulig å få til. I tillegg har enkelte av prosjektene også gitt oppgaven tilgang til dokumenter og filer fra prosjektenes datalagringshoteller, eller ved direkte overlevering.

I analysen fremgår det at ulike prosjekter kan være vanskelig å sammenligne, men enkelte konkrete punkter har det vært mulig å se på. Etter analysen ser det ut til at BIM er med på å redusere prosjekteringsfeil. Andre positive effekter av BIM i prosjektene har vært visualisering og mengdeuttak. I forhold til de andre mulighetene med BIM modellen er det fortsatt et lite

stykke igjen, før disse blir utnyttet til det fulle i praksis. De ekstra kostnadene ved å bruke BIM må lønne seg i form av reduserte utgifter. I hvert ledd i prosjektet hvor en oppgave kan gjøres mer effektivt med BIM, blir det spart penger. Fremdeles krever BIM opplæring, både av prosjekterende og de som skal bruke verktøyet ute på byggeplassene. Mange av disse trenger nye datamaskiner og programvarer for å ta i bruk BIM. Når denne ”engangskostnaden” er tatt, blir lønnsomheten større i kommende prosjekter.

Etter gjennomgang og analyse er min konklusjon, at bruk av BIM har gitt en positiv effekt. Både når det gjelder projekteringsfeil og gjennomføringen av selve prosjektet. For små prosjekter kan det fortsatt koste mer enn det smaker, men for store prosjekter er det allerede blitt en nødvendighet.

SUMMARY

In the building industry we often hear about building information modeling (BIM). Many Master theses have been written about this topic. Most of them look at the opportunities or problems with the use of BIM software. Today BIM is in use in real building projects. This assignment takes a closer look to see if the positive sayings about BIM are true.

Costs due to design errors constitute between 8 – 20 % of the contract's total value (Byggekostnader.no, a). For one year this is approximately 13 billion NOK (Sintef.no, a; Sintef byggforsk). One of the main arguments for the use of BIM is to reduce the number of design errors. It is therefore interesting to see if there have been any improvements with BIM, compared to the ordinary engineering and implementation of the building projects. The main question this assignment seeks to answer is:

Has the use of BIM contributed to reducing the number of design errors and in which way has it had a positive effect on the implementation of the projects, compared to the traditional way in which projects have been run?

With “traditional way” the assignment means that BIM has not been used for design, engineering or in the production phase. To have a positive effect on the implementation of the projects is in this case defined by better profitability and easier working methods. Both of these are closely tied to improved efficiency.

This assignment uses six case projects to find the answer to its main question. Three of them are traditional projects and three of them have used BIM for engineering and design. In these projects BIM have also been used for production purposes. The assignment tries to evaluate what effects this produces. The most valuable information for this study comes from interviews of resource persons from the projects. They have been as close to the projects as possible. In addition to this some of the projects have given the assignment access to their data-sharing hotel and handed out other helpful information.

The analyses show that it is difficult to compare different projects, but that they all have some specific points that are possible to study. After the analyses are done it seems like the use of BIM helps reduce the number of designing errors. Other positive effects of BIM in the projects have been visualization and quantities take out. When it comes to the remaining opportunities promised by BIM, there is still some way to go before they are in full use. The extra costs of using BIM have to be offset by savings on other expenses. In each part of the project where a

job can be done more efficiently with BIM, money can be saved. Education in BIM is still required for persons working with engineering, design and for those who are going to use this tool on the building site. (Many of them will also need new computers and software.) When this “one time expense” has been paid, the pay off will be greater in upcoming projects.

After the analyses my conclusion is that the use of BIM have given a positive effect both when it comes to designing errors and the execution of building projects. For small projects the costs are still prohibitively large, but for big projects BIM have already become a necessity.

DEL 1 - INNLEDNING

1. INNLEDNING

Denne innledningen tar for seg bakgrunn for valg av tema, problemstilling og mål for oppgaven. Videre i del en kommer nødvendig bakgrunnsinformasjon, en innføring i BIM og en begrunnelse for valg av metode. I del to blir alle de seks byggeprosjektene i oppgaven presentert. I del tre analyseres funnene fra prosjektene og konklusjonen blir gitt i del fire.

1.1. BAKGRUNN

I dag hører vi mer og mer om fordelene ved bruk av BIM i byggeprosjekter. Med en slik modell kan alle tekniske fag legge inn og hente ut informasjon fra den samme 3D modell. Prosjekteringen kan gjøres nesten helt ferdig før byggestart, de prosjekterende kan bruke modellen til å kontrollere og til å finne eventuelle feil før byggingen starter (Solibri.com, a). Store tall kan knyttes til kostnadene ved prosjekteringsfeil i byggebransjen. Ved å prosjektere i BIM hevder mange at antall prosjekteringsfeil går dramatisk ned. Har dette faktisk skjedd i praksis, eller er BIM fortsatt bare i utviklingsfasen slik at bruken blir for tidkrevende og kostbar?

Temaet BIM var interessant fordi studiet (5 årig master i teknologi, Byggeteknikk og Arkitektur), som denne oppgaver er en avsluttende del av, har kommet inn på BIM i mange sammenhenger. Mange av fagene til studiet baserer seg på tegning i 3D og prosjektering. I byggebransjen er også temaet relevant fordi BIM nå blir tatt i bruk stadig oftere. Store byggherrer som Forsvarsbygg og Statoil krever allerede i dag at det blir benyttet BIM i deres prosjekter (Forsvarsbygg.no; Bygg.no).

Prosjekterte feil og endringer underveis i prosjektet utgjør mellom 8 % for små prosjekter og opp til 20 % for store prosjekter, av opprinnelig kontraktssum (Byggekostnader.no, a). Med BIM ønsker man å få ned disse tallene. Om noen år spør mange i byggebransjen at nesten alle prosjekter vil bruke BIM. Oppgaven ønsker å se på om de prosjektene som allerede har tatt dette hjelpemiddelet i bruk, har hatt en god effekt av det.

Denne oppgaven er skrevet i samarbeid med Skanska Norge AS. Skanska la ingen føringer på hva oppgaven skulle omhandle, men flere gode forslag fra ulike personer ble vektlagt. Det var viktig for oppgaven og velge et aktuelt tema, som både UMB, Skanska og andre lesere kunne få nytte av. Derfor ble temaet prosjektering og BIM. Skanska er godt i gang med å bruke BIM til prosjektering i flere av sine prosjekter. De har enda ikke sett konkret på hvilke effekter dette

gir, slik denne oppgaven gjør. Ved UMB har undervisningen rundt BIM dreid seg mest om ulike muligheter og fordeler med dette hjelpemiddelet. Denne oppgaven forsøker å belyse den praktiske bruken av BIM i dag.

Oppgaven tar for seg tre BIM prosjekter og tre ordinære prosjekter, som sammenlignes for å finne svar på problemstillingen. Skanska har vært til stor hjelp, både med å finne relevante prosjekter, gi ut informasjon, stille ressurspersoner disponible for intervju og praktisk tilrettelegging på kontoret i Kongsberg.

1.2. PROBLEMSTILLING

Problemstillingen for denne oppgaven er:

Har bruken av BIM bidratt til å få ned antall prosjekteringsfeil og har det hatt en positiv effekt for gjennomføringen av prosjektet, sammenlignet med den tradisjonelle måten å drive et prosjekt på?

Hensikten er å finne ut om BIM har hatt en god eller dårlig effekt på gjennomføringen og sluttresultatet i de prosjekter som har brukt BIM. Om det har gitt en positiv effekt vil i denne sammenhengen si; en forenkling/ effektivisering av arbeidsoppgaver, et bygg med null feil og mangler og et bedre økonomisk sluttresultat. For å se etter forbedringer må BIM prosjektene sammenlignes med tradisjonelle prosjekter. Definisjonen for et tradisjonelt prosjekt i denne oppgaven, er at det ikke benyttes BIM. Prosjektering og produksjon er utført med de metoder, som har vært vanlige å bruke frem til BIM ble et alternativ.

1.3. MÅL

Hovedmålet med oppgaven er å sammenligne prosjekteringsprosessen og byggeprosessen til prosjekter med og uten bruk av BIM. Hovedfokuset vil ligge på prosjekteringen og hva som utgjør forskjellen mellom BIM og de ordinære prosjektene.

For å få belyst problemstillingen, blir disse spørsmålene avklart underveis i oppgaven:

- Har man kommet lenger med en BIM prosjektering ved oppstart av produksjon, enn ved en ordinær prosjektering? Skjer hovedtyngden av prosjekteringen på ulikt tidspunkt i de to prosjektypene?
- Er det omtrent like mange prosjekterte feil som oppdages i byggeperioden i de to prosjektypene?
- Hvilke fagområder har hatt mest nytte av BIM?

- I hvor stor grad brukes BIM i de ulike BIM prosjektene og hva er BIM ambisjonene deres?
- Hva er merkostnadene ved å bruke BIM, og reduserer dette det manuelle arbeidet så mye at det blir lønnsomt?
- Hvilke programmer benyttes til BIM i dag og hvordan brukes disse?

2. BAKGRUNNSINFORMASJON

Denne delen av oppgaven vil ta for seg de begreper og bakgrunnsinformasjon som er nødvendig for en god forståelse av analyse delen. Oppgaven bygger mest på intervjuer og dokumenter fra de ulike prosjektene. Siden BIM fortsatt er så nytt, finnes det få skriftlige kilder. Det finnes noen få rapporter om temaet prosjektering og BIM, men lite konkret stoff på nytteverdien av BIM i praksis. I intervju med BIM avdelingen til Skanska, kommer det frem at de er veldig spente på resultat av denne oppgaven. Dette fordi de har mange teorier om hva BIM er positivt for, men lite konkret informasjon å vise til. Siden informasjonen fra Skanska utgjør en viktig del av oppgaven kommer det senere ett kort kapittel om Skanska Norge AS.

2.1. BEGREPER

I byggebransjen er det en del egne begreper. For lesere av denne oppgaven som ikke er så kjent med disse, kommer det nå en kort forklaring på de viktigste av dem:

BIM:

BIM er forkortelsen for bygningsinformasjonsmodellering eller Building Information Modell på engelsk. Det vil si en digital 1:1 modell av bygningen. Modellen kan inneholde et fag eller samle arkitekt, rådgivende ingeniør på bygg og alle de andre tekniske fagene i den samme modellen. For å samle alle fagene kreves det at de jobber i samme filformat. Derfor er det utviklet et felles åpent filformat som alle BIM godkjente programmer kan importere og eksportere i fra. Slik kan tegninger fra ulike programmer legges sammen til en tegning med dette filformatet (Wikipedia.org, b). Hensikten med dette er at all informasjonen som er knyttet til et prosjekt kan samles i en modell.

Alle endringer som eventuelt måtte gjøres blir lagt inn og alle tegninger blir automatisk oppdatert slik at feil på tegninger unngås (Graphisoft.no, b).

IFC:

IFC står for Industry Foundation Classes. Det er et filformat for utveksling av BIM modeller. IFC er utviklet av IAI (International Alliance for Interoperability) og er en viktig del av BuildingSMART's filosofi (Wikipedia.org, c). Filformatet kan brukes av nesten alle nyere programmer i byggebransjen i dag. Dette er avgjørende for å kunne drive tverrfaglig med BIM (Graphisoft.no, c).

BuildingSMART:

Er et internasjonalt initiativ for å øke effektiviteten og få ned kostnadene i byggebransjen. Organisasjonen jobber for å få til en sømløs flyt av informasjon i mellom alle aktører i byggebransjen (Wikipedia.org, d; Buildingsmart.no).

Prosjekteringsfeil:

Prosjekteringsfeil er feil i grunnlaget fra de prosjekterende, som de overleverer til entreprenør. Feilene kan være av ulik art. Det kan være en dør som er uteglemt på tegningene, det kan være noe mer alvorlige som feil i bæresystemet eller kollisjoner mellom viktige elementer. Når feilene blir oppdaget kan variere. Entreprenøren kontrollerer tegningene før eller underveis i bygging, og oppdager gjerne de mest innlysende feilene. Andre feil blir kanskje ikke synlig før etter noen år. Ofte er det en sammenheng mellom når feilen blir oppdaget og hvor mye det koster å rette den opp (byggekostnader.no, b).

IG:

IG er forkortelse for igangsettelsessøknad. Det må søkes IG for nesten alle arbeider som skal utføres på en byggeplass.

Rådgivende ingeniører:

ARK -	Arkitekt
RIB -	Rådgivende Ingeniør Bygg
RIV -	Rådgivende Ingeniør VVS
VVS -	Varme-, Ventilasjon og Sanitærteknikk
RIE -	Rådgivende Ingeniør Elektro
LARK -	Landskapsarkitekt

Entrepriseformer:

Hvilke entrepriseformer en byggherre velger, kan ha mye og si for gjennomføringen av et prosjekt. Oppgaven kommer inn på ulike entrepriseformer, blant annet under sammenligning av prosjektene. De prosjektene oppgaven tar for seg har enten generalentreprise eller totalentreprise. Nå vil de vanligste entrepriseformene bli forklart for å skape bedre forståelse.

Delt entreprise

I en delt entreprise har byggherre selv prosjekteringsansvaret, og må derfor engasjere arkitekt og tekniske rådgivere. Byggherre tegner så direkte kontrakt med hver enkelt part, som skal utføre arbeidet. Ofte deles kontraktene opp logisk, i forhold til fagområdene. En entreprenør får ofte ansvar for sideentreprenører (Wigen, R., 1992, s. 115-119; Skanska.no).

Her har byggherre mye av ansvar selv og bør ha erfaring for å ta i bruk denne formen. Det kan lett bli problemer i forhold til grensesnitt i kontraktene. Hver entreprenør står ansvarlig for sitt arbeid i forhold til kontrakt, men byggherre må passe på at alt er tatt med i beskrivelsen (Wigen, R., 1992, s. 115-119; Skanska.no).

Hovedentreprise

Byggherre står selv for prosjekteringen med arkitekt og rådgivende ingeniører. Kontrakt inngås med en hovedentreprenør som har ansvar for den vesentligste delen av jobben. Byggherre skriver selv kontrakter med de resterende fagene. Hovedentreprenøren kan selv inngå kontrakter med ulike underentreprenører for å utføre sitt arbeid. Disse underentreprenørene er det da hovedentreprenøren som styrer, og det er ingen direkte kontrakt mellom disse og byggherre.

Det vanligste er at de bygningsmessige arbeidene settes bort til en hovedentreprenør, mens de tekniske installasjonene settes bort på sideentrepriser (Wigen, R., 1992, s. 115-119; Skanska.no).

Generalentreprise

Byggherre engasjerer selv arkitekt og rådgivere til prosjektering. Ansvar for arbeidet som skal utføres, blir i sin helhet gitt til en generalentreprenør. Generalentreprenøren skriver så egne kontrakter og styrer underentreprenørene. Byggherre slipper og forholde seg til mer enn en entreprenør (Wigen, R., 1992, s. 115-119, Skanska.no).

Tottalentreprise

Byggherren har kontrakt med kun en entreprenør og har bare denne å forholde seg til. Forskjellen på tottalentreprise og de andre entrepriseformene over, er at også prosjekteringen inngår i kontrakten. Det legger ansvaret for arkitekt og rådgivendeingeniører over på totalentreprenøren.

Tottalentreprise kan ligge til grunn for flere kontraktsformer. Enkelte ganger legger byggherren klare retningslinjer, mens andre ganger får entreprenøren være med å utvikle prosjektet helt fra start til slutt (Wigen, R., 1992 s. 115-119; Skanska.no).

Andre entrepriseformer

Ut i fra entrepriseformene over, blir det også brukt kombinasjoner av disse. I tillegg finnes det andre entrepriseformer. Blant annet levetidsentreprise/ OPS (Offentlig Privat Samarbeid), som gir utførende entreprenør ansvaret for drift og vedlikehold av byggmassen i en gitt periode (Wigen, R., 1992, s. 115-119; Skanska.no).

2.2. ANNEN LITTERATUR

Bøker om BIM finnes det lite av, men en del artikler og rapporter om temaet var å finne på internett. En del av disse er tilknyttet Byggekostnadsprogrammet. Dette er et offentlig støtte program med målsetningen: "*Å øke kvaliteten på det som bygges og samtidig øke lønnsomheten i næringen.*" Prosjektet er nå avsluttet og resultatet er 39 rapporter fra gjennomførte prosjekter (Byggekostnader.no, e). Ikke alle rapportene er relevante for denne oppgaven, men enkelte av dem har vært nyttige.

I USA er BIM bruken mer utbredt enn i Norge. Derfor finnes det flere rapporter som omhandler BIM fra ulikt hold (Ascweb.org; Bim.construction.com). Det er vanskelig og vite bakgrunnen og grundigheten til disse rapportene, men de viser gjerne til positive konklusjoner om bruken av BIM. Om dette er relevant for hvordan BIM brukes i Norge er ikke uten videre gitt.

Andre internettsider har også vært nyttige for å finne litteratur til denne oppgaven. Blant annet har BuildingSmart og Programvareleverandørers hjemmesider gitt nyttig informasjon. Her har det vært viktig med et litt kritisk blikk i forhold til om alt de skryter av faktisk fungerer godt i praksis. Disse sidene har vært til god hjelp for å lære om den fremtidige bruken og mulighetene med BIM.

2.3. SKANSKA NORGE AS

Denne oppgaven ser på seks av Skanska Norge AS sine byggeprosjekter. Skanska er et kjent navn for mange, men hva er egentlig historien til dette selskapet?

Skanska Norge AS har røtter helt tilbake til 1906. Da startet Inge F. Selmer opp selskapet med samme navn. I 1985 fusjonerte selskapet for første gang med firmaet til ingeniør Thor Furuholmen, og det ble hetende Selmer Furuholmen AS. To år senere fusjonerte selskapet på ny. Denne gangen i ti selvstendige entreprenørbedrifter, under paraplyen til konsernet. Det nye navnet ble Selmer-Sande Entreprenør AS. (One.Skanska, a)

I 1989 kom Skanska AB inn i bildet og kjøpte 1/3 av aksjene i Selmer-Sande Entreprenør AS. Skanska AB er et av verdens største entreprenørselskaper og det ble grunnlagt helt tilbake i 1887. Etter oppkjøpet skiftet navnet til Selmer AS og ble i 1995 børsnotert. I årene som fulgte gjorde firmaet en rekke oppkjøp og vokste ytterligere. (One.Skanska, a)

I 2000 overtok Skanska AB Selmer ASA. Det ble nå hetende Selmer Skanska AS frem til 2004, da skiftet det til dagens navn Skanska Norge AS. (One.Skanska, a)

Skanska Norge AS er i dag et av de to ledende entreprenørselskapene i Norge. Målsetningen er å bli den suverent største i Norge i løpet av en fem års periode. (One.Skanska, a)

Skanska har stilt opp med mesteparten av litteraturen og bakgrunns materialet til denne oppgaven. Dette i form av intervjuer, tilgang til deres interne side OneSkanska, den felles lagringsdatabasen deres DM og tilgang til det felles datalagringshotellet, prosjektplassen, for enkelte av prosjektene.

2.4. BIM I SKANSKA NORGE AS

Skanska satser stort på BIM. De har en egen BIM avdeling bestående av åtte ansatte. Deres oppave er å bistå prosjekter som benytter eller ønsker å benytte BIM. Dette innebærer å hjelpe til med prosjekteringsprosessen, kollisjonskontroll, mengdeuttak, kalkulasjon, ombygging av objektbibliotek samt hjelpe rådgivere og produksjon med implimentering av dette (One.Skanska, b). De driver også med utvikling av BIM-prosesser, blant annet 4-D. Der den fjerde dimensjonen som legges til inneholder rigg-, logistikk-, tids- og sikkerhetsplanlegging og analyser.

I dag bruker Skanska BIM, med støtte fra BIM avdelingen, i minst seks prosjekter fordelt rundt i landet (One.Skanska, b).

2.5. BIM I PRAKSIS

Opgaven tar utgangspunkt i Skanska sine BIM prosjekter. Derfor kommer det nå en forklaring på:

- Hvorfor Skanska har valgt å bruke BIM.
- Hva BIM kan brukes til.
- Hva BIM blir brukt til i Skanskas byggeprosjekter.

2.5.1. HVORFOR SKANSKA HAR VALGT Å BRUKE BIM

Skanska sine argumenter for å ta i bruk BIM er blant annet at det i løpet av de siste 40 åra har blitt dårligere effektivitet i byggeprosjekter. De ser en årsak til dette i prosjektene, der 35% av ressursene blir brukt ineffektivt uten at det bringer noe verdi. En annen årsak er feilkostnader på hele 15%, der en vesentlig del av feilene er forårsaket på et tidlig stadige i prosjektet (Innovasjon Norge.no, a). Skanska har tro på at bruk av BIM vil forbedre disse tallene og effektivisere gjennomføringen av byggeprosjektene. I en powerpoint presentasjon (til building smart seminar 2009) viser de denne vekten over verdien de mener BIM har:

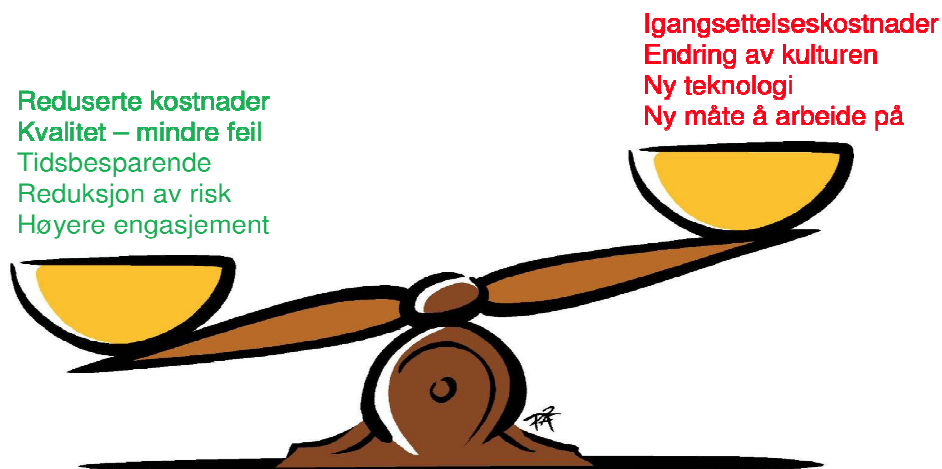


Figure 1: Verdien av BIM (Innovasjon Norge.no, a, s. 11).

Disse verdien av BIM kommer av en rekke fordeler Skanska mener bruken av BIM gir:

- Får en modell som er informasjonsbærende.
- Informasjon legges inn kun en gang, man sparer tid og man er alltid sikker på hva som er den riktige informasjonen.

- Informasjon fra modellen deles enkelt med alle i prosjektet, både rådgivere og skanska-interne.
- Informasjon kan hentes ut fra modellen gjennom hele byggeprosessen.
- Objektbiblioteket er utgangspunktet for prosjekteringen, noe som gir mulighet for en større grad av standardisering (One.Skanska, b).

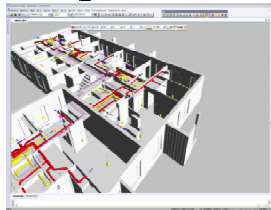
2.5.2. BRUKSOMRÅDER FOR BIM

BIM kan brukes til mye. Målet til Skanska er å bruke modellen aktivt i prosjektene fra oppstart til overlevering, eller med deres ord fra salg til FDV. Dette innebærer følgende buksområder:

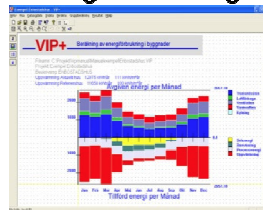
Visualisering/Salg



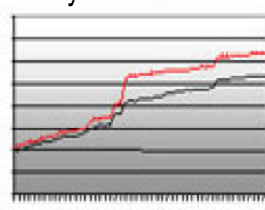
Intelligent 3D modell



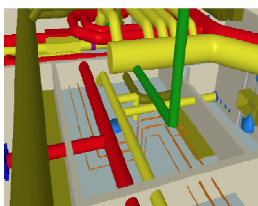
Energi simulering



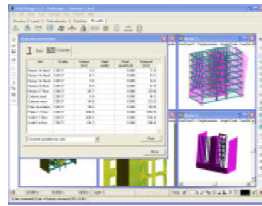
Livsyklus kostnader



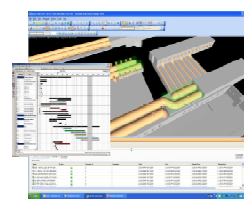
Kollisionskontroll



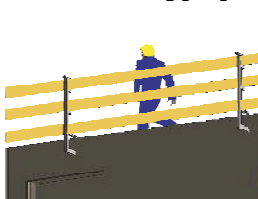
Mengder kalkulasjon



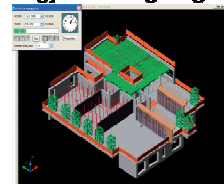
4D Planlegging



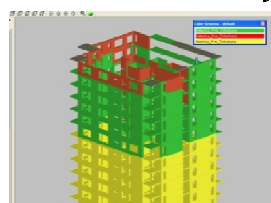
HMS Planlegging



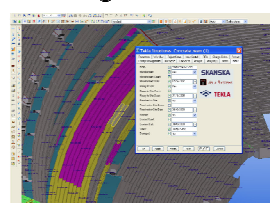
Konstruksjons-
gjennomganger



Leverandør - Innkjøp



Logistikk



FDV

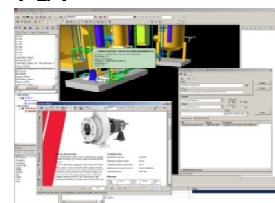


Figure 2: Bruksområder BIM i Skanska (Innovasjon Norge, a, s. 11).

Skanska jobber nå med å ta i bruk alle disse områdene. Noen av de blir brukt aktivt i dag og disse blir grundigere forklart i neste underkapittel.

2.5.3. HVA BIM BLIR BRUKT TIL I SKANSKAS BYGGEPROSJEKTER

Skanska er i ferd med å ta i bruk BIM i flere og flere prosjekter. Av ferdigstilte prosjekter eller prosjekter som har kommet godt i gang med produksjonen, er det de tre prosjektene oppgaven tar for seg som har kommet lengst. Derfor er disse tre de mest relevante prosjektene å analysere nærmere. Ambisjonsnivået for hva BIM modellen skal brukes til på prosjektene har vært:

Prosjekt: Ambisjon:

Storgata 60: Visualisering, kollisjonskontroll og mengdeuttak.

Midtbygda: Visualisering.

Clarion: Visualisering, kollisjonskontroll og mengdeuttak.
(Jobber nå også for å bruke BIM mer aktivt i produksjon, til 4D planlegging og til kalkulasjon.)

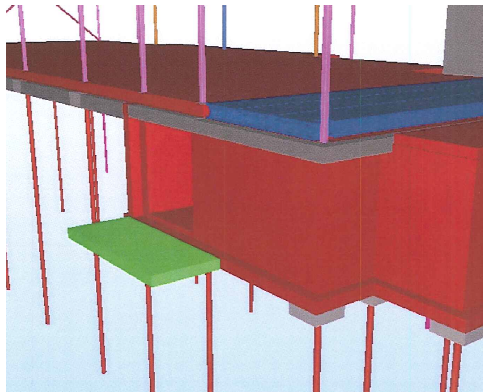
De tre funksjonene prosjektene i hovedsak har brukt er; visualisering, kollisjonskontroll og mengdeuttak. Derfor har oppgaven valgt å fokusere nærmere på disse tre. Med BIM modeller fra to av prosjektene har de følgende punktene blitt prøvd ut i praksis:

Visualisering:

Visualisering blir brukt i alle BIM prosjekter. Det krever kun en datamaskin med ett fremvisningsprogram installert. Deretter kan en styre seg rundt i modellen, omtrent som i et dataspill. Dette kan være nyttig på mange måter:

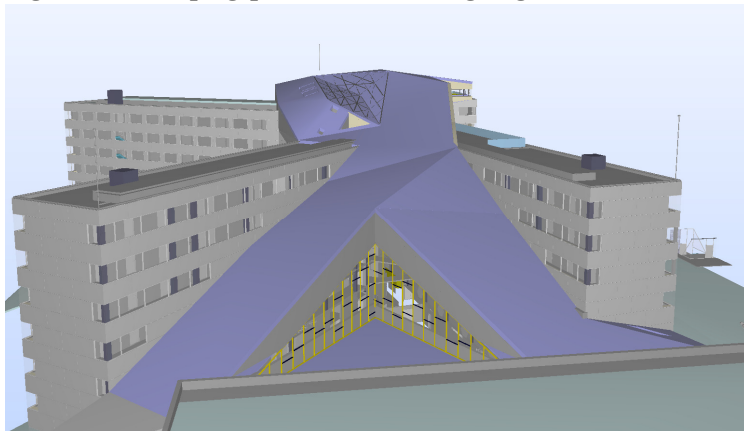
- Det er lett å få oversikt og bli raskt godt kjent med prosjektet.
- Kunder og leietagere kan tidlig få se hvordan bygget vil se ut. Da får de mulighet til å komme med sine ønsker og særvalg på et tidlig tidspunkt i prosjektet.
- Bilder fra visualisering kan brukes til salgs foto.
- Visualisering gjør det enklere for de prosjekterende og se hvordan bygget vil komme til å se ut.
- Visualisering av modellen på byggeplass gir bedre forståelse om hva som skal bygges.
- Kontroll av arbeidstegninger går raskere. Spørsmål om tegningene kan sjekkes opp mot BIM modellen.
- Visualisering gjør det enklere å forklare en UE hvilke arbeid han skal utføre.
- Visualisering gjør møter der bygningsmessige saker skal diskuteres, enklere å gjennomføre.

Eksempler på visualisering i programmet Solibri Modell Viewer:



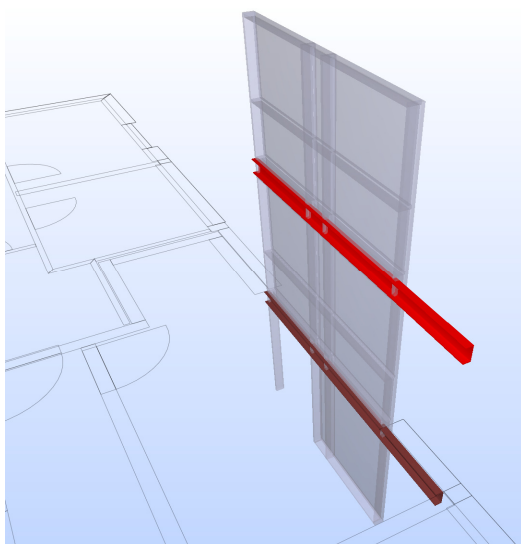
Eksempel fra Midtbygda hvor den grønne innstøpingsplaten ikke var med på arbeidstegningene, men ble oppdaget under visualisering av BIM modellen.

Figure 3: Innstøpingsplate (Den kloke tegning 2010).



Eksempel fra Clarion Hotel Trondheim på visualisering av det spesielle taket.

Figure 4: Spesiell form på taket. (IFC Clarion).



Eksempel på visualisering som supplement til kollisjonskontroll:

Etter kollisjonskontroll av BIM modellen til Storgata 60, fant Solibri Model Checker blant annet denne kollisjonen mellom vindusvegg og stålbjelker.

Figure 5: Kollisjon mellom vindu og stålbjelke (SMC Storgata 60).

For å få bedre oversikt over problemet gjorde jeg en visualisering av modellen uten synlige vegger. Det ser ut til at vinduene bør flyttes utover, så de ikke kommer i konflikt med ståldragerne. Under denne visualiseringen er det også en annen mulig feil som dukker opp. På den stående søylen ved siden av vinduene er det tegnet to stålvinkler. Disse skal holde trappeavsatsen oppe. Høydene ser ikke ut til å stemme overens med underkant av dekke i trappen. Her bør vinklene og trappene kontrolleres bedre, før disse vinklene sveises på plass.

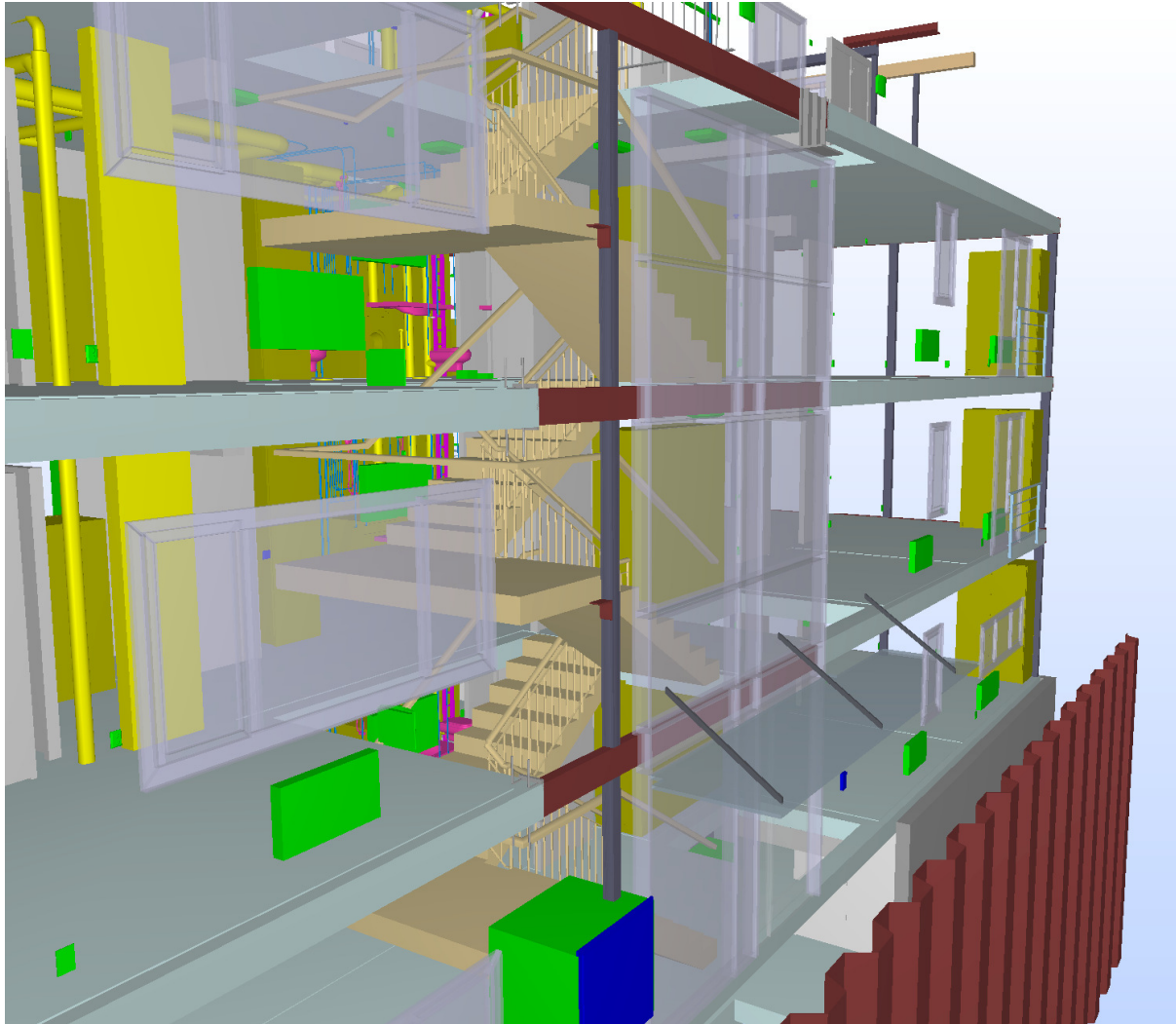


Figure 6: Feil oppdaget med visualisering (SMC Storgata 60).

Kollisjonskontroll:

En kollisjonskontroll er en gjennomgang av BIM modellen, enten med egne kontrollprogrammer eller visuell "befaring" av modellen, hvor målet er å avdekke kollisjoner mellom ulike elementer. Eksempel på slike feil kan være to ventilasjonskanaler som går inni hverandre, eller to like vegger som er tegnet oppå hverandre (Benneche, C, 2010).

To av prosjektene har benyttet kollisjonskontroll. Dette gjøres i disse prosjektene ved at en BIM koordinator får inn IFC filer fra alle fag og samler disse i en modell. Hvert enkelt fag skal på forhånd ha kjørt kollisjonskontroller på sitt eget arbeid. Når modellen er komplett, bruker BIM koordinatoren et program for å kjøre kollisjonskontroller. Ulike kontroller kan spesifiseres og egne kriterier kan bli undersøkt. BIM koordinatoren lager så en rapport eller avholder et møte om de kollisjoner som er funnet. Ved hjelp av samme program som kollisjonskontrollene gjøres i, kan de ulike fagene se igjennom rapporten og direkte finne problemområdene sine og rette opp feilene. For å teste ut kollisjonskontroll i praksis brukte oppgaven Demo versjonen til SolibriModel Checker (Solibri.com, b).

Kollisjonskontroll med Solibri Modell Checker har mange mulige kontroller. Det er opp til bruker av programmet å velge klargjorte kontroller eller lage egen definerte kriterier. Etter at programmet er ferdig med en kontroll blir feilene gradert med fargekoder, ut i fra hvor alvorlig de er.

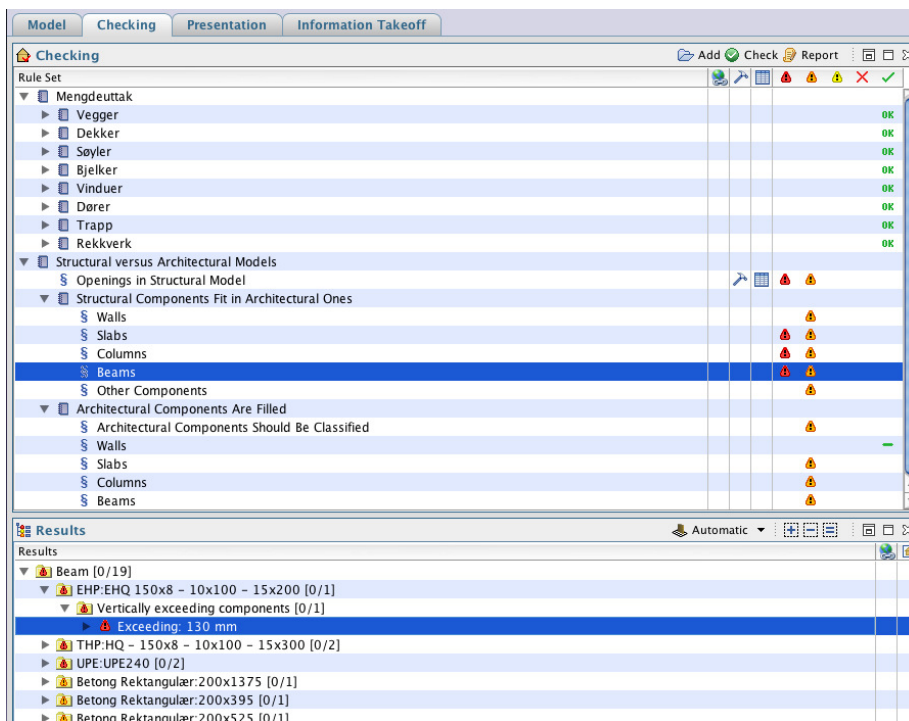
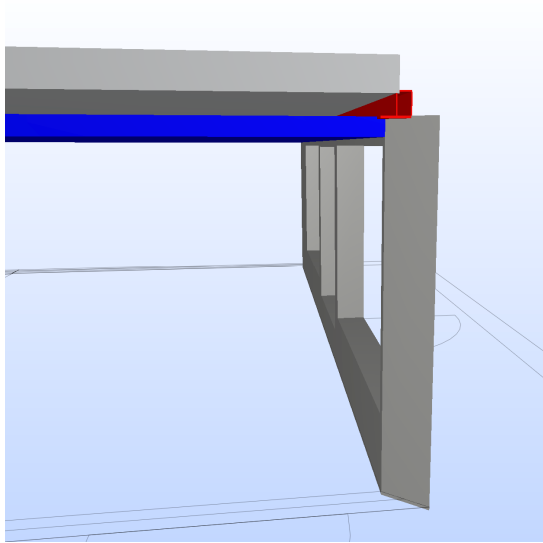


Figure 7: Structural versus Architectural Models (SMC Storgata 60).



Deretter kan kontrolløren gå inn under hvert enkelt punkt å se på feilene. Bildet av feilen blir vist når en trykker i tabellen. I tabellen over og bildet til venstre er det konstruksjonsmodellen (RIB modellen), som kontrolleres opp mot arkitektmodellen. Bildet viser en feil der taket og stål bjelken som taket skal holdes oppe av, ikke har passende høyder.

Figure 8: Avvikende høyder (SMC Storgata 60).

Når BIM koordinator eller de prosjekterende går gjennom feilen, kan de lage en rapport med egne kommentarer til hvert punkt. Her er det et eksempel hentet fra en kollisjonsrapport fra BIM koordinator på Storgata 60. Kommentaren er lagt inn i nederste venstre hjørnet.

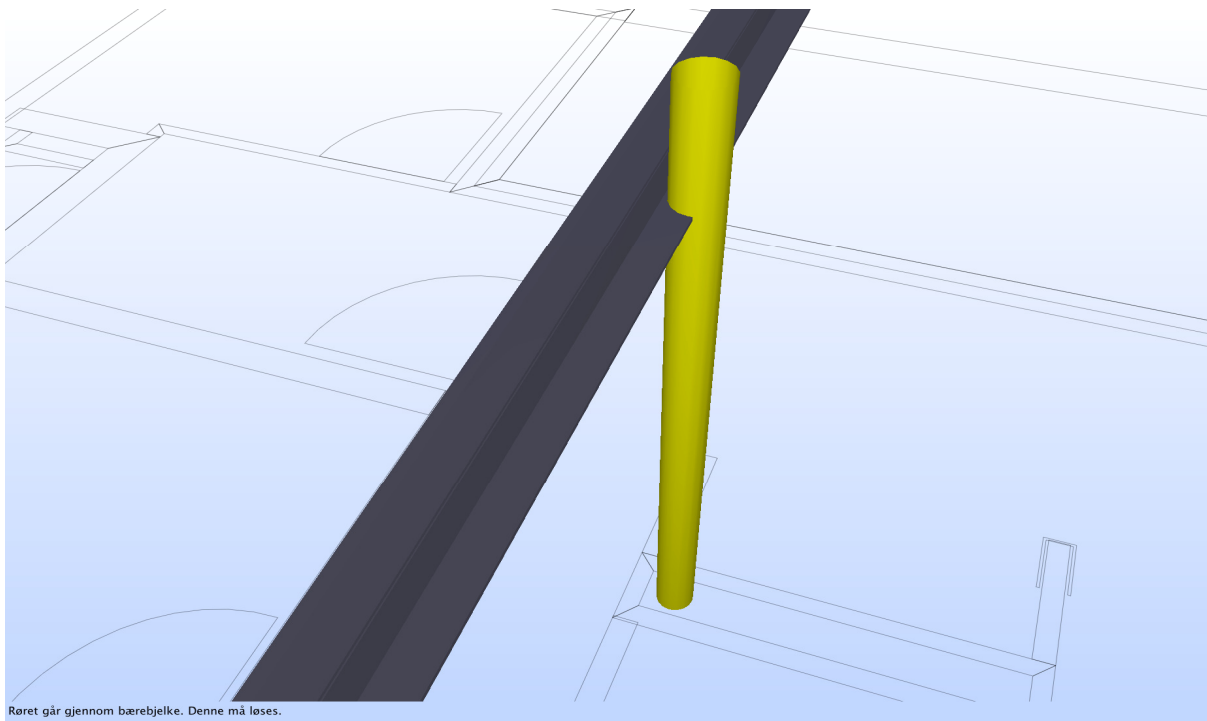


Figure 9: Denne må løses (SMC Storgata 60).

Filen med utførte kollisjonskontroller kan nå importeres tilbake i tegneprogrammet. Der blir feilen vist en og en. Slik kan endringene bli gjort uten å måtte lete rundt i modellen for å finne dem.

Selv om kollisjonkontroller på data kan finne de fleste feil, krever mange problemer visuell befarings for å bli oppdaget. Egne definisjoner kan bli lagt inn i kollisjonskontroller på data, men det er uansett viktig for den som skal kontrollere en modell å ha god forståelse og kunnskap. Resultatene fra kollisjonskontrollene krever manuell bearbeiding. Selv om feilene blir oppdaget er det opp til de involverte fagområdene å finne nye løsninger på problemet. For å finne andre feil enn kollisjoner og konkrete konflikter mellom fagene, kan det være nødvendig med en visuell kontroll. Feil i prosjekteringen kan også gå på mer praktisk utførelse av valgte løsninger. Dette krever mer tenking og erfaring i hvordan montering av elementene foregår.

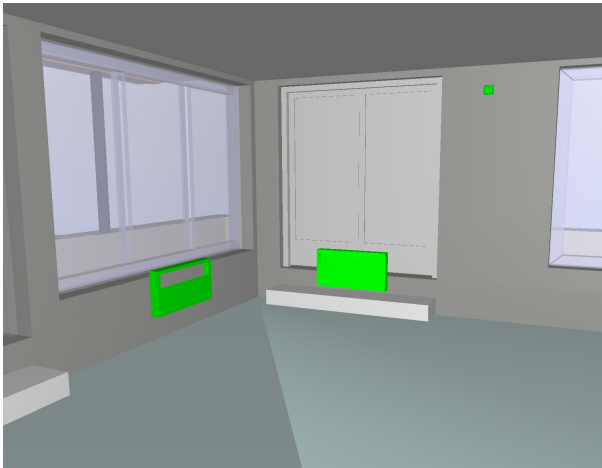


Figure 10: Feil plassering av panelovner (SMC Storgata 60).

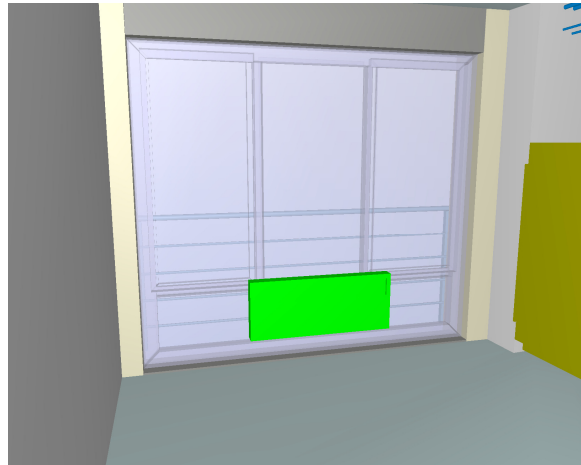


Figure 11: Panelovn foran vindu (SMC Storgata 60).

De to eksemplene over viser hvordan panelovnene er plassert på ugunstige steder. Til venstre ser vi en panelovn som er plassert under en verandadør. Det er verken plass eller særlig praktisk å ha en panelovn i døråpningen. På bildet til høyre er panelovnen hengt opp i et vindu. Det er ikke lett verken å feste eller tre ledning til denne ovnen. Disse to feilene vil nok uansett bli endret av den som utfører monteringen. Det som likevel kan skje er at innkjøper tar utgangspunkt i materialisten fra BIM modellen. Om han bestiller de panelovnene som er beskrevet, men ikke kan brukes, kan dette bli svært kostbart.

Mengdeuttak:

To av prosjektene brukte mengdeuttak. Dette kan gjøres på ulike måter og i ulikt omfang. Med et visualiseringsprogram kan elementer markeres og all tilgjengelig informasjon om disse elementene kan leses av. For eksempel kan dette være nyttig for en formann som skal bestille betong til et fundament (Intervju Storgata 60).

Eksempel på enkelt mengdeuttak fra SolibriModel Viewer:

The screenshot shows a list of wall elements on the left, with 'Wall.2.530' selected. Below is the 'Info' panel for 'Wall.1.2', which includes a table of properties and values.

Property	Value
Area	18.71 m2
Area (minimum)	18.71 m2
Gross Area	18.71 m2
Gross Area (minimum)	18.71 m2
Area of Doors	0.00 m2
Area of Windows	0.00 m2
Area of Openings	0.00 m2
Bottom Area	2.01 m2
Height	3.00 m
Height (minimum)	3.00 m
Length	6.24 m
Length (minimum)	6.24 m
Thickness	322 mm
Thickness (minimum)	322 mm
Volume	6.02 m3

Figure 12: Enkelt mengdeuttak (SMC Storgata 60).

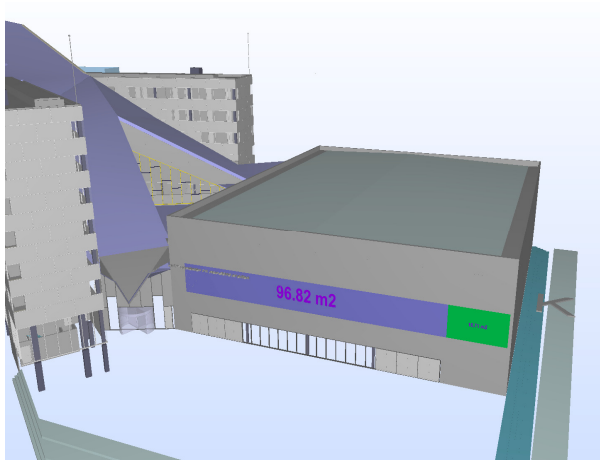
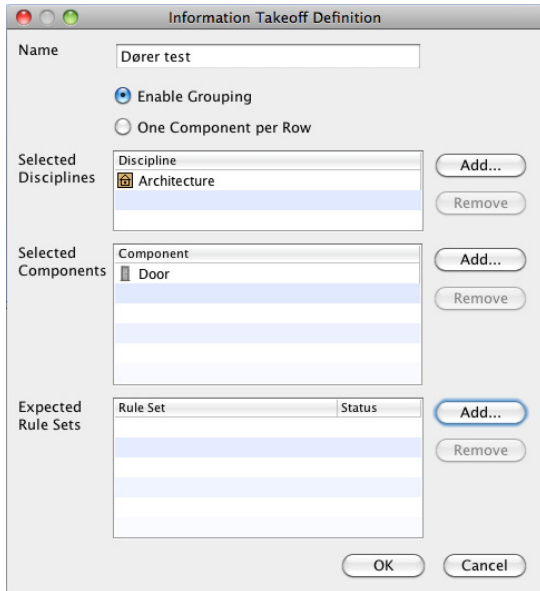


Figure 13: Mål vises i modellen (IFC Clarion).

Når et element blir markert kommer informasjonen om dette opp i tabellen nederst til venstre. Der kan man finne all informasjon om objektet samt trykke på ulike mål i tabellen og få dette automatisk vist i modellen.

Skal man ha tak i informasjon om flere elementer er det best å bruke et mer avansert program, for eksempel ArchiCad eller Solibr Modell Checker (Graphisoft.no, a). I disse programmene kan det enkelt lages lister av for eksempel alle innvendige lettvegger. Denne listen kan mates ut, enten til Excel eller direkte til et kalkulasjonsprogram (Intervju Clarion).

Mengdeuttak med Solibri Modell Checker:



For enkelt å få tak i ønskede mengder, definerer en først fagområdet for det man søker. Her er det valgt arkitektur. Så definerer en hvilke elementer programmet skal finne. Det er mulig å søke etter flere elementer i samme mengdeuttak. Her er det valgt kun dører.

Etter alle valg er utført viser programmet en liste over de elementene som er funnet. Hver elementtype får en fargekode og vises med samme farge på skjermen. Slik som bildet under viser alle dørene til Storgata 60.

Figure 14: Informasjonsuttak (SMC Storgata 60).

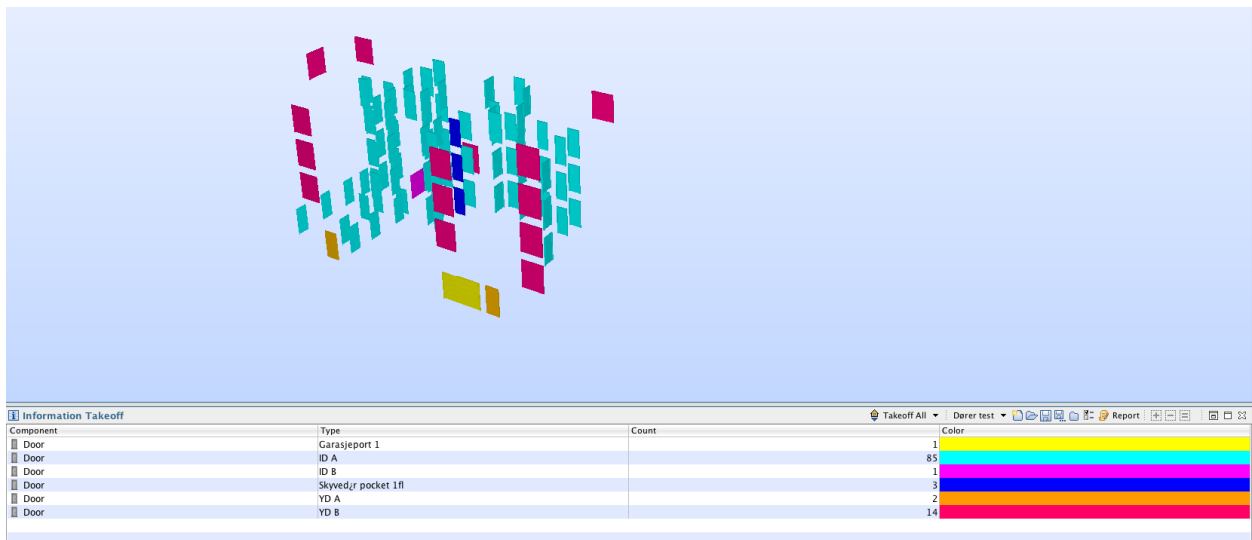


Figure 15: Alle dører er valgt (SMC Storgata 60).

Skal det hentes inn pristilbud på dører kan denne tabellen lagres som en Excel fil og sendes direkte til ulike leverandører. Mye tid blir spart i forhold til å telle dører manuelt på 2D tegningene.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Componen	Type	Count	Color				
2	Door	Garasjeport	1					
3	Door	ID A	85					
4	Door	ID B	1					
5	Door	Skyvedør p	3					
6	Door	YD A	2					
7	Door	YD B	14					
8								
9								

Figure 16: Eksportering til Excel.

Egne erfaringer med bruken av BIM i praksis:

Det fungerte bra å se på modellene i Solibri Model Viewer. Det var enkelt å styre seg rundt i modellen. Med Solibri Model Checker gikk det raskt å prøve noen forskjellige kollisjonskontroller. Jeg forstod at det kreves erfaring for å vite hvilke kontroller som bør prioriteres. Det er nødvendig med god forståelse for faget, for å tolke de mange resultatene som dukker opp.

For å bruke store BIM modeller til mer enn visualisering i SolibriModel Viewer, kreves det et godt dataverktøy. Min maskin har 4 GB og en rask prosessor, men det gikk tungt å jobbe med modellen til Clarion Hotel i ArchiCad. Det tok ca. 10 min å konvertere IFC filen inn i ArchiCad og maskinen trengte ofte "tenkepauser" under arbeid med modellen i 3D.

De to BIM modellene oppgaven har hatt mulighet til å utforske, har vært Clarion Hotel Trondheim og Storgata 60. I modellen fra Clarion klarte jeg ikke å finne noen alvorlige feil med kollisjonskontrollene i Solibri Modell Checker. I modellen fra Storgata fant jeg feil i de fleste kontroller jeg utførte. Det kan skyldes at jeg ikke fikk tilgang til en oppdatert fil eller at det var mye feil i modellen, som de ikke har rettet opp underveis.

3. METODE

3.1. FREMGANGSMÅTE

Før selve jobben med oppgaven startet, var det en prosess for å komme frem til tema og problemstilling. Hva kunne være interessant å skrive om? Kan oppgaven i ettertid være nyttig for andre? Dette var de to kriteriene som ble mest vektlagt. Det endte med temaene prosjektering og BIM.

Når selve arbeidet med oppgaven kom i gang, begynte det som med et byggeprosjekt, med en fremdriftsplan. Den ble i grove trekk utformet med avhengigheter mellom aktivitetene. Dette gav god oversikt og forståelse. Den viste at det måtte jobbes hardt fra start. Arbeidet begynte med å finne prosjektene, innhente informasjon og skrive en presentasjon om hvert enkelt prosjekt. Deretter analysere og vurdere all tilgjengelig informasjon om prosjektene. I tillegg måtte annen relevant litteratur rundt temaet innhentes og programvarene som benyttes til BIM skaffes og prøves ut i praksis. Denne fremdriften har stort sett blitt fulgt hele veien. Noe er blitt gjort i forkant mens noe har vært avhengig av svar fra ressurspersoner og har av den grunn blitt noe utsatt.

3.2. VALG AV METODE

Ved oppstarten av denne oppgaven var målsettingen klar. Hvilke metode som skulle velges var utfordrende. Kunne oppgaven klare å sammenligne konkrete tall ved bruk av kvantitativ metode? Hvor mye skal oppfatninger og meninger fra personer i prosjektene vektlegges? Hvordan kan man best mulig sammenligne to prosjekter? Dette var noen av spørsmålene som måtte besvares for å kunne velge metode.

Etter å ha arbeidet med å skaffe prosjekter til oppgaven, viste det seg at utvalget ikke ble ideelt til en ren kvantitativ tilnærming. Det finnes kun et begrenset antall BIM prosjekter. Prosjektene har kommet ulikt i forhold til produksjon. Kun ett Skanska prosjekt med BIM er ferdigstilt, mens noen få andre er under bygging. Til enkelte av prosjektene får oppgaven masse tilgjengelig informasjon gjennom Prosjekt-plassen (et nettbasert prosjekthotell), mens andre kun har intervju som informasjonskilde. For å gjennomføre en kvantitativ undersøkelse bør utvalget være stort. Samme måleverktøy må brukes hver gang for å innhente riktig data (Everett, I.L., Furusest, I.). Det var ikke mulig å få til en god kvantitativ tilnærming med de prosjektene og den informasjonen denne masteroppgaven har hatt tilgang til. Med en ren kvalitativ metode kan oppgaven gå mer i dybden i hvert prosjekt og legge vekt på flere faktorer. Slik kan flere av

erfaringene bli vektlagt, men det gir mindre muligheter for å sammenligne konkrete tall (Stene, M., s. 31-33 og s.104-106).

Valg av metode for oppgaven ble gjort ut i fra hvilke informasjon som var tilgjengelig. Siden informasjonen varierte stort fra prosjekt til prosjekt og ikke kunne innhentes systematisk, var det kvalitativ metode som passet best. Den kvalitative metoden gir det største inntrykket av prosjektene. Oppgaven forsøker også å konkretisere de kvalitative funnene med det tallmaterialet som er tilgjengelig. Dette blir en forenklet kvantitativ metode for å bygge opp under og styrke de kvalitative funnene (Stene, M., s. 31-33 og s. 104-106).

For å få ut mest mulig informasjon fra intervjuobjektene ble intervjuene gjennomført i en åpen form. Det vil si at spørsmål var forbredt og forkunnskaper var innhentet før intervjuene. Under intervjuene ble ikke spørsmålene fulgt notorisk. Hvis intervjuobjektet kom inn på en relevant sak eller hendelse, ble dette fulgt opp. Slike avsporinger mener jeg var bra for å få frem all informasjon som kunne være nyttig for oppgaven.

3.3. VALG AV PROSJEKTER

Hvilke prosjekter er relevante for en god besvarelse av problemstillingen? Det hadde vært enkelt med to helt like byggeprosjekter, hvor bare prosjekteringen med BIM og uten BIM var forskjellen. Siden det ikke finnes to helt like byggeprosjekter og det i tillegg er andre kriterier som også må tas hensyn til, ble det å skaffe forsøksprosjekter en utfordring. Trine Kvåle Hervik ved BIM avdelingen i Skanska var til stor hjelp med å skaffe BIM prosjekter. Til de ordinære prosjektene var det Skanska kontorene i Kongsberg og Drammen som bisto i letingen.

Valg av prosjekter kunne i en ideell situasjon blitt valgt helt tilfeldig ut i fra gitte kriterier. Videre burde prosjektene bli fulgt tett gjennom hele prosessen med planlegging og bygging. Dette er ikke tidsmessig mulig i en masteroppgave. Det nest beste alternativet hadde vært og sett på ferdigstilte prosjekter, med all relevant informasjon tilgjengelig. Dette viste seg også å være problematisk. I mange eldre prosjekter brukte ikke Skanska datalagring. Leting i gamle usorterte permer er tidkrevende og resultatet trolig ikke så veldig informativt, siden mye dokumentasjon kastes når prosjektet er ferdig. Ett av kriteriene for å velge ut prosjekter, ble enten god tilgjengelig informasjon på data, eller mulighet for dybdeintervju med relevante personer fra prosjektet. I de prosjektene det var mulig, ble begge deler benyttet.

Neste spørsmål var hvor mange prosjekter oppgaven bør se på, for å få et representativt utvalg? Selvfølgelig gir det større treffsikkerhet med flere prosjekter, men det er også viktig å kunne fordype seg i hvert enkelt prosjekt. For å sammenligne denne oppgaven med tidligere forskning, har byggekostnadsprogrammet gjennomført et prosjekt "Hvordan unngå prosjekteringsfeil" hvor de fulgte fire caseprosjekter (Byggekostnader.no, a). I byggekostnadsprogrammets prosjekter fulgte de prosjektering og bygging fra 2005-2008. Siden tilgjengelig tid er kortere for en masteroppgave, kan ikke prosjektene følges på samme måte. Oppgaven bygger på intervjuer og annen skriftlig informasjon, som det tar mindre tid å innhente. Det mest avgjørende for antall prosjekter ble derfor tilgjengelige og relevante BIM prosjekter.

Med hjelp fra Trine Kvåle Hervik i Skanskas BIM avdeling endte valget på tre BIM prosjekter. Disse var de tre eneste, som var ferdig eller hadde startet med produksjon. På grunn av finanskrisen og tøffe tider for byggebransjen, har det vært få som har valgt å legge ekstra ressurser i å benytte BIM de siste årene. Nå er mange nye prosjekter i gang med å prosjektere med BIM. For å se etter prosjekteringsfeil og andre erfaringer fra produksjonen, måtte oppgavens prosjekter være i gang med byggingen.

De tre BIM prosjektene ble derfor:

- BIM 1: **Storgata 60, Horten.** Det eneste ferdigstilte BIM prosjektet. Et lite prosjekt med bygging av leiligheter.

- BIM 2: **Midtbygda Skole, Røyken.** Har kommet over halvveis i produksjon. Ferdigstillelse er på våren 2011.

- BIM 3: **Clarion Hotel, Trondheim.** Har produsert siden mai 2010. Det er et stort prosjekt med ferdigstillelse i april 2012.

De tre ordinære prosjektene ble så valgt for å kunne sammenlignes best mulig med BIM prosjektene. For å få til dette ble entreprisform, type bygning og kontraktens størrelse lagt til grunn. Det var ikke lett å finne helt like prosjekter men oppgaven tilstreber å finne så mange likheter som mulig. De ordinære prosjektene ble:

- Ordinært 1: **Hyttegata, Kongsberg.** Ferdigstilt våren 2010. Et lite prosjekt med borettslag og selveierleiligheter.
- Ordinært 2: **Teigar Ungdomsskole og idrettshall, Tønsberg/ Tjømme.** Har kommet over halvveis i produksjon. Ferdigstilles våren 2011.
- Ordinært 3: **Berja Senteret, Kongsberg.** Ferdigstilt høsten 2009. Kjøpesenter, leiligheter og kontorbygg. Nybygg tilpasset et eksisterende bygg.

DEL 2 – PROSJEKTENE

4. PROSJEKTENE

Her kommer en gjennomgang av hvert prosjekt, for å skape bedre innsikt og forståelse av prosjektene. De ordinære prosjektene legges frem først. Det er trukket ut den mest vesentlige informasjon fra både intervjuene og annen data. Intervjuene kan leses i sin helhet under vedlegg. Legg merke til at de to prosjektene med samme nummer i kapittelet over, vil bli sammenlignet i analysedelen. Det er i hovedsak Skanska sine synspunkter og erfaringer som trekkes fram i omtalen av prosjektene. Innhenting av informasjon fra alle involverte i prosjektene, var ikke tidsmessig mulig. Entreprenørens rolle og innsikt i prosjekteringen og byggeprosessen, gir et godt grunnlag for å besvare problemstillingen.

4.1. HYTTEGATA

HYTTEGATA, LEILIGHETER I KONGSBERG	
Byggherre:	Profier AS, for Kongsberg Bolig Byggerlag
Entrepriseform:	Totalentreprise
Kontraktssum:	Ca. 24 mill
Byggetid:	11 måneder
Areal:	2.300 m ²
Prosjektleder Sanska:	Erlend Austad Lie
Beskrivelse av prosjektet:	
Nybygg med tilpassning til eksisterende kjeller og omkringliggende bebyggelse. Det er et fint leilighetskompleks med utsikt over Lågen og fint felles utearealet.	
Tilgjengelig informasjon:	
Prosjektlassen og intervju med prosjekteringsleder Erik Lindbo Hansen.	



Figure 17: Hyttegata (kbbi.bu.no)

På dette prosjektet ble det benyttet felles datalagring på Prosjektplassen. Der ligger blant annet alle referatene fra prosjekteringsmøtene. En gjennomgang av disse viser som forventet, siden dette er en totalentreprise, at aktivitetsnivået på prosjekteringen er høy i gjennom hele prosessen. Gjennomgangen ble gjort i Excel, hvor hver enkelt sak i prosjekteringsmøtet ble gitt en rangering fra en til fem etter disse kriteriene:

Gradering av prosjekterings- feil/ oppgaver:	
1	Forventet oppgaver og diverse opplysninger.
2	Nye uforutsette oppgaver eller nye ting som enkelt tegnes inn.
3	Små enkle endringer (uten innvirkning på mer enn et fag).
4	Større endringer eller endringer med konsekvenser for mer enn et fag.
5	Endringer/ feil i tidligere prosjektering med store konsekvenser.

(Vedlegg 8 Excelfil Hyttegata.)

Disse tallene ble summert og er under vist i grafene; Hyttegata-graf-1 og Hyttegata-graf-2. Av graf 1 ser vi at det er en topp litt over halvveis i prosjekteringsfasen. Det er her det har hopet seg opp flest uløste saker. Spesielt arkitekt og RIV har mye de må få orden på. Samtidig kommer det mange saker for RIBrann og RIB (Hyttegata-graf-2).

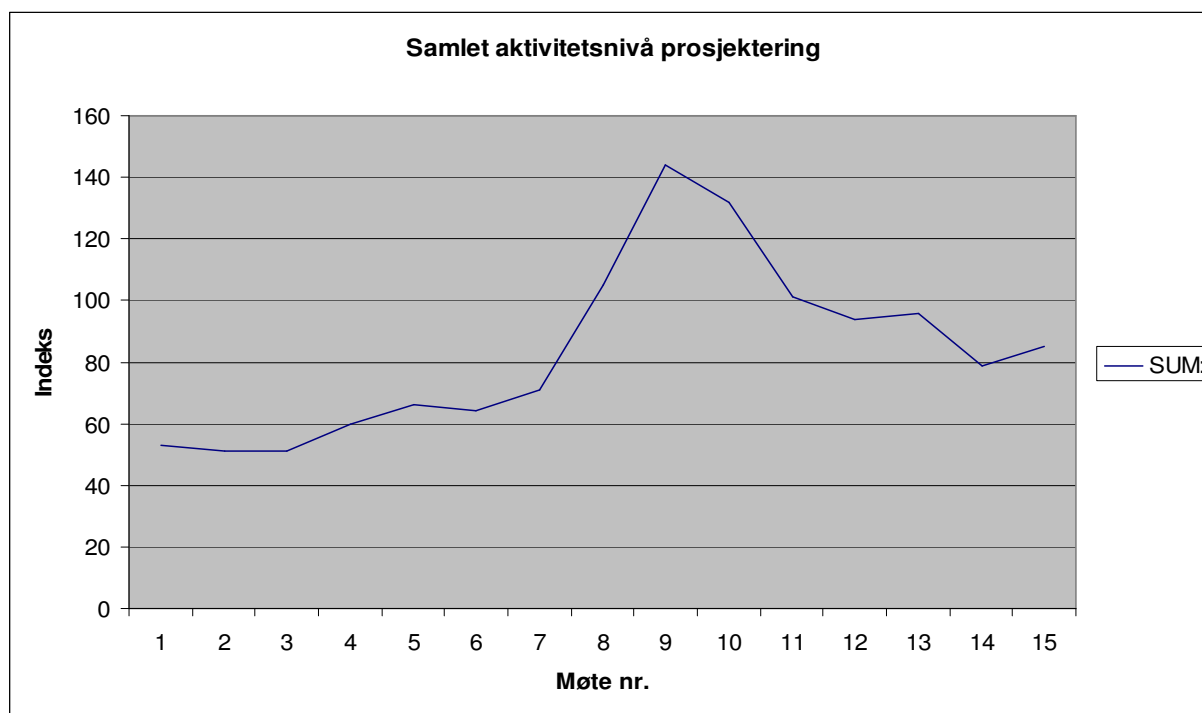


Figure 18: Hyttegata-graf-1.

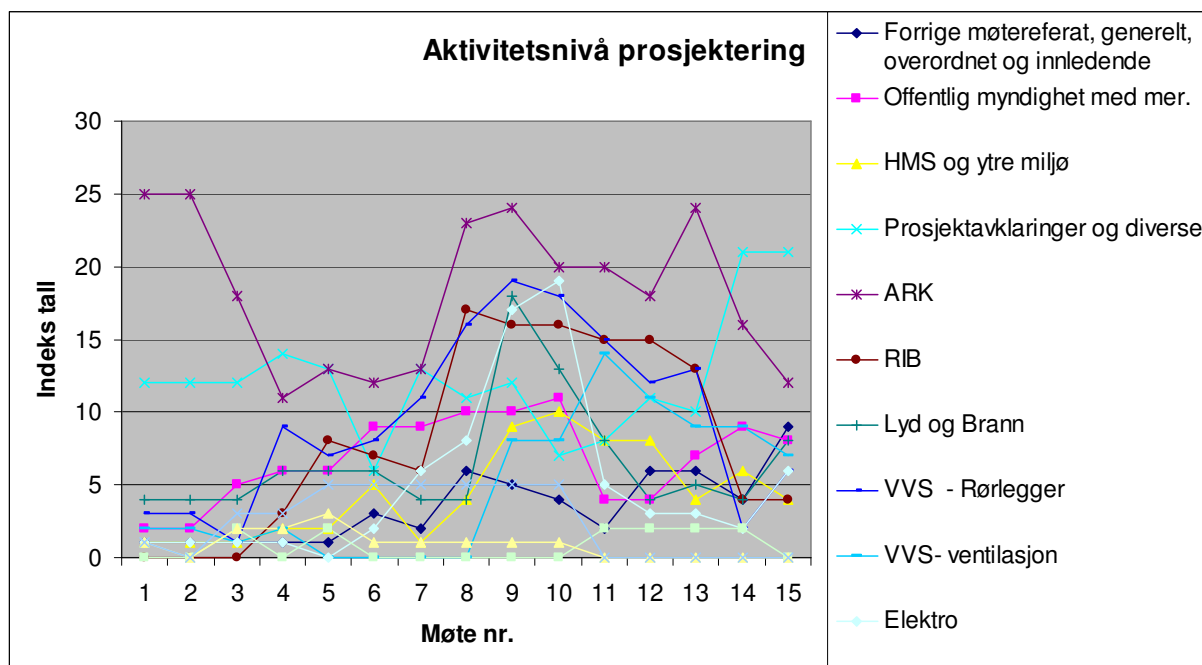


Figure 19: Hyttegata-graf-2.

Ut i fra grafene ser det ut til at prosjekteringen starter rolig og øker utover i prosjektet. Dette er nødvendigvis ikke helt riktig. Måten sakene i de ulike prosjekteringsmøtene rangeres på, gjør at planlagt innsendelse av IG søknader blir rangert som 1 poengs hendelser. I oppstarten av et prosjekt kan det være mye jobb med IG søknader og kontraheringer. Derfor er ikke disse grafene helt egnet til å lese prosjekteringsaktiviteter. De er mer en indikasjon på hvor i prosjekteringsfasen det har vært flest utfordringer.

Ut i fra prosjekteringsmøtene har det ikke vært mange store feil som er blitt gjort i prosjekteringen. Dette skyldes at mange av løsningene blir utformet eller tilpasset underveis, og dermed ikke opptrer som direkte feil. Møtereferatene er felles dokumenter hvor formuleringene ofte er korte og til dels skånsomme. Det var noen saker underveis som likevel kan kalles prosjekteringsfeil. Disse kommer frem i intervjuet med prosjekteringsleder. Vinduene til bygget er store og prosjekteringsleder spurte tidlig arkitekten om dette var greit i forhold til energiberegningene. Arkitekten hevdet det var i orden, men etter energiberegningene oppfylte ikke bygget kravene til TEK 07 (Sintef.no, b). Dette førte til at himling i parkeringskjeller måtte isoleres som en kompensasjon for energitapet fra vinduene. En del løsninger som ville ført til kuldebroer ble også endret underveis i prosessen (Intervju Hyttegata).

Den mest omstridte saken ble dessverre ikke oppdaget før tre måneder etter bygget var ferdig og beboerne hadde flyttet inn. I lokalavisen Laagendalsposten prydet Hyttagata forsiden:

Kjøpte ubrukelig p-plass til 120.000



Farlig: Dennis Gørsmeyer bør helst ha noen til å stoppe trafikken når han skal inn og ut av bilen. Det har vært nære på at han er blitt påkjørt.

Bilder og tekst fra Laagendalsposten.no

120.000 kroner. Men bilen er for lang og kommer ikke inn i garasjen i Hyttegata.



ALLE FOTO: BRITA SØRUM

Figure 20: Kjøpte ubrukelig p-plass (Laagendalsposten.no, a).

Problemet er en trang nedkjøring med forholdsvis stor helling og to 90 graders svinger. En av beboerne hadde kjøpt leilighet i Hyttegata fordi den var bygget med universell utforming. Han hadde betalt for dobbel parkering for å komme seg ut og inn av den spesialbygde bilen.

Problemet er bare at bilen ikke kommer seg ned til parkeringskjelleren, fordi nedkjøringsrampen er for trang. Dette er en kjedelig sak som fortsatt ikke har fått noen avklaring. Et bratt terreng og liten plass gjorde det vanskelig å utforme nedkjøringen annerledes. Løsningen var ”godkjent” av byggherre, som hadde utført fullskala tester før byggingen av den startet. Selv om byggherren har godkjent løsningen, er det arkitekten som har tegnet den, som står ansvarlig etter plan og bygningsloven forklarer L. Hansen.

Fra intervjuet med prosjekteringsleder L. Hansen, kommer det frem at det var en del problemer underveis i prosjektet. Prosjektet hadde dårlig økonomi på grunn av nedgangstidene i byggebransjen. Dette mener L. Hansen var med på å gjøre samarbeidet mellom Skanska og de prosjekterende vanskeligere. Et av firmaene var nærmest helt fraværende, og det viste seg at det var på grunn av en annen stor jobb de hadde påtatt seg parallelt. De andre involverte parter i prosjekteringen fungerte og samarbeidet bra.

Det var en utfordring å bygge på en så trang tom som dette, med nærmere 100 % utnyttelsesgrad. I tillegg skulle deler av bygget, bygges oppå en eksisterende kjeller. Det ble også valgt en annen arkitekt til prosjekteringen enn den som hadde tegnet grunnlaget for kontrakten. Dette kan ha vært negativt på grunn av dårlig eierforhold til prosjektet fra arkitektens side forklarer L. Hansen. Prosjektleder for Skanska på Hyttegata, var forholdsvis fersk i denne rollen. Om han fikk den støtten han trengte eller om en mer erfaren prosjektleder hadde gjort ting annerledes, blir spekulasjoner denne oppgaven ikke skal gå nærmere inn på. Til slutt endte prosjektet med et tap på ca 10%.

Oppsummeringen av prosjektet Hyttegata: Dette var en totalentreprise med parallell bygging og prosjektering. Det har vært stor prosjekteringsaktivitet nesten hele veien, med en topp litt over halvveis i byggeperioden. De største feilene fra de prosjekterende var nedkjøringsrampen, for store vindusflater og løsninger som ville gitt kuldebroer. Det var også problemer med samarbeid mellom enkelte av de prosjekterende og Skanska. De økonomiske rammene førte til at utfordringene ble enda vanskeligere å løse, enn hva de kunne ha vært. Prosjektet endte med et negativt sluttresultat.

4.2. TEIGAR

TEIGAR UNGDOMSSKOLE OG IDRETTSHALL	
Byggherre:	Nøtterøy kommune
Byggherrekontakt:	Kjersti Eriksen (Prosjektleder) & John Andre Gurijordet (Byggeleder)
Entrepriseform:	Generalentreprise
Kontraktssum:	Ca. 150 millioner
Byggetid:	18 (+ 4) måneder
Areal:	Skoleedel over to etasjer på ca 5.800 m ² , Idrettshall på ca 3.750 m ²
Prosjektleder Skanska:	Morten Strømmen (frem til okt 2010)
Arkitekt:	ARKITEKTGRUPPEN lille frøen AS
Beskrivelse av prosjektet:	
Skolen blir i sin helhet et nybygg som skal erstatte eksisterende Teigar ungdomsskole. I tilknytning til skolen blir det etablert et omfattende utomhusanlegg som skal invitere til bruk av skolen som nærmiljøanlegg. Det vil blant annet bli etablert kunstgressbane og ballbaner. Det skal etableres et varmepumpeanlegg som skal forsyne den nye skolen med varme. Varmepumpeanlegget baseres på grunnvann fra fjell som hentes fra 35 fjellbrønner lokalisert under de nye parkeringsplassene mellom skolebygget og Øvreveien (SKANSKA 2009).	
Tilgjengelig informasjon:	
Dokumenter (E-post) lagret på Skanska DM og intervju med distriktssjef Tor Abusdal.	



Figure 21: Nye Teigar skole (Tb.no, a).

I dette prosjektet henter oppgaven informasjonen sin i hovedsak fra intervju med distriktssjef, DK Tønsberg, Tor Abusdal. Tidligere prosjektleder Morten Strømmen har avvirket sitt engasjement i Skanska. Ny prosjektleder til Teigar ble tiltransportert, mens denne oppgaven ble utarbeidet. Derfor var regionsleder den med mest kunnskap rundt prosjektet. Han har fulgt prosjektet fra oppstart og har god oversikt over alle vesentlige saker og hendelser. Som

supplement til intervjuet med Abusdal tar oppgaven også med dokumenter fra Skanskas intranett om Teigar og andre nettsider og artikler fra internett som omhandler saken.

Det er ikke tilgang på referat fra prosjekteringsmøter, siden dette er en generalentreprise. Byggherre har stått for prosjekteringsansvaret og Skanska Norge AS har fått generalentreprise på arbeidet. Oppstart med grunnarbeider startet sommeren 2009 og ferdigstilling av prosjektet forventes nå til 23. mars 2011. Selv om prosjektet ikke er ferdigstilt har det nå kommet langt nok i produksjonen til å kunne si noe om hvordan grunnlaget fra de prosjekterende har vært.

Prosjekteringsansvaret i en generalentreprise ligger hos byggherre og hans rådgivere. Før byggestart brukte Nøtterøy kommune 30 millioner på prosjektering. De trodde derfor at alt var ferdig prosjektert og klart til bygging når kontrakten som generalentreprenør ble undertegnet av Skanska sommeren 2009 forteller T. Abusdal. Byggherre lot være å anskaffe seg en egen prosjekteringsleder. Derfor er det spennende og se på om de fikk rett i om prosjekteringen var komplett eller om det allikevel har vært nødvendig med supplerende prosjektering underveis.

T. Abusdal forteller at Skanska kort tid etter igangsettelse begynte å oppdage svakheter i tegningsgrunnlaget. Det viste seg så dårlig at det etter hvert førte til store problemer, merkostnader og forsinkelser. I brev til byggherre angående endringskrav for mars/ april 2010 oppsummeres det slik:

- Tegninger kommer for sent.
- Kvaliteten på tegningene er for dårlig.
- Omfanget har vært så stort at Skanskas arbeidsledelse ofte har hatt problemer med å rekke å oppdage alle problemene før arbeidet har startet.
- Tverrfaglig koordinering og kvalitetssikring er mangelfull. Det er sjelden at en sak avsluttes med et raskt, tydelig og tverrfaglig koordinert svar.
- Prosjekteringsleder har ikke deltatt og tatt ansvar i tilstrekkelig grad.
- Byggherre og rådgivere oppleves som passive og tar ikke initiativ til avklaringer.
- Endringslister kommer ikke som forutsatt samtidig med endret tegning.
- De prosjekterende har liten forståelse for at det pågår en bygging som krever planlegging og innkjøpsarbeid i forkant for å kunne gjennomføre en effektiv produksjon.

Dette viser at prosjekteringen i forkant ikke har vært god nok. Byggherre setter etter dette kravet fra Skanska, inn en advokat på saken og svarer med ett motkrav. Det avholdes et

oppklaringsmøt hos byggherres advokat. Der blir de enige om at grunnlaget fra de prosjekterende har vært for dårlig, men de er fremdeles uenige om ressursene Skanska har måtte bruke på prosjekteringsjobben (Intervju Teigar).

I punkt fem, i brevet fra Skanska til byggherren, refereres det til en prosjekteringsleder. Dette er en person fra arkitektens kontor, som har fått tildelt prosjekteringsansvaret av byggherre. Siden mange av problemene rundt prosjekteringen knyttes til arkitekten, mener T. Abusdal denne personen burde vært en uavhengig part.

Oppgaven har ikke mulighet til å gå i dybden på alle prosjekteringsfeil i dette prosjektet. Det trekkes derfor frem bare noen eksempler på feil i prosjekteringen fra mars og april:

- Kuldebruer som ikke er forsvarlig løst.
- Uklarheter i forbindelse med radonsperrer.
- Generelt mangelfullt underlag for tømmerproduksjon i hall.
- Feil på armeringstegninger.
- Feil i forbindelse med utsparinger.
- Innvendig skjøter.

Det er mange uavklarte eller dårlige løsninger som må omprosjekteres. Antall feil som dukker opp er så mange at vi ikke rekker å finne alle før de må starte byggingen forteller T. Abusdal.

Av de tekniske fagene er det ingen som skiller seg ut med mer feil og mangler enn andre. Problemet ligger i hovedsak på koordineringen. I stedetfor at alle fag er koordinert og samarbeider med hverandre i en tidlig fase, mottar Skanska tegninger fra hver enkelt prosjekterende og må selv kontrollere tegningene opp mot andre fag. Dette er tidkrevende og vanskelig, og fører til krav om kompensasjon for prosjektering fra Skanska til byggherre (Intervju Teigar).

Skanska har forsøkt å være nøye på planlegging av byggeprosessen. De har lagt opp fremdriftsplanen baklengs fra ferdigstilling til oppstart, med avhengigheter mellom de ulike oppgavene. I tillegg følges det nøye treukersplaner for fremdriften, og alle avvik føres inn. Tonen på byggeplassen er nå blitt bra og fokus ligger på fremdrift og produksjon. Selv om det nå flyter greit, har mange feil og manglene underveis, gitt problemer også for produktiviteten. Effektiviteten har blitt redusert med mellom 25 – 35 %. Der tømmer har vært hardest rammet med hele 35 % (Intervju Teigar).

Oppsummering av prosjektet Teigar ungdomsskole og idrettshall: Det har vært veldig mye feil og mangler til tross for en forhåndsprosjektering til 30 millioner. Skanskas tilleggskrav til byggherre for prosjekteringsarbeid og redusert produktivitet grunnet mange feil og mangler, blir på ca 25 millioner. I tillegg kommer alle endringene som til nå er oppe i hele 550 stykker. Disse vil utgjøre et krav på mellom 15-20 millioner. Tvisten rundt disse kravene vil trolig havne i en rettssak etter prosjektet er avsluttet.

4.3. BERJA SENTERET

BERJA SENTERET

Byggherre:	Berja Eiendom AS
Byggherrekontakt:	Hans Edvard Velle
Entrepriseform:	Totalentreprise
Kontraktssum:	Ca. 106 millioner / slutt sum ca 200 millioner.
Byggetid:	Ca. 2 år
Areal:	Ca. 22.000 m ²
Prosjektleder Skanska:	Ole Bergersen

Beskrivelse av prosjektet:

Nytt kjøpesenter og modernisering av en eksisterende del. Nybygget inneholder i tillegg til butikker også ny kontordel og leiligheter. Senteret har en sentral beliggenhet og er nærmeste nabo til jernbanestasjonen og bussterminalen i Kongsberg.

Tilgjengelig informasjon:

Prosjektplanen og intervju med prosjekteringsleder Erik Lindbo Hansen.



Figure 22: Berja senteret (Berja.no).

På dette prosjektet ble det brukt felles datalagring. I tillegg til en gjennomgang av referatene fra prosjekteringsmøtene henter oppgaven informasjon fra intervju med den ene av tre prosjekteringsledere. Berja er et ordinært prosjekt med totalentreprise. Derfor har Skanska selv hatt prosjekteringsansvaret.

På samme måte som for Hyttegata, har oppgaven rangert sakene fra alle prosjekteringsmøtene på en skala fra en til fem. Dette var en tidkrevende jobb for et så stort prosjekt, med totalt 37

møtereferater. Halvparten av disse var delt i et eget møte for tekniske fag og et ordinært prosjekteringsmøte. De rangerte tallene er summert og resultatet vises i grafene under:

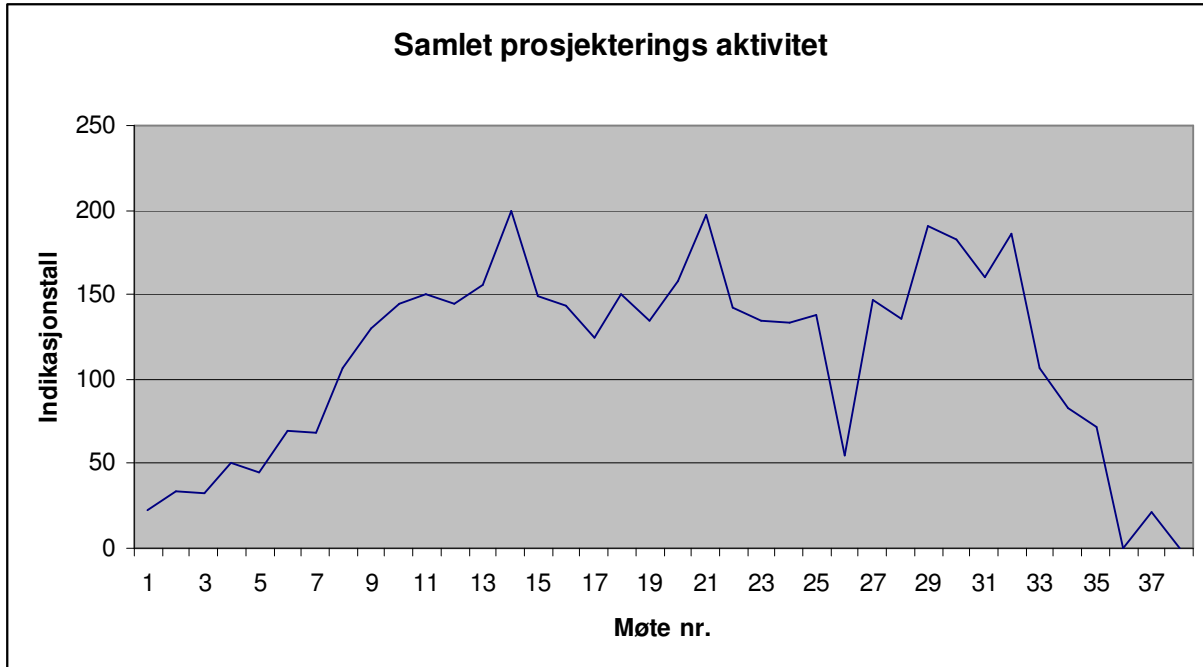


Figure 23: Berja-graf-1 (Vedlegg 9 Excelfil Berja).

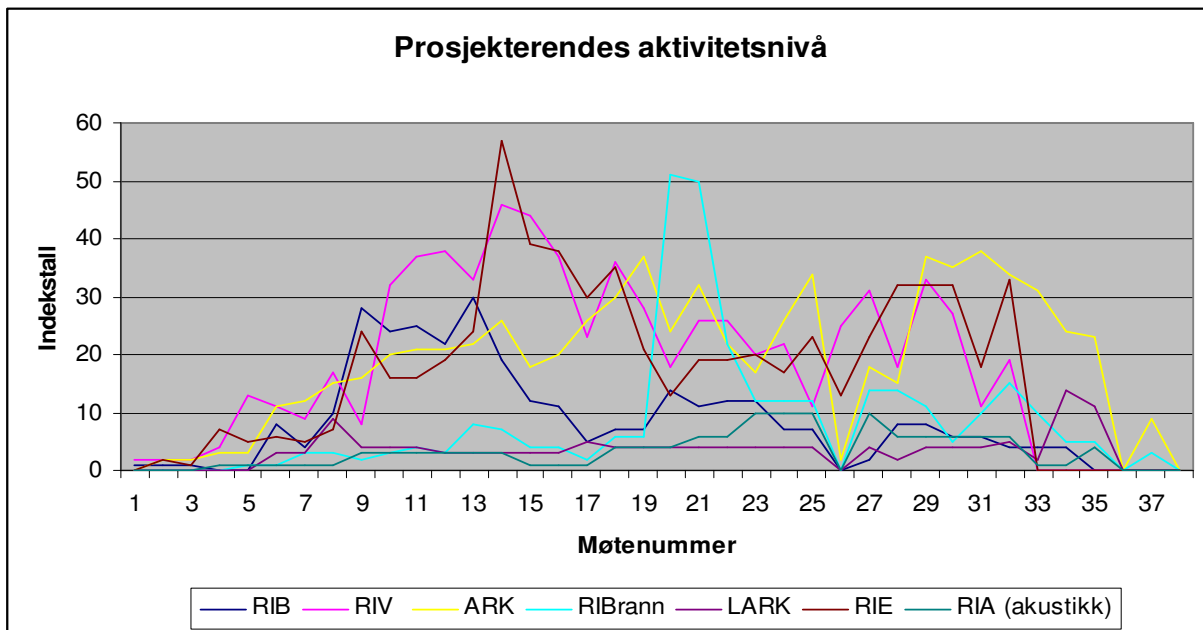


Figure 24: Berja-graf-2 (Vedlegg 9 Excelfil Berja).

Den første grafen, Berja-graf-1, viser samlet prosjekteringsaktivitet. Aktiviteten stiger jevnt i oppstarten av prosjektet, holder seg jevnt høyt med tre små toppar, til aktiviteten synker brått mot slutten. De første to toppene skyldes en del endringer i forhold til prosjekteringen. Den første toppen ser vi av grafen, Berja-graf-2, skyldes RIE og RIV. Dette fordi det er mange nye oppgaver samtidig som tre ulike endringer har oppstått.

Topp nr to kommer som følge av at rådgivende ingeniør for brann, legger frem sin rapport. Dette fører til endringer også for de andre prosjekterende. Ellers ser vi at prosjekteringen går sakte nedover for de fleste fag i midtre del av prosjektet, før vi igjen ser en topp mot slutten. Denne siste toppen skyldes i hovedsak at alle leietakerne i bygget nå kommer med ønsker om hvordan de vil ha ting. Dette fører til en del omprosjektering.

Grafene stemmer godt med forventningene om en langsgående prosjektering. Dette kommer også frem i intervjuet av prosjekteringsleder L. Hansen. Det grafene ikke tar høyde for, er at det var mye jobb med grunn og fundamentering ved oppstart. Det har var en del feil og utfordringer med prosjekteringen, men mye av det skyltes utenforliggende årsaker som; innspill fra kommunen, krav fra jernbaneverket, ønsker fra byggherre og behov fra leietakerne. Det var ingen store prosjekteringsfeil, men mange løsninger ble utarbeidet og valgt underveis. En stor feil som likevel oppstod, men som ikke går under kategorien prosjekteringsfeil, var de utvendige veggplatene. Etter montering ble det oppdaget at disse var i feil farge og alle måtte skiftes. Denne feilen kostet ca en million kroner (Intervju Berja).

Planlagt rekkefølge på prosjekteringen måtte endres fra opprinnelig plan, på grunn av logistikken på byggeplassen. Kranen rakk nemlig ikke over hele det store arealet som bygningen dekker. Ett og ett område måtte bli ferdig med alle nødvendige løft, før kranen kunne flyttes til neste område. Dette førte til at de prosjekterende måtte prosjektere et område ferdig, før de startet på neste. Samarbeidet mellom de prosjekterende gikk bra, mye på grunn av egen prosjekteringsleder for de tekniske fagene forteller L. Hansen.

Oppsummering av prosjektet Berja: Prosjekteringen ble utført parallelt med produksjonen. Ingen store prosjekteringsfeil er oppdaget. Bygget er av god byggeteknisk standard og byggherre er fornøyd med resultatet. Skanska har holdt budsjettet på dette prosjektet og går ca. 10-11% i pluss (Intervju Berja).

4.4. STORGATA 60 (BIM)

STORGATA 60, LEILIGHETER I HORTEN	
Byggherre:	Horten boligbyggerlag
Entrepriseform:	Totalentreprise
Kontraktssum:	16,6 mill
Byggetid:	9 måneder (inkludert 4 feriuker)
Areal:	Ca. 1400 m ²
Prosjektleder Skanska:	Ove Kjærvik
Arkitekt:	SPIR Arkitekter v/Sven Krohn
Beskrivelse av prosjektet:	
BIM nivå i prosjektet: BIM modellen hadde innhold fra, ARK, RIB (Rambøll), RIE og RIV (Multiconsult). Det ble foretatt kollisjonskontroller av BIM avdelingen til Skanska. Prosjekteringen ble gjort i forkant av kontrahering med UEer.	
Tilgjengelig informasjon:	
Intervju med anleggsleder Jørn Liverød, intervju med BIM koordinator Trine Kvåle Hervik og overlevert powerpoint; BIM i ”Storgata 60”.	



Figure 25: Storgata 60 (Storgata 60).

Til dette prosjektet har det vært vanskelig å innhente informasjon. Både prosjektleder og prosjekteringsleder har sluttet i Skanska. Hotell for fildeling og datalagring har heller ikke vært tilgjengelig. Oppgaven baserer seg i hovedsak på intervju med anleggsleder Jørn Liverød og BIM koordinator for Skanska Trine Kvåle Hervik. Hun overlevert også en presentasjon og sluttrapporten sin fra Storgata 60.

Prosjekteringen i dette prosjektet skulle vært ferdig før produksjon. I oppsummeringen fra BIM koordinator T.K. Hervik står det følgende: *"Prosjekteringsplanen er et levende dokument. Et sted går dog grensen!!!"* Tegningsleveransene i 2D ble forsinket med 7 uker fra RIB, 6 uker fra ARK og hele 9 uker fra RIV og RIE. Dette førte til at betongproduksjonen startet før nødvendig ferdiggrad på RIB og RIV sine tegninger var klare. I oppsummeringen fra Storgata 60 legges det også vekt på at de prosjekterende må få mer innputt tidlig fra valgte underleverandører og info i fra Skanskas produkt design. (Storgata 60)

BIM prosjektering krever mye og nøyaktig informasjon tidlig, noe de fikk erfare i Storgata 60. Grunnundersøkelsene og fundamenteringsløsningen som var lagt til grunn i rammesøknaden måtte endres. Det førte til at også etasjehøydene måtte minskes, for ikke å bryte med kommunens krav. En slik vesentlig endring førte med seg mye ekstra og tidkrevende arbeid for alle fag (Storgata 60).

Det ble underveis i byggeprosessen bare funnet små feil på det byggetekniske. For de tekniske fagene var ikke grunnlaget like bra. Multiconsult stod for prosjekteringen av VVS og elektro. De utførende var mindre lokale selskaper som er vant med sine egne måter å gjøre ting på. Mellom de prosjekterende og utførende var det ingen kommunikasjon i prosjekteringsfasen, siden utførende ikke var valgt på dette tidspunktet. Når byggingen startet førte dette til at nesten alt som var prosjektert måtte gjøres om. Noen ganger fordi det ikke kunne utføres slik som planlagt og andre ganger fordi det fantes enklere mer praktiske måter å gjøre det på. *"De første tegningene av det tekniske stemmer ikke overens med ferdig bygg! I dette tilfellet var mye av den tekniske prosjekteringen en flopp. Det kostet mye penger og ble mer et irritasjonsmoment enn en hjelp under byggeprosessen"* forteller J. Liverød. Det ble i etterkant av prosjektet en sak mellom Multiconsult og Skanska rundt prosjekteringen.

På andre områder enn de tekniske fagene var BIM modellen til god hjelp for prosjektet. Det ble kjørt kollisjonskontroller i modellen som var med på å gi et nesten feilfritt grunnlag fra arkitekt og RIB. BIM modellen ble også brukt til mengdeberegninger og massekontroller. Dette forteller anleggsleder var en stor fordel: *"Vi slapp å regne på det. Bestilling av varer og tjenester var mye enklere"*.

Oppsummering av prosjektet Storgata 60: Det var Skanska sitt første BIM prosjekt. Mye nytt i forhold til prosjektering med BIM. Den viktigste lærdommen ser ut til å være å få inn nøyaktig informasjon tidlig, helst fra de utførende selv.

4.5. MIDTBYGDA SKOLE (BIM)

MIDTBYGDA SKOLE, RØYKEN	
Byggherre:	Røyken Eiendom AS
Byggherrekontakt:	Arne Henry Amdal
Entrepriseform:	Generalentreprise
Kontraktssum:	ca 106,8 mill eks mva
Byggetid:	16 måneder
Areal:	ca 9000 m ²
Prosjektleder Skanska:	Bjørn Erik Haugmoen
Arkitekt:	LINK Signatur AS
Beskrivelse av prosjektet:	
Midtbygda skole ligger ved Gleinåsen i Røyken kommune. Skolen skal rustes opp og utvides til 28 undervisningsrom, som kan huse 728 elever, mot dagens 440. Ferdig utbygget vil skolen ha kapasitet til å undervise fire-paralleller på alle sju trinn. I tilknytning til skolen bygger Skanska i egen entreprise også ny idrettshall med garderobeanlegg og bibliotek.	
Tilgjengelig informasjon:	
Intervju med formann Terje Nesset og powerpoint presentasjon fra Midtbygda.	



Figure 26: Midtbygda skole (One.Skanska.no, b).

Til dette prosjektet bygger oppgaven på intervju med formann T. Nesset. Han stilte godt forbredt og hadde med utskrift fra en powerpoint presentasjon. Denne skulle de vise på BIM seminaret "Den kloke tegning 2010", uka etter intervjuet. Oppgaven fikk også noe informasjon rundt Midtbygda, under møte med Skanskas BIM avdeling i Oslo. Ellers er resten av informasjonen hentet fra artikler om prosjektet på internett.

Midtbygda skole er et full skala BIM prosjekt. Det vil si at alle fag er samlet i BIM modellen. Det var Multiconsult som prosjekterte bygget, som tok initiativet til at Midtbygda skulle bli et BIM prosjekt (TU.no, a; TU.no, b). Etter at Skanska fikk entreprisen og hørte at Multiconsult

hadde prosjektert med BIM, ville de også bruke BIM modellen. Skanskas BIM avdeling og Skanska prosjektet på Midtbygda, spleiset for å få tilgang på hele grunnlaget fra Multiconsult (Intervju Midtbygda).

Midtbygda er en generalentreprise med BIM. Derfor burde forholdene ha vært gode for å få til en detaljert prosjektering på et tidlig stadié. Før byggingen startet, ble alle involverte parter invitert til fire dagers seminar, med felles gjennomgang av BIM modellen på storskjerm. Dette for å kontrollere og finne eventuelle kollisjoner mellom fagene. *”Allerede etter en time fant vi det første uavklarte forholdet, og det viste seg at en dag var nok. Opprinnelig hadde vi satt av fire dager, foran Holt (fremviseren). Det er så visuelt, alle kan se at en kanal er for liten eller at en vegg står i veien. Dermed blir det mye lettere å få respekt for endringer fra andre fag”*, sier Harald Gründel, arkitekten hos Link Signatur som tegnet skolen (TU.no, a).

Både Multiconsult og BIM avdelingen til Skanska kjørte kollisjonskontroller med egne dataverktøy og mange feil og kollisjoner ble rettet opp. Når byggingen starter viste det seg raskt at grunnlaget ikke var helt feilfritt likevel. Gravetegningene var ikke detaljerte nok. Skanska måtte purre på nye og bedre gravetegninger, før gravingen kunne ta til. Etter at brakkeriggen var satt på plass, kom de detaljerte tegningene over hvor vann og avløpsledningene skulle gå. Det viste seg at disse krysset rett under der brakkeriggen var plassert.

Videre dukket det opp mange små og store endringer i forhold til den opprinnelige modellen. Det er hovedsaklig tre typer feil som går igjen:

- Mangler eller avvik på arbeidstegningene.
- Kollisjoner som ikke har blitt oppdaget i prosjekteringen.
- Praktisk dårlige løsninger som må endres.

Dette har ført til og fører til mye korrespondanse mellom byggeplass og de prosjekterende. Forman Terje Nasset sier det slik: *”Vi er så vant til å drive totalentrepriser og det er egentlig det vi gjør her også, bortsett fra at vi ikke sitter på prosjekteringsansvaret”* (Intervju Midtbygda). Fra å ha ansvaret bare for byggingen og få ferdige arbeidstegninger rett i hånda, har Skanska nesten tatt på seg jobben som totalentreprenør. Dette viser at selv om hovedtyngden av prosjekteringen ble gjort tidlig i dette prosjektet, dukker det likevel opp mange endringer underveis. Derfor har det blitt nødvendig med en langsgående prosjektering.

På Midtbygda kommer det frem flere eksempler på hvordan BIM har vært med på å forhindre prosjekteringsfeil og ekstra kostnader. For eksempel ble veggene til teknisk rom endret på tegningene fordi agregatet ikke ville kunne komme inn i rommet uten å bli demontert (TU.no, a).

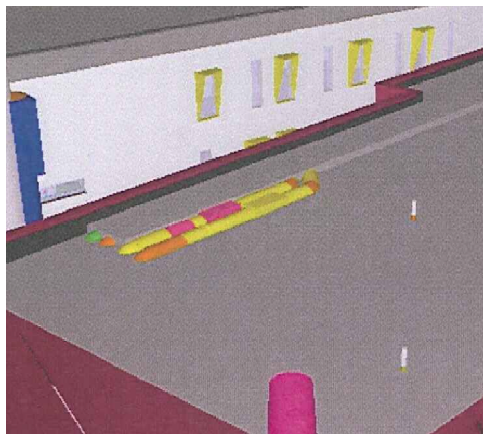


Figure 27: Takkanaler utenfor kasse.

Et annet eksempel som blir gitt i presentasjonen til ”Den kloke tegning 2010” er innkassing av takkanaler. På taket skal det gå flere kanaler overdekt av egne kasser. I BIM modellen oppdaget de på byggeplassen at kanalene gikk utenfor kassene. Kassene måtte tegnes større for å få plass til alt av rør (Den kloke tegning 2010; Intervju Midtbygda).

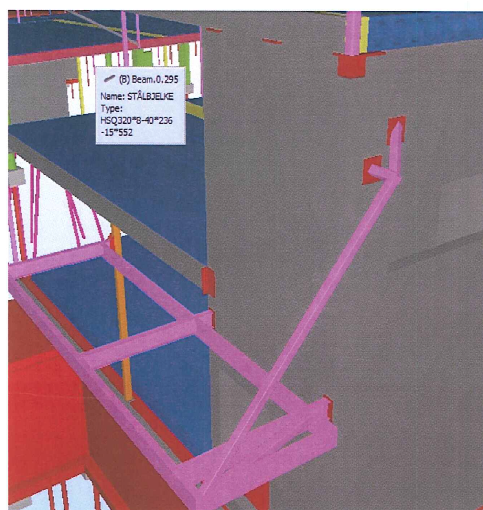


Figure 28: Innstøpingsgods.

Andre ganger oppdages feilene litt senere. Det skulle støpes fire sjakter i betong. Når den første er ferdig støpt oppdager de på BIM modellen at det skulle vært innstøpte stålplater som det senere skal sveises stålstag til. Disse platene var ikke tegnet i 2D tegningen som de bygger etter. Hadde de ikke hatt BIM modellen hadde det sansyneligvis ikke blitt oppdaget før de tre siste sjaktene også var ferdig støpt. Dette reduserte utgiftene med å bolte og lage en alternativ løsning på bare en istedenfor alle fire sjaktene, forklarer T. Nettet (Den kloke tegning 2010; Intervju Midtbygda).

BIM modellen har vært nyttig for prosjektet i flere sammenhenger. Her er noen av det BIM modellen har blitt brukt til ute på byggeplassen:

- Mengdeuttak.
- Oppstart med tømmer og betong.
- I BAS møter for å synliggjøre diverse utfordringer på prosjektet.
- Presentasjon i avklaringsmøter med under entreprenører.

- BIM blir brukt som supplement til arbeidstegninger. Det er arbeidstegninger som gjelder, men BIM er bra for å forstå helheten.
- Til dokumentasjon av konstruksjonsgjennomgangene.
- Tilbakemelding til Multiconsult.
- Kontrollere uklarheter og finne feil og mangler.

Oppsummeringen av Midtbygda: Det er ett fullskala BIM prosjekt hvor det i utgangspunktet skulle være ferdig prosjektert når produksjonen startet. Underveis i byggeprosessen har det dukket opp mange utfordringer. Disse har ført til at prosjektet nå ligner svært mye på en totalentreprise, istedenfor den generalentreprisen som ligger til grunn for kontrakten. Skanska er vant til å drive med totalentrepriser og byggeprosessen går i så måte bra. Bruken av BIM har hatt flere positive sider. Det har vært enklere å oppdage prosjekteringsfeil på et tidligere tidspunkt. Det har gjort det enklere å vise og å forstå bygningsmassen, noe som igjen har spart prosjektet for mye tid. Enklere mengdeuttak har også gitt besparelse av tid (Intervju Midtbygda).

4.6. CLARION HOTEL (BIM)

CLARION HOTEL TRONDHEIM	
Byggherre:	Star Property AS
BH's prosjektleder:	Optima AS
Entrepriseform:	Totalentreprise
Kontraktssum: Byggetid:	550 millioner
Areal:	Ca. 2 år
Prosjektleder Skanska:	Ca. 31000 m ²
Arkitekt:	Frode Berg
	Space group AS, Oslo
Beskrivelse av prosjektet:	
Europas første hotell med energiklasse A og det største bygget som til nå er BIMet i Skandinavia. Det blir et av Skandinavias største kongresshoteller med 400 rom og et 3000 kvadratmeter stor kongressenter. Hotellet ligger på Bratterøya, en ny sentrumsnær bydel. Det har Pirbadet som nærmeste nabo og vil få god utsikt over Trondheimsfjorden (Boarding.no).	
Tilgjengelig informasjon:	
Prosjektplassen og intervju med Stig Johansen (BIM koordinator) og Rune Urenholdt Jackobsen (prosjekteringsleder).	



Figure 29: Clarion Hotel Trondheim (Boarding.no).

Til dette prosjektet har oppgaven hovedtyngden av informasjon fra intervju med prosjekteringsleder og BIM koordinator. På prosjektplassen til prosjektet, har alle tegninger, BIM modeller og andre dokumenter vært tilgjengelig. Det har vært noen artikler i media om prosjektet, men disse har stort sett hatt et annet fokus, enn hva oppgaven er ute etter.

Clarion Hotel Trondheim er det prosjektet i denne oppgaven, som har kommet kortest i produksjon. Byggestart var 11. mai mens riving startet ca 1. april 2010. Skanska har som totalentreprenør prosjekteringsansvaret i prosjektet. Når prosjekteringslederne var på plass, så

de raskt at det var nødvendig å benytte BIM, som et viktig hjelpemiddel i prosjekteringen. Tidspresset før byggestart var stort. Derfor rakk de prosjekterende bare å bli ferdig med de grove trekkene, mens detaljprosjekteringen skjer nå i starten av byggeprosessen.

Bruk av BIM var ikke kalkulert inn i kontrakten Skanska inngikk med byggherre. BIM ble heller ikke benyttet til kalkulasjonen av prosjektet. Allikevel har Skanska valgt å ta med BIM i kontrakten til alle sine prosjekterende. De benytter da egne kontrakter for BIM, med beskrivelser av detaljeringsgrad, tegnemåte (hvordan de ulike modellen skal bygges opp), retningslinjer for bruk av objektbibliotek, filformater med mer. Arkitekten var i utgangspunktet skeptisk til dette, siden de aldri hadde brukt BIM tidligere. De tekniske fagene var stort sett positive. Før oppstart ble det avholdt to workshoops med alle prosjekterende. I den første gjennomgikk de plottformat, konvertering av filer og ulike filformater. Den andre var en praktisk gjennomgang. Arkitekten sendte rundt en fil hvor de tekniske fagene la inn sine tegninger. Alle fikk komme med innspill om hvilke informasjon de trengte og hvilke formater denne informasjonen måtte leveres i. En slik gjennomgang var viktig for å få nytte av BIM. De prosjekterende hadde ulike forkunnskaper om BIM og benyttet seg av forskjellige programmer. Samkjøring i forkant har ført til få koordineringsproblemer underveis (Intervju Clarion).

BIM ambisjonene for prosjektet er under utvikling. Nå brukes BIM modellen til; kollisjonskontroll, mengdeuttak og visualisering. Videre ønsker Skanskas BIM koordinator Stig Johansen, å ta i bruk modellen til:

- Kalkulasjon og innkjøp.
- Bruke BIM mer aktivt i produksjon, PCer ute på byggeplass med modellen på.
- Bruke modellen aktivt når produksjonen har spørsmål.
- Planlegge fremdrift, 4D.

Han gir også eksempler på praktisk bruk av BIM ute på byggeplassen som de ønsker å få til:

- ✓ Når en vegg og et dekke skal støpes i betong, skal de som bestiller kunne gå inn i BIM modellen og finne direkte ut hvor mange kubikk de må bestille.
- ✓ Når det er uklare mål på tegninger. Ikke alle mål gir seg selv ut i fra en 2D arbeids tegning, eller noen mål kan ha blitt utelatt. Hvis de som jobber med produksjon begynner å bruke BIM, kan de gå inn i modellen og målsette selv direkte de punktene de lurer på. Dette kan gjøres i 3D og er veldig nyttig for eksempel for å finne lengden på skråstilte søyler eller bjelker (Intervju Clarion).

Den største utfordringen for å få til en mer praktisk anvendelse av BIM i dette prosjektet, er datamaskinene. De fleste som jobber i prosjektet er positive og villige til å lære om hvordan programmene brukes. Datamaskinene som til vanlig holder mål, er ikke kraftige nok til å kjøre ArchiCad eller Solibri Modell Checker (SMC), som en aktiv BIM bruk avhenger av. Solibri Modell Viewer virker på de fleste maskiner, men kan jobbe sakte med tunge modeller og har begrenset med muligheter i forhold til SMC.

På byggeplassen er det i dag visualisering som blir mest brukt. Dette har hatt svært god effekt. På et komplisert og stort bygg som dette har visualiseringen i 3D vært helt avgjørende for å forstå konstruksjonene. Uten bruken av BIM modellen ville det tatt flere uker og få den samme oversikten og forståelsen av bygget, som det gjør med noen få timer foran skjermen (Intervju Clarion).

Kollisjonskontroller skal være utført av de prosjekterende før tegninger overføres til Skanska. Det tok litt tid før alle prosjekterende skjønte hvordan de skulle kjøre kollisjonskontroller, men nå er alle godt i gang med dette. For hver gang alle de prosjekterende har oppgradert BIM modellen, kjører Skanskas BIM koordinator en egen kollisjonskontroll. Denne inneholder i tillegg til vanlige kontrollpunkter også egendefinerte kontroller. Etter denne kontrollen blir det laget en kollisjonsrapport, som består av en SMC "kollisjonsfil" og en forklaring på PDF. Hvert enkelt fag kan enkelt åpne SMC "kollisjonsfilen" og rette opp eventuelle feil direkte.

Etter de første kollisjonsrapportene kom det frem at ikke alle de prosjekterende hadde forstått hvordan rapporten skulle leses. De leste bare PDF filen, fordi de ikke var klar over at SMC "kollisjonsfilen", kunne brukes til enkelt å finne feilene å rette de opp. Etter at dette ble oppdaget og alle har blitt vant til å bruke rapporten, har det blitt en liten intern konkurranse om hvem av de prosjekterende som klarer å få færrest feil. Dette gir veldig positivt resultat, både i forhold til mindre feil i modellene, men også det at de ulike fagene er avhengig av å samarbeide for å få dette til. Det skaper samhold og engasjement i prosjekteringsgruppa (Intervju Clarion).

Det er mange positive effekter BIM har hatt til nå i dette prosjektet. Det som ikke fungerer så godt forsøker de å ta lærdom av. Et eksempel som er nevnt over er datautstyret og hvor godt brukerne kan programmene. En annen side som BIM koordinator og prosjekteringsleder trekker frem under intervjuet, er hvem som har hovedansvaret for BIM modellen. Frem til nå har de fleste prosjekter, slik som her, brukt arkitekten som det styrende faget. Det er arkitektens tegninger de andre fagene må rette seg etter. Spørsmålet er om dette er den beste

løsningen? Prosjekteringsleder Rune Urenholdt Jacobsen forteller at dette har ført til mye trøbbel. Dette fordi arkitekten gjerne starter med ytterveggen og tenker innover. Dermed kan det hende ribben plutselig får beskjed om å flytte søylene sine 14,5 millimeter. Han mener det hadde vært bedre om det etter hovedutformingen, var RIB tegningene som var styrende. Når konstruksjonen først er bestemt, er det den som er grunnlaget for resten av bygget. Dette vil vi ta med oss som lærdom til neste prosjekt, sier R.U. Jacobsen.

Frem til nå har det ikke dukket opp prosjekteringsfeil i prosjektet. Prosjekteringen er enda ikke ferdig på detaljnivå og produksjonen har ikke kommet så veldig langt. De feilene som har oppstått til nå har vært mindre glipper under produksjon, og problemer med å få gitt rett informasjon ut til produksjon. Det kan for eksempel være at det skal settes opp tretti stålsøyler hvor tre er forskjellige mens resten er helt like. Under montering glemmer man å følge med på tegningene og monterer tretti helt like søyler (Intervju Clarion).

Andre utfordringer går på dette med programvare. Enkelte av programmene de prosjekterende tegner i, har hatt vanskeligheter med import og eksport av IFC filer. I andre programmer går dette problemfritt, kan BIM koordinator S. Johansen fortelle (Intervju Clarion).

Om det ligger skulte feil i det prosjekterte grunnlaget er vanskelig å finne svar på så langt i prosessen. Alle tegninger er kontrollert med flere kollisjonskontroller. Derfor er det lite sannsynlig at kollisjoner skal dukke opp. Det kan likevel ikke slås fast at de valgte løsningene er de beste i praksis. Er det for eksempel tenkt på nok plass til montering eller støy fra kanaler?

Oppsummeringen av prosjektet Clarion Hotel Trondheim: Det desidert største prosjektet som denne oppgaven ser på. Det er benyttet BIM til prosjekteringen og det blir jobbet aktivt for å dra nytte av dette i alle ledd ned til produksjon. BIM ambisjonene kan derfor sies og være under utvikling, men effekten av BIM har allerede vært stor. ”Uten prosjektering i BIM hadde dette prosjektet nesten ikke vært mulig å gjennomføre. Det ville i hvert fall tatt mye lengre tid” sier prosjekteringsleder R.U. Jacobsen (Intervju Clarion). Prosjekteringsfeil er enda ikke avdekket og de prosjekterende driver nå med detaljprosjekteringen.

DEL 3 - ANALYSE

5. ANALYSE

Analysedelen til denne oppgaven er delt i to hoveddeler. Den starter med å sammenligne to og to prosjekter. Hvert av BIM prosjektene blir sammenlignet med det mest tilsvarende ordinære prosjektet. Deretter vil oppgaven bygge videre på resultatene fra sammenligningene og se på det helhetlige bildet fra alle prosjektene. Til slutt blir det en kort oppsummering av hele analysedelen.

5.1. SAMMENLIGNING AV PROSJEKTENE

For å finne ut hvilke effekter bruken av BIM har hatt er det vanskelig å se kun på ett prosjekt. For å undersøke om BIM har hatt en positiv effekt på prosjektet, bør en vite hvordan resultatet i prosjektet hadde blitt, uten bruk av BIM. Så lenge det ikke er mulig å gjennomføre samme prosjektet to ganger, må en prøve å komme så nært dette som mulig. Det nærmeste en kommer dette er sammenligning av tilnærmet like prosjekter. Ett av kjennetegnene for alle prosjekter, er at de er unike. I byggenæringen er det stor forskjell på prosjektene. De varierer i type, størrelse, kompleksitet, entrepriseform med mer.

Det kan virke logisk å sammenligne punkter fra alle BIM prosjektene først, for så å sette de opp mot en sammenligning av de ordinære prosjektene. Problemet med denne fremgangsmåte er at prosjektene er så ulike. Det finnes få like punkter som kan inngå i sammenligningen. For at resultatet skal bli best mulig, bør analysen omfatte flest mulig områder. Det oppnår en trolig best, ved å sammenligne så like prosjekter som mulig. To ganske like prosjekter, men med ulik prosjektering, har sannsynligvis flere sammenlignbare punkter, enn to vidt forskjellige BIM prosjekter. Derfor har oppgaven valgt ordinære prosjektene, med tanke på at de skal ligne mest mulig på et av de tre BIM prosjektene. Ved å velge denne analyseformen blir flest mulig områder tatt med i vurderingen.

Det som ble lagt til grunn, for å finne så like prosjekter som mulig, var størrelse, type byggverk og entrepriseform.

- **Teigar og Midtbygda** sammenlignes fordi de begge er skolebygg med omtrent samme størrelse, de har kommet omtrent like langt i produksjon og har generalentreprise begge to.

- **Hyttegata og Storgata 60** sammenlignes fordi de begge er leilighetskomplekser i omtrent samme størrelse og begge har totalentreprise.
- **Berja senteret og Clarion Hotel Trondheim** sammenlignes på grunn av størrelse, kompleksitet og lik entreprisform. Disse to prosjektene er de mest ulike og vanskeligste og trekke direkte sammenligninger i mellom. Spesielt fordi Clarion ikke har kommet mer enn noen måneder ut i produksjon.

Etter hver sammenligning blir resultatet ført i en tabell. I tabellen blir effekten av BIM vurdert etter om den har vært negativ, lik eller positiv. De tre kriteriene som vurderes er tidligere ferdig prosjektering, mindre prosjekteringsfeil, tidsbesparelser og økonomisk gevinst. Tabellene fra hver av de tre sammenligningene gir deretter en god oversikt for videre drøfting

5.1.1. SAMMENLIGNING AV TEIGAR OG MIDTBYGDA

Oppgavens analysedel starter med å sammenligne Midtbygda skole og Teigar ungdomskole og idrettshall. Det første som skal sammenlignes er hvor langt prosjekteringen var kommet ved oppstart. Dette er interessant i forhold til selve prosessen videre ut i produksjon, men også viktig med tanke på økonomien i prosjektene. I et stort forskningsprosjekt i forbindelse med Byggekostnadsprogrammet, utført av COWI, fant de ut følgende: *"I dette prosjektet har vi erfart at det er en ballanse (sammenheng) mellom prosjekteringskostnader og endringskostnader. Dersom prosjekteringskostnadene reduseres, øker endringskostnadene."* (Byggekostnader.no, a). Dette viser at det er en fordel med en god prosjektering i forkant for å få ned endringskostnadene underveis i prosjektet.

Prosjekteringskostnadene til Teigar i forkant av produksjon var på 30 millioner kroner. Det tilsvarer 20 % av kontrakten til generalentreprenøren. Byggherre mente de hadde prosjektert alt ferdig og at grunnlaget var godt nok til å bygge ny skole og idrettshall ut i fra dette (Intervju Teigar). Det viste seg raskt at grunnlaget fra de prosjekterende likevel var for dårlig. Dette førte til mange endringer, feil og forsinkelser. Mange løsninger krevde omprosjektering og førte til mye merarbeid for entreprenørene. Fra Skanska til byggherre, er kravet for prosjekteringsarbeid og redusert produktivitet, så langt på rundt 25 millioner. I tillegg kommer det et krav fra hver av endringene. Disse er på til sammen 15 – 20 millioner. Ser en på tallene og trekker inn sammenhengen mellom prosjekteringskostnader (30 mill.) og endringskostnader (40 – 45 mill.), kan man trekke den konklusjon at prosjekteringen har vært for dårlig. Det ville vært bedre og betalt 10 millioner ekstra for prosjekteringen og kanskje sluppet de fleste endringskostnadene.

Sammenligningen med Midtbygda er vanskelig å gjøre kvantitativt. Dette skyldes at oppgaven ikke har tall på endringskostnadene. Det lyktes ikke å skaffe disse opplysningene på dette tidspunktet i prosjektet. Likevel kan opplysninger fra intervjuet med T. Nettet gi grunnlag for en kvalitativ vurdering. På Midtbygda ble prosjekteringen gjort med BIM og mye var klart ved byggestart. Det skulle vise seg fort at grunnlaget ikke var komplett, og mye detaljprosjektering foregår fremdeles parallelt med produksjon. Min antagelse er derfor at prosjekteringen var kommet omtrent like langt ved oppstart. Det kan likevel være store sprik i kvaliteten på innholdet. Dette viser seg tydelig i forhold til endringsmeldingene.

Endringsmeldinger kan brukes til å vurdere prosjektene kvantitativt opp mot hverandre. Dette må så vurderes opp mot en kvalitativ vurdering av intervjuene. Disse to prosjektene har produsert i omtrent like lang tid. Derfor passer det fint å se på antall endringsmeldinger til nå i prosjektene. Antall endringer på Midtbygda er til nå 90 stykker. På Teigar er det så mange som 550 endringer til nå. Differansen er på hele 460 stykker. Årsakene til denne store forskjellen kan være mange. Sett på dette ut fra et rent kvantitativt syn vil prosjektering med BIM komme veldig bra ut. Hva så hvis vi også ser på andre årsaker til denne store forskjellen?

På Teigar var dårlig koordinering og forsinkelser av tegningsleveranser et problem, i tillegg til kvaliteten på tegningene. Den dårlige koordineringen skyldes både at byggherre ikke hadde egen prosjekteringsleder og at de prosjekterende kom fra forskjellige firmaer. På Midtbygda er det derimot et firma som står for prosjekteringen av de fleste fag og dermed er det lettere for dem å samarbeide. Ved hjelp av BIM modellen tvinges også de prosjekterende til å samle hele grunnlaget i en modell, og dermed blir de mer bevisst på hverandre og helheten i prosjektet.

Det er også andre årsaker til at antallet endringsmeldinger har blitt så høyt på Teigar. Prosjekteringen og kontrahering ble gjort på et tidspunkt med lav konjunktur i markedet (Tb.no a; Tb.no, b). Byggherren, Nøtterøy kommune, må forholde seg til regelverket i "Lov om offentlig anskaffelser" (lovdata.no). Dette medfører at de ikke fritt kan velge prosjekterende eller utførende. Når prosjekteringen blir lagt ut på anbud og det er mange som vil ha jobben, går prisen ned. Dette kan ha vært en medvirkende årsak til at prosjekteringen på Teigar ble for dårlig. De prosjekterende må ta på seg flere oppgaver for å tjene like mye penger som før og kvaliteten på arbeidet går derfor ned. Hadde byggherre valgt en totalentreprenør hadde denne overtatt ansvaret for prosjekteringen. En entreprenør står fritt til å velge de prosjekterende han mener er best og trenger ikke kun ta hensyn til pris. Da kunne andre prosjekterende ha blitt valgt ut i fra erfaring og kvalitet på jobben de utfører. Dette ville flyttet ansvaret nærmere risikoen og gitt store besparelser for byggherren i dette prosjektet, forklar Abusdal(Intervju

Teigar). En generalentreprise krever erfaring fra byggherres side (Wigen, R., 1992). Har byggherren dette kan generalentrepriser også gjennomføres med suksess. Siden kontrahering og prosjektering skjer på omtrent samme tid, vil det si at ingen av prosjektene blir påvirket mer av lav konjunkturen enn det andre.

I begge prosjektene er et av problemene, som fører til endringer, forsinkelser eller for dårlige tegningsleveransene. I intervjuet med formann Terje Nettet kommer det frem at ikke alle tegninger er klare til å bygge etter, når de mottar dem. Det hender at detaljer mangler eller er for unøyaktige. Andre ganger har det blitt oppdaget at ting bare er utelatt fra tegningen. Dette mener han skyldes at de prosjekterende ikke vet hvor detaljerte tegningene trenger å være. Deler som blir utelatt fra tegninger kan skyldes at det ligger på et skjult lag eller rett og slett er glemt, forklarer Nettet (Intervju Midtbygda). En del løsninger blir også forandret underveis fordi de er dårlige eller upraktiske. Selv om mye av prosjektering var klar ved igangsettelse av produksjon, blir detaljprosjekteringen nå utført parallelt med byggingen. Dette gir liten tid til å planlegge og være i forkant for entreprenøren. Nå oppdateres tegningsfila daglig etterhvert som det blir gjort endringer. Prosjekteringen ligger parallelt med produksjon slik det som regel gjør i en totalentreprise.

Forsinkelser på tegningsleveranser skyldes trolig mest menneskelige forhold. Det har også vært et stort problem på Teigar, selv om endringer på 2D tegninger burde være raskere å gjøre enn endringer i en 3D (BIM) modell. Det kan tenkes at årsaken til alle forsinkelsene, er alt det ekstra arbeidet som har oppstått på grunn av det dårlige grunnlaget. Begge prosjektene har hatt mye detaljprosjektering underveis i byggeprosessen. Likevel har ikke Midtbygda hatt så kritiske forsinkelser i tegningsleveransene som Teigar.

Kvaliteten på tegningene fra de prosjekterende er vanskelig å sammenligne. Begge prosjektene har ulike problemer som oppdages underveis. Ut i fra intervjuene skiller Teigar seg likevel ut som det prosjektet med flest feil. "Feilene er så mange at vi ikke rekker å oppdage alle før vi må i gang med produksjon" (Skanska DM). På Midtbygda forteller T. Nettet at de har brukt BIM modellen til å spore feil. Det som før kunne ta lang tid å studere seg frem til på 2D tegninger, finner de nå raskt frem til i BIM modellen. Flere feil har blitt oppdaget direkte i BIM modellen, eller ved at spørsmål rundt 2D tegningen har blitt sjekket i 3D. Slik har feilene raskt blitt oppdaget og rettet opp tidlig i prosessen. Dette viser at visualisering har vært positivt og tidsbesparende, i forhold til å gå igjennom og kontrollere arbeidstegningene.

En annen vesentlig grunn til differansen i antall endingsmeldinger, er også forskjellen på hva som betegnes som en endring. Har prosjektene lagt seg på en felles linje, eller fremstår de individuelt og ulikt? I intervjuet med distriktssjef T. Abusdal forteller han at det blir mer fokus på det skriftlige arbeidet med en generalentreprise, enn en totalentreprise. ”Det er viktig med god dokumentasjon av endringer og kontroll på rammene til kontrakten” (Intervju Teigar). De følger nøye opp sin del av kontrakten og melder i fra til byggherre om arbeid de må gjøre ut over dette.

På Midtbygda er prosedyrene litt annerledes. Forman T. Nettet forteller at de er så vant til å drive totalentrepriser at de gjør det nesten på samme måte nå også. ”Når vi oppdager feil eller mangler skal vi egentlig varsle byggeleder, men siden det skjer så ofte og vi er så vant til å drive totalentrepriser, tar vi direkte kontakt med prosjekterende. Vi kommer med forslag til ny løsning og må så vente på den prosjekterende for godkjenning” forteller T. Nettet (Intervju Midtbygda).

De to ulike måtene å håndtere endringer på, gir store forskjeller i antall endringsmeldinger. Det er innlysende at Midtbygda, som velger å løse ting direkte uten å gå gjennom byggeleder hver gang, får færre endringer enn Teigar. Teigar følger som regel sine rettigheter i kontrakten. Grunnlaget skal være ferdig prosjektert. Når det ikke er tilfellet ender det med endringsmeldinger. Endringsmeldinger kan også komme av nye bestillinger fra byggherren. Slike typer endringer regnes ikke som årsak til prosjekteringsfeil og blir derfor ikke tatt med i beregningene til denne oppgaven. Her kommer en oversikt over kostnadene knyttet til endringsmeldingene i prosjektene:

Prosjekt:	Endringer:	Sum endringer:	Tilleggs krav:	Kostnad per endring:	Prosentvis endring:
Teigar: 150 mill	550 st	20 mill	25 mill	36.000 81.000*	13 % 30 % *
Midtbygda: 107 mill	85 st	6 mill		70.000	5,6 %

Figure 30: Endringskostnader

* Med tilleggskrav for prosjektering.

Midtbygda har langt færre endringer og lavere total beløp på endringen, enn Teigar. På kostnader per endring ser det ut til at Teigar har flere små endringer enn Midtbygda. Dette stemmer godt med forklaringen på hvordan prosjektene praktiserer bruk av endringsmeldinger. Hvis tilleggskravet for ekstra prosjektering på Teigar blir tatt med i beregningene, blir også kostnadene per endring høyest på Teigar. I forhold til kontrakt summen utgjør summen av endringer 13 % (rene endringer) eller 30 % (endringer og ekstra prosjektering) på Teigar. På

Midtbygda utgjør endringene 5,6 % av kontakt summen. Det er tydelig at Midtbygda kommer best ut i sammenligningen av endringsmeldinger. Det må derfor kunne trekkes den konklusjon, at grunnlaget på Midtbygda har vært bedre enn på Teigar. Det er ulike personer og firmaer som har stått for prosjekteringen, men selv med høyde for dette, synes det klart at BIM har hatt en positiv effekt for å få ned antall prosjekteringsfeil.

Hvilken av prosjekteringstypene har vist seg mest tidsbesparende og gunstigst økonomisk sett? Ved å reflektere videre på noen av argumentene over finner en svaret på dette. For det første viser tallene at prosjekteringen med BIM har gitt færrest endringer og dermed mye lavere endringskostnader. Siden det var Multiconsult som tok initiativet til BIM på Midtbygda under forprosjektet, kan ikke dette ha vært med som en ekstra post i kontrakten med byggherren. Derfor bør summene byggherrene prosjekterte for i forkant være omtrent like store. Det vil i så fall si at bruken av BIM i prosjekteringen på Midtbygda, kan ha spart byggherre for store summer i form av lave endringskostnader.

For Skanska sin del ser det også ut til å ha vært en økonomisk fordel med BIM. Det har vært lettere å finne feilene. Dette har gjort det mulig å rette opp flere feil før de kommer til produksjon. Ved å unngå feilproduksjon sparer Skanska tid og penger. Færre endringer gir også mindre diskusjoner mellom Skanska og byggherre. Det kan i enkelte tilfeller være forskjellen på om partene blir enig, eller om det er nødvendig med juridisk bistand og en eventuell rettssak.

En kort oppsummering av Midtbygda og Teigar: Selv om det er to ganske like byggeprosjekter, har prosjekteringen og byggeprosessen vært ganske forskjellige. Antallet endringer er vesentlig større på Teigar enn på Midtbygda. Dette skyldes med stor sannsynlighet bruken av BIM i prosjekteringen. I tillegg har visualisering i BIM gjort det enklere for Midtbygda å oppdage feil tidlig. Hver feil som stoppes før produksjon reduserer tap. Økonomisk sett ser Midtbygda nå ut til å gå 5-6 % i pluss, mens resultatet på Teigar avhenger av endringsmeldinger og tilleggskrav. Oppgavens konklusjon på disse to prosjektene blir at BIM har hatt en positiv medvirkning til at prosjektet Midtbygda går bra. Teigar har hatt et dårligere grunnlag fra de prosjekterende, som kunne vært bedre hvis det hadde blitt benyttet BIM, forutsatt at de prosjekterende kunne bruke BIM verktøyet ordentlig (Intervju Teigar).

BIM's effekt i sammenligningen mellom Teigar og Midtbygda:

BIM NIVÅ:	Tidlig prosjektering:	Mindre prosjekteringsfeil:	Tidsbesparende:	Økonomisk gunstig:
· Visualisering · (Kollisjoner)	Lik effekt	Positiv effekt	Positiv effekt	Positiv effekt

5.1.2. SAMMENLIGNING AV HYTTEGATA OG STORGATA 60

Dette er de to minste prosjektene denne oppgaven ser på. Hvilke resultater gir sammenligningen av disse i forhold til de større prosjektene?

Første sammenligning er igjen hvor langt prosjekteringen var kommet ved byggestart. Hyttegata hadde en parallell prosjektering som lå omtrent en måned i forkant av byggingen hele tiden. Derfor var ingen detaljprosjektering gjort før oppstart. I storgata 60 skulle prosjekteringen være ferdig utført med BIM ved igangsettelse av byggingen. Det var likevel mange ukers forsinkelser på flere av 2D tegningene. Utover i byggeprosessen på Storgata 60, viste det seg at prosjekteringen for de tekniske fagene var til liten nytte for de utførende. Det ble mer til irritasjon en hjelp forteller J. Liverød (Intervju Storgata 60). De utførende i samarbeid med Skanska fant heller egne løsninger, istedenfor å følge det som var planen. Tas dette med i betraktningen på hvor langt prosjekteringen var kommet ved oppstart, blir konklusjonen at de to prosjektene var omtrent like langt. BIM prosjekteringen var kommet lenger enn den ordinære, men fordelene ved dette ble borte når det som var prosjektert ikke holdt mål. Fra rapporten om "Erfaringer fra Storgata 60" kommer det frem at de prosjekterende ikke satte inn nok ressurser i starten av prosjekteringen. På grunn av mye høyere detaljeringsgrad med BIM, er det nødvendig med grundigere forundersøkelser og mye prosjektering i startfasen. Erfaringen fra Storgata 60 forteller at tekniske entreprenører bør brukes som sparringspartnere mot prosjekterende. Dette for å få inn riktig informasjon om produkter og praktiske valg av løsninger. For byggfagene fungerte Skanska som dette. Skanska har egne støttefunksjoner som kan bistå prosjektering av de tekniske fagene, men det er bedre å få inn underentreprenørene. Det er de som skal utføre arbeidet og vet hvilke løsninger deres håndverkere er vant med å bruke. Derfor bør de med i prosjekteringen så tidlig som mulig og lære seg å bruke BIM (Storgata 60).

Konklusjonen blir at BIM har en positiv effekt på å få til en tidlig prosjektering. Dette viser også grafen under. Den er laget med tall ut i fra vurderingene av referatene fra prosjekteringsmøtene på Hyttegata, og på antatt prosjekteringsaktivitet i Storgata 60, basert på intervjuene.

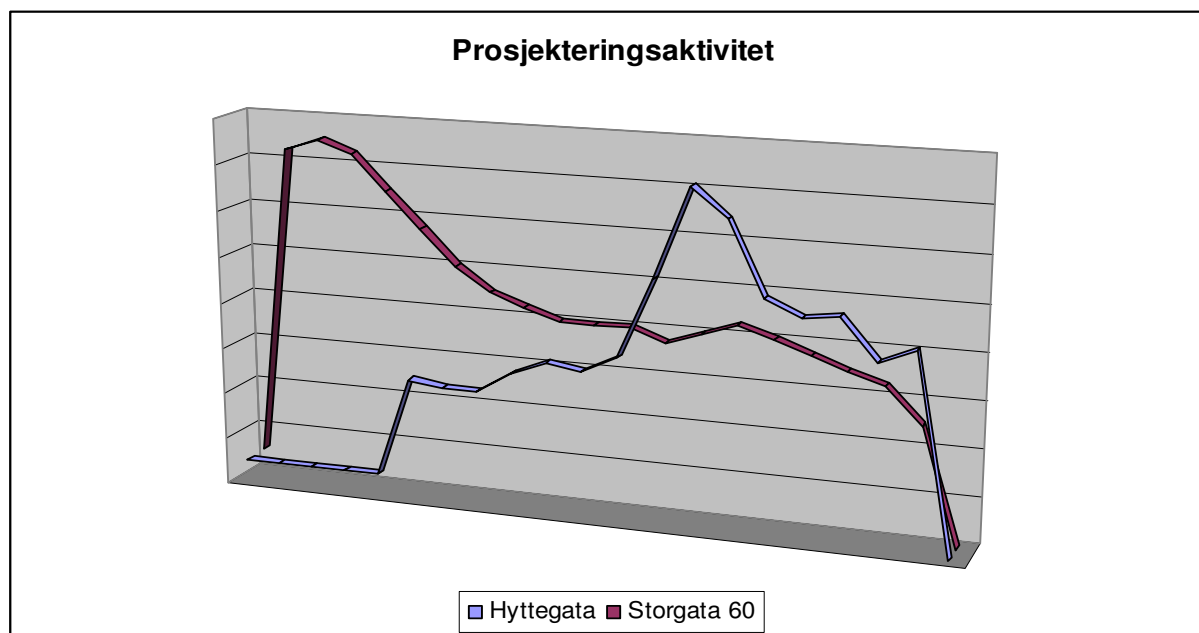


Figure 31: Prosjekteringsaktivitet Hyttegata og Storgata 60.

Ut i fra informasjonen som er innhentet til disse prosjektene, er det vanskelig å bruke en kvantitativ tilnærming for å se på prosjekteringsfeil. Antall endringer grunnet feil i prosjekteringen er ikke kartlagt i noen av prosjektene, så konkrete tall finnes ikke. Dette fordi de begge er totalentrepriser og endringer er blitt gjort underveis i byggeprosessen uten skriftlig dokumentasjon. Likevel betyr ikke dette at grunnlaget fra de prosjekterende var uten feil. For å sammenligne informasjonen gitt i intervjuene blir dette vurdert kvalitativt.

Underveis i prosjektene støtte begge prosjektene på en del problemer. Hyttegata hadde i følge prosjekteringsleder L. Hansen, størst problemer på arkitektoniske området (Intervju Hyttegata). Dette var blant annet for store vindusflater i forhold til energikravene, endring av løsninger på grunn av kuldebroer og utfordringer knyttet til nedkjøringsrampa.

For Storgata 60 fungerte det arkitektoniske og byggetekniske bra. Dette var også kontrollert i BIM modellen på forhånd. På det tekniske derimot var det mye som ikke stemte. De forslagene de prosjekterende hadde planlagt på elektro og VVS var lite praktisk gjennomførbare og ble nesten i sin helhet endret av underentreprenørene etter møter med Skanska (Intervju Storgata

60). Valg av leverandører og utførende påvirker også valg av løsninger. Når dette ikke var tatt høyde for, og ingen ble kontrahert før prosjekteringen var ferdig, fikk ikke de utførende være med å påvirke valg av løsninger. ”*Det beste hadde vært å kontrahert den samme utførende som kontraherende*” forteller J. Liverød. Dette ville kunne gi den prosjekterende et større ansvar for det som blir prosjektert og en mer treffsikker prosjektering. Utfordringen med dette er kompetansen til de utførende på prosjektering og bruk av dataverktøy. Inntil de utførende får god nok kunnskap om dette, vil det være viktig å rådføre seg med dem tidlig i prosessen.

I forhold til Hyttegata ser vi at problemene er motsatt. De negative kommentarene rundt det tekniske er få. Utførende på VVS var mye fraværende i byggeprosessen på grunn av en annen stor jobb. Det tekniske ble ellers løst effektivt underveis i produksjonen. Arkitekten støtte derimot på flere problemer. Kunne disse vært unngått ved hjelp av BIM? Selvfølgelig er det vanskelig å svare entydig ”JA” på dette spørsmålet, men flere argumenter kan tyde på dette. Et eksempel er de for store vindusflatene. For å finne ut at energiberegningene ikke var gode nok måtte prosjekteringsleder kontrollregne dette for hånd. Hadde arkitekten tegnet en god 3D modell, kunne energiberegningene vært gjort på data. Energikravene kunne da raskt blitt kontrollert og forskjellige endringer kunne vært prøvd ut i modellen. Isteden ble løsningen å isolere mer i etasjeskillet mellom kjeller og første etasje. I en BIM modell kunne også nedkjøringsrampen blitt visualisert på en bedre måte enn 2D tegninger. Avanserte renderingsprogrammer som Atlantis kunne også blitt brukt til videoanimasjon av nedkjøring til parkeringskjelleren (Graphisoft.no, d). Prosjektleder L. Hansen forteller også at det hadde vært en fordel med en 3D modell: ”Ja det var vanskelig å lese alle løsninger av 2D tegningene. For eksempel nedløp fra veranda”.

Det har blitt gjort endringer underveis i prosjekteringen til begge prosjektene. Vi ser at BIM har en god effekt for det arkitektoniske og byggetekniske, men for de tekniske fagene blir det for kostbart og ganske unødvendig. De utførende kjenner til de ”beste” løsningene og gjør som de er vant til. På større mer komplekse anlegg blir detaljert planlegging av det tekniske mer viktig. Antall problemer med prosjekteringen ser ut til å være omtrent den samme. I forhold til prosjekteringsfeil synes prosjektene å komme likt ut.

Var bruken av BIM tidsbesparende og økonomisk gunstig for Storgata 60? Svaret på dette er todelt. På den ene siden har prosjektet dratt nytte av BIM modellen, med bruk av denne til mengdeberegninger og massekontroll, visualisering av bygget og lite feil på det arkitektoniske og byggetekniske. Dette er med på å spare tid og få ned utgiftene. På den andre siden kan de planlagte tekniske løsningene sies å være overflødige. I tillegg kostet prosjekteringen mye

penger og førte i etterkant til en sak mellom advokatene til Multiconsult og Skanska. Ser en på Storgata 60 som et enkeltstående prosjekt, har nok ikke bruken av BIM vært økonomisk lønnsom. Sett i en større sammenheng var dette det første BIM prosjektet Skanska har gjennomført. Det har vært mye læring og mange erfaringer som fremtidige prosjekter vil dra nytte av (Storgata 60). Ser en på dette prosjektet som en investering i kunnskap rundt bruken av BIM, kan dette på sikt være en svært god investering.

Om prosjekter burde bruke BIM eller ordinær prosjektering sier prosjekteringsleder E.L. Hansen fra Hyttegata dette: ”Det kommer an på størrelsen og økonomien i prosjektet. Er det et prosjekt på over 50 – 100 millioner ville jeg benyttet BIM” (Intervju Hyttegata). Oppsummeringen for disse prosjektene blir at de positive og negative erfaringene, oppveier hverandre i stor grad. En mer tilpasset bruk av BIM kunne vært mer lønnsomt i så små prosjekter.

BIM’s effekt i sammenligningen mellom Hyttegata og Storgata 60:

BIM NIVÅ:	Tidlig prosjektering:	Mindre prosjekteringsfeil:	Tidsbesparende:	Økonomisk gunstig:
<ul style="list-style-type: none"> · Visualisering · Kollisjoner · Mengdeuttak 	Positiv effekt	Lik effekt	Lik effekt	Lik effekt

5.1.3. SAMMENLIGNING AV BERJA SENTERET OG CLARION HOTEL TRONDHEIM

Clarion hotell og Berja senteret er to ganske forskjellige prosjekter. Kontraktssummer på henholdsvis 103 og 550 millioner, viser at Clarion er omtrent fem ganger så stort som Berja. Selv om størrelse og type bygning ikke er den samme, kan det være en del fellesfaktorer som er verdt å sammenligne.

Hvordan har prosjekteringsprosessen vært i disse to prosjektene? Begge prosjektene har totalentrepriser og Skanska har derfor prosjekteringsansvaret. Det vanlige har vært å ha en parallell prosjektering og produksjon, slik som grafen, Berja-graf-1, viser. På Clarion hvor prosjekteringen skjer med BIM, bør toppen av prosjekteringen ligge i forkant av prosjektet (Innovasjon Norge, a). Hvordan har så dette vært i praksis?

Hadde det vært mulig å lage en graf på samme måte som på Berja, ut i fra informasjonen fra Clarion, kunne oppgaven sett på dette på en mer kvantitativ måte. Det går dessverre ikke siden prosjektet er kommet så kort, og informasjonen derfra bygger mest på intervju og derfor må

sees på kvalitativt. Prosjekteringsleder på Clarion forteller at det var hektisk prosjektering for å få alle de viktigste delene på plass før byggestart. I de første månedene som det nå har pågått produksjon, har de prosjekterende jobbet med detaljprosjektering. Nå begynner de fleste fagene å få det meste ferdig prosjektert, og lagt inn i BIM modellen. Om en antar at denne utviklingen vil fortsette, og de prosjekterende får mindre oppgaver fremover, blir kurvene til prosjekteringen for Berja og Clarion slik:

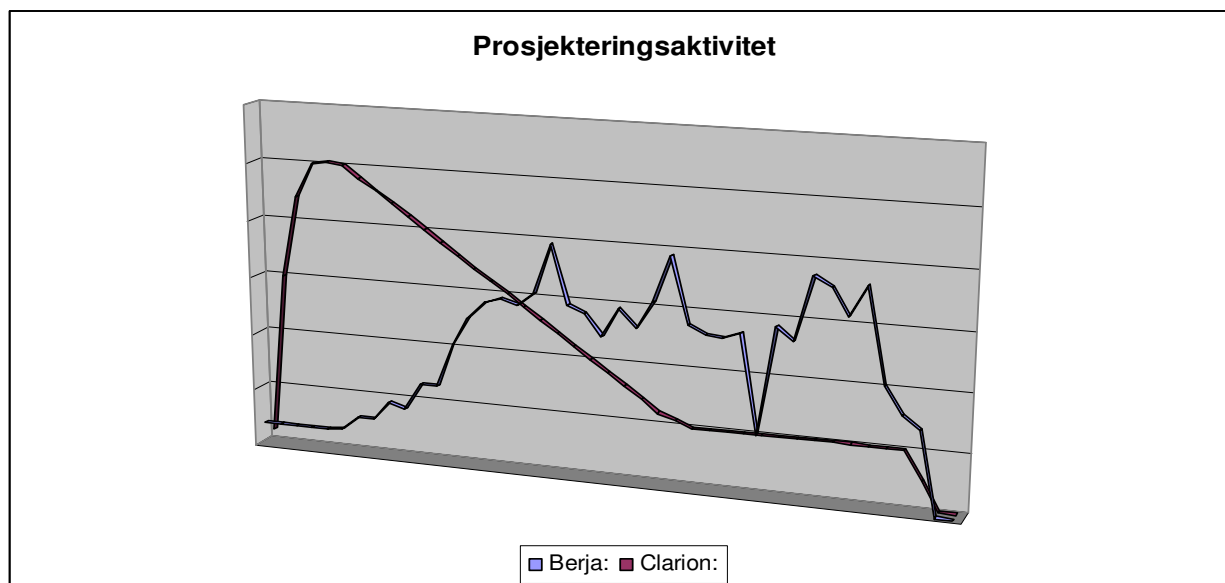


Figure 32: Prosjekteringsaktivitet Berja og Clarion.

Byggestart er i begge prosjektene der grafen til Berja begynner å stige. Grafen viser tydelig at det i løpet av Clarion prosjektet, trolig vil bli mindre og mindre oppgaver for de prosjekterende. Det speiler bra forventningene om å unngå å gjøre samme jobben flere ganger. Prosjekteringsmøtene fra Berja er det mange saker som går igjen fra møte til møte. Det kan være saker som tar lang tid å avklare. Det kan også hende de prosjekterende utsetter saker fordi det ikke er helt nødvendig å finne svar med en gang. Så lenge en klarer å ligge foran produksjon er det ikke så farlig om ting tar litt tid. På Clarion hvor det er en BIM modell som skal bli ferdig, er det større fokus på å få alle detaljer avklart så tidlig som mulig. Det gir motivasjon for de prosjekterende til ikke å utsette oppgaver, men få de avklart og få informasjon inn i modellen, slik at den blir komplett.

Feil som skyldes prosjektering er vanskelig å påvise i begge disse prosjektene. Det er derfor ikke mulig å gjøre en tallmessig vurdering. Dette er igjen mye på grunn av entreprisformen. På Berja har det vært en langsgående prosjektering og utfordringene har blitt løst underveis.

Skanska har hatt en oppfølging av de prosjekterende med to egne prosjekteringsledere. Ingen store feil har dukket opp i ettertid, som direkte kan knyttes opp mot prosjekteringen. På Clarion har produksjonen nettopp begynt. Det er ikke lett og si om det kommer til å dukke opp noen prosjekteringsfeil i løpet av eller etter byggeprosessen. Prosjekteringen blir i dette prosjektet også fulgt opp av to prosjekteringsledere, i tillegg til en BIM koordinator. Selv om prosjektene er av ulik størrelse har de omtrent samme bemanning på prosjekteringsledelse. Kan dette skyldes bruken av BIM? Gir BIM en større kontroll over prosjekteringen?

Det er mange prosesser som er like i prosjekter uavhengig av størrelse. Derfor er ikke sammenhengen mellom prosjektets størrelse og antall prosjekteringsledere på prosjektet proporsjonalt. Likevel er det bemerkelsesverdig at bemanningen er omtrent lik i disse prosjektene. Det at prosjektet Clarion bruker BIM i prosjekteringen kan være en viktig årsak til at de har omtrent samme bemanning på prosjekteringssiden som Berja. Uten BIM modellen ville det blitt mye vanskeligere å holde oversikt over prosjektet og all informasjonen som BIM modellen inneholder. Selv om det er forskjell i størrelsen er likevel mange av oppgavene for de prosjekterende de samme. Det kan også være lurt og ikke være flere prosjekterende på Clarion. Flere om de samme oppgavene kan føre med seg mer koordinering og uklarheter i forhold til ansvar. Konklusjonen blir allikevel at BIM er med på å skape bedre oversikt over prosjekteringen. Det blir lettere for prosjektlederne å ha kontroll over prosjektgruppa og det blir mindre dokumenter å holde rede på.

Har bruken av BIM vært tidsbesparende i forhold til den ordinære prosjekteringen? For alle nyankommende til et prosjekt, om det er en maler eller en ny anleggsleder, krever det tid å sette seg inn i prosjektet. En vesentlig del handler om å forstå bygningen, om det er hvilke rom maleren skal gå å male eller om det er hele konstruksjonen anleggslederen skal sette seg inn i, krever dette tid. Det å bli vist og forklart disse områdene med 2D tegninger, tar tid og gir ofte en dårlig forståelse. Derimot er det enklere å forstå en konstruksjon når en ser den i 3D. Det tar derfor mye kortere tid og sette seg inn i, og det gir en bedre forståelse enn hva man oppnår ved å lese 2D tegninger. Prosjekteringsleder på Clarion forteller at visualisering har vært flittig brukt og har vært til uvurderlig hjelp. På Berja ble prefabene tegnet i 3D av leverandør. Disse tegningene forteller prosjekteringsleder Erik Lindbo Hansen, var nyttige for dem til visualisering. De ble blant annet brukt til å kontrollere de største og viktigste føringsveien.

Sjefen for BIM avdelingen i Skanska, Rupert Hanna, tegnet under intervjuet (med T. K. Hervik) denne grafen over hvordan han mener tidsbesparelsen ved hjelp av BIM er:

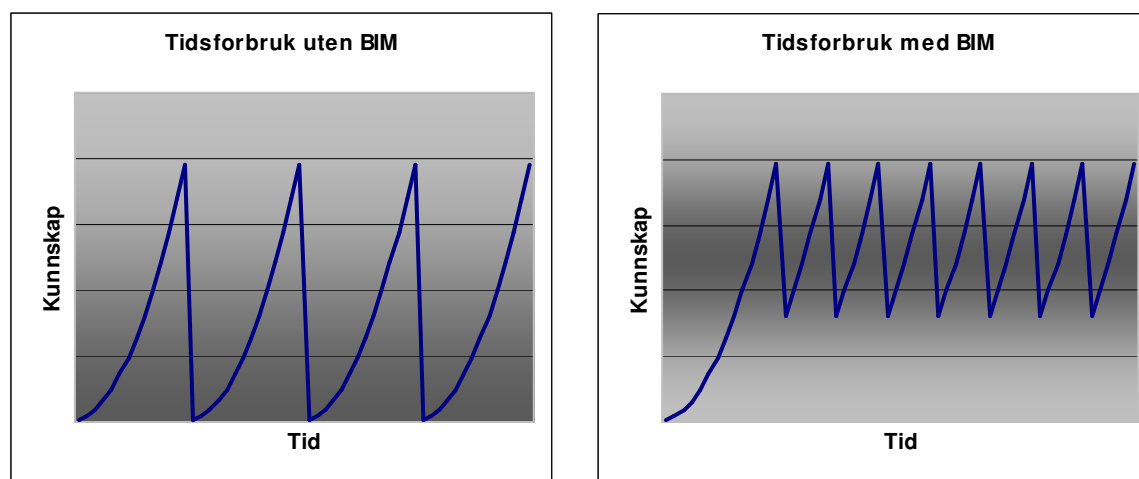


Figure 33: Tidsforbruk med og uten BIM.

Alle nye i prosjektet starter uten forkunnskaper. Det tar lang tid å bli kjent med prosjektet.

Nyankommende på prosjektet får raskt forståelse og godt innblikk i prosjektet, med hjelp av BIM modellen. Derfor starter de på et høyere kunnskapsnivå.

Grafene ser ut til å stemme bra med det intervjuene på prosjektene viser. Etter at BIM modellen er ferdig er det enkelt for nye å skaffe seg en forståelse av konstruksjonen. De slipper å studere 2D tegninger, for å forstå bygget. Etter visualisering av BIM modellen starter de i prosjektet med gitte forkunnskaper, istedenfor helt på bar bakke. For mange involverte blir dette mye spart tid. Det kan derfor sies å ha klare økonomiske fordeler. Spørsmålet er da om fortjenesten på dette er større enn kostnadene? Dette kommer oppgaven tilbake til senere i analysedelen.

Viser disse to prosjektene om det er kostnadsbesparende å bruke BIM? Det ordinære prosjektet klarte budsjettet sitt og gikk ca 10% i pluss (Intervju Berja). Noen oversikt over hvor mye av kostnadene som har gått til prosjektering har ikke vært mulig å oppdrive. Det har ikke vært noen store kostnader knyttet til prosjekteringsfeil underveis i byggetiden eller i etterkant, men noen feil på utførelse har det vært. Det er fremdeles noen tvister rundt endringer som byggherre og Skanska ikke er blitt enige om. Derfor er sluttresultatet ikke helt fastsatt. Det er det naturligvis heller ikke på Clarion Hotel Trondheim. Siden det er lenge igjen til ferdigstilling, er ikke resultatet så lett å forutsi. Prosjektleder kan fortelle at det er stram økonomi på prosjektet, men at det ikke er noen særdeles kritiske punkter og Skanska regner med at resultatet blir som kalkulert (Intervju Clairon).

Sammenligningen mellom Berja Senteret og Clarion Hotel Trondheim viser at begge prosjektene ser ut til å gå bra. I forhold til prosjekteringsfeil har det vært vanskelig og sette fingeren på konkrete saker. Tallmateriale i form av endringsmeldinger eller registrerte prosjekteringsfeil finnes ikke. Dette skyldes at Berja har hatt en langsgående prosjektering som har løst problemer underveis. På Clarion er fortsatt ikke prosjekteringen ferdig og de har heller ikke kommet så langt med produksjonen at skjulte feil fremdeles kan ligge gjemt i grunnlaget. Av prosjektenes størrelse og bruk av ressurser, kan det trekkes den konklusjonen at BIM virker positivt på kontrollen av prosjekteringsprosessen. Den tiden og kostnaden det fører med seg å lære opp personer i bruken av BIM, vil på store prosjekter som disse bli liten i forhold til effekten det vil gi tilbake. De områdene som gir økt effektivitet er:

- Redusert tidsforbruk for alle involverte, som skal sette seg inn i prosjektet.
- Mer oversiktlig og enklere kontroll over prosjekteringsprosessen.
- Slipper dobbeltarbeid siden all informasjon finnes i BIM modellen.

I tillegg ligger det mange flere muligheter i en BIM modell som kan utnyttes. For eksempel mengdeuttak, produksjonsplanlegging og FDV dokumentasjon.

BIM's effekt i sammenligningen mellom Berja Senteret og Clarion Hotel Trondheim:

BIM NIVÅ:	Tidlig prosjektering:	Mindre prosjekteringsfeil:	Tidsbesparende:	Økonomisk gunstig:
· Visualisering · Kollisjoner · Mengdeuttak	Positiv effekt	Positiv* effekt	Positiv effekt	Positiv effekt

** Kan ikke måles ut i fra de opplysninger oppgaven bygger på. Uten bruk av BIM på Clarion ville sannsynligheten for prosjekteringsfeil i det prosjektet vært mye større. Derfor er dette punktet likevel vurdert til å ha en positiv effekt av BIM.*

5.2. HELHETLIG ANALYSE

Nå er det på tide å se etter helhetlige trekk i forhold til alle prosjektene. Problemstillingen til oppgaven består av to deler. Den første delen går ut på å undersøke

- Om bruken av BIM er med på å redusere antall prosjekteringsfeil.

Her er det bare et element som skal undersøkes. For å finne svaret på om BIM er med på å redusere antall prosjekteringsfeil er det mange punkter som må legges til grunn. Oppgaven har noe tallmaterialet, men bygger mest på kvantitative argumenter. Noen av disse argumentene henger sammen med del to av problemstillingen. Derfor har jeg valgt å starte med del to i den helhetlige analysen. Andre del av problemstillingen går ut på å finne ut om BIM har hatt en positiv effekt på gjennomføringen av prosjektene. Dette er et mer komplekst spørsmål. Derfor må det undersøkes flere elementer for å kunne gi et svar på dette. De tre hovedpunktene jeg har lagt vekt på for å undersøke effekten av BIM i denne delen er:

- Tidlig prosjektering.
- Tidsbesparende.
- Økonomisk gunstig.

5.2.1. TIDLIG PROSJEKTERING

Tidlig prosjektering er viktig for gjennomføringen av et prosjekt. Dette fordi det gir mulighet til å planlegge fremdrift, HMS, innkjøp med mer. Ved å kunne planlegge tidlig kan de beste og mest økonomiske løsningene velges. I følge BIM avdelingen til Skanska skal prosjekteringen kunne skje på et tidligere tidspunkt ved bruk av BIM i prosjekteringen. Ut i fra sammenligningen av prosjektene, kan det virke som dette er individuelt fra prosjekt til prosjekt. På Storgata 60 ble tegningsleveransene 6-9 uker forsinket. På Midtbygda ligger nå prosjekteringen parallelt med produksjon, selv om det er en generalentreprise med BIM, som burde ha hatt en ferdig prosjektering ved byggestart. Det siste BIM prosjektet, Clarion Hotel Trondheim, var ferdig med hoveddelen av prosjekteringen, men all detaljprosjektering gjensto ved oppstart.

Hvor langt prosjekteringen er kommet ved oppstart, ser ikke ut til å ha en entydig sammenheng med bruk av BIM i prosjekteringen. Tidsfrister fra byggherre og ressursbruken til de prosjekterende, er mer avgjørende enn den forskjellen det er mellom å bruke BIM eller tegne i 2D. BIM krever mer av de prosjekterende i forkant og ved starten av prosjektet. Dette skyldes i

hovedsak krav om høyere detaljeringsgrad. Mer informasjon må med i modellen i forhold til de ordinære 2D tegningene. Fra to av BIM prosjektene i denne oppgaven kommer det frem at de prosjekterende ikke kunne bruke BIM godt nok når prosjekteringen startet (Intervju Storgata; Intervju Clarion). I oppstarten av et prosjekt er det mye prosjekteringsjobb. Det er derfor veldig uheldig å bruke tid på opplæring i BIM akkurat da. Det bør stilles krav til de prosjekterende om ferdigheter i BIM, før de får kontrakt med BIM prosjektering. Ut i fra alle BIM prosjektene er det tydelig at toppen av prosjekteringen som ligger i forkant av produksjonsstart, er høyere enn på de ordinære prosjektene. Likevel er det ingen av BIM prosjektene som har blitt tidlig ferdig med prosjekteringen. Den ideelle BIM prosjekteringen har nesten all prosjekteringen i forkant av prosjektet. Dette er gunstig fordi det er da påvirkningsmulighetene er størst og endringer koster minst. Grafen (Dagens BIM prosjektering) under viser hvordan dagens BIM prosjektering strekker seg utover i prosjektet. Det hadde vært bedre med en enda høyere prosjekteringsaktivitet i forkant for å få ned prosjekteringsaktiviteten utover i prosjektet. Desto mer komplett modellen blir i forkant av byggestart, desto flere prosjekteringsfeil kan bli oppdaget og utbedret. Det vil også gi mulighet til de som jobber med produksjon til å planlegge byggeprosessen, logistikken på byggeplass, innkjøp og HMS på en økonomisk og effektiv måte. I løpet av produksjonen skal det ideelt sett bare være nødvendig med små endringer. Denne prosjekteringsprosessen med BIM illustrer Skanska i en powerpoint presentasjon:

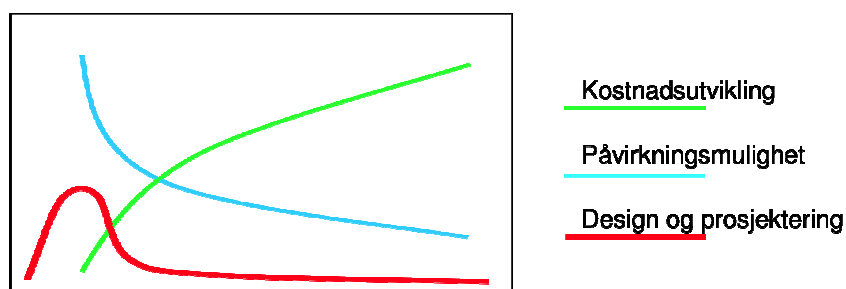


Figure 34: Prosjekteringsprosess med BIM (One.Skanska.no).

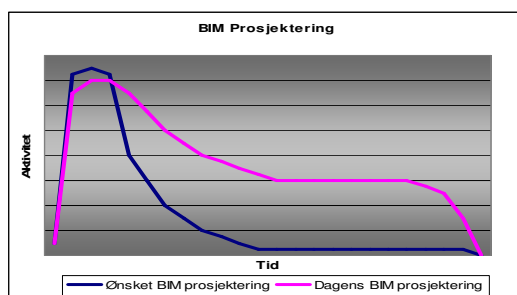


Figure 35: Dagens BIM prosjektering.

Grafen er lagd ut i fra mine kvalitative vurderinger av dagens BIM prosjektering. Ønsket BIM prosjektering er en tilnærming av Skanskas målsetning om hvordan en BIM prosjektering bør foregå (Innovasjon Norge.no, a).

Ut i fra grafen ser en at det med bruk av BIM, har blitt en økt prosjektering i forkant. Dette er et skritt i riktig retning. Det er likevel et stykke igjen før modellen er ferdig på samme tid, som i den ideelle BIM prosjekteringen. Mange prosjekterende trenger sannsynligvis mer trening for å jobbe raskere med BIM. Når de prosjekterende får denne erfaring i bruken av verktøyene, og lærer hvilke bemanning en BIM prosjektering trenger, vil prosjekteringen gå enda fortere.

5.2.2. TIDSBESPARENDE

Tidsbesparende elementer ved bruk av BIM, er det mange av. Her er en oversikt over noen av argumentene for at BIM kan virke tidsbesparende:

- 1) Informasjon legges inn kun en gang, man sparer tid og man er alltid sikker på hva som er den riktige informasjonen (One.Skanska, b).
- 2) Mengdeuttak direkte fra modellen, sparer tid i forhold til å beregne for hånd.
- 3) Visualisering gir alle involverte raskere forståelse av prosjektet.
- 4) Kalkulasjon ut fra modellen, gir raskere og mer nøyaktig kalkyle.
- 5) Mindre feil i prosjekteringsgrunnlaget, gir en mer effektiv produksjon.

Har disse momentene også vært tidsbesparende for prosjektene? Det første punktet har vært med på å redusere tidsbruken allerede. Etter at informasjonen er lagt inn første gang er den enkel å finne frem til. Jeg ser likevel et forbedringspotensialet. Alle involverte i et prosjekt bør få lettere tilgang til denne informasjonen. Det betyr at det ikke bare er prosjekteringsleder som trenger egen tilgang til modellen. Alle berørte parter ned til BAS bør få dette. Det vil kreve flere datamaskiner som kan vise BIM modellen og bruke de nødvendige programvarene, for å hente ut eller legge inn informasjon.

Mengdeuttak direkte fra modell har blitt tatt i bruk på to prosjekter. Dette roses veldig av de involverte i begge prosjektene og det gir helt klart en stor tidsbesparelse. Spørsmålet her er om det er enda mer tid å spare? Det er nok ikke alle i prosjektene som er like trent med å hente ut mengder fra en BIM modell. Kanskje stoler ikke alle på tallene de får ut og bruker mye tid på å kontrollregne dem. Når alle blir vant med bruken av BIM vil tidsbesparelsen ved å benytte mengdeuttak bli større.

Visualisering er det mest brukte hjelpemidlet knyttet til BIM, som byggeplassene bruker i dag. Det har sine klare fordeler i rask forståelse av bygget, enkelt å kontrollere 2D tegninger og lett å bruke modellen til forklaring under møter. At visualisering i 3D er nyttig, var alle som har blitt intervjuet enige om. Kan det gjøres mer for å få enda mer nytte av visualiseringen? BIM

koordinator S. Johansen på Clarion, forteller at han ønsker å få ut PCer, med BIM modellen på, ute på byggeplassen. På den måte skal de som driver med produksjon slippe å gå helt inn på kontoret for å se på 3D modellen. Dette vil kunne gjøre det raskere for dem å forstå ulike forhold i byggeprosessen, som for eksempel montasjerekkefølgen til et komplekst bygg. Førsteamanuensis ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap, L. Houck, ser enda lenger frem med tanke på bruken av modellen til visualisering. Han ser for seg ipad eller lignende, med BIM modellen på og innebygd GPS. På denne måten skal man kunne gå inn i bygget under oppføring og automatisk få opp på skjermen det området en befinner seg. Det vil gjøre det enda enklere å se hvordan konstruksjonen skal være og hvordan det ferdig resultatet skal bli. Selv om visualisering kan brukes til mer enn det den gjøres i dag, har det helt klart hatt god effekt på prosjektene.

Enkelte ordinære prosjekter benyttet seg også av 3D modeller til visualisering. Det kan være arkitekten som tegner i 3D, eller at en av leverandørene tegner sin del av konstruksjonen i 3D. For eksempel tegnet prefabrikk leverandøren på Berja, en modell av sin konstruksjon som var nyttig for visualisering i 3D, også for resten av prosjektet (Intervju Berja). Alle som ble intervjuet i forbindelse med oppgaven var enige om at visualisering var nyttig.

Kalkulasjon ut fra modell har ikke blitt benyttet i noen av prosjektene til oppgaven. Jeg nevner det likevel fordi dette også kan være med på å spare tid i forkant av prosjektet. Det er nå blitt mulig å legge over informasjon direkte fra BIM modellen til kalkulasjonsprogrammet. Det vil selvfølgelig gi mye spart tid for den som kalkulerer. Det er en forutsetning at arkitekten tegner med riktige objekter fra et avtalt objektbibliotek, for at denne metoden kan benyttes. Grunnen til dette er at elementene må inneholde riktig informasjon, slik at kalkulasjonen blir utført på riktig grunnlag.

Med mindre feil i prosjekteringsgrunnlaget, blir det mindre endringsarbeider og en bedre flyt i produksjon. Dette gir bedre tid til å planlegge effektiv fremdrift og gjøre gode innkjøp. Viktigst av alt er det med på å forhindre feil på ferdig bygg. Slike feil tar mye tid og er kostbart å rette opp.

5.2.3. ØKONOMISK GUNSTIG

Lønnsomheten i å bruke BIM avhenger av hvor mye dette er med på å redusere kostnadene. Det koster i dag mer å prosjektere med BIM enn uten. Derfor må man se på hva man får igjen av reduserte kostnader. I avsnittet over blir det nevnt at utnyttelsen av BIM modellen har mye å si for å få en god effekt av BIM. Det samme gjelder selvfølgelig også for lønnsomheten. Et av

hovedargumentene for å benytte BIM har vært å redusere antallet prosjekteringsfeil (One.Skanska, b). Prosjekteringsfeil kan koste et prosjekt svært mye, både hvis det oppdages for sent i produksjon eller særlig hvis feilen oppdages i ettertid. I tillegg kan et prosjekt spare mye og gjøre BIM lønnsomt bare ved å være flinke til å bruke modellen til visualisering, mengdeuttak, kalkulasjon og produksjonsplanlegging. Hvis et større prosjekt klarer å utnytte alle disse momentene vil det sannsynligvis ha god lønnsomhet.

Det er flere av de som er intervjuet på prosjektene, som hevder at mye av det de betaler ekstra for BIM, går til opplæring av de prosjekterende (Intervju BIM; Intervju Midtbygda; Intervju Clarion og Intervju Teigar). Stig Johansen (BIM Koordinator, Midt Norge) sier at det er viktig at BIM kontrakter ikke inngås på timebasis. De prosjekterende må selv dekke opplæringen av sine ansatte og derfor bør kontrakten skrives med utgangspunkt i hva som skal leveres.

For mindre prosjekter som Storgata 60, kan BIM per i dag lett bli ulønnsomt. Mange av utgiftene knyttet til BIM vil bli de samme for et stort og et lite prosjekt. Blant annet bistand fra BIM koordinator, opplæring av personer på prosjektet, oppgraderinger av datautstyr eller nye datamaskiner og programmer med mer. For et lite prosjekt er det mindre muligheter for å redusere utgiftene enn for et stort prosjekt. I et større prosjekt vil mange gjentakende oppgaver kunne gjøres på en mer effektiv måte ved hjelp av BIM. Det vil i løpet av prosjektet spare inn den tiden det tok å lære opp de ansatte. I et lite prosjekt som kanskje ikke går over like lang tid, er det ikke sikkert dette er tilfellet. Kanskje hadde det vært mer effektivt å spare den tiden opplæringen tar, og heller bruke litt lenger tid på å gjøre oppgavene på den gamle måten. For et lite enkeltstående prosjekt kan dette være mest lønnsomt. Helhetlig og langsiktig bør likevel alle få opplæring i BIM for å øke produktiviteten i byggebransjen.

Inntil BIM har blitt en naturlig integrert del i alle byggeprosjekter er det de store prosjektene, som vil få størst lønnsomhet ved å bruke BIM. De vil kunne få fortjeneste, selv om de må bruke ressurser på opplæring og datautstyr. På Clarion forteller prosjekteringsleder, at de ikke ville klart å bygge dette store hotellet uten BIM (Intervju Clarion).

5.2.4. ER BRUKEN AV BIM MED PÅ Å REDUSERE ANTALL PROSJEKTERINGSFEIL?

Et av hovedargumentene for å bruke BIM er å redusere antall prosjekteringsfeil. Dette har vist seg å være den vanskeligste saken å undersøke. Grunnen til dette er at ingen av prosjektene fører en klar oversikt over prosjekteringsfeil som de oppdager underveis i prosessen. Særlig i de prosjektene der Skanska har prosjekteringsansvaret, blir det mer en diskusjon med de

prosjekterende frem til endelig valg av løsning, enn et konkret forslag fra de prosjekterende som Skanska deretter kan godta eller forkaste.

I de to prosjektene med generalentrepriser er det byggherre som sitter med ansvaret for prosjekteringen. I disse tilfellene må Skanska skrive endringsmeldinger på avvik fra det kontrakten og beskrivelsen inneholder. Derfor er det mulig å sammenligne endringsmeldingene til disse to prosjektene, og bruke det som en indikator på antall feil i prosjekteringen.

Forskjellene på antall endringsmeldinger på Teigar og Midtbygda var store. Det var BIM prosjektet Midtbygda som kom klart best ut etter sammenligningen. Når vurderingen tar med Teigars krav til byggherre om tillegg for prosjekteringsarbeider, blir endringsmeldingene i prosent av kontrakt summen på hele 30 %. På Midtbygda er endringsprosenten på ca 6 %. Disse endringene skyldes i begge tilfeller i hovedsak avvik fra det kontrakten beskriver og det som i etterkant blir prosjektert. Derfor er det gode indikatorer på antall prosjekteringsfeil.

I de andre prosjektene er det vanskelig å gjøre konkrete sammenligninger, men det kommer tydelig frem at mange kollisjoner blir avdekket ved hjelp av kollisjonskontroller av BIM modellen. Spørsmålet er da når i prosessen disse hadde blitt oppdaget uten BIM? Hadde de prosjekterende klart å se dette på de vanlige papirtegningene eller hadde det gått så langt som til produksjon før de ble oppdaget?

Det er vanskelig å finne svarene på disse spørsmålene og mye avhenger nok på kompleksiteten til byggene. Er det en mindre bygning som Storgata 60, kan det være forholdsvis enkelt og få en oversikt og planlegge føringsveier på papiret. På et større prosjekt som Clarion Hotel Trondheim vil prosjektering av de tekniske fagene være svært vanskelig uten BIM, nesten på grensen til det umulige. Dersom en skulle kontrollere kollisjoner i dette prosjektet, ved hjelp av bare papirtegninger, ville jobben antakelig tatt et år. Det er minst et sett tegninger for hvert fag, til hver etasje og del av bygget. Dette hadde blitt svært vanskelig å sammenligne, og mange feil ville nok ikke blitt oppdaget. Det ville også vært meget tidkrevende.

Det ser ut til at det kommer an på størrelsen til prosjektet, hvor mange prosjekteringsfeil som trolig blir unngått ved hjelp av BIM. På et lite prosjekt vil en erfaren prosjekteringsleder sannsynligvis klare å håndtere utfordringene etter hvert som de dukker opp. På et større prosjekt vil BIM være et helt avgjørende hjelpemiddel for å forhindre prosjekteringsfeil. I prosent er differansen på endringer på Midtbygda og Teigar på 24 %. Tallene på Teigar kan være litt høye i forhold til hva de til slutt blir enige med byggherre om. Med et anslagsvis fratrukk for dette, blir resultatet 20 % mindre prosjekteringsfeil med BIM, enn med den

ordinære prosjekteringen. Dette var for middels store prosjekter. For mindre prosjekter kan denne differansen kanskje være ned i 10 % til fordel for BIM. I store prosjekter som Clarion hotell, er min antagelse at reduksjonen i antall prosjekteringsfeil som følge av BIM i prosjekteringen, vil være på mellom 30 – 50 %. Dette begrunner jeg blant annet med intervjuene av prosjektene (Intervju Storgata 60; Intervju Clarion). I tillegg er bruken av kollisjonskontroller på større prosjekt, til stor hjelp for å finne feil og kollisjoner underveis i prosjekteringen.

En liten hake ved bruk av kollisjonskontroller, er at de prosjekterende kan begynne å stole for mye på dem. Hvis det fører til at de slurver med prosjekteringen og regner med at kollisjonskontrollen vil avdekke alle feil, kan det gå galt. Selv med kontroller kan feil slippe igjennom. Enkelte ganger kreves det også litt sund fornuft, ikke alt bør bli opp til datamaskinene. Valg av beste løsning i forhold til hva som er mest praktisk å montere og å holde ved like, er saker de prosjekterende må tenke over selv. For å gjennomføre kollisjonskontroller og tolke resultatene kreves det også mye fagkunnskap fra prosjekteringsleder eller BIM koordinator. Utbytte av kollisjonskontrollen er derfor fremdeles personavhengig.

Dataverktøyene for kollisjonskontroller fungerer i dag bra på mange områder. Det finnes likevel forbedringspotensialet. Kommer det noen gang til å bli mulig for de prosjekterende å få opp varsel mens de tegner? For eksempel hvis de legger inn noe i modellen som kolliderer med andre elementer, eller gjør at budsjettet for prosjektet sprekker? Dette vil i så fall kreve direkte linking mellom kollisjonsprogram, tegneprogram og kalkulasjonsprogram. I tillegg måtte alle fagområdene jobbet online på samme modellen. I dag må BIM modellen lagres som IFC fil i tegneprogrammet, så kontrolleres i kollisjonsprogrammet og lastes opp igjen i tegneprogrammet. Dette er ganske enkelt for de prosjekterende å gjøre en gang i blant. Det er en fordel å sjekke etter feil så ofte som mulig og det beste hadde vært en direkte varslingsom forhindret prosjekterende å legge inn feil i utgangspunktet. Programvaren til BIM er fremdeles under utvikling så disse mulighetene vil kanskje komme om noen år? Det blir spennende å følge med på utviklingen.

Det ser ut som de ulike fagområdene får omtrent det samme utbytte av å benytte BIM. Kollisjonskontrollene kan være like nyttig for arkitekten, RIVen, RIB, eller RIE. Om det er arkitekten som har satt to like vegger oppå hverandre eller om det er rådgivende ingeniør på VVS som har to kanaler som kolliderer, er det veldig greit å finne ut av dette tidlig. Den

observasjonen som skiller seg ut fra denne påstanden er de tekniske fagene i små prosjekter. Det bør derfor vurderes fra prosjekt til prosjekt hva som bør være med i en BIM modell.

Prosjekteringsfeil kan ofte komme av dårlig koordinering eller dårlig samarbeid mellom de prosjekterende (Intervju Teigar). Med felleskap rundt BIM modellen har det vist seg at de prosjekterende blir tvunget til å samarbeide og de har lettere for å forstå hverandre (Intervju Clarion; Tu.no, a). Skanska illustrer samhandling og kommunikasjon i prosjekter, i en av sine powerpoint presentasjoner:

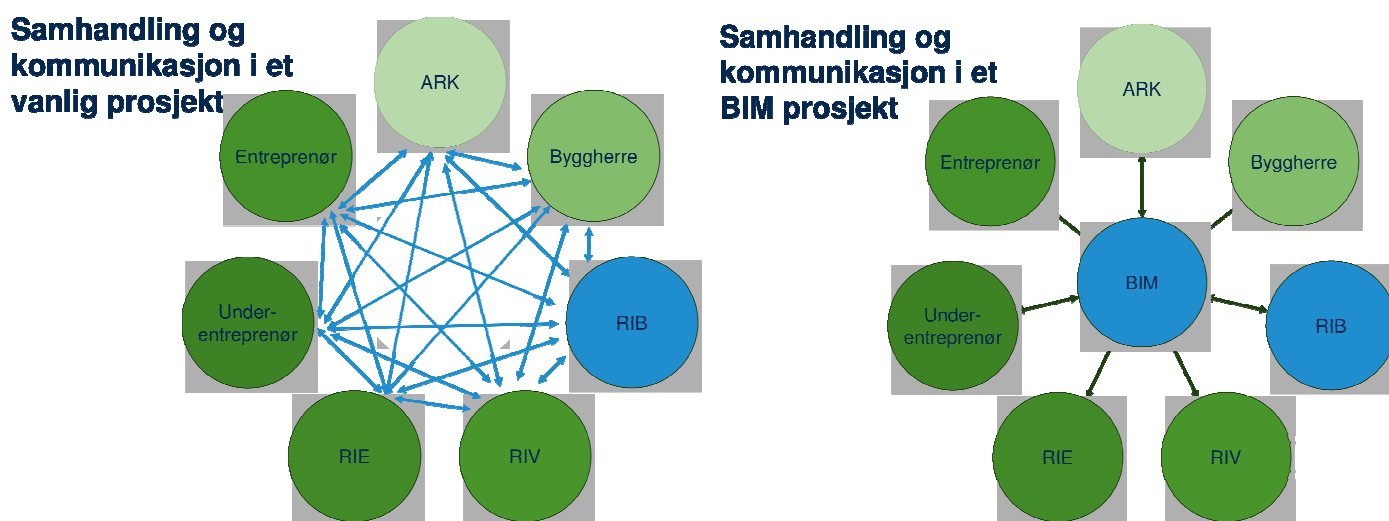


Figure 36: Samhandling i et vanlig prosjekt (Innovasjon Norge.no, a).

Den måten de prosjekterende er nødt til samarbeide på i en BIM prosjektering, gjør at antall prosjekteringsfeil også blir redusert. De kan ikke bare sende tegningene sine til prosjekteringsleder og regne med at han sjekker de opp mot alle andre fagområder. Nå er det prosjekterendes ansvar å kontrollere sin egen modell. Deretter blir modellene samkjørt av BIM koordinator eller ansvarlig for BIM modellen. Felles modellen viser om det de har prosjektert passer med de andre fagene.

Konklusjonen blir at BIM har hatt en positiv effekt på å få ned antall prosjekteringsfeil. Det har vært lite konkrete tall å gå ut i fra, men en kvalitativ tilnærming viser at BIM har gitt en god effekt. Det som reduserer antallet prosjekteringsfeil er kollisjonskontrollene, mer detaljert prosjektering i forkant, samarbeidet mellom fagene blir bedre og det blir enklere for prosjekteringsleder å holde oversikt.

5.3. OPPSUMMERING

I denne oppgaven har BIM prosjektene blitt sammenlignet med hvert sitt ordinære prosjekt av omtrent samme type og størrelse. Denne sammenligningen viser at BIM har hatt en positiv effekt på de fleste områder. Antall prosjekteringsfeil ser ut til å gå ned ved bruk av BIM. Dette viser både tallene oppgaven har lagt til grunn og den kvalitative tilnærmingen med intervjuer. For å se etter positive effekter for gjennomføringen av prosjektene så oppgaven på disse tre punktene:

- Tidlig prosjektering.
- Tidsbesparende.
- Økonomisk gunstig.

Det har kommet frem at alle de tre punktene har hatt en positiv effekt av BIM. Samtidig er det fortsatt forbedringspotensialer:

- Det har blitt en tidligere prosjektering, men det tar fremdeles for lang tid å få prosjekteringen ferdig. Den strekker seg i dag for langt ut i produksjon i forhold til hva som er ideelt.
- Fordelene med BIM virker i dag tidsbesparende på mange arbeidsoppgaver. Likevel er det store mulighet for å utvikle bedre rutiner for praktisk bruk av BIM på byggeplass. Dette vil kunne gi enda mer effektiv bruk av tid.
- Det har vist seg økonomisk gunstig å bruke BIM for to av de tre BIM prosjektene. Den økonomiske vinningen vil trolig bare bli større desto mer BIM blir brukt.

BIM's effekt i sammenligningen av prosjektene:

Prosjekter:	BIM NIVÅ:	Tidlig prosjektering:	Mindre prosjekteringsfeil:	Tidsbesparende:	Økonomisk gunstig:
Teigar V.S. Midtbygda	· Visualisering · (Kollisjoner)	Lik effekt	Positiv effekt	Positiv effekt	Positiv effekt
Hyttegata V.S. Storgata 60	· Visualisering · Kollisjoner · Mengdeuttak	Positiv effekt	Lik effekt	Lik effekt	Lik effekt
Berja V.S. Clarion	· Visualisering · Kollisjoner · Mengdeuttak	Positiv effekt	Positiv effekt	Positiv effekt	Positiv effekt

Figure 37: Effekten av BIM.

DEL 4 - KONKLUSJON

6. KONKLUSJON

Oppgaven har sammenlignet prosjekteringsprosessen og byggeprosessen til tre BIM prosjekter opp mot tre ordinære prosjekter. I forhold til effekten av BIM, kontra ordinær prosjektering, er det noen områder som skiller seg ut i de tre BIM prosjektene:

Storgata 60: På dette minste prosjektet gav BIM prosjektering på det tekniske, mer frustrasjon enn nytte. Dette siden utførende valgte andre mer praktiske løsninger. Effekten med BIM i prosjekteringen var god for arkitekt og RIB, fordi de hadde få prosjekteringsfeil.

Midtbygda: Dette er et prosjekt med generalentreprise, hvor BIM modellen blir aktivt brukt til visualisering og visuelle kontroller. BIM har vært positivt og tidsbesparende for prosjektet. Sammenlignet med tilsvarende ordinært prosjekt, har grunnlaget fra de prosjekterende inneholdt vesentlig mindre feil. Dette har gitt omtrent 20 % mindre kostnader knyttet til endringer.

Clarion Hotel Trondheim: Prosjektet er avhengig av BIM for å klare å gjennomføre et så komplekst og stort bygg. De jobber aktivt med å utnytte flere muligheter med BIM og ser flere positive effekter av dette.

Ut i fra sammenligningen av de tre BIM prosjektene, mot de tre ordinære prosjektene, ser det allerede nå ut til å være en positiv effekt ved å benytte BIM i prosjekteringen. Det har blitt vist at det gir mindre prosjekteringsfeil. Kollisjonskontrollene av BIM modellen hjelper mye, men er ingen garanti mot at prosjekteringsfeil kan forekomme. Det avhenger av kunnskapen og samarbeidet mellom de personene som bruker verktøyene.

I forhold til byggeprosessen har visualisering til nå vært den største fordelen, siden dette verktøyet er enklest å ta i bruk. Andre bruksområder som mengdeuttak, produksjonsplanlegging og kalkulasjon, er også til dels i bruk. Disse kan bli brukt og utnyttet på en mye bedre måte, men krever en del opplæring og nytt datautstyr.

Per i dag er den økonomiske effekten av BIM avhengig av hvilke besparelser bruken av BIM gir. Reduksjon i antall prosjekteringsfeil er med på å gi store besparelser, men disse er vanskelig å måle. For at prosjektene skal få størst utbytte av det de betaler ekstra for en BIM modell, bør modellen utnyttes på flest mulig områder. Så lenge ikke mulighetene med BIM kan utnyttes fullt ut, uten store opplærings- og utstyrs-kostnader, er den økonomiske effekten

avhengig av størrelsen og kompleksiteten til bygget. I tillegg kommer det an på hvor godt BIM ambisjonene er tilpasset prosjektet.

Begrensingene for oppgaven har vært tilgjengelige og ferdigstilte BIM prosjekter. Det har ført til begrensede muligheter til tallfestede resultater. Selv om det har vært utfordrende er det et bra tidspunkt å se på dette temaet. Mange er fortsatt skeptiske (Tu.no, c) og det finnes lite fakta rundt effekten av BIM. Oppgaven håper å bidra til en raskere implementering av BIM i Skanska og åpne for mer fokus på praktisk bruk av BIM verktøyer ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap.

7. KILDER

TRYKTE KILDER:

Benneche, C.: 4D produksjonsplanlegging ved bruk av BIM, NTNU, 2010

Everett, E.L., Furseth, I.: Masteroppgaven Hvordan begynne – og fullføre,
Universitetsforlaget AS, Oslo 2004

Sintef byggforsk: *Byggskader Oversikt*, Blad nr: 700.110

SKANSKA: *Teigar ungdomskole og idrettshall*, Tønsberg, 2009

Stene M.: *Vitenskapelig forfatterskap*, KOLLE forlag 2003

Wigen R.: *Bygningsadministrasjon*, Tapir forlag 1992.

KILDER FRA INTERNETT:

Ascweb.org: *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risk and Challenges*,
<http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2008/paper/CPGT182002008.pdf>
(15.11.2010) Azhar S, Hein M og Sketo B, Mc Whorter School of
Building Science, Auburn University Alabama.

Berja.no: *Berja*,
http://berja.no/berja_leiligheter (04.12.2010)

Bim.construction.com: *The Business Value of BIM*,
<http://www.bim.construction.com/research/FreeReport/>
(16.11.2010) McGraw-Hill's, 2009

Boarding.no: *Clarion Hotel Trondheim åpner i mai 2012*,
<http://www.boarding.no/art.asp?id=39556> (23.11.2010)
14.12.2009

- Graphisoft.no, c: *IFC*,
<http://www.graphisoft.no/page71822759.aspx> (16.11.2010)
GRAPHISOFT,
- Graphisoft.no, d: *Visualisering*,
<http://www.graphisoft.no/visualisering.aspx> (12.12.2010)
GRAPHISOFT,
- Innovasjon Norge.no, a: “*Hvorfor driver Skanska med BIM?*”,
<http://www.innovasjon Norge.no//Fylke/Rogaland/Nyheter/BuildingSMA RT-og-BIM/> (17.11.2010. Velg: SKANSKA)
Valeur T.P, Skanska Norge, 24.08.2009
- Kbbl.bu.no: *Hyttegata*,
<http://www.kbbl.bu.no/Boligsalg/Prosjekter/agentType/View/PropertyID/2181.aspx> (05.12.2010)
- Lovdata.no: *Lov om offentlige anskaffelser*,
http://www.lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/app/gratis/www/docroot/all/nl-19990716-069.html&emne=offentlige%20anskaffels*& (23.11.10)
LOV-1999-07-16-69
- Laagendalsposten.no, a: *Kjøpte ubrukelig p-plass til 120.000,-*,
<http://laagendalsposten.no/nyheter/kjopte-ubrukelig-p-plass-til-120-000-1.5601668> (22.11.2010)
- One.Skanska, a: *Historie Skanska Norge*,
<http://one.skanska/nb-no/Organisasjon/Historie/> (22.11.2010)
- One.Skanska, b: *BIM*,
<http://one.skanska/nb-no/Verktoy--Tjenester/Countries/Norway/Teknikk-Prosjektstotte/BIM/> (23.11.2010)

- Sintef.no, a: *Prosessforårsakede byggskader gir høye kostnader,*
<http://www.sintef.no/Byggforsk/Nyheter/Prosessforarsakede-byggskader-gir-hoye-kostnader/> (22.11.2010)
- Sintef.no, b: *Nye energikrav,*
<http://www.sintef.no/Byggforsk/Nyheter/Nye-energikrav-i-TEK/>
(04.12.2010) SINTEF 2006
- Skanska.no: *Entrepriseformer,*
<http://www.skanska.no/no/Produkter-og-tjenester/Prosjektutvikling2/Entrepriseformer/> (22.11.2010)
- Solibri.com, a: *Solibri Magazine 1/2010,*
<http://solibri.com/news/solibri-magazine-1-2010-published-read-interesting-case-studies-of-full-scale-openbim-projects.html>
(24.11.2010)
- Solibri.com, b: *Solibri,*
<http://solibri.com/> (09.12.2010)
- Tu.no, a: *Mindre bom med BIM,*
<http://www.tu.no/bygg/article245674.ece> (16.11.2010)
TU, 26.05.2010
- Tu.no, b: *BIM-guttene klare til innsats,*
<http://www.tu.no/bygg/article244433.ece> (16.11.2010)
TU, 23.05.2010
- Tu.no, c: *Ingeniører skeptiske til BIM,*
<http://www.tu.no/bygg/article227456.ece> (16.11.10)
TU, 03.11.2009

- Tb.no, a: *Ny Teie-skole blir 67mill billigere,*
<http://tb.no/nyheter/ny-teie-skole-blir-67-mill-billigere-1.1129312>
(16.11.2010) TB, 13.01.2010
- Tb.no, b: *Krangler om Teigar- forsinkelse,*
<http://tb.no/nyheter/krangler-om-teigar-forsinkelse-1.5568084>
(16.11.2010) TB, 26,08.2010
- Wikipedia.org, b: *Bygningsinformasjonsmodellering,*
<http://no.wikipedia.org/wiki/BIM> (23.11.2010)
- Wikipedia.org, c: *Industry Foundation Classes,*
<http://no.wikipedia.org/wiki/IFC> (23.11.2010)
- Wikipedia.org, d: *BuildingSMART,*
<http://no.wikipedia.org/wiki/BuildingSMART> (23.11.2010)

PERSONLIGE KILDER

- Den kloke tegning 2010: *Power point; "Den kloke tegning 2010", Skanska,*
Midtbygda, 2010
- IFC Clarion: *BIM modeller fra Clarion,*
IFC filer fra prosjektet Clarion Hotel Trondheim.
- Skanska DM: *Brev til byggherre,*
Hentet fra Skanskas interne datalagringsbibliotek.
- SMC Storgata 60: *BIM modeller fra Storgata 60,*
Solibri Modell Checker fil, med BIM modellen fra Storgata 60.
- Storgata 60: *Erfaringer fra Storgata 60,*
Power point og Sluttraport fra BIM koordinator T.K. Hervik.

8. VEDLEGG

8.1. VEDLEGG 1 INTERVJU HYTTEGATA

Intervju i forbindelse med masteroppgave

Navn: Erik Lindbo Hansen

Prosjekt: Hyttegata

Tilknytning: Prosjekteringsleder

For ordinære prosjekter:

1) Når kom du inn i prosjektet?

3 måneder ut i byggetiden. Parkeringskjeller og nedkjøringsrampe var i hovedsak ferdig.

2) Var prosjekteringen ferdig ved byggestart, evt. Hvor langt var den kommet?

Dette var en Totalentepreise og prosjektering foregikk derfor parallelt med byggingen. De prosjekterende lå ca 1 måned i forkant. Slik at når IG (igangsettelsess søknad) blir søkt om og svarfristen for kommunen er tre uker. Er det en uke igjen før bygging.

3) Når foregikk største delen av prosjekteringen?

Generelt er dette avhengig av kontraktsform. I dette prosjektet var prosjekteringen fordelt utover hele byggetiden. Kun forprosjekt var utarbeidet før oppstart.

4) Støtte dere på feil underveis i byggeprosessen som skyltes feil i prosjekteringen?

Nedkjøringsrampe til P-kjeller var vanskelig pga. plassmangel og helling. Mye diskusjon og svært omstridt løsning i etterkant.

Vinduene var store og fine men energiregnskape gikk ikke opp på grunn av dette. Måtte finne alternativ løsning for å kompensere for dette. Løsningen blei å isolere himlingen i p-kjeller.

Underveis ble det også endret på noen detaljer pga. kuldebroer.

- Når oppdaget dere disse feilene?

- Tok det lang tid å omprosjekttere? (Er det utførende UE som ønsker andre løsninger eller er det ikke mulig å bygge som planlagt?)

- Hva ble den økonomiske konsekvensen, for skanska og de prosjekterende?

5) *Hvordan var samarbeidet mellom de ulike tekniske fagene?*

Det fungerte dårlig med Rørsenteret. De var veldig fraværende fra prosjekteringsbiten midt i byggeprosessen. Dette førte til dårlig tone og viste seg i etterkant at skyldes en annen stor jobb rørsenteret hadde påtatt seg (kapasitetsproblemer).

Elektro med Borge installasjoner fungerte bra!

6) *Hvilke fag hadde flest problemer å løse underveis?*

Prosjekterende på rør, mye fordi de var fraværende under store deler av prosessen.

Arkitekten var ikke den som hadde tegnet prosjektet i utgangspunktet. Dårlig samarbeid mellom arkitekt og skanska. Dette gikk på person, bla forståelse for hvem arkitekten jobbet for. Skanska betaler for jobben, mens arkitekten hører mest på kommunen, så bygherre og bare litt på Skansk. Dårlig økonomi i prosjektet fører også til en vanskeligere situasjon. Arkitekten går over sitt honorar flere ganger.

7) *Hva var de største utfordringene i prosjektet?*

Særdeles trang tomt, nær 100% utnyttelsesgrad. Holde masse utenfor nabotomt var vanskelig. Utfordring med å bygge videre oppå eksisterende kjeller. (En ny del og en gammel kjeller kobles sammen, og bygger nytt oppå.

8) *Hvordan gikk selve byggeprosessen?*

Ikke helt på skinner. Det var dårlig økonomi i prosjektet pga dårlige tider ved kontaktsingåelse. En ung prosjektleder med kanskje litt for lite erfaring. Bytte av arkitekt fra forprosjekt til prosjektering.

9) *Hvordan ble sluttresultatet til prosjektet?*

Prosjektet gikk ca. 10% i tap.

Selve bygget og det byggetekniske holder bra standard.

(Har vært diskusjoner i etterkant rundt nedkjøringsrampa til p-kjeller.

10) *Hadde det vært en fordel å hatt en 3D modell i tillegg til 2D tegningene når dere bygde?*

Ja, det var vanskelig å lese alle løsninger av 2D tegninger. For eksempel nedløp fra verandaer.

11) Har du jobbet med BIM prosjekter?

Har vært inne i starfasen av Midtbygda2

12) I ditt neste prosjekt, vill du velge å bruke BIM eller ordinær prosjektering?

Det kommer ann på størrelse og økonomi i prosjektet. Er det et prosjekt på over 50-100 millioner ville jeg benyttet BIM

8.2. VEDLEGG 2 INTERVJU TEIGAR

Intervju i forbindelse med masteroppgave

Navn: Tor Abusdal

Prosjekt: Teigar

Tilknytning: DK Sjef for Tønsberg

Prosjekttype: Nytt skolebygg og idrettshall

Kontraktssum: 150 millioner kroner.

Byggestart: sommer 2009

Overtakelse: Opprinnelig 01.12.10, utsatt til 23.03.10

Kontraktstype: Generalentreprise

Egne fagarbedere eller UE: 6 UEer tiltransportert av byggherre: elektriker, rørlegger, ventilasjon, utomhus, automatikk og heis.

Opprinnelig hovedentreprise men byggherren valgte og tiltransportere seks underentreprenører å heller bruke generalentreprise.

For ordinære prosjekter:

13) Når kom du inn i prosjektet?

Har fulgt prosjektet tett hele veien som distriktssjef for Tønsberg. Nå er det skifte av prosjektleder på gang og jeg har derfor vært mye involvert i prosjektet.

Prosjektering:

14) Har byggherre en egen prosjekteringsleder?

Nei, byggherren har ikke hat en egen prosjekteringsleder. Har heller ikke tatt prosjekteringen på alvor. Det fører til at feil ikke blir oppdaget i forkant. Slik at det er Skanska som finner feil og må varsle disse feilene til byggherre fortløpende. Det er så mange feil i grunnlaget at

Skanska ikke rekker å finne alle før produksjonen må starte for å holde fremdriften i gang. Byggherre har etter hvert gitt prosjekteringsansvaret til en person i firmaet til arkitekten. Dette har ikke hjulpet noe siden det er arkitekten mange av problemene er relatert til og denne personen da blir innhålig. Det trengs en uavhengig og profesjonell prosjekteringsleder i prosjekter som dette.

Istedenfor å ta tak i prosjekteringen har byggherren hatt fokus på å svare Skanska raskt på de endringer vi kommer med. Det er ikke blitt satt inn resurser på å ligge i forkant og forebygge feil.

15) Var prosjekteringen ferdig ved byggestart, evt. Hvor langt var den kommet?

Byggherre hadde brukt 30 millioner på prosjektering og trodde grunnlaget var komplett til bygging. Det viste seg at tegningsgrunnlaget var alt for dårlig og det har ført til store problemer og forsinkelser i prosjektet.

16) Hvordan går det med prosjekteringen i dag? Ligger den langt nok foran produksjonen?

Nei, De mange feilene som hele tiden dukker opp i grunnlaget fra de prosjekterende, fører til at Skanska må bruke tid og ressurser på det i stedet for og forbrede produksjon. Når feilene blir så mange at de ikke rekker å omprosjekttere før produksjon fører dette forsinkelser i produksjonen.

Ett eksempel for og illustrer dette er kødannelse på en motorvei. Det kan flyte bra med mange biler, men hvis en bil da får problemer og må bremse litt, blir det raskt en stor opphopning av biler bak denne.

Problemene med prosjekteringen har ført til nedsatt effektivitet på byggeplassen, som fører til krav om kompensasjon og fristforlengelse fra Skanska til byggherre.

17) Har dere støtt på feil underveis i byggeprosessen som har skyltes feil i prosjekteringen?

Ja, de vanligste årsakene til krav vi stiller til byggherre for manglende prosjektering er:

- Tegninger kommer for sent.
- Kvaliteten på tegningene er for dårlig
- Omfanget har vært så stort at Skanskas arbeidsledelse ofte har hatt problemer med å rekke å oppdage alle problemene før arbeidet har startet
- Tverrfaglig koordinering og kvalitetssikring er mangelfull. Det er sjelden at en sak avsluttes med et raskt, tydelig og tverrfaglig koordinert svar

- Prosjekteringsleder har ikke deltatt og tatt ansvar i tilstrekkelig grad
- Byggherre og rådgivere oppleves som passive og tar ikke initiativ til avklaringer
- Endringslister kommer ikke som forutsatt samtidig med endret tegning
- De prosjekterende har liten forståelse for at det pågår en bygging som krever planlegging og innkjøpsarbeid i forkant for å kunne gjennomføre en effektiv produksjon.

Eksempler på en del saker fra mars og april 2010:

- Kuldebruer som ikke er forsvarlig løst
- Uklarheter i forbindelse med radonsperrer
- Generelt mangelfullt underlag for tømmerproduksjon i hall
- Feil på armeringstegninger
- Feil i forbindelse med utsparringer
- Innvendig skjøter

18) Er dere fornøyd med det prosjekteringsarbeidet som er gjort?

Nei!

Hovedpunktene som begrunner dette kan du lese i brev til byggherren:

19) Har prosjekteringsfeil ført til mange av endringsmeldinger? Hva kommer eventuelle andre endringer av?

Det har til nå i prosjektet vært 550 endringer hvor omtrent alle skyldes feil eller forsinkelser fra de prosjekterende.

20) Hva er summen på alle endringer til nå, ca?

Til nå ligger endringsanmodningene på mellom 15 og 20 millioner.

I tillegg har Skanska et eget krav til byggherre som følge av den dårlige prosjekteringen. Skanska krever tillegg for den prosjekteringsjobben de har måtte gjøre og den reduserte produktiviteten de har hatt grunnet mange feil og mangler i grunnlaget. Dette kravet er på ca. 25 millioner.

21) Hvordan går samarbeidet mellom de ulike tekniske fagene?

Det har vært lite feil hvis vi ser på ett og ett fag, men koordineringen har vært for dårlig. Skanska motar tegninger fra hver enkelt uten at de er sammordnet på forhånd. Kollisjoner, feil og mangler er det Skanska som har måtte finne å gi tilbakemelding på.

Enkelte feil har det vært som kanskje skyldes for dårlig egenkontroll. Småfeil som de burde ha funnet og rettet opp.

22) Hvilke fag har hatt flest problemer å løse underveis til nå?

Tegningsleveransene har det vært mye feil på og de kommer for seint. Mange runder på dette. For dårlig kvalitet på tegningene.
Ingen koordinering fra BH side.

23) Hva har vært de største utfordringene i prosjektet?

Svært mangelfull tegningsleveranse!

24) Hvordan har det gått med konfliktene med BH, etter møte med advokat om kravet fra Skanska etter Mars/April?

Vi lar advokatene ta seg av det. Det blir trolig en rettssak i etterkant hvis partene ikke kommer til enighet. Det fundamentale i saken, at grunnlaget har vært for dårlig, er partene nå enige om, men diskusjonen går på hvor mye tid å resurser Skanska har måtte bruke på det og det kravet/beløpet Skanska krever av byggherren for dette.

Byggherre innrømmer at de ikke har hatt kontroll over prosjekteringen.

Det er god tone på byggeplassen og byggherren har skjønt at prosjekteringen har vært mangelfull men ikke konsekvensene av det. Det tok lang tid før de forsto at det kom til å bli forsinkelser.

Nå er det fokus på fremdrift og produksjon, og overtakelsen i mars.

Endringsliste fra byggherre kommer ikke som forutsatt.

Byggeprosessen:

25) Hvordan går selve byggeprosessen?

På grunn av mange feil underveis har det i perioder ført til redusert effektivitet på mellom 25-35 % Der tømmer er den gruppen som har vært mest skadelidene.

26) Hvordan tror du sluttresultatet til prosjektet vill bli?

Det avhenger av kravene våre til byggherre. Saken ligger hos advokatene våres, og det vil trolig bli en rettssak når prosjektet er ferdig.

27) Tror du det hadde vært en fordel og gjort prosjekteringen til dette prosjektet med BIM? Hva tror du kunne gått bedre/ dårligere?

Tror det hadde vært en fordel at de prosjekterende hadde brukt BIM i dette prosjektet. Med forbehold om at de også kunne bruke BIM på en ordentlig måte..

28) Har du jobbet med BIM prosjekter tidligere?

Nei, men er veldig positiv til BIM og regner med det kommer til å komme for fullt. Arkitektene har tegnet i 3D i ti år allerede og overgangen for dem er dermed ikke så stor.

29) Hva har dere gjort for å gjennomføre prosjektet på best mulig måte?

Vi har forsøkt å planlegge godt, planlegge fremdrift og strategi for byggingen. Planlagt fra ferdigstilling og bakover med alle avhengigheter.

Bruker treukers planer og fører nøye kontroller med avvik i fra planen.

30) I ditt neste prosjekt, vill du velge å bruke BIM eller ordinær prosjektering?

Det samme i mitt neste prosjekt: Kan rådgiverne bruke BIM ville jeg benytte meg av det.

Bruke BIM på riktig nivå vil være lønnsomt, ved at det gir færre feil og de ekstra kostnadene med BIM da hentes inn ved reduserte utgifter knyttet til prosjekteringsfeil. Det kommer altså an på nivået.

Kostnadene i forhold til BIM prosjektering i dag skyldes at rådgivningsfirmaene må drive opplæring av sine egne ansatte. Selv om de store selskapene sier de kan bruke BIM er det kanskje bare et par superbrukere som kan det ordentlig. De andre krever opplæring og det gir en større kost for BIM i dag enn hva det smaker. Jeg mener det er de rådgivende selskapene som må ta regninga for denne opplæringen.

Vi i Skanska må bli flinkere til å definere våres behov og lære oss og bruke BIM

31) Hvordan har denne generalentreprisen vært i forhold til andre du har vært med på tidligere?

I en generalentreprise blir det mer fokus på det skriftelige enn en totalentreprise. Viktig med god dokumentasjon av endringer og kontroll på rammene til kontrakten.

Har vært med på flere generalentrepriser tidligere som har gått bra. Det krever god styring av prosjektet fra byggherres side.

32) Tror du det hadde gått bedre om byggherren hadde valgt å utlyse dette prosjektet som en totalentreprise?

Ja, det hadde sannsynligvis gått mye bedre. Det er en god del regler i forhold til offentlige anskaffelser som byggherren må forholde seg til. Når BH innhenter tilbud er det prisen han må legge mest vekt på. Det er ikke alltid det lønner seg å velge det billigste alternativet. Når det gjelder valg av prosjekterende er det viktigste at de gjør en god jobb og kommer med de beste løsningene. Skanska som totalentreprenør kan hente inn de prosjekterende vi veit er best og samkjøre de forskjellige prosjekterende i en tidlig fase.

Timeprisen er ikke så avgjørende. En dyr prosjekterende som jobber raskt og finner de rette løsningene kan bli mye billigere enn en med lav timepris men bruker lang tid, kommer med dårlige løsninger og lager problemer som senere må løses underveis.

I stedet for at byggherrens prosjekterende prosjekterer alt på forhånd og så utlyser jobben, kan en entreprenør som kommer inn tidlig i prosjektet komme med alternative løsninger som kan være mye billigere å produsere.

En annen viktig fordel ved å gi Skanska prosjekteringsansvaret ville vært avstanden til produksjonen. Skanska er ofte den aktøren som oppdager eller får først greie på feil. Vi kan raskt kontakte ansvarlig prosjekterende og finne ny løsning. Det blir ”kortere” avstand og mer flyt i prosessen. Byggherren sitter lenger unna og det krever mer og sette seg inn i å koordinere hver enkelt sak.

I forhold til fordeling av risikoen i et prosjekt er det mest lønnsomme at den som sitter nærmest risikoen også har ansvaret for risikoen. Hvis den som sitter nærmest og kan håndtere den også har risikoen for den, vill dette være det billigste. Entreprenøren vil velge de billigste alternativene.

BH sitter lenger unna risiko bildet og det er vanskeligere for han og styre det.

8.3. VEDLEGG 3 INTERVJU BERJA

Intervju i forbindelse med masteroppgave

Navn: Erik Lindbo Hansen

Prosjekt: Berja

Tilknytning: Prosjekteringsleder nr. 2

For ordinære prosjekter:

33) Når kom du inn i prosjektet?

Fra dag en. Startet med prosjektet to år tidligere men det ble satt på vent.

34) Var prosjekteringen ferdig ved byggestart, evt. Hvor langt var den kommet?

Dette var en Totalentepriise og prosjektering foregikk derfor parallelt med byggingen. De prosjekterende lå ca 1 måned i forkant. Slik at når IG (igangsettelsess søknad) blir søkt om og svarfristen for kommunen er tre uker. Er det en uke igjen før bygging.

Ble sendt in mange IG søknader, helt til siste slutt.

35) Når foregikk største delen av prosjekteringen?

Det var mye å gjøre rundt oppstarten, grunn og fundamentering. Det var også mye ved oppstart av prefab, ellers var det spred utover hele prosjektet.

36) Støtte dere på feil underveis i byggeprosessen som skyldes feil i prosjekteringen?

Fasadeplater (steniplater) viste seg å være i feil farge etter montering var ferdig. Kostet en mill. Andre ting ble jobbet med og prosjekter frem til fungerende løsning underveis.

37) Hvordan var samarbeidet mellom de ulike tekniske fagene?

Det meste fungerte bra. Mye takket være en egen prosjekteringsleder på tekniske fag, Øystein Skrenke (Skanska).

Det fungerte litt dårlig med utførende på EL YIT, som ble sent ferdig.

38) Hvilke fag hadde flest problemer å løse underveis?

Ingen fag skilte seg ut.

39) Hva var de største utfordringene i prosjektet?

NSB som nabo krevde bla kursing av alle på byggeplassen, med mer. Tilpasning til eksisterende bygg.

40) Hvordan gikk selve byggeprosessen?

Det ble noe omstokking av planlagt rekkefølge/ fremdift pga, logistikk på byggeplassen. Kranen rakk ikke over hele. Dette førte til at også planlagt rekkefølge av prosjekteringen måtte endres.

41) Hvordan ble sluttresultatet til prosjektet?

Som budsjetert. Kanskje 10-11% i pluss. Var et bra prosjekt. Godt byggeteknisk resultat og fornøyd byggherre.

42) Hadde det vært en fordel å hatt en 3D modell i tillegg til 2D tegningene når dere bygde?

Brukte tekla modell på prefab (loe betong). Dette hjalp godt til å forstå konstruksjonen av bygge og gjøre visuell kontroll av de største føringsveiene.

43) Har du jobbet med BIM prosjekter?

Har vært inne i starfasen av Midtbygda2

44) I ditt neste prosjekt, vill du velge å bruke BIM eller ordinær prosjektering?

Det kommer ann på størrelse og økonomi i prosjektet. Er det et prosjekt på over 50-100 millioner ville jeg benyttet BIM

8.4. VEDLEGG 4 INTERVJU STORGATA 60

Intervju i forbindelse med masteroppgave

Storgata 60. Horten

Intervju med: anleggsleder Jørn Liverød, den 27.09.10.

Info: Lite BIM prosjekt.

Prosjektleder for prosjektet har sluttet i Skanska Norge AS

BIM koordinator for Skanska var Trine Kvåle Hervik.

Intervjuet er gjort på telefon. Forberedte spørsmål ble ikke fulgt systematisk. Referat fra intervjuet:

BIM tegningene var bra. Det ble kjørt kollisjonskontroller på konstruksjonen. Det ble kun funnet et par små feil på det byggetekniske. RIB (Rambøl) og ARK veldig bra utført.

På det tekniske gikk det ikke like bra. Multiconsult sto for prosjektering av VVS og Elektro. Prosjekteringen ble gjort ferdig før kontrahering av UE. Det de prosjekterende hadde prosjektert ble i all hovedsak gjort om under byggeprosessen. De utførende kunne ikke følge det som var prosjektert eller det fantes enklere måter å gjøre det på, som heller ble valg.

Valg av leverandører og utførende påvirker også valg av tekniske løsninger. Derfor burde disse vært inne allerede i prosjekteringsfasen for å velge løsning. Det beste hadde vært å kontrahert den samme som utførende og prosjekterende. Dette er imidlertid vanskelig så lenge ikke utførende kan bruke, og mangler tilgang til, dataverktøy.

I dette tilfelle var det et lite prosjekt med lokale håndverkere som løste problemene på stedet i samarbeid med Skanska.

Inntil de tekniske utførende får tilgang til programmer og lærer å bruke dem, er det veldig viktig at de blir rådført med under prosjekteringsprosessen. I dette tilfelle var mye av den tekniske prosjekteringen en flopp. Det kostet mye penger og ble mer et irritasjonsmoment enn en hjelp under byggeprosessen.

Det ble også i etterkant av prosjektet en sak mellom Multiconsult og Skanska ang prosjekteringen.

Endelige tegninger på det tekniske mangler. De første tegningene av det tekniske stemmer ikke overens med ferdig bygg!

Andre positive ting med BIM prosjektet var: Betong og tømmer fungerte bra.

Mengdeberegninger og massekontroll var mye enklere. Slapp å regne på det.

Bestillinger av varer å tjenester gikk lettere. For eksempel kunne de ved bestilling av betong hente ut antall kubikk rett fra BIM matrisen. Etter kort tid fant de ut svin prosentet og justerte bare tallene med den uten noe mer kontroll.

Tyngden av prosjektering: Alt utført på forhånd før kontrahering. Feil under veis førte til omprosjektering.

8.5. VEDLEGG 5 INTERVJU MIDTBYGDA

Intervju i forbindelse med masteroppgave

Navn: Terje Nasset

(Bjørn Erik Haugmoen, Prosjektleder, Skanska Norge AS)

Prosjekt: Midtbygda Skole, Generalentreprise

Tilknytning: Formann

Egne fagarbeidere: 5 på betong og 14 på tømmer.

Antall UE: 10 st. eller flere.

Kontraktens størrelse: 106 millioner

Prosjekterende: Multiconsult, Link Signatur

Bygherre: Røyken Eiendom, v/ Arne Henry Amdal

Generelt:

1) Når kom du inn i prosjektet?

2 måneder før byggestart. Var med på en del av forberedelsene. Blant annet gjennomgang av BIM modellen hos Multiconsult.

2) Har du erfaring med BIM eller andre BIM prosjekter fra tidligere?

Nei, har ikke erfaring med bim fra tidligere siden BIM er så nytt.

3) Hvem tok initiativet til at Midtbygda skulle bli ett BIM prosjekt?

Multiconsult tok det første initiativet til BIM. De ønsket å bli bedr på dette området og fikk med bygherren før skanska kom på banen. Bygherren var ikke veldig engasjert men blei med å spytte inn litt. Skansk støttet BIM prosjektet med 200.000,- Hvorav 100.000,- er dekket av prosjektet og midler de har skaffet. De resterende 100.000,- har BIM avdelingen i Skanska puttet inn.

Hva har disse pengene i hovedsak gått til?

Har gått til Multiconsult for at de skal levere ut tegningene sine til Skanska. De tegner nå det meste med BIM uansett men leverer det ikke ut til vanlige prosjekter.

Prosjekteringen:

4) Hvordan har grunnlaget fra de prosjekterende vært? Har det vært mindre bom med BIM?

Grunnlaget har ikke vært feilfritt. Det er en del dårlige løsninger som blir forandret fordi de ikke er praktiske.

Detaljer mangler eller ting er glemt. Dette har skyltes både uvitenhet, at de prosjekterende ikke vet hvor detaljert Skanska trenger tegningene for å kunne bygge. Andre ganger er enkelte ting bare utelatt fra tegningen. Det kan være at de ligger på et skult lag når utskriften gjøres, eller at den rett og slett er glemt

5) Har tegninger foreligget dere i god tid før planlagt bygging skal iverksettes?

BIM tegningene var ”ferdig” ved oppstart. Det ble gjort kolisjonskontroller både av Multiconsult og BIM avdelingen til Skanska Norge AS og alle funn ble utbedrett. Det ble også foretatt et møte med alle involverte med en visuell gjennomgang av hele bygget.

Likevel blir tegningsfila oppdatert daglig etter hvert som det blir gjort endringer. Nå foregår prosjekteringen samtidig med byggingen som på en totalentreprise. Når vi i Skanska oppdager feil eller mangler skal vi egentlig vasle byggeleder men siden det skjer så ofte og vi er så vant til å drive totalentrepriser, tar vi direkte kontakt med prosjekterende. Vi sender inn bilder eller dokumentasjon på hva som er galt, kommer med forslag til ny løsning og må så vente på den prosjekterende på godkjenning. Prosjekterende har ansvaret for valgt løsning selv om vi kommer med forslaget.

6) Var prosjekteringen av hele bygget ferdig ved oppstart? Eventuelt hvor langt var prosjekteringen kommet?

Nei den var ikke ferdig på detaljnivå. Ved oppstart av gravearbeidet for eksempel, var ikke gravetegningene klare. Nå foregår prosjekteringen fortsatt rett i forkant av produksjon. Dette gjør det vanskeligere for oss å være i forkant.

Erfaringer under veis:

7) Var det stor hjelp å bruke 3D modell kontra gamle 2D tegninger?

Ja, vi bygger fortsatt etter 2D tegninger men for å illustrere, forklare og skjønne bygget er det en stor hjelp. Det som før tok en uke å forstå ut i fra 2D tegninger kan man nå få god forståelse av med bare noen minutter foran PC skjermen.

Vi bruker det til å vise fagarbeiderne hvor de skal jobbe. F. eks når branninstallatøren kommer og skal brannisolere stål bruker vi BIM modellen. Alt stål som skal brannisoleres har sin egen fargekode og er kjempelett og vise.

Et annet eksempel er utomhusplan der graver kan få se det ferdigresultatet og ikke bare kvoter. Det gjør jobben enklere når man har et bilde av hvordan det skal bli i hodet.

I 3D modellen ligger det også masse annen info. Så ved å trykke på et objekt får vi vite alt om det. Dette har vi utnyttet til mengdeuttak for bestilling av produkter som betong, gips, tømmer med mer.

8) Bruker dere 3-D modellen aktivt eller vill håndverkerne helst få vanlige papirtegninger i hånda og bygge etter det?

Vi bygger etter 2D men bruker ofte 3d tegningene for å skjønne hva vi skal bygge. Det synes også håndverkerne våre er bra.

9) Støtte dere på feil underveis i byggeprosessen som skyltes feil i prosjekteringen?

- Instøpingsgoods fantes ikke i 2D tegninger og skulle innstøpes i 4 sjakter. Etter den første sjakta var støpt uten plate, oppdaget vi i BIM modellen at det skulle vært støpt inn plate der. Vi

purret på nye tegninger og fikk støpt de neste sjaktene med instøpingsgodset på plass. Hadde vi ikke hatt BIM modellen ville dette blitt oppdaget mye senere og alle sjaktene trolig hvert ferdig støpt allerede.

- Fundamentplate som skal bære et luftetår manglet i 2D tegningene. Det ble oppdaget i BIM modellen hvor fundamentplaten var tegnet inn. Her lå trolig dette fundamentet i et annet tegnelag eller det kan ha vært høydeforskjellen til resterende dekke som gjorde at dette ikke kom med på 2D tegningene.

- Innkassing av takkanaler. På taket skal det gå kanaler som skal kasses inn. På BIM modellen kan man se at kassa er for liten og flere av kanalene går åpent. Dette ble gitt beskjed om til prosjekterende og kassen tegnet større.

- **Når oppdaget dere disse feilene?**

Underveis i produksjonen og noen av dem ved hjelp av BIM modell like før produksjon.

10) Har dere hatt mange endringsmeldinger og hva er grunnen til disse? Hva er summen på endringene?

Vi er nå oppe i 50 endringer. Summen er ikke klar enda men det dreier seg om millioner.

11) Har det blitt unngått feil som dere har sagt fra om, fordi det har blitt oppdaget i BIM modellen? Er det lettere for dere å oppdage feil i en 3-D modell enn med det vanlige grunnlaget fra de prosjekterende?

Ja, flere feil er oppdaget ved hjelp av BIM modellen. Det er en fin dobbeltsjekk hvis man lurer på noe og ikke finner det i 2D så kan det være man ser det i 3D modellen. Alle feilene over ble oppdaget i BIM modellen. Disse er bare et utkast av mange ting.

12) Hvordan har de tekniske løsningene vært? Har det gått bra å bygge dem på samme måte som i modellen?

Har noen fag støtt på flere problemer enn andre?

Det har blitt omprosjektert en del, fordi det var praktisk dårlige løsninger som var valgt.

13) Har det vært mindre avvik fra grunnlaget denne gangen enn du er vant med fra tidligere?

Ganske likt men lettere å oppdage med BIM modellen. Kollisjonskontrollen har nok hjulpet en del særlig på rør og rør føringer.

14) Hvordan vill du si byggeprosessen har gått så langt, sett i sin helhet?

God tone med byggherre. Byggeprosessen i rute, drives som en totalentreprise.

15) Hvordan er samarbeidet med byggherre, er han fornøyd med bruken av BIM, har han hatt ekstra utgifter pga det?

Han har vært med å betale en liten sum (mindre enn skanska) for dette. Synes tegningene er fine men er ikke veldig interessert i BIM.

16) Har dere benyttet dere av hjelp fra BIM avdelingen i Skanska i dette prosjektet? Eventuelt til hva? (Kontroller, Kontrakter, Programvare???)

De har vært med fra oppstarten av prosjektet. Har vært med på egenhånd for å lære.

Økonomi:

17) Har det blitt mye ekstra utgifter for skanska siden dette er et BIM prosjekt, eller gjør kontaktsformen at dere får et bedre grunnlag å bygge etter uten at det koster noe mer?

Greit å slippe prosjekteringsansvaret med en generalentreprise ellers gjør vi samme jobben som i en totalentreprise. Har ligget på omtrent sammen utgiftsnivå som vanlig.

18) Har valg av entrepriseform vært passe til dette prosjektet? For Skanska/BH/Prosjekerende?

Passe for Skanska.

19) Ligger prosjektet godt an i forhold til budsjettet?

Prosjektet ligger an til å gå ca 5-6% i pluss.

Se videre:

20) I ditt neste prosjekt, vil du velge BIM eller ordinær prosjektering, hvis det er du som skal bestemme? Eventuelt hva er kriteriene for og i mot?

Ja jeg vill gjerne bruke BIM i mitt neste prosjekt. Det blir flere og flere byggherrer som krever dette, blant annet statsbygg. Derfor vill Skanska Norge AS bygge videre på BIM kunskapene sine og skaffe seg et fortrinn ovenfor konkurrenter med mindre praktisk kompetanse med BIM.

8.6. VEDLEGG 6 INTERVJU CLARION

Intervju om Clarion hotel, Trondheim

Navn: Rune Urenholdt Jackobsen og Stig Johansen

Tilknytning: Prosjekteringsleder og BIM koordinator

Prosjekt: Clarion Hotel

Prosjekttype: Hotell

Kontraktssum: ca. 550 millioner kr.

Byggherre: Optiman AS (BHO)

Byggestart: 11 mai 2010. (ca 1 april begynte riving)

Overtakelse: April 2012

Kontraktstype: Totalentreprise

Egene fagarbeidere eller UEer: Egene arbeidere på betong, tømmer og snekker. Resten UEer.

Fra oppstart:

Har du/ dere erfaring fra andre BIM prosjekter?

Stig: Veldig dreven på bruken av programvarene knyttet til BIM, er nå BIM koordinator for tre prosjekter, men ingen tidligere BIM prosjekter som er slutført. Dette er det prosjektet som har kommet lengst.

Rune: Nei, men kjente litt til BIM fra før og var veldig positiv til å lære det og ta det i bruk.

Når kom du/ dere inn i dette prosjektet?

Rune; 1 mars.

Stig: Fra start.

Hvem står for prosjekteringen av bygget?

ARK; Space group AS Oslo. Et ungt arkitektkontor (ca. 5 år). De hadde ikke brukt BIM før og var i starten skeptiske til å benytte seg av det. Mange utenlandske (tyske) og unge folk på dette kontoret.

RIB; Aas Jacobs AS Oslo

RIV; Skanska teknikk, som igjen leier inn Sweco

RIE; Skanska Teknikk

LARK: Plan Arkitekt:

Hva er BIM ambisjonene til prosjektet?

Visualisering, Mengdeuttak og kollisjonskontroller. I løpet av prosjektet prøver vi å få til en utvikling i forhold til BIM ambisjonene. Det vi jobber i mot er at de som driver produksjon skal bruke BIM modellen aktivt. Slik at hvis en vegg og et dekke skal støpes går de inn i BIM modellen og henter ut antal kubikk betong og bestiller ut i fra dette. En annen ting er ved spørsmål til konstruksjonen eller målsetting at de på produksjon skal klare å gå inn i modellen selv og målsette selv det de lurer på. 4D, med mer

Videre nå vil vi prøve å få til å bruke BIM også til kalkulasjon. Fra archicad jobbes det nå med å mate ut info rett til MAP. MAP er det nye kalkulasjonssystemet skanska skal bruke. Dette vil åpne mange muligheter for mer treffsikker kalkulasjon og enklere innkjøp med mer.

Hvor detaljert skal det tegnes i BIM modellen?

Alt det vesentlige skal med, Elektro tegner inn de viktigste trekkerøra, lyspunkter, kabelbruer, lynavleder.

Hvor langt var prosjekteringen kommet ved oppstart?

Det var tidspress for å komme i gang fort med byggingen for å rekke ferigstillelse til avtalt tid. Prosjektering var derfor ferdig i grove trekk, men detaljprosjekteringen var ikke kommet særlig langt.

Etter byggestart:

Hvordan har grunnlaget fra de prosjekterende vært? Levert til riktig tid? Samkjørte tegninger, ferdig kontrollert i BIM modellen?

De prosjekterte sine tegninger skal være kollisjonskontrollert før de sendes til oss. Det tok litt tid før alle skjønnte hvordan dette skulle gjøres. Det var også et problem at tilbakemeldingene Skanska kom med i sin kollisjonsrapport ikke ble rette opp, fordi de ikke viste hvordan dette skulle gjøres. (Skanska kjører egne kollisjonskontroller med alle fag når det har blitt gjort nok endringer til at det er behov, ca. en gang i uka eller annenhver uke.)

Ved Oppstart hadde skanska en workshoop med alle de prosjekterende. Det ble alt av plottforma, inn og ut konvertering av filer, ulike filformater gjennomgått. Alle fikk komme med sine behov og det ble gjort avtaler om hva som skulle leveres til hverandre. Litt senere ble det så arrangert en praktisk Workshop. Da la arkitekten ut et prøveprosjekt som de andre fagene la sine modeller inn i.

Et problem som vi ser nå er at Arkitekten har hovedansvaret for BIM modellen. Det er de andre fagene som må tilpasse seg. Dette har ført til mye trøbbel fordi arkitekten starter med med for eksempel yttervegg og tenker innover. Dermed kan det hende ribben plutselig får beskjed om å flytte søylen sin 14,5 millimeter. Det hadde vært bedre om det etter at hovedutforming er gjort, var RIB tegningene som var styrende. Konstruksjonen er grunnlaget for resten av bygget når denne først er bestemt.

Det ble også stilt krav med skanskas BIMmanual hvordan de ulike modellene skal bygges opp. For eksempel yttervegger tegnes fra dekke til dekke slik at de hører til en etasje, ikke er tegnet i plan en men går helt til topp.

Har dere oppdaget feil i prosjekteringen som er rettet opp underveis, evt når ble feilene oppdaget og ble feilene oppdaget ved hjelp av BIM modellen?

Skanska kjører Kollisjonskontroller jevnlig som de prosjekterende får referat fra og skal rette opp. Det har utover dette ikke vært noen prosjekteringsfeil som har havnet i produksjon.

Nå har skanska innført endringslister som skal følge med hver gang de prosjekterende oppdaterer modellen. Dette har blitt veldig godt motatt, og tidligere vært savnet en enkel måte og se hva som er endret siden sist. Får ikke brukt skyer rundt det nye slik som i 2D.

Hvordan går det med prosjekteringen i dag?

Det går bra. Det å levere feilfrie modeller har blitt en liten konkurranse. ”Hvem klarer å få færrest feil ved neste kollisjonskontroll?” Dette gir god kvalitet på prosjekteringen. Samtidig skaper BIM modellen et fellesskap og et avhengig samarbeid mellom de prosjekterende. De jobber derfor godt sammen.

En del utfordringer er det likevel, det meste av dette går på programmene. Revit som RIB arkitekt og Landskap bruker er ikke så enkelt og eksportere og innportere IFC filer med. Det er en fordel at de tegner i det samme programmet slik at de kan utveksle filer uten å måtte gå om IFC. Men Revit ligger nå litt bak utviklingen i forhold til Archicad. LARK fikk ikke lagt inn IFC terrenget til revit. Måtte få hjelp og gjøre det om til et IFC objekt for å få lagt det inn.

Har samarbeidet mellom de ulike tekniske fagene vært bra?

Ja, de jobber bra sammen.

Endringer:

Hvor mange endringer har dere i prosjektet til nå? Hvor mange av disse kan knyttes opp mot prosjekteringen?

Ingen knyttet til prosjektering enda. Noen knyttet til produksjon.

Ligger en utfordring i å få riktig informasjon ut i produksjon. F eks skal det settes opp 40 stålsøyler hvor alle er ulike bortsett fra tre stykker, er det veldig lett for at de tre blir lik alle de andre.

Hvilke fag har hatt flest/ størst problemer og løse underveis?

Det største problemet har vært datamaskinene. Skanska sine datamaskiner er ikke gode nok. Bruker fremdeles windows XP i stedet for Windows 7 og har alt for lite ram i maskinene til å kjøre tunge BIM filer. Det er ønske om å kunne bruke archicad aktivt også i produksjon men det er ikke mulig pga maskinene.

Hva har vært de største utfordringene i prosjektet til nå?

IT avdelingen.

Hvordan er responsen fra BH på endringsmeldingene, og hvordan er samarbeidet med BH generelt?

Ikke diskutert.

Byggeprosessen:

Hvordan går selve byggeprosessen?

Er i startfasen. Stramt tidskjema, men ingen store problem.

Hvordan brukes BIM modellen på byggeplass?

Den brukes i all hovedsak til visualisering. Ambisjonene er høyere men frem til nå er det det den brukes mest til. Noe mengdeuttak blir den også benyttet til.

Er det stor hjelp å bruke 3D modell kontra gamle 2D tegninger?

Et så stort og komplekst bygg hadde vært svært vanskelig uten BIM modellen og tatt mye lenger tid å bygge.

Er det noe dere sparer tid eller resurser på ved å bruke BIM modellen?

Veldig masse. For alle involverte og sette seg inn i utformingen av bygget hadde tatt utrolig mye lenger tid uten BIM modellen.

Hvordan er innstilling til de involverte i prosjektet til å bruke BIM, og blir det brukt aktivt, evt. av hvem?

Ja de er positive til BIM i hele trondheimsregionen. Sjefene er veldig positive og tror på at det gir en god effekt for prosjektene. Fagarbeiderne er nysgjerrige og læringsvillige.

Oppsummering:

Tror dere det har vært økonomisk gunstig og bruke BIM i dette prosjektet?

Dumt spørsmål, tror ikke det hadde gått an å bygd det uten.

Hvor mye ekstra har det kostet å prosjektere med BIM, evt. hvor mye utgifter har blitt spart inn?

Ikke talfestet men skal man sette seg inn i prosjektet uten BIM modellen må man sitte å lese 2D tegninger i en måned istedenfor noen timer. Allikevel vil fortsatt forståelsen av bygget være dårligere.

I ditt neste prosjekt, vil du velg å bruke BIM eller ordinær prosjektering?

BIM. Tre ny prosjekter er i gang med BIM i Trondheim.

Er det andre ting med prosjektet som bør nevnes?

Kontrakten er skrevet på et 2D grunnlag. Skanska så potensialet med BIM i dette prosjektet og valgte og kontrahere sine prosjekterende med BIM.

Noe annet som har vært bra med BIM?

Visualisering har vært det viktigste til nå. Kollisjonskontrollene og det at de prosjekterende føler samhold og strever etter null feil.

Tidsbesparende i mange sammenhenger.

Er det noe dere ønsker å bruke BIM modellen til som dere ikke har mulighet til i dag?

Problemer med BIMen i forhold til programmer ect.

Ja, som nevnt til kalkulasjon.

Få BIM bruken mer aktiv i produksjon, PC stasjoner ute på byggeplass med modellen. Bruke modellen aktivt når produksjonen har spørsmål.

Planlegging av fremdrift og bestilling av varer.

Til slutt; hvordan ser prosjektet ut til å gå økonomisk?

Det er stram økonomi, men det ser ut til å gå som planlagt.

8.7. VEDLEGG 7 INTERVJU BIM

Intervju med BIM koordinator Trine Kvåle Hervik

Om prosjektene:

Bim ambisjoner (nivå) I de ulike prosjektene:

	Storgata 60	Midtbygda	Clarion Hotell
Mengder:	Ja, av SK	Nei	Ja, av SK
Kollisjonskontroll:	Ja, av SK*	Evt. Av MC	Ja, av SK*
Visualisering:	Ja, av SK	Ja, av SK	Ja, av SK
(Prosjekthotell):			Ja

* SK utførte kollisjonskontroller, men det er egentlig de prosjekterende sitt ansvar og samkjøre tegningene og kontrollere de seg i mellom. Kan virke som de prosjekterende slipper noe av ansvaret over på SK, som egentlig kun skal kontrollere tegningsgrunnlaget på vanlig måte.

Storgata 60:

Hva er din vurdering av BIM bruken på Storgata 60?

Mitt første prosjekt og derfor mange ting og lære av i etterkant. Jeg kjørte alle BIM kontrollene i Revit. Dette var tungvindt og vi bruker nå Solibri isteden. Kontrollene ble utført ved å lage en kontroll liste og så gjør revit kollisjonskontroll og kommer ut med en lang liste kollisjoner. Disse må så sorteres etter relevanse og deretter tas opp i møte med de prosjekterende. Jer erfarte at en del forberedelsestid trengtes for å plukke ut de relevante kollisjonene. Så når de prosjekterende på tekniske fag kom med minnepinnen rett til møtene ble møte lite effektivt. For mange uvesentlige feil ble det da brukt mye tid på.

De tekniske fagene som Multiconsult hadde ansvaret for ble dyre. Valgt MC oslo fordi de hadde erfaring med BIM. Når de prosjekterende kom til prosjektet virket det likevel som de var uerfarenne. Har lært at å betale BIM prosjektering på timebasis ikke er gunstig. De prosjekterende brukte mange timer og spørsmålet er om disse timene inkluderer opplæring?

Saken mellom Multiconsult og Skanska i etterkant vet jeg ikke mer om.

Byggestart i November.

Midtbygda:

Det ser ut som at det selv med BIM, er vanskelig å detaljprosjekteret alt før byggestart. Er dette et ønske/ mål og få til? Hva gjør dette så vanskelig?

Prosjekteringen skal være ferdig men detaljeringsgraden trenger ikke å være for ned i minste detalj.

På Midtbygda har det for eksempel blitt prosjektert veldig detaljert på elektro. Med føringer for trekkerør og kanaler i klasserommene. Dette blir veldig detaljert i en stor modell og ofte ikke nødvendig. Detaljeringsgraden bør avtales på forhånd.

Multiconsult tegnet BIM modeller og Skanska fikk nyss om dette i mai. Kontrakten med Skanska og BH ble undertegnet i februar. Så etterspurte Skanska BIM tegningene og fikk tilgang på disse ved å betale et tillegg på 200.000,-

I dag brukes modellen til Visuell kontroll av tegninger 2D og til å sette seg inn i og forklare bygget for UEer.

Det er satt opp en egen PC med storskjerm til dette, og BIM koordinater besøker prosjektet vær uke og bistår dem med oppgraderinger eller andre ting de trenger hjelp til.

Generelt om BIM og BIM i Skanska:

Hvor mange BIM prosjekter har Skanska vært med på å gjennomføre?

Det veit du! Et og det er Storgata 60, Horten. Grunnen til at det bare er ett er at det i 2009 ble full stopp i byggebransjen som følge av finanskrisen. Viljen til nytenkning og utvikling var ikke særlig stor hos de få BH som kjørte prosjekter i denne perioden.

Hvordan vil du si bruken av BIM har fungert i de tidligere BIM prosjektene?

Vært mye læring til nå, og tror ikke de økonomisk har vært lønnsomt enda. Kan ha forhindret en del feil, ved kollisjonskontroller ect, men fortsatt dyrt pga opplæring og utvikling.

Hvor mange Skanska prosjekter benytter seg av BIM per i dag?

15 Skanska prosjekter i ulike faser benytter seg av BIM i dag.

Hva kan kontrolleres med kontrollprogrammene?

Direkte kollisjoner med gitte lister av elementer, i Revit

Solibri kan i tillegg legge inn en del egne deffinnisjoner som 1,5 meter fra utslående dør til nærmeste vegg.

Solibri kommer også med ny Sjekker nå som kan brukes enkelt me Archicad, og få inn kontrolert modell fra Solibri tilbake i Archicad med feilmerking, som så enkelt kan utbedres.

Kan man etter hvert (i fremtiden), få beskjed i det man tegner noe feil?

Uvist.

Når samkjøres de prosjekterende i samme BIM modell? Hvor tidlig kan man jobbe i samme modell?

De skal samkjøre sine tegninger og kontrollere disse før Skanska får dem. På store prosjekter som Statoil, blir i dag tegningene samlet en dag i uka og lagt i felles BIM modell av Skanskas BIM koordinator, Trine, og deretter er det ARK ansvar og kjøre kollisjonskontroller.

Blir BIM modellen brukt ordentlig av Arkitekt til å ta ut 2D tegninger eller jukses det noe? Hva skyldes det at detaljer blir uteglemt fra 2D tegningene?

Den skal bli brukt ordentlig, men vi mistenker at det i praksis under tidspress blir tatt noen snarveier. Med erfaring fra MC: Kan ikke du bare fikse dette i 2D nå og gjøre endringen i 3D når du får tid?”. Blir senere glemt.

Hvor mange runder er det vanlig at dere må ta med kollisjonskontroller og tilbakemeldinger til de prosjekterende før det er ”null” feil?

Det kommer helt an på prosjektet størrelse og valg av BIM ambisjoner og detaljeringsgrad i BIM modellen.

Programmer:

Hva bruker dere de ulike programmene til?

Solibri/ Solibri modell viewer: Kollisjonskontroller og visualisering, mengdeuttak med viewer.

Mest brukt av Skanska til kollisjonskontroller i dag. Også brukt på prosjektene til å se og hente ut mengder fra modellen.

Navisworks: Viewer gratis. Software til kollisjonskontroll og 4D.

Blir brukt av Skanska mest til tids og produksjonsplanlegging, 4D.

Revit 2011

Har blitt brukt til å tegne i og exceng biblioteket er laget til Revit.

ArchiCAD

Objektbiblioteket er snart klart til Archicad,

**Har du filer til Solibri som jeg kan få bruk (helst fra Midtbygda eller Storgata 60)?
Hvordan er rettigheten til disse i forhold til å bruke bilder fra dem i oppgava?**

Ja sjekk Minnepinnen!!!

Har dere begynt å bruke 4D aktivt enda?

Skal bruke det til de store trekken på Tidemann. Modellen er vist.

Er Skanskas objektbibliotek – SXC godt nok utarbeidet i dag?

Det er de viktigste elementene som er med her. Arkitekter har klagd på at det ikke er mer, men det er ikke meningen at det skal være.

I hvilket program kan SXC objektene brukes?

Revit til nå, og snart i ArchiCad.

Har dere begynt å bruke BIM modellen til energiberegninger?

Vi har begynt å bruke den til energimerking av leiligheter. Til energiberegninger bruker vi nå og hente ut mengder fra BIM modellen og gjøre beregningene med andre programmer.

8.8. VEDLEGG 8 EXCELFIL HYTTEGATA

Dette er utklipp fra evalueringen av sakene i prosjekteringsmøtene til Hyttegata:

Prosjekteringsmøter Hyttegata		IG-OKI															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	
01.	Førrige møtereferat, generelt,	1	1	1	1	1	3	2	6	5	4	2	6	6	4	9	52
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
							2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
									2	1	1	2	2	2	2	2	
									2	1	1	2	2	2	2	2	
									1						2	2	
																2	
02.	Offentlig myndighet med mer.	2	2	5	6	6	9	9	10	10	11	4	4	7	9	8	102
		1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
				2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	
				1	1	1	2	2	1	1	2			2	2	2	
							2	2	2	2	1			2	2	2	
							1	1	2	2	4					2	
									1	1						1	
03.	HMS og ytre miljø	1	1	1	2	2	5	1	4	9	10	8	8	4	6	4	66
		1	1	1	1	1	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	
					1	1	2		2	1	2	2	2	2	2	2	
							2			2	2	2	2	2	2	2	
										2	2	2	2			2	
										2	2	2	2			2	
04.	Prosjektavklaringer og diverse	12	12	12	14	13	6	13	11	12	7	8	11	10	21	21	183
		3	3	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	
		1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	
		2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	2	3	
		2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		2	2	2	2	2		2	2	2		2	2	2	2	2	
		2	2	2	1	1		2	1	1			2		2	2	
					2	1		2		1					2	2	
						1				2					1	1	
															1	2	
															2	2	
															2	2	
															2	2	
															2	2	
05.	ARK	25	25	18	11	13	12	13	23	24	20	20	18	24	16	12	274
		2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
		2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	2	3	2	
		2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	3	
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
		2	2	1	1	3	3	1	1	2	2	2	2	3	2	2	
		3	3	3	2		1	2	2	2	2	2	2	3	2		
		3	3	1			1	1	1	2	2	2	1	1	2		
		1	1	1				2	2	2	2	2	2	1	2		
		1	1	2					2	2	2	2	2	1	1		
		3	3	2					2	2	2	2	2	1			
		1	1						2	2	2	2		2			
		3	3						2	2				2			
										2	2			2			
										1	1			2			
										1	2			2			
06.	RIB	0	0	0	3	8	7	6	17	16	16	15	15	13	4	4	124
					1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
					1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	
					1	4	2	2	2	1	2	2	2	1			
						2	1		1	2	2	2	1	2			
							1		1	1	2	2	2	2			
								1		2	1	2	2	2	2		
									2	2	2	2	2	2			
									2	2	2	2	2	2			
									2	2	2	2	2	2			
									2	1							
									2	1							
									1	2							

BIM I PRAKSIS

07.	Lyd og Brann	4	4	4	6	6	6	4	4	18	13	8	4	5	4	8	98
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
					2	2	2			2	2	2		1		1	
										1	2	2				1	
										2	2					2	
										2	2						
										2							
										1							
										1							
										1							

08.	VVS - Rørlegger	3	3	1	9	7	8	11	16	19	18	15	12	13	2	6	143
		1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	
		2	2		2	2	2	1	1	1	2	2	2	2		2	
					2	2	2	2	2	1	1	2	2	2		1	
					1	2	2	2	2	2	1	1	1	2			
					1			1	3	2	1	2	2	1			
					1			1	1	1	2	1	1	2			
					1			1	1	1	1	1	2	2			
								1	1	2	2	2					
									2	1	2	2					
									2	2	2						
									2	2	2						
									2								

09.	VVS- ventilasjon	2	2	1	2	0	0	0	0	8	8	14	11	9	9	7	73
		1	1	1	1					2	2	2	2	2	2	2	
		1	1		1					2	2	2	2	2	2	3	
										2	2	2	2	2	2	2	
										2	2	2	2	3	3		
												2	3				
												1					
												3					

10.	Elektro	1	1	1	1	0	2	6	8	17	19	5	3	3	2	6	75
		1	1	1	1		2	2	1	2	1	1	1	3	2	1	
								1	1	1	1	1	2			3	
								1	2	1	1	1				2	
								2	2	1	1	2					
									2	2	1						
									2	2							
									2	2							
									2	2							
									2	2							
									2	2							
									2	2							
									2								

11.	Byggherre relatert	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	12
				2		2						2	2	2	2		

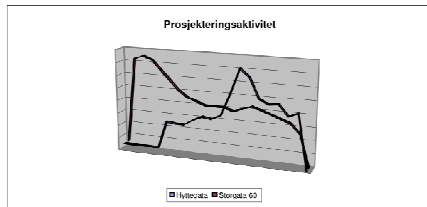
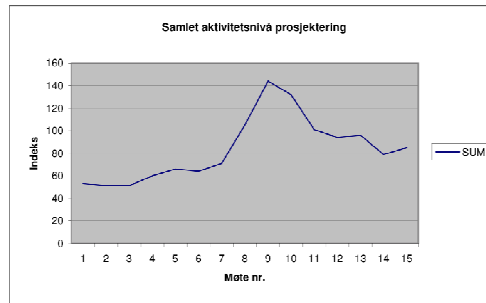
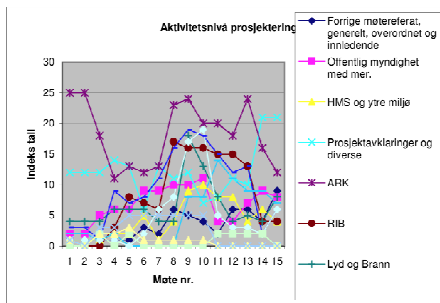
12.	Fremdrift	1	0	2	2	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	13
		1		1	1	1	1	1	1	1	1						
				1	1	2											

13.	FDV	1	0	3	3	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	37
		1		1	1	1	1	1	1	1	1						
				2	2	2	2	2	2	2	2						
					2	2	2	2	2	2	2						

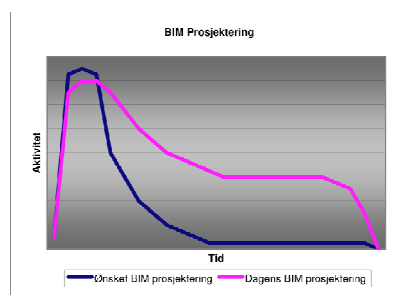
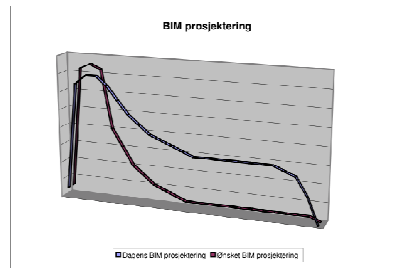
Oppsummering og grafer fra prosjekteringsmøtene i Hyttegata:

Møte nr:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
01. Forrige møtereferat, generell, offentlig myndighet med mer.	1	1	1	1	3	2	5	5	4	2	5	6	4	9		52
02. HMS og ytre miljø	2	2	5	6	9	9	10	10	11	4	4	7	9	8		102
03. Prosjektavklaringer og diverse	1	1	1	2	5	1	4	9	10	8	8	4	6	4		66
04. ARK	12	12	12	14	13	6	13	11	12	7	8	11	10	21		183
05. RIB	25	25	18	11	13	12	13	23	24	20	20	18	24	16		274
06. Lyd og Brann	0	0	0	3	8	7	6	17	16	16	15	15	13	4		124
07. VVS - Rørlegger	4	4	4	6	6	6	4	4	18	13	8	4	5	4		98
08. VVS - ventilasjon	3	3	1	9	7	8	11	18	19	18	15	12	13	2		143
09. Elektro	2	2	1	2	0	0	0	8	8	14	11	9	9	7		73
10. Byggherre relatert	1	1	1	1	0	2	6	8	17	19	5	3	2	6		75
11. Fremndrift	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	2	2	2	0		12
12. FDV	1	0	2	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		13
13. SUM:	1	0	3	3	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0		37
																1252

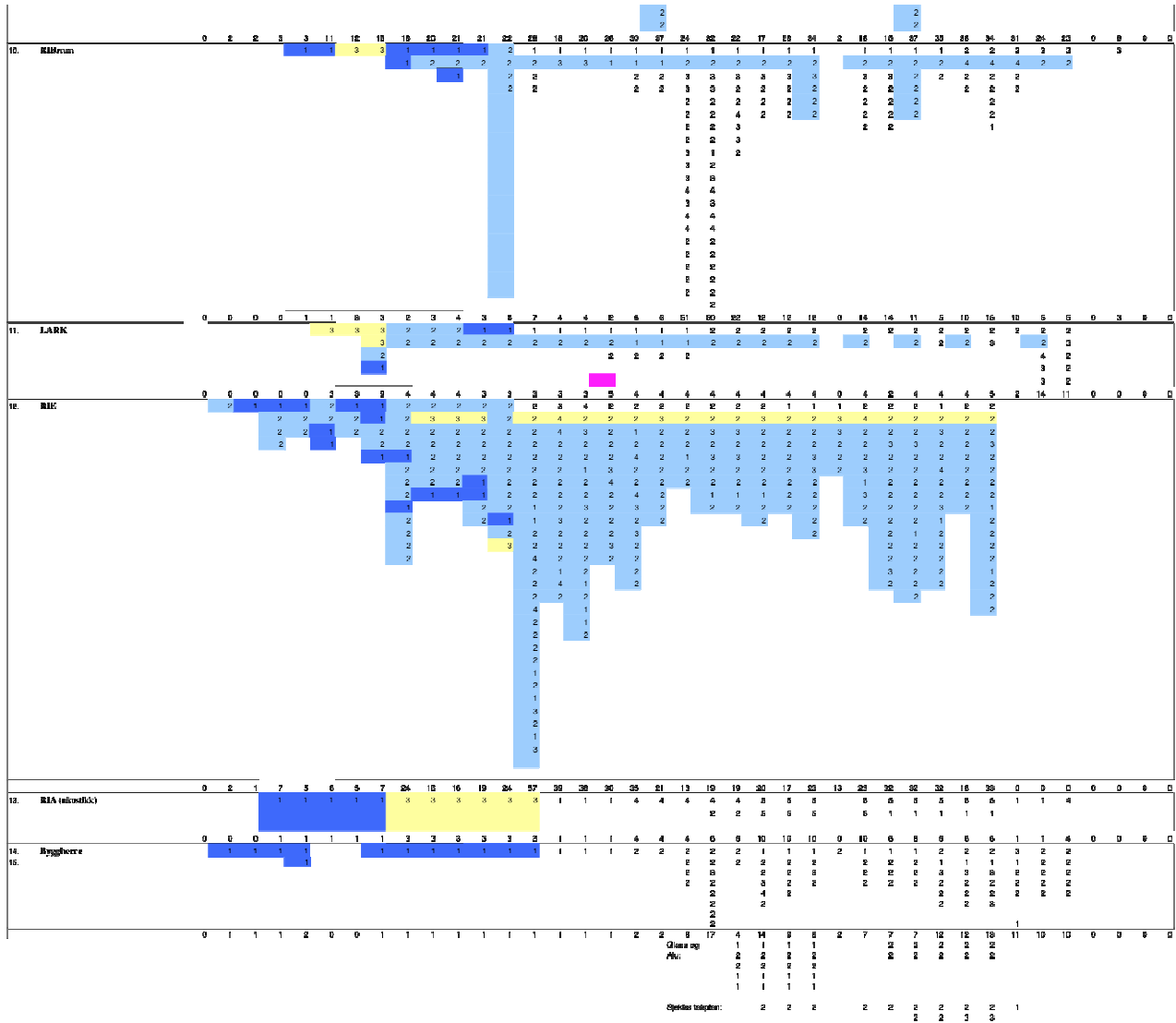
Forrige møter	52
Offentlig mynt	102
HMS og ytre r	66
Prosjektavkla	183
ARK	274
RIB	124
Lyd og Brann	98
VVS	216
Elektro	75
Byggherre rel.	12
Fremndrift	13
FDV	37



Hyttegata	10	10	10	10	53	51	51	60	66	64	71	105	144	132		101	94	96	79
Storgata 60	10	145	150	145	130	115	100	90	85	80	80	75	80	85		80	75	70	65
Ønsket BIM prosjektering	10	145	150	145	60	60	40	30	20	15	10	5	5	5		5	5	5	5
Dagens BIM prosjektering	10	130	140	140	130	115	100	90	80	75	70	65	60	60		60	60	60	60



BIM I PRAKSIS



(Ikke all tekst har fått plass.)

Forklaring på de alvorligste sakene:

Møte_sak	gradering:	Forklaring:
PM4,2	4	• IG for betongarbeider som omsøkt er ikke blitt med begrunnelse i at VA plan for område skal godkjernes før igangsetting av diss
PM5,8	4	• Utsparinger i kjellervegg har dimensjon $\varnothing=550$ mm, plassering er angitt på skisse, ARK tegner inn på plan kjel
	3	• Plass for avløp langs søyle, Loe må sette av plass ved søyler.
PM6,6	4	• Avstivende skive i akse 12 byttes med vindkryss i stål, utformes slik at det blir åpning lik døråpning med h min 2,10 m
PM7,2	4	Etter møte <i>Midlertidig byggestopp ved akse B1 pga funn av forurensing, Rambøll Oslo utarbeider tiltaksplan.</i>
PM7,9	4	• Oversikt over endringer fra tilbudstegninger datert 28.01.08 er oversendt, det avholdes et eget møte om fasadec
PM7,9	4	• Inngangsparti senter er tegnet om, endringen forelegges kommunen.
PM7,9	4	• Ved inngang boder i kjeller fra undergang blir det krav om sluse pga jording, avstand fra sør i åpen stilling til neste veg
PM9,9	4	• Plassering av tørrkjølere, Sillerud løsning betinger 3 tørrkjølere a 15m*2,5 m, størrelse vanskeliggjør plass
PM10,2	4	• Søylar ved perrong og i rondell må innkapsles pga jordingsproblematikk. Bruke plasttrør som armerer og fyl
PM10,8	4	• Fettutskiller for ICA må flyttes pga. layout. Byttes med annen p-plass mer midt i p-kjeller. Rør for tømning
PM10,8	4	• Toaletter i ICA's garderobes må flyttes litt på pga. drager under.
PM10,9	4	• Inngangsparti senter er tegnet om, endringen er sendt til kommunen.
PM10,9	4	• Takhøyder, det er avvik i høyder satt i spekk kontrakt og slik det er bygget. Tas opp med den enkelte leietaker.
PM11,4	4	• Område 3 mot eks. bygg, søyler er plassert, noe endring på søyler mot eks bygg der det er gulv på grunn eks
PM12,7	4	• Vegg i akse R, veggen flyttes i retning akse L for å få plass til glass i fasaden ved hjørnet akse 18/R
PM14,7	4	• Layout for toalettakerne 2. etg akse 7 – 8 ses på av ARK og RIV pga. ønsket flytting av avløpsrør pga. høyde
PM14,12	4	• Pga. av sikringsskap må bod dører i leilighetene stedvis flyttes noe over mot bad.
PM14,12	4	• Kongsberg Kom. krever videreført sin gatebelysning fra knutepunktet og langs Kongensgate på vår side hel
PM15,5	4	• Himlingsplan for boliger revideres, alle rør for boligsprinkel kasses inn. SS tegner inn plassering av rørførin
PM18,13	4	• Rapport fra RIA er under utarbeidelse, tørrkjølere gir en utfordring med for høye dB- verdier. GK ser på alternativer .
PM19,10	4	• Brannkrav til vegger på tak er EI 60(sprang i takene.) Sjekk hva som er prosjektert.
PM19,10	4	• Vegg ved teknisk rom som skiller bodareal fra p-kjeller må tegnes inn på nye planer, krav EI90.
PM19,10	4	• Brannkrav til stålsøylar i svalganger, EI 15 i 3.etg., mulig et strøk med brannmaling, men avhenger av søyle
PM20,7	5	• AVVIK ved boligdelen, plassering av hulldekker kommer i konflikt med kuldebrubrytere. Egen gjennomgang med Loe er avtalt.
PM20,7	5	• Mye avvik på boligdelen, Loe foretar oppmåling av blokk B og
PM22,4	4	• Det blir ikke himling i felleareal, alt teknisk må legges åpent. ARK ser på mulighet for senket himling i inng
PM22,4	4	• Det blir ikke nedsenkede himlinger i fellesarealer, ARK ser på himling i inngangspartiet med tanke på førin
PM23,13	5	• Rapport fra RIA er ok, tørrkjølere er plassert på tak teknisk rom, det må bygges skjermvegg rundt tørrkjøler
PM23,13	5	• RIA sender kontrollerklæring for arbeid med teknisk rom og tørrkjølere. Pga endringer og avklaringer rundt tørrkjølere
PM24,2	4	• Endring av søknad om rammetillatelse for plassering av tørrkjølere. Se foreløpig svar fra kommunen. RIA er ferdig me
PM28,2	4	• Endring av søknad om endring av rammetillatelse for plassering av tørrkjølere. Møte med kommunen 26.08.09 i komr
PM28,2	4	• Det søkes om disp.fra reguleringsplan om å foreløpig trekke ut bygg A, samtidig søkes det disp. for plasseri
pm29,5	4	• Vegg ved innkjøring til p-kjeller, den utvendige delen skulle vært forskallet med stående bord. Den er nå st
pm29,9	4	• Ny del av p-kjeller, her mangler sluse til trapperom, SN orienterer BH om dette.
PM30,2	4	• Endring av søknad om endring av rammetillatelse for plassering av tørrkjølere. Møte med kommunen 26.08
PM30,9	4	• Plan og snitt av tak, gesims og baldakin ved inngang til El-kjøp tegnes. Kanalen fra Farveriket har dimensj
PM31,2	4	• IG for vei er gitt på vilkår om at det må dokumenteres at overvannsnettet i området har kapasitet. Stener Sør
PM31,10	4	• Ny brannport i innkjøringstunnel til p-kjeller. Bredder innkjøring er 6,5 m , men maks bredde port er 6.0 m r
PM32,4	4	• Baldakin over inngang El-kjøp og dør til varekorridor, Glassbaldakin er ok men må justeres noe med hensyn
PM33,9	4	• Plan og snitt av tak, gesims og baldakin ved inngang til El-kjøp tegnes. Kanalen fra Farveriket har dimensj Passer festene inn med Profax sitt opplegg?
PM34,10	4	• Hjørne eks bygg , her settes det opp benker som på tegning, ikke tatt med i tilbud utomhus, kun vist på tegni
PM35,13	4	• Tørrkjølere plassert på tak teknisk rom er banket og anses godkjent av Byggesak SN vurderer å utsette bygging av skjer

PM15,7	4 Toaletter i ICA's garderober må flyttes litt på pga. drager under. (Sjekk layout hos RMD.OBS HC krav)
PM15,7	4 Utvendig snøsmelteanlegg skal være vannbårent (glykol). Det skal tas med snøsmelteanlegg rundt eksist. bygg frem m I trappe akse M-N mot knutepunkt må det benyttes elektro varmekabel. RIV tegner ut tegning for godkjenning hos byg
PM15,7	4 Layout for toalettkerne 2. etg akse 7 – 8 ses på av ARK og RIV pga. ønsket flytting av avløpsrør pga. høyde i 1. etg. og
PM15,7	4 Pga. av sikringsskap må bod dører i leilighetene stedvis flyttes noe over mot baderoms siden.
PM15,7	4 Utsp. mellom nettstasjon og hovedtavlerom er feilplassert og for stor. RIE sjekker historikk.
PM16,10	4 Himlingsplan for boliger: RIE ønsker stedvis litt mer himling for å skjule rørføringer. Samarbeid med ARK.
PM16,7	4 Leilighet Sanja: VVB og vent. aggregat flyttes til bod.
PM17,7	5 Endring – felles spiserom 2. etg ved trapp bolig/kontor: <i>Presisering fra referent</i> : Dette er et nytt rom i nybygget (flytt fra eksist. senter) som TUE priser som endring.
PM17,7	4 Endring – kjølt avfall 1. etg. akse B/14 utgår: Endring prises.
PM17, 7-10	4 Eventuelle himlinger i fellesarealer må avklares. RIV og RIE stopper prosjektering inntil avklart.
PM17,10	4 RIE ønsker stedvis litt mer himling for å skjule rørføringer. Samarbeid med ARK.
PM18,7-10	4 Høyder på tekniske installasjoner i kontorer må ses på. Soilrør ligger i dag for lavt.
PM18,7-10	4 Endring – felles spiserom 2. etg ved trapp bolig/kontor: <i>Presisering fra referent</i> : Dette er et nytt rom i nybygget (flytt fra eksist. senter) som TUE priser som endring.
PM18,9	4 Eventuelle himlinger i fellesarealer inngang 1. og U.etg. må avklares. RIV og RIE stopper prosjektering inntil avklart. <i>Det må utarbeides snittdetaljer ARK/RIV/RIE (18/2)</i> <i>OBS! Hovedsprinkelrør 1 m inn fra fasade</i>
PM21,7	4 ICA kommer med tekniske installasjoner.
PM23,7	4 Plassering av nytt teknisk rom eksist. senter må ses på igjen. <i>(Ref. tilleggskommentar etter BH møte: Kan p-plasser i eksist. kjeller benyttes?)</i>
PM23,15	4 Revidert prisoppsett for Sillerudløsningen utarbeides (mindre endringer av rørlengder).
PM24,7	4 ARK må snu noe på utstyret i fellestoaletter som ligger over drager akse 24. Konf. RIV.
PM26,7	4 Plassering av nytt teknisk rom eksist. senter må ses på igjen. <i>10.06.09: Etter siste BH møte: Tidligere spiserom under Rimi benyttes til vent. rom. RIV tegner forslag til rommet + k</i>
PM27,10	4 Eltavlerom i U. etg. ved inngang fra p.huset: RIV/RIE avklarer plassering sammen med ARK pga. kollisjon rør i elskap, samt med branngardin ved glassfeltet.
PM27,7	4 ICA: Plasseringa av slukerene i kjølerom må ses på igjen pga. underliggende drager.
PM30,7	4 OV ledning innvendig i innkjørings kulvert: Ø160mm OV rør må flyttes mot åpning pga. braunport. RIE dimensjonere innv. varmekabler. RS utfører rørarbeid + isolering til slutt. HUSK 3 stk stakeluker.
PM30,7-10	4 Kollisjon mellom belysning og ventiler i ICA. GK/YIT avklarer.