



DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering:

Konstruksjoner og materialer –
Byggkonstruksjoner

Vårsemesteret, 2022

Åpen / Konfidensiell

Forfatter: Fredrik O. Bråthen

(signatur forfatter)

Fagansvarlig: Fredrik Bjørheim

Veileder(e): Iver Grytting

Tittel på masteroppgaven:

Praktisk bruk og videre muligheter med BIM

Engelsk tittel:

The practical use and further opportunities of BIM

Studiepoeng: 30

Emneord:

Sidetall: 48

BIM

Kostnad

+ vedlegg/annet: 6

Tidsbesparelse

Kvalitet

Miljø

Stavanger, 15/06/22

Sammendrag

I en verden hvor digitalisering ser store framskritt på alle fronter, er BIM et eksempel på dette innenfor BAE-bransjen. Behovet for effektivisering og kostnadsreduisering er bestandig, og det sees derfor etter smarte løsninger som kan forbedre dette. Dermed er det tenkt at denne oppgaven skal gå dypere inn på de forskjellige dimensjonene utover 3D-modellen. Ved å gjøre dette, er tanken at man skal kunne se om dette er en realistisk retning å gå med tanke på integrering av 4D til og med 10D, i forhold til tid, kvalitet og kostnad.

Det er medtatt teori/litteraturstudie for å gi en generell forståelse av temaet. Videre er det sammenlignet to forskjellige prosjekter, et der det ikke er benyttet BIM og et hvor BIM er medtatt. Dette er gjort for å sammenligne om det er noen klare fordeler en kan se med tanke på kostnad, tid og kvalitet. Denne sammenligningen vil utføres subjektivt gjennom intervjuobjekt og av oppgaven.

Intervjudelen utføres med hensikt av å få et innblikk i de diverse dimensjonene i praksis, gjennom intervjuobjektets øyne. Det vil tilstrebes at intervjuobjektene har vært involvert i forskjellige dimensjoner i prosjektene, slik at det ikke kun blir omhandlende et aspekt av det oppgaven prøver å dekke.

Intervju og sammenligningen opp mot de eldre prosjektene vil deretter sammenlignes mot teori delen, og dermed få et innblikk i hvordan teoridelen stiller opp mot de personlige erfaringene intervjuobjektene har støtt på. Som dermed kan ta del i å si noe om videre dimensjoner er en verdig investering.

Resultatet vil dermed omhandle hvorvidt det erfaringsmessig er en lønnsom investering basert på tid, kostnad og kvalitet i forhold til hva intervjuobjektene og prosjektene har gjennomgått. Dersom det er visse dimensjoner som ikke lønner seg i deres øyne, så vil dette komme fram her.

Diskusjonen vil delvis bli inkludert i resultatdelen og i oppsummeringen som kommer til slutt i resultatdelen. Oppsummeringen vil omhandle mer overordnet diskusjon med tanke på resultatene.

Konklusjonen vil bestå av oppgjorte tanker fra denne oppgaven, sammen med forslag til hva man kan gjøre videre innenfor dette feltet.

Det er viktig å poengtere at denne oppgaven kun innhenter informasjon i teoridel, fra en marginal sektor av prosjekter, og trenger derfor ikke være representativt for andre prosjekt. Transkriberte intervjuer vil være vedlagt i slutten av oppgaven.

Abstract

Digitalization is and have been central for some time now, and this is also represented in part by BIM in the building, construction, and property. The need for a more efficient and cost reduced sector is constant for this industry as well. To reach this goal, the industry is always on the lookout for better solutions to the problems that is presented.

This thesis will seek to provide additional information regarding BIM beyond the 3D-model. The information will include whether the integration of 4D-10D is a viable and smart in prospect to the additional cost, time, and the quality management within the content of this thesis.

To better help understand the results and the theme of the thesis, it will include a heading about the theory behind the different dimensions in BIM. The theory will consist of general information regarding the thesis. Furthermore, it will also include a comparison between two different projects, one which did not use BIM and one which did. The reason for this, is to see if there are any benefits regarding time, cost, and quality. The comparison is done subjectively through interviewee and in this thesis.

The part which includes the interview, is done with the goal to include the practical usage of the different dimensions in the industry, through the eyes of a relevant person within the project. The interviews will be about projects which used different BIM dimensions, for the sake of variation and to cover more.

The interview and the comparison of the older projects will then be compared to the theory. This is done to see whether the theory is similar to the experience provided by the interviewee and the construction projects.

The results will cover whether this is a viable investment regarding time, cost, and quality through the experience from the interviewee and their projects. This will also provide an insight into their view regarding additional dimensions, and which of those that are viable.

The part which includes the discussion will partly be included in the results and in the summary as its own chapter after the results. The summary at the end will consist of more overall discussion provided from the results.

Afterwards, the conclusion will consist of the finishing thoughts regarding the subject of the thesis. There will also be provided a suggestion in terms of further research within this field.

It is important to stress that this thesis only covers a marginal part of the industry, as information is only collected from a small part of sources. This does not necessary mean that the conclusion and results is fitting to other projects.

At the end of the thesis, the transcribed interviews will be attached.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	IV
FIGURLISTE	VIII
FORORD	IX
1 INTRODUKSJON	1
1.1 PROBLEMSTILLING	3
1.2 BEGRENSNINGER?	3
2 TEORIDEL	4
2.1 HVA ER BIM?.....	4
2.2 VDC OG ICE.....	7
2.3 DIMENSJONENE.....	8
2.3.1 1D & 2D.....	9
2.3.2 3D.....	10
2.3.3 4D.....	11
2.3.4 5D.....	12
2.3.5 6D.....	13
2.3.6 7D.....	13
2.3.7 8D.....	13
2.3.8 9D.....	14
2.3.9 10D.....	15
2.3.10 11D.....	16
2.4 BRUK AV PROGRAMMER I DENNE OPPGAVEN	16
2.5 STANDARDER.....	17
2.5.1 NS-EN ISO 19650 serien	17
2.6 BREEAM-SERTIFISERING.....	18
2.7 ØKONOMISK REGNSKAP I FORHOLD TIL BIM	18
2.8 MILJØREGNSKAP PÅ PROGRAMVARE I BIM.....	19
3 FREMGANGSMETODE	21
3.1 KVALITATIV METODE	21
3.2 METODE SOM ER TATT I BRUK	21
3.2.1 Intervju.....	21
3.2.2 Innsyn i prosjekter uten bruk av BIM.....	22
4 RESULTAT	23
4.1 ENTREPRENØR	23
4.2 RÅDGIVENDE/RIB	25
4.3 TID, KVALITET OG KOSTNAD I FORHOLD TIL 3D.....	26
4.4 VIDERE DIMENSJONER	29
4.5 SAMMENLIGNING OVENFOR MED OG UTEN BIM	33
5 OPPSUMMERING/DISKUSJON	37
5.1 TIDSBESPARELSE	37
5.2 KOSTNADSBESPARELSE.....	38
5.3 KVALITET	39
5.4 ANDRE TING	40
6 KONKLUSJON	42
6.1 VIDERE ARBEID.....	43
7 REFERANSELISTE OG VEDLEGGSLISTE	44

8	VEDLEGG.....	48
---	--------------	----

Figurliste

Figur 1	Betonmast (udatert). 3D BIM-modell fra Kastanjen. Tilsendt.
Figur 2	Asker Entreprenør (2022). BIM-modell Langenga i Asker. Tilsendt.
Figur 3	Betonmast (2021). Utklipp av kollisjon i BIM-modell Kastanjen. Tilsendt.
Figur 4	Laget selv, inspirert av http://ibim.no/student/2013_HIG_Brostuen_Husby_L%C3%B8kken/2013_HIG_LBrostuen_HHusby_AFLoekken.pdf
Figur 5	Laget selv, inspirert av https://centrelinestudio.com/wp-content/uploads/2019/11/diagram-5-2.jpg
Figur 6	Hobrå Eiendom (udatert). Arbeidstegning Årneskvartalet. Tilsendt.
Figur 7	Asker Entreprenør (2022). BIM-modell Langenga i Asker. Tilsendt.
Figur 8	Hobrå Eiendom (udatert). Fremtidsplan Økern Portal. Tilsendt.
Figur 9	Laget selv, inspirert av https://ruhlin.com/tools/lean/
Figur 10	SHL/LINK (2012). Nyt Aalborg Universitetshospital (Bilde av modell). LINK Arkitektur. https://linkarkitektur.com/no/prosjekter/nyt-aalborg-universitetshospital-nau
Figur 11	Nordic – Office of Architecture (2017). Terminal 2 OSL (Bilde fra modell). Nordic – Office of Architecture. https://www.bygg.no/osl-t-2/1311365!/?image=33
Figur 12	Dark Arkitekter, Lark Landskap & 3D Estate (udatert). Økern Portal (bilde fra modell) https://darkarkitekter.no/projects/lgp
Figur 13	Vedal (udatert). Bispevika I tidlig fase. Tilsendt.
Figur 14	Vedal (udatert). Bispevika sett mot Oslofjorden. Tilsendt

Forord

Valg av dette tema kommer av en blanding av egen personlig interesse for BIM-programmer og bruken av dette, og av anbefalinger av personer i den private sektoren. Oppfatningen fra bedrifter og enkeltpersoner innenfor bedriften jeg har kontaktet når det gjelder å finne en veileder og bedrift jeg ville samarbeide med, har vært at det foreligger svært mye interesse rundt BIM.

Det inntrykket bedriftene i stor grad har vist, har vært at BIM er mye brukt, men ofte bare opptil 3D/4D. Det har seg derfor slik at bedriftene vil ta i bruk 5D og høyere, men at det krever investeringer og tidsbruk for å få dette i orden. Dermed er det tenkt at denne oppgaven skal bidra med å øke interessen.

Videre vil jeg ta meg muligheten til å takke Vedal, via Iver Grytting for at jeg fikk skrive oppgaven i samarbeid med dem. Jeg vil også rekke en takk til veileder Fredrik Bjørheim ved Universitetet i Stavanger for assistanse.

Jeg vil også takke alle personer som stilte til rådighet som intervjuobjekt, og annen hjelp de har tilført.

Jeg vil også takke Hobrå Eiendom ved Per Henrik Bråthen som stilte med kontor med faglig omgivelser og miljø til meg. Til slutt vil jeg få takke familie og venner for støtte gjennom tiden på universitetet og under skrivingen av denne oppgaven.

1 Introduksjon

Digitalisering har hatt en stor fremgang siden de første datamaskinene kom. Det har vært naturlig for også bygningsbransjen å følge dette, slik som andre sektorer. BIM er en del som har vokst frem på bakgrunn av denne digitaliseringen. Enkelt sagt representerer BIM 2D og 3D henholdsvis digitale tegninger og modeller av bygg, men det kan også implementere ting som kostnader, tid/fremdrift og HMS for å nevne noe. Det er også interessant med tanke på å koble dette med miljø. Dersom dette er noe man kan få til, og man får senket mengden avfall sammen med et bedre valg av materialer i sammenheng med utslipp, så vil dette bety mye for bransjen. Det er ikke noe hemmelighet at maskiner innenfor byggebransjen er svært lite miljøvennlige, men det skjer endringer her også, da spesielt i Oslo (Oslo Kommune, udatert). Videre så er produksjonen av betong, trevirke og andre materialer noe som også kan ha høye utslipp. Dersom man dermed kan velge riktig materiale og korrekt mengde ved hjelp av BIM, så vil dette lette dette avtrykket. Dette støtter også opp mot det politiske bildet rundt miljø, og positivt bidra i forhold til global oppvarming.

I Norge har BIM vært i bevegelse siden rundt 2008, og større prosjekter nå nærmest krever BIM. BIM kan også brukes i reklame for et bygg, da personer utenforstående prosjektet allerede i planleggingsfasen kan se hvordan bygget er tenkt via en fremviser (Viewer) (Seehusen, 2008 & Birkedal, 2014, s. 4 & 12). Dette gir også en fordel ovenfor byggherre, men også entreprenører, brukere og andre som skal ta del i prosjektet.

En artikkel i bygg.no (2019) som omhandler rapporten «*En Verdiskapende Bygg-, anlegg- og eiendomsnæring (BAE)*» laget av BI (2019), som viser til at BAE-næringen har vokst mye i årene 2008-2018. Der sies det at verdiskapningen har passert 380 milliarder kroner og at antall ansatte er mer enn 350 000. Verdiskapningen har altså steget med 64 prosent siden 2008 (Brekkehus, 2019. & Senter for byggenæringen, Institutt for strategi og entreprenørskap, 2019, s. 39-44).

Dette viser en stor bransje i vekst, og selv om dette ikke nødvendigvis er et bevis på at introduksjon av BIM i Norge står for dette, så vil eventuelt tidsbesparingen og kostnadsredueringen som BIM representerer ville bidra positivt videre.

Målet for oppgaven vil være å sammenligne prosjekter som har tatt i bruk BIM i forhold til eldre/andre prosjekter uten BIM. Oppgaven vil også gå inn på hva BIM i fremtiden vil kunne gjøre for næringen når det gjelder å redusere kostnader, og effektivisere i forhold til tid og arbeid. Den vil også gå inn på prosjektstyring med og uten BIM.

Oppgaven vil inkludere en teoridel som vil ta for seg den teoretiske biten rundt BIM nasjonalt og internasjonalt (evt. Standarder rundt BIM). Denne delen vil også ta med seg annen informasjon funnet i rapporter og artikler som er relevante. Oppgaven vil også ta for seg en del bestående av intervju av personer med erfaring fra BIM og prosjektledere av prosjekter der BIM har blitt brukt.

Vedal AS har godt kjennskap til BIM og har brukt forskjellige deler av BIM, blant annet i Bispevika i Oslo, hvor byggherre ønsket fremdriften (4D) implementert inn i 3D-modellen (Vedal, udatert). Dermed vil dette være et prosjekt som det vil være interessant å intervju prosjektleder på. Ellers vil det intervjues andre ledere som har tatt del i prosjekter der BIM har blitt brukt og om det har blitt benyttet andre dimensjoner. Dermed vil intervjuobjektet kunne komme med sine egne meninger og tilby erfaringer fra prosjektet. Videre ved å sammenligne med andre prosjekter, vil man i større grad kunne se effekten av BIM. Figur 1 under viser eksempel av hvordan en BIM-modell ser ut på programmet Dalux.



Figur 1 BIM-modell i 3D av Kastanjen med Betonmast AS. Tillatelse fra Hobrå Eiendom

1.1 Problemstilling

Problemstillingen som er valgt, baserer seg på tanken bak å se den økonomiske gevinsten, tidsbesparelsen og økte kvaliteten et prosjekt kan ha ved å implementere et digitalt verktøy som BIM. I dette digitale verktøyet vil en 3D BIM modell ha alle dimensjoner implementert inn i seg. Det er allerede implementert enkelte dimensjoner inn i modellen, i visse prosjekter, slik som tid og kostnader. Men det er også tenkt andre dimensjoner slik som HMS og FDV inn i modellen. Ut ifra intervjuer, litteratur og sammenligning av prosjekt (gjennomført via intervju) vil det derfor bli gjort et forsøk i å besvare problemstillingen:

«Hvordan påvirkes det økonomiske, tidsbesparende og kvalitetsmessige aspektet når man har en delvis eller totalt integrert digital løsning (BIM), der alle systemer snakker sammen?»

En tenkt totalt integrert løsning kan dermed forstås som enten en fullverdig digital tvilling, men også en modell bestående av til og med 10D. Det vil også bli diskutert hvem dette er tenkt for. Altså om det er entreprenøren som vil tjene på dette, byggherre eller drifter.

1.2 Begrensninger?

En begrensning for denne oppgaven vil være manglende prosjekter hvor det er implementert diverse dimensjoner. Dermed vil det bli benyttet teoretisk synsing fra personer som har bakgrunn innenfor temaet BIM.

Valg av metode for å utføre intervju er valgt på bakgrunn av lettere tilgang. Det er også gjort med bakgrunn av at ikke alle er i umiddelbar nærhet i forhold til reisevei. Ved å ta intervjuene over Teams eller tilsvarende kan man også ta opp lyden direkte på PC som gjør at det blir korrekt transkribert.

2 Teoridel

Dette kapitlet vil bestå av informasjon som er relevant for å forstå det resultatet, konklusjon og diskusjonen kommer frem til. Sammen med vedleggene er dette grunnlaget for hele denne delen.

Informasjonen som kommer fram i avsnittene under dette kapitlet er innsamlet fra internett.

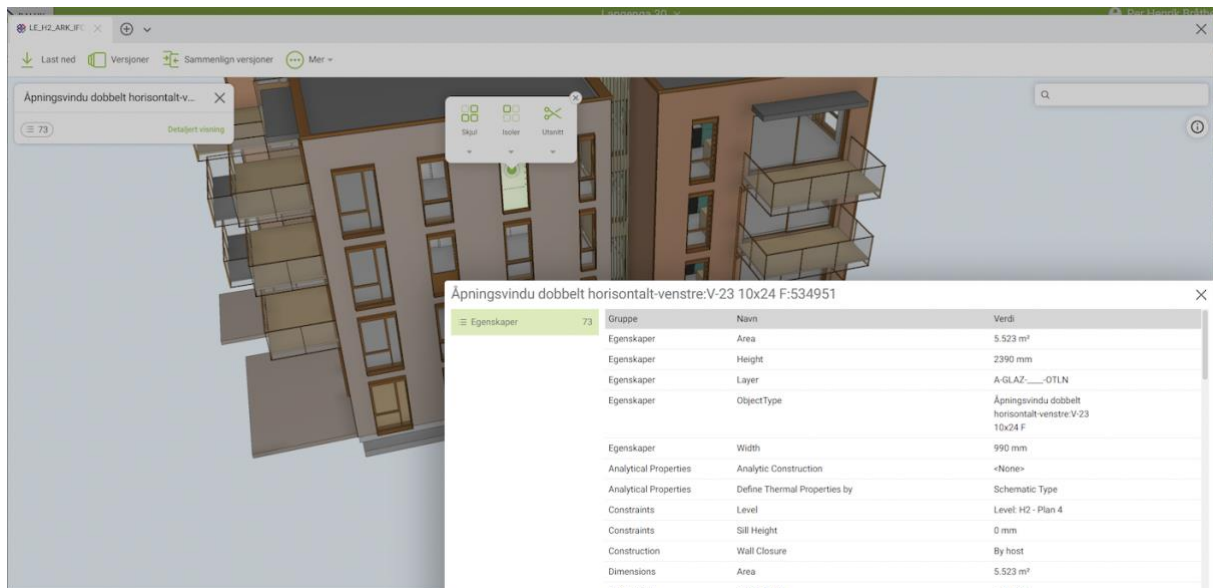
2.1 Hva er BIM?

BIM er kort for bygningsinformasjonsmodellering, «Building Information Modeling» på engelsk. BIM er altså digitale modeller som kan inkludere og brukes av de forskjellige fagområdene i en prosjekteringsgruppe. BIM forbinder altså alle de forskjellige fagene inn i en og samme modell. BIM omtales også som prosessen, modellen og selve modelleringen - hvor prosessen innebærer informasjonsoverføring mellom fasene, hvor fasene kan være både innenfor et eget fagfelt, eller grensesnittet mellom flere fag.

Produktmodellen innebærer selve digitale modellen av prosjektet. For eksempel den geometriske 3D-modellen med informasjonen den inneholder.

Modelleringen er dermed prosessen med å lage produktmodellen (Jæger, P, 2012, s. 5-8. & Seehusen, 2008 & Cheng, J. C. P. & Ma, L. Y. H., 13. mars 2013, S. 6-11).

Informasjonen som medgår i et element/objekt/bygningsdel og det som i hovedsak skiller en 3D-modell fra en BIM 3D-modell er eksempelvis dimensjonen, lokasjon, mengder og status. I BIM vil bygningsdelen også ha egen ID som gjør den unik i forhold til identiske bygningsdeler og man kan se bygningsdelen sin relasjon til andre elementer. Dette er med på i stor grad å kvalitetssikre i forhold til kommunisering blant annet. (Graphisoft, udatert & Cheng, J. C. P. & Ma, L. Y. H., 13. mars 2013, S. 6-11)

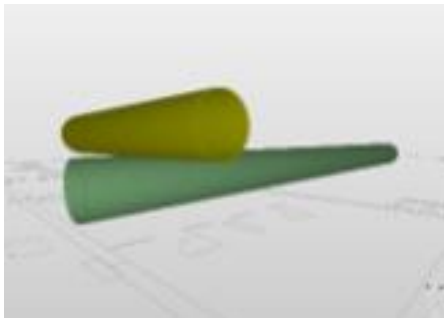


Figur 2 BIM-modell fra prosjekt Langenga med Asker Entreprenør AS i Dalux med vindu med informasjon om vinduet som er medtatt. Med tillatelse fra Hobrø Eiendom.

Flere krever at BIM inkluderes inn i alle prosjektene sine, spesielt Statsbygg. De har også kommet såpass langt at de har utviklet en egen BIM-manual (Statsbygg, udatert). Sammen med dette har Statsbygg også bestemt at de skal fra rundt 2018 ha papirløse arbeidsplasser (Byggeindustrien, 2018). Dette har Statsbygg gått frem for å få til ved at man krever kontraktuelt at det skal benyttes BIM på deres prosjekt. Dermed er det tenkt at man videre skal benytte seg av BIM-kiosker og håndholdte elektroniske enheter som nettbrett. Dette gjør at man unngår det ekstra avfallet som medfølger i form av eksempelvis tegninger. Ofte forekommer det oppdateringer av modell/tegning ettersom endringer skjer eller det dukker opp avvik som gjør at dette må oppdateres. Derfor gjør bruken av BIM at man kan få dette direkte til nettbrettet, samtidig som at alle får tilgang og muligheten til å benytte seg av dette. BIM er ikke kun anvendt i nybygg, men kan også benyttes på eksisterende bygg i form av å lage en enklere digital tvilling, en såkalt Skinny-BIM som kun har den enkleste geometrien i forhold til dører, vegger og lignende. Dette er tenkt benyttet først og fremst i borettslag og sameie til å se om dette kan være lønnsomt å videreutvikle modell. Det beskrives altså tre metoder å gå frem for å få dette til. Disse metodene er modellering av eksisterende tegninger, laserinnmåling manuelt med direkte modellgenerering og automatisk laserinnmåling. Disse metodene har sine fordeler og ulemper, men som det påpekes hos direktoratet for byggkvalitet (udatert), så er det store besparelser å hente her. FDV innhenting i ettertid vil også på lang sikt gjøre det slikt at man mer forutsigbart kan

gjøre utskiftninger på komponenter, i tillegg får man beriket et byggverk i modellform i mye større grad (Haug, udatert).

BIM utvikles i prosjekteringsfasen, men benyttes også i utførelsesfasen. Her kan man bruke BIM til å hindre misforståelser og av den grunn begrense konflikter. Det å benytte seg av ytterligere dimensjoner (som vil utypes lengre ned), gjør at BIM vil kunne benyttes i et prosjekt selv etter overleveringen har skjedd. BIM bidrar også til å gjøre koordineringen på tvers av fag bedre. Det blir lettere å kommunisere nettopp fordi man har muligheten til å enten vise på modell, eller referere til akkurat det man diskuterer. På byggeplassen gir BIM muligheten til å organisere saker som avvik hyppigere, og på en enklere måte enn ved å sende e-post (Graphisoft, udatert & Betonmast, udatert). Man kan ta i bruk nettbrett til å ha med seg rundt på byggeplassen og dermed kunne se modellen, og i mer avansert skala, benytte seg av VR-briller til å kunne entre bygningen virtuelt. 3D gir også muligheten til å utføre kollisjonskontroller som dermed sikrer at man ikke har kollisjoner mellom installasjoner eller elementer innenfor eller på tvers av fagene. Logistikkmessig gir også BIM en ekstra fordel da det er lettere å nøyaktig finne mengder, som dermed tillater at det ikke blir bestilt opp enten for mye av en kritisk vare eller for lite. Da unngår man forsinkelser som ville skjedd som følge av lengre bestilling- og leveringstider (Betonmast, udatert).



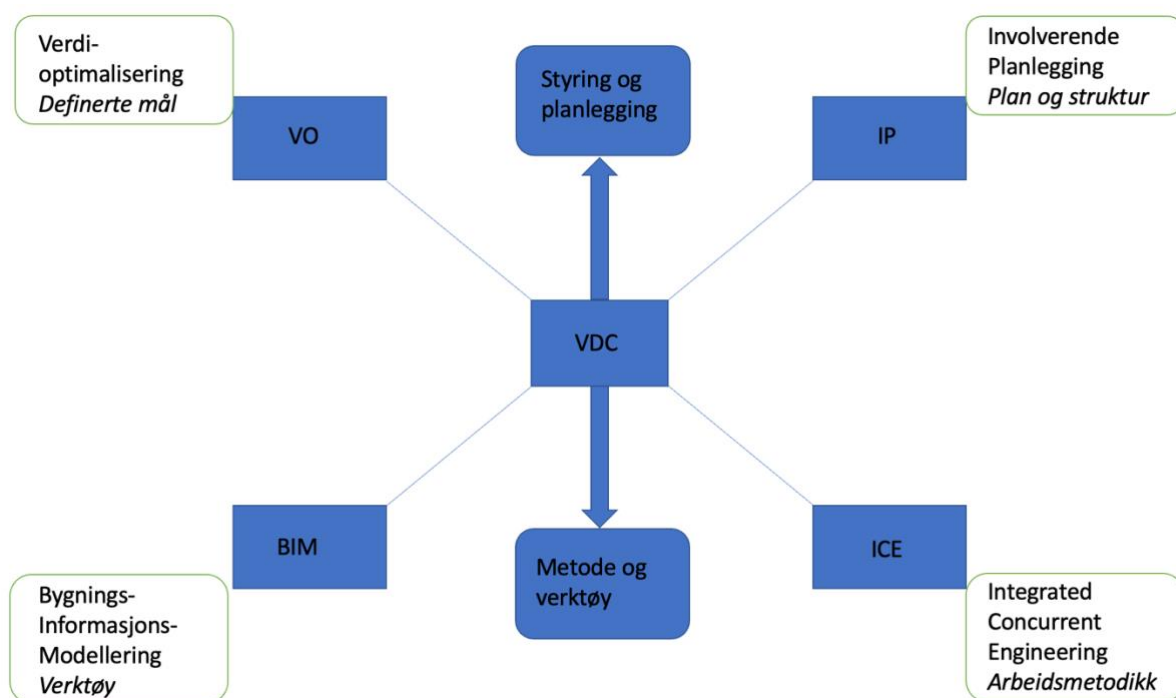
Figur 3 Eksempel på hvordan en kollisjon vil se ut i BIM. Her kolliderer spillvannsrør. Fra Kastanjen med Betonmast AS. Med tillatelse av Hobrå Eiendom.

IFC som står for Industrial Foundation Classes, er et nøytralt dataformat som benyttes innenfor BIM. IFC beskriver, deler og utveksler informasjon innenfor byggebransjen, og er utviklet av BuildingSMART (BuildingSMART, udatert & Standard Norge, 2017). De fleste BIM-verktøy benytter seg eller tillater å produsere en IFC-fil som dermed kan åpnes i andre BIM-verktøy. Dermed så gir dette muligheten til å binde opp alle de forskjellige modellene som kommer inn fra de forskjellige fagene. Dermed standardiseres dette på en måte som gjør at

man ikke er avhengig av å benytte seg av samme programvare, da noe kan være bedre skikket til elektro enn det er for eksempelvis arkitekt eller ventilasjon (Seehusen, 2008).

2.2 VDC og ICE

VDC står for Virtual Design and Construction og er et konsept som er utviklet på Stanford i USA (Fosse, R, 2017 & Strand, S.S., 2022). Norconsult (udatert) beskriver VDC som en gjennomføringsmodell man benytter seg av i tverrfaglige prosjekt som mål om å forbedre samspillet mellom forskjellige aktører i prosjektet. Her inngår det at man skal skape merverdi for kunde ved å effektivt prosjektere, øke kvaliteten og optimalisere byggingen. VDC består av kjente, effektive teknikker og moderne verktøy som er blitt satt i et system. Prosessdelen av VDC er basert på prinsipper fra Lean Construction som er en egen dimensjon innenfor BIM. Dermed er det basert på å gjøre alle fasene slankere. BIM er også sentralt innenfor VDC, da dette er noe man ofte bruker i prosjekteringen innenfor et VDC-prosjekt (Norconsult, udatert).



Figur 4 VDC og sammenhengen mellom forskjellige prinsipper. Inspirert av Morten Barreth http://ibim.no/student/2013_HIG_Brostuen_Husby_L%C3%B8kken/2013_HIG_LBrostuen_HHusby_AFLoekken.pdf

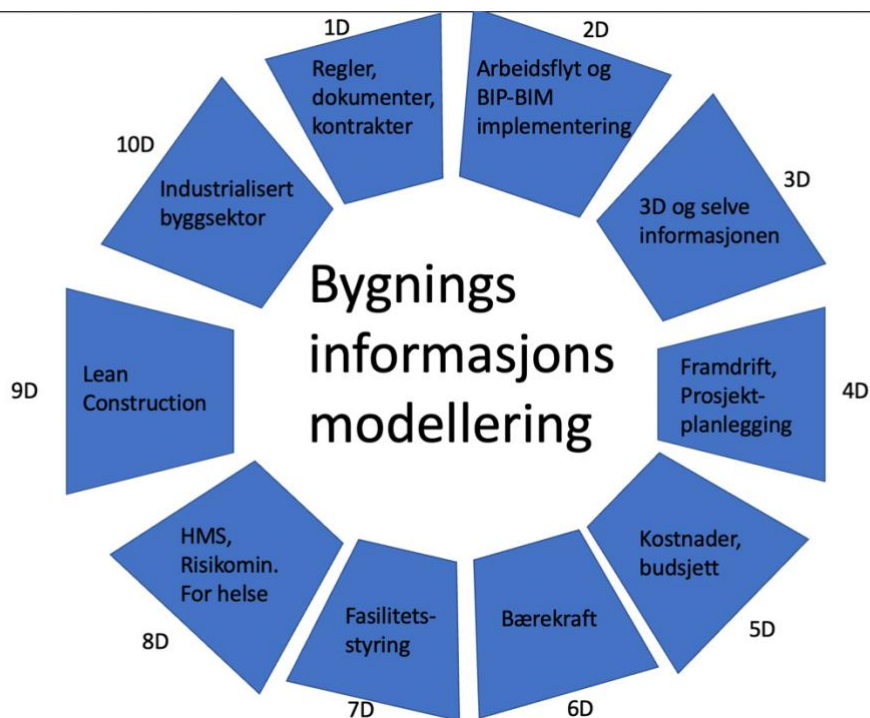
ICE, som står for Integrated Concurrent Engineering, er en møtemetodikk som involverer fremdriften i prosjektet. Her er tanken at man skal redusere unødvendig ventetid, finne de

gode tverrfaglige løsningene i en tidlig fase og øke beslutningstakten. Dermed skal det være godt planlagte møter med de riktige personene som dette involverer og at de er godt forberedte, sammen med at man har et tydelig mål for hva man skal oppnå. Norconsult regner ICE som en av fire byggesteiner innenfor VDC, altså at ICE er et virkemiddel på lik linje som BIM er innenfor VDC (Norconsult, udatert).

2.3 Dimensjonene

BIM har vært et eksisterende konsept siden 1970-tallet. Derimot påstår Dr. Sam C. M. Hui (2018) fra *“The Technological and Higher Education Institute of Hong Kong”* at BIM-konseptet har eksistert siden 1950 (Hui, S.C.M., 2018, s. 3). Uavhengig av dette, anses den første skikkelige BIM-implementeringen å være ArchiCAD når det ble lansert i 1987 (Ibrahim, Z., 2020, s. 2).

BIM kan også fordeles inn i dimensjoner. 1D kan betegnes som strategi, mens 2D vil være en vektor med x- og y-retning. Dermed vil 3D være en figur med en z-retning i tillegg til x og y. Videre bygger man på med 4D, hvor man introduserer tidsperspektivet i form av fremdrift implementert inn i BIM.



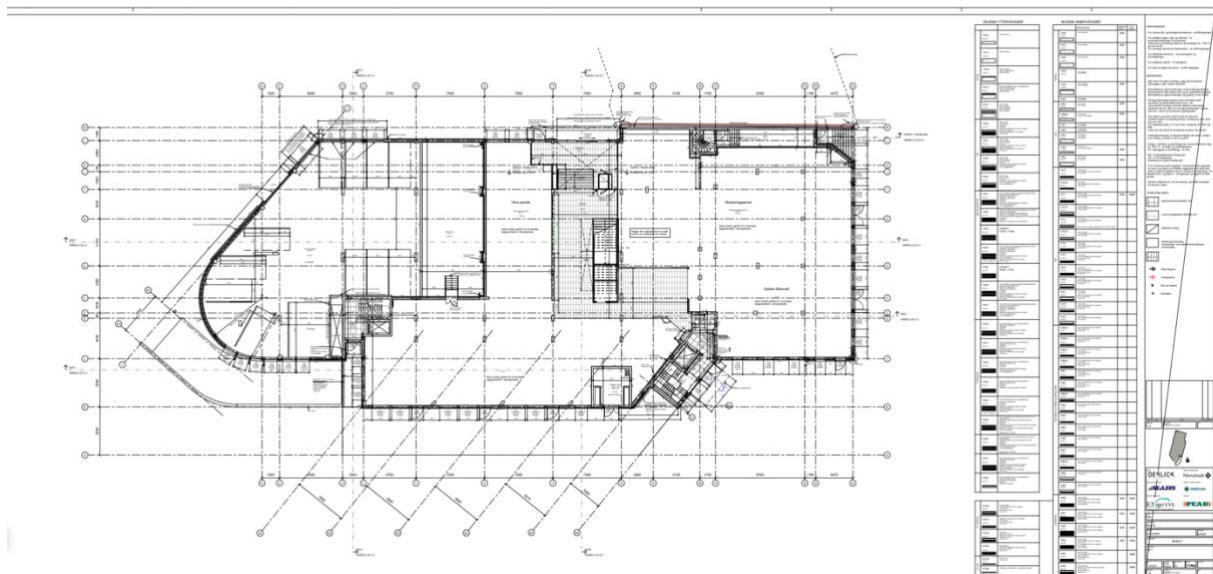
Figur 5: Viser hva de forskjellige dimensjonene baseres på. Inspirert fra <https://centrelinestudio.com/wp-content/uploads/2019/11/diagram-5-2.jpg>

Som vi kan se fra figur 5, så innebærer 5D totale kostnadene i prosjektet. 6D tar med miljø/utslipp (bærekraft), eksempelvis mengde utsluppet CO₂ fra betongen som brukes. 7D inkluderer FDV (forvaltning, drift og vedlikehold). Det avhenger litt av hvor man henter informasjon fra, da en artikkel fra Skanska (udatert) sine nettsider bytter om 6D og 7D (Skanska Relasjon, udatert). Derimot så kan dette skyldes at sidene som legger frem dette, ikke har vært oppdatert på en stund og at definisjonene har endret seg i ettertid. 8D er inkluderingen av HMS (Helse, miljø og sikkerhet) i prosjektet (Wavin, udatert). Det snakkes også om 9D og 10D, hvor 9D er «*Lean Construction*» (Involverende planlegging) som beskrives følgende av Veidekke (udatert) «*metodikk for å drive fremdriftsplanlegging i prosjektbasert produksjon, i samsvar med våre prinsipper for godt forbedringsarbeid*» (Veidekke, udatert). Altså snakkes det om å effektivisere arbeidet uten å enkeltvis øke arbeidsintensiteten. Alle disse 9 dimensjonene har som mål å forbedre produktiviteten ved å utvikle bygningssektoren til en sektor som tar i bruk ny teknologi via digitalisering (Centre Line Studio, udatert). Derimot er ikke 9D og 10D noe som står sentralt enda i norsk sammenheng, dette er mer internasjonalt ettersom det er svært lite informasjon å finne om dette på norske sider.

2.3.1 1D & 2D

BIM 1D representerer informasjonen gjennom tekst, egenskaper og tabeller i forhold til prosjektet. Eksempelvis vil regler og kontrakter inngå for denne dimensjonen av BIM (Marketing Indovance, 2021).

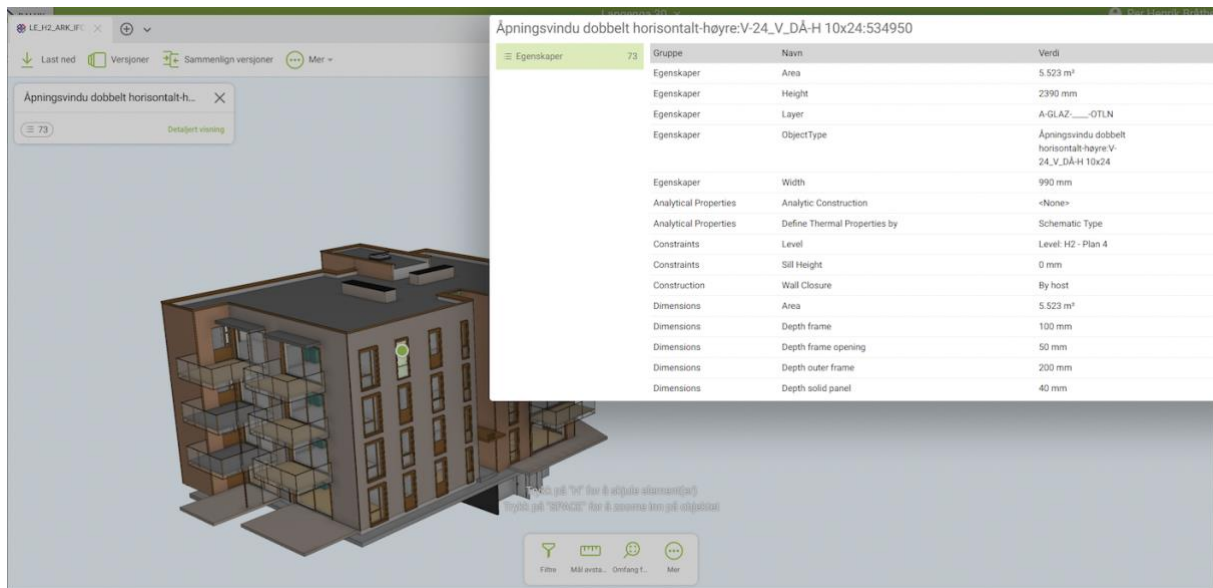
2D-delen av BIM er bestående av tegninger, eksempelvis plantegninger eller skissetegninger. Dette er ikke utfordrende å gjøre på papir, men ved å ta i bruk CAD-programmer sparer man tid. Dette er fordi man kan være mye mer nøyaktig, det er mulig å endre uten å starte på nytt eller hviske ut, programmene har ofte kommandoer som sparer tid og man kan ta i bruk «elementer/blocks» (f.eks. ferdig designet vask eller toalett). Man kan legge til informasjon som skriv på tegningene, men informasjonen er ikke innlemmet på samme måte som i BIM 3D. Arbeidstegninger som figur 6 er regnet som en del av 2D biten. Her ser man også hvordan tekst (lengst til høyre på bildet) kan innlemmes som ekstra informasjon utover det som er tegnet. Samtidig ser man også at det ikke er så mye informasjon som kan bli formidlet på denne måten, noe man visuelt kan se i større grad på en 3D-modell.



Figur 6 Arbeidstegning fra Årneskvartalet. Med tillatelse fra Hobrå Eiendom.

2.3.2 3D

3D gir oss den ekstra aksen i forhold til 2D (z-akse), men det er ikke bare for geometri det skiller seg ut, men også når det kommer til informasjon og måter å bruke modellen på. Når vi benytter oss av BIM 3D, så kan vi samle alle filer fra forskjellige fagområder under en modell (Marketing Indovance, 2021). Vi kan ha IFC-filen til RIB (rådgivende ingeniør bygg), RIE (rådgivende ingeniør elektro), RIV (rådgivende ingeniør VVS), ARK (arkitekt) osv. inne i samme modell/fil. BIM gir oss også muligheten til å se og motta varsler om løsninger i bygget som ikke fungerer. For eksempel at døren ikke vil åpnes siden et annet element er plassert slik at det blokkerer døren. Dermed kan vi gå inn og endre dette. Dette kommer av at alle elementer som brukes inneholder informasjon og egenskaper.

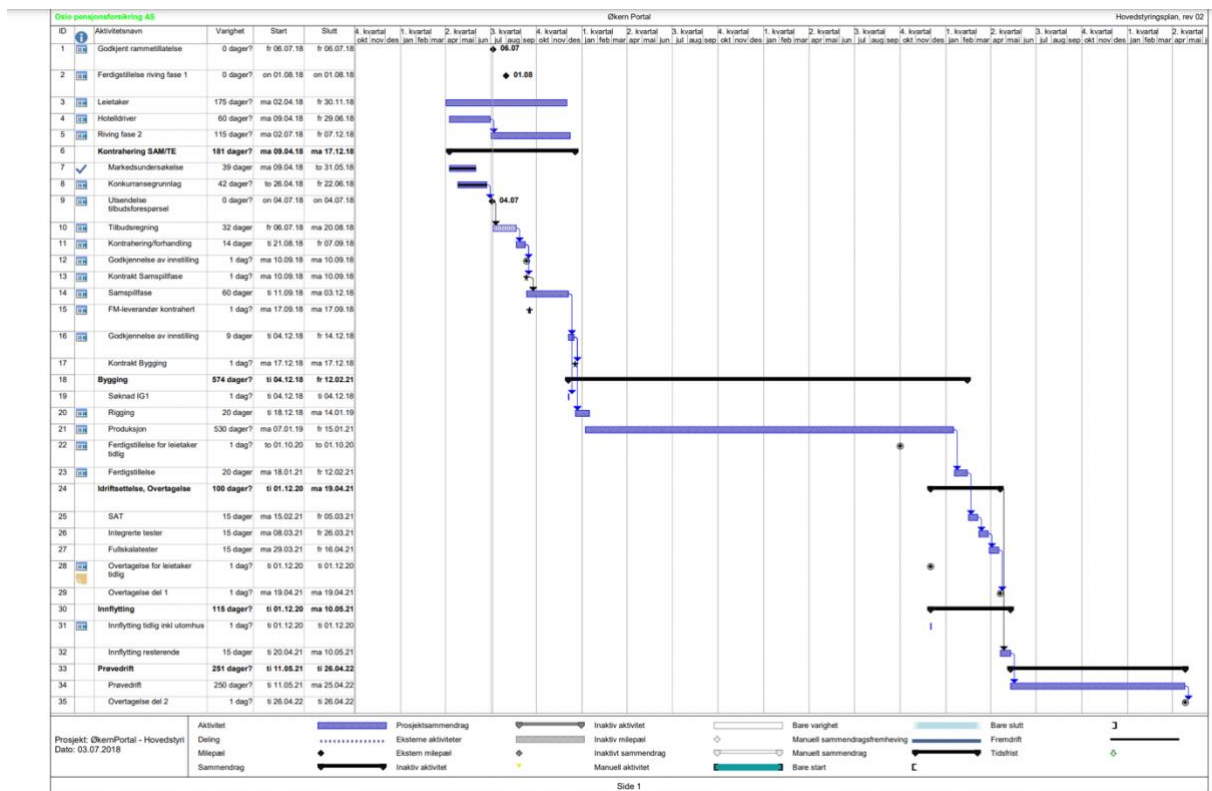


Figur 7 BIM-modell av Prosjekt Langenga av Asker Entreprenør AS i Dalux i 3D med berikelse av elementer. Med tillatelse av Hobrå Eiendom.

3D er også hovedverktøyet for å forbedre kommunikasjonen mellom forskjellige fag, visualisering av byggverket, og tillater kollisjonskontroll som nevnt ovenfor. Det er altså mye her som forbedres ved å ta i bruk 3D kontra kun 2D bruk.

2.3.3 4D

Ved å legge til tid til 3D modellen, får man 4D. Dette vil da gi oss muligheten til å gå inn i modellen et gitt tidspunkt i fremdriften. Dermed kan man se alle delene som skal være på plass til den gitte tiden. 4D vil inneholde informasjon om hvor lang tid det vil ta å installere et element, avhengigheten av andre områder i prosjektet, tiden det tar for at elementet er operasjonelt (betong størkne, endre løsninger og lignende), blant annet (Centre Line Studio, udatert). Visuelt sett kan dette også bidra til å formidle hvorfor den planlagte fremdriften ikke vil fungere ovenfor en byggherre. Ved at man kan se hindringer i modellen gjennom fremdriften som gjør at man må utsette en tenkt byggestart for en annen del, eksempelvis hindringer eller rett og slett dårlig plass. Figur 8 representerer en fremdriftsplan i Microsoft Project. Ved implementeringen av BIM kan man altså se alle prosessene representert i modellen slik at det er mulig å se hvor langt man skal ha kommet visuelt i løpet av en vilkårlig tid.



Figur 8 Eksempel på fremdriftsplan for Økern Portal. Tanken med 4D er å jobbe denne inn i BIM. Med tillatelse av Høbrå Eiendom.

2.3.4 5D

Legger vi til kostnader i modellen, får man 5D. Med 5D kan man estimere kostnaden for hele prosjektet. Ved å gjøre dette, kan man altså tidlig se hvor mye kostnaden forandrer seg dersom endringer i prosjektet forekommer. Dette kan også gi en indikator tidlig om løsningene som er presentert i prosjektet er realistiske, altså om det er innenfor budsjetttrammene (United BIM, udatert).

Dersom vi legger inn den totale kostnaden for et materiale eller komponent som informasjon om den, inn i et 3D BIM-program, så kan programmet nøyaktig si hvor mye det vil koste for alle disse komponentene/materialene. Dermed kan vi minimere risikoen koblet til feilinformasjon og andre misforståelser (United BIM, udatert).

Ved å ha et system for 5D BIM der alle kostnader legges inn fortløpende fra entreprenører, underentreprenører og leverandører, vil man raskere kunne budsjettere. Dette vil igjen gjøre det slik at ansvarlige for prosjektet raskere kan ta avgjørelser.

2.3.5 6D

Som tidligere nevnt, er det litt uenighet i definisjonen rundt 6D. Eksempelvis så definerer en artikkel av Andrew Chew og Meredith Riley (2013, s. 2) 6D som fasilitetsstyring. Det ser ut til at det mest vanlige er å si at bærekraften er den 6. dimensjonen i BIM. Dette kan da altså være energiforbruket til en bygning, utslipp og lignende i nåtid og framtid. Altså vil man kunne ved hjelp av modeller tidlig i prosjektfasen, kunne se et estimat av dette. Dermed har man grunnlaget for å velge materiale og elementer, og deretter kunne finne ut hva kostnadene vil bli for et nullutslipp/energinøytralt bygg. Dette kan bidra til å finne ut hva det vil koste dersom det må gjøres endringer for å oppnå dette ved at man endrer til bærekraftige elementer og materiale (Tesla OS, 2018). Dette vil også i lengden være noe som man kan tenkes å koble til sertifiseringsmodeller som BREEAM (gjennomgås lengre ned under egen del).

2.3.6 7D

Som ved 6D er det uenighet med definisjonene. 7D BIM inkluderer altså alle andre former som bidrar til eiendomsforvaltning (fasilitetsstyring). Forvaltning, drift og vedlikehold er dokument som inneholder bruk av bygningsdel/komponenter. Dette skal fremlegges til eier av bygget for at prosjektet skal kunne ferdigstilles. TEK 17 (Byggeteknisk forskrift) med senere standarder beskriver kravet for FDV- dokumentasjon i Norge (Mobile Worker, 2019). Ved å implementere dette inn i BIM kan man ha et samlet «bibliotek» med informasjon om byggets bruk. Dette kan gjøres ved at entreprenører, underentreprenører og leverandører legger inn løpende FDV-dokumentasjon som informasjon for en komponent. Dette vil også spare tiden for entreprenører og UE, ved at dette ikke gjenstår som siste punkt før ferdigstilling. Dette har og er fremdeles en utfordring, og uten tilstrekkelig kontroll, være tidskrevende å utføre i ettertid.

2.3.7 8D

8D BIM er implementeringen av HMS inn i BIM. Ved å ta i bruk 8D kan man samle og legge inn rapporteringer av avvik i forhold til uheldige hendelser koblet med BIM-modellen (Kamardeen, 2010, s. 5 & 8D BIM, udatert). Man kan også opprette et system hvor det foreligger informasjon om risiko ved oppgaver. For eksempel riktig bruk av verneutstyr når man sveiser. Dermed foreligger det et register som man kan se i modellen og vil være mer

tilgjengelig enn ved et HMS-dokument man leste gjennom første gang man ankom byggeplassen.

2.3.8 9D

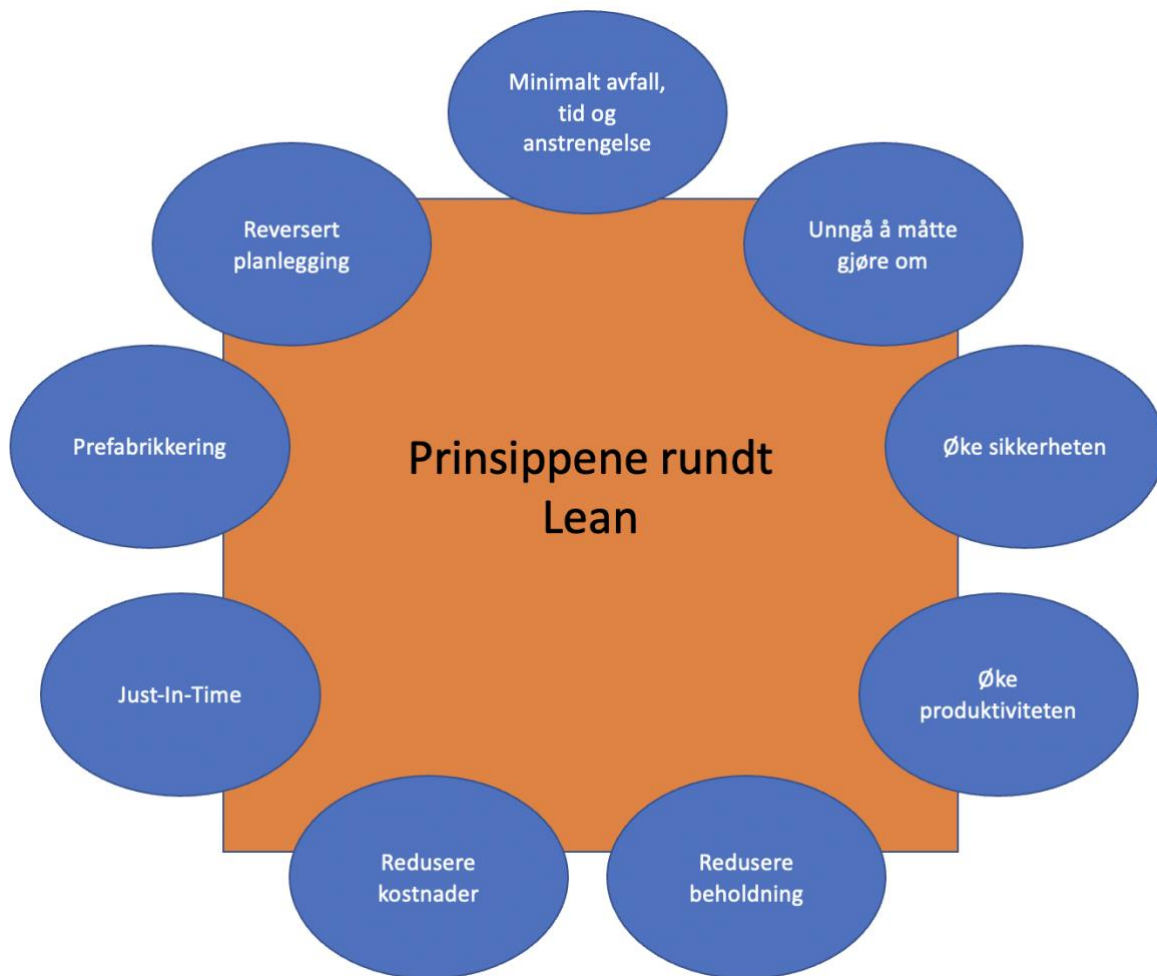
9D innebærer også konseptet om *Lean Construction* og hvordan dette kan innhentes inn i BIM-modellen.

2.3.8.1 *Lean Construction*

Konseptet ble utviklet etter inspirasjon fra Toyota sitt system etter andre verdenskrig. Lean Construction omhandler styring av ressurser effektivt slik at man holder eller går under budsjettet man har satt (Veidekke, udatert). Dette går ut på blant annet valg av materiale, oppgavestrukturering og gjennomgående evaluering av ytelse i prosjektet slik at ressurser blir brukt mest effektivt. Avfall skal også holdes til et minimum.

I prosjekteringsfasen skal materialvalg undersøkes nøye slik at standarden i forhold til kvalitet og pris er tilstrekkelig (Netinbag, udatert).

I forhold til avfallstyring, så overvåkes bruken av materiale/råvarer slik at overskuddet og derfor avfallet holdes på et minimum. Dersom det blir et overskudd, sees det etter muligheter for bruk av avfallet i en annen del av prosjektet slik at det holdes mest mulig effektivt. Til tross for at Lean Construction minimerer avfall og forsinkelser, vil det kunne oppstå problemer hvor tilpasning må skje. Sykdom hos arbeidere, forsinkelse av leveranse blant annet, vil kunne gi problemer. (Tommelein, I.D., 1999, s. 10-15 & Veidekke, udatert)



Figur 9 Viser prinsippene Lean Construction bygger på. Inspirert av <https://ruhlin.com/tools/lean/>

Ved å innarbeide dette inn i BIM vil man kunne ha en oversikt samlet på et sted. Strategier for Lean Construction vil kunne være tilgjengelig her, og det vil være mulig å omstrukturere for dette dersom det oppstår uforutsette forhold og problemer.

2.3.9 10D

10D BIM regnes som det BIM dimensjonene jobber mot. 10D defineres som målet om å gjøre bygningssektoren mer produktiv og industrialisere den. Dette kan gjøres ved videre fremskritt og investeringer i teknologi og digitalisering. Tanken bak 10D BIM blir å bruke alle dimensjonene til å spare kostnader og tid. (Ershadi et al, 2021, s. 5)

2.3.10 11D

Det er også teori om en mulig dimensjon som omfatter overvåkning. Som altså baserer seg på lagring av data direkte (live) ved hjelp av sensorer og visualiseringen av resultatet fra dette. Tanken bak dette er å videreutvikle den digitale tvillingen til bygget/konstruksjonen slik at den er direkte oppdatert på lik linje som bygget/konstruksjonen. Altså slik at man unngår manuelle oppdateringer på modellen som uansett vil være i fortid i forhold til at det kan oppstå nye ting, og at det dermed ikke er «real-time». Derimot så er dette noe som eventuelt kan bli tatt med i fasilitetsstyring (7D), men tilfellet er også slik at dette er noe som ikke BIM-verktøyet for øyeblikket er helt klart for. (Pereira et al, 2021, s. 8 & 10)

2.4 Bruk av programmer i denne oppgaven

Det er flere eksisterende programmer for BIM. For 2D har vi CAD-programmene som ArchiCAD og AutoCAD. For 3D har man programmer som Solibri, Revit og Dalux. I Dalux kan vi legge til flere dimensjoner, for eksempel 4D inn i programmet ved hjelp av programmer som Synchro. Dette er da krevende grunnet at det må gjøres manuelt, men det lar seg gjøre. Dette gjelder også for de andre 3D BIM-programmene. Eksempelvis er Figur 2 og Figur 7 uttak fra programmet Dalux.

FEA (Finite Element Analysis), endelig elementanalyse, består som regel av fire trinn, hvor selve byggingen av den geometriske konstruksjonen er gitt til å være mer enn 57 % av hele analyseringstiden, ifølge Zou et al (2019). Altså foreligger det mye interesse for å kunne korte ned denne tiden ved å se etter bedre løsninger. Her kan BIM tilby en metode for å begrense tidsbruket rundt dette (Zou et al, (2019), s. 1 & 2). Dersom man på en god måte kan kombinere dette enten i BIM-programmet, eller ved å standardisere filformater som tillater at man kan åpne denne filen i analyseprogrammet, så vil dette kunne senke tiden. Informasjonen rundt elementene i BIM foreligger allerede, eventuelt kan man berike elementet med den informasjonen som mangler.

Dette er noe som går igjen for alle teknikker og analyseringer hvor det kreves en geometrisk modell, og ettersom at BIM-programvare er designet nettopp for dette så vil også disse programmene tilby god brukervennlighet i forhold til modellering.

2.5 Standarder

Standarder for BAE-bransjen er veiledninger og lovgivning for bransjen. Norsk standard er fastsatt av Standard Norge og er det norske medlemmet i CEN og ISO, som er den europeiske og internasjonale standardorganisasjonene henholdsvis (Hofstad, 2021).

BuildingSMART har også opprettet standarder som veileder for BIM. Disse standardene er implementert inn i CEN-, ISO-, og NS-standarder og gjelder dermed for byggebransjen på denne måten. Disse standardene innebærer blant annet buildingSMART Data Dictionary som tilrettelegger definerte konsepter, måleenheter og egenskaper entydig. Den fungerer som en ordbok, med mål om å hindre misforståelser. (CoBuilder, udatert og BuildingSMART, udatert)

2.5.1 NS-EN ISO 19650 serien

NS-serien, som omhandler BIM, er basert på ISO 19650 og er delt opp i 4 deler. Serien omhandler forvaltning av informasjonen gjennom hele livssyklusen til et byggverk ved bruk av BIM.

Del 1 omhandler begrepene og prinsippene. Altså omhandler den prinsippene rundt informasjonsadministrasjon ved bruk av BIM, og begrepene som skal bidra til bedre kommunikasjon mellom parter i prosjektet.

Del 2, prosjektfasen, handler om kravene tilhørende informasjonsforvaltning i løpet av denne fasen.

Del 3, driftsfasen til byggverk, handler om å effektivisere spesifikasjonen, produksjonen og leveringen av informasjon som skal brukes i forvaltning og drift av byggverk. Den har som mål å få i gang en mer effektiv drift av bygg, som vil gange eier eller drifter av bygget.

Del 5, informasjonsforvaltning med fokus på sikkerhet, inkluderer krav og prinsipper for trygg forvaltning av informasjon som er sensitiv, som skal innhentes, opprettes, behandles og lagres i et prosjekt, en tjeneste, produkt eller lignende. (Standard Norge, 2021)

2.6 BREEAM-sertifisering

BREEAM er verdens eldste miljøsertifisering og er via BREEAM-NOR den norske tilnærmingen. BREEAM representerer byggenæringens verktøy utviklet av Grønn Byggallianse for å måle miljøoppnåelse. BREEAM er også Norges eneste sertifiseringsmetode for bærekraft og baserer seg på dokumentering av ni forskjellige kategorier i forhold til miljøoppnåelse. Disse ni er blant annet energi, transport, vann, materialer, arealbruk og økologi, avfall, forurensning, helse og innemiljø og ledelse. Dette rangeres og utgjør forskjellige sertifikatnivåer (Byggtjeneste, udatert). Med andre ord så dokumenterer sertifiseringen kvalitet, og at helse er sentralt og belønner bygg ved å fremme de dersom byggene er bra for miljøet. Det utstedes manualer angående BREEAM, og for ikke så lenge siden kom versjon 6.0. Denne er tilpasset EU sin taksonomi Annex 1 som omhandler begrensning av klimaendringer. Dette vil da si de tekniske kriteriene for forbedring av begrensningen av klimaendring og kriterier for minimalt med skade (Grønn Byggallianse, udatert). Taksonomien nevnes for øvrig i kapittel «*Miljøregnskap på programvare i BIM*». Dette er noe som i teorien vil havne under bærekraften i BIM, og ettersom det er særdeles høyt fokus etter hvert på minimering av utslipp, så kommer dette til å bli en viktig del fremover i BAE-bransjen.

2.7 Økonomisk regnskap i forhold til BIM

Å utføre et økonomisk regnskap for implementeringen av BIM vil måtte utføres som en studie over flere forskjellige prosjekter. Det er en god andel avvik som vil gi forskjellige utslag. Ta for eksempel hvor mange dimensjoner av BIM som skal benyttes. Dette vil ikke være en standard, derimot vil en byggherre kunne kreve opptil 4D og en annen 5D. Arbeidet og tiden det vil ta vil derfor variere i stor grad.

Derimot kan man sammenligne ut ifra studier gjennomført med bakgrunn i prosjekter. Dette kan gjøres ved å benytte forskningsartikler som har satt seg mål om å finne ut hvor lønnsomt BIM vil være, i forhold til investeringen (Return of Investment = ROI).

Det vil også benyttes diverse eldre prosjekter hos Vedal sammenlignet med nyere utførte prosjekter med BIM til å se hvordan forskjellene kommer frem, hvor intervjuene foreligger som vedlegg til denne oppgaven.

Fra forskningsartikkelen «D³ City Project – Economic impact of BIM-assisted design validation» av Ghang Lee, Harrison Kwangho Park og Jongsung Won (2012), hvor det er en “*case study*” angående «ROI» ved bruk av BIM for å unngå feil i designet. Dette ble utført ved prosjektet D³ City Project i Seoul i Sør-Korea, hvor det ble avdekket 709 feil.

Ut ifra sannsynligheten for å avdekke feil, hvor stor grad det utgjorde i forhold til fremdriftsplanen dersom det ikke ble avdekket, og i forhold til kvalitetskontroll. Ble det regnet ut at det var 22 % - 97 % fortjeneste i forhold til «ROI», når det gjaldt å avdekke hver enkel feil. Dersom man i tillegg så på «ROI» i forhold til utsettelse på prosjektet i en uke og en måned, så var fortjenesten henholdsvis på 172 % - 247 % og 624 % - 699 % (Lee et al, 2012, s. 8 & 9).

Dermed ser man, hvis man tar forskningsartikkelen i betraktning, at det er en betraktelig fortjeneste i å ta BIM i bruk med tanke på å unngå utsettelse. Spesielt i større grad enn kostnaden for å gjøre om på feilen. Dersom dette er noe å gå ut ifra, så er BIM en lønnsom investering.

2.8 Miljøregnskap på programvare i BIM

Fra 1. januar 2022 blir EU sitt taksonomi tatt i bruk. Denne taksonomien vil være gjeldende for bygge- og eiendomssektoren. Den har som mål å gjøre det lønnsomt å tenke grønt, ved at det for eksempel gis mer gunstige lånebetingelser hos banker (Zimmermann, 2021). Dette innebærer blant annet krav om ombruksgrad og gjenvinningsgrad på 70 %, 10 % lavere energiforbruk enn nesten-nullenergibygg, og diverse krav for bygg over 5000 kvadratmeter. Dette er da krav til dokumentasjon for lufttetthet og kuldebroverdi, og at det skal lages et miljøregnskap for livsløpet til bygget (Grønn Byggallianse, udatert & Zimmermann, 2021). Dette vil da kunne inkluderes i BIM-modellen under de tilhørende dimensjonene, som da ville spart arbeidet rundt miljøregnskap for hvert enkelt bygg. Det vil også være lettere å designe et bygg i forkant som kan tilfredsstille flere av kravene, slik at det blir et grønt bygg.

BIM i seg selv vil ikke påføre samfunnet store miljøutslipp. Det eneste man vil kunne måtte påregne seg er strømmen serverne krever, og dataforbruket. Dette later ikke til å være noe problem for de dimensjonene som allerede er i bruk, og det er lite sannsynlig at det vil være et stort problem når flere dimensjoner implementeres. Ut ifra forskningsmiljø, later det ikke til å være noe problem med tanke på at det ikke er noe særlig å finne på dette. Dersom det

skulle vise seg å være et problem, at strømmen/energien ikke er ren, så er dette noe som vil forandre seg etterhvert som man tar i bruk miljøvennlig energi. Man kan også nevne at sjeldne metaller, som trengs i servere/maskiner, hvor prosessen for å få dette ut er forurensende kan være en faktor også.

3 Fremgangsmetode

I dette kapitlet vil det fremlegges hvilken metode som er brukt for å fremlegge informasjon og data. Det vil tas i bruk både kvalitativ metode, som er sammen med kvantitativ metode, de to metodene som vanligvis brukes. I hovedsak vil det være kvalitativ metode som blir benyttet.

3.1 Kvalitativ metode

Kvalitativ metode er en metode for å samle inn og analysere kvalitativ data/informasjon. Kvalitativ data kan foretas via intervjuer, observasjoner og fokusgrupper. Kvalitativ data vil ofte være data i form av tekst. Det tas ofte i bruk et mindre antall individer som det samles inn data fra, i motsetning til bruken av statistikk. Kvalitativ metode har som hensikt å gi dybdekunnskap, og gi en bedre forståelse av et tema, kategori, begrep og lignende (Grønmo, 2020).

3.2 Metode som er tatt i bruk

I hovedsak er det brukt kvalitativ metode i denne oppgaven. Dette kommer av at det utføres intervju av et relativ lite utvalg av personer. I tillegg vil disse intervjuene gi data bestående av subjektive meninger og erfaringer fra personer med kunnskap om dette.

Spørsmålene som stilles i intervjuene vil dog kunne varieres dersom man har sett i intervjuet at det rett og slett ikke har vært passende. Dette vil da i stor grad være for å hente ut informasjon, og for å unngå korte svar og syensing uten noe grunnlag å bygge dette på.

For litteratursøk vil det benyttes kilder på nett, men også litteratur fra andre medium der det er relevant. Litteratur vil ikke hentes fra en konsekvent side, men sammenlignes over flere kilder og vurderes. Eksempelvis er noe av informasjonen hentet inn fra BIM-blogger på nett, men dette er også sjekket ved flere kilder og kildene bloggene oppgir som referanse. Kilder benyttet vil antas å være pålitelige.

3.2.1 Intervju

Intervjuene vil hovedsakelig utføres over nett, enten via Zoom eller Teams. Derimot så tilbys det også muligheten til å svare direkte på e-post dersom det er for travelte til å sette seg ned

for et intervju. Spørsmål og svar fra intervjuobjekt vil derfor bli tatt lydopptak av, deretter transkribert og vedlagt denne oppgaven.

Intervjuene er oppsatt likt for alle intervjuobjekt. Dette er gjort for å få en større grad av sammenligning mellom prosjekter disse har bakgrunn fra. Dette gir også mulighet for å komme med oppfølgingsspørsmål, som da vil være ulikt fra intervjuobjekt til intervjuobjekt.

3.2.2 Innsyn i prosjekter uten bruk av BIM

Det vil bli gjennomført et ekstra intervju med Vedal der man vil gå inn for å se på et utvalg av prosjekter der man ikke benyttet seg av BIM. I resultatdelen vil dette derfor bli sammenlignet med andre prosjekt, slik at det ligger noe grunnlag for hvorfor man vil og har gått over til denne typen metode, men også hvilke problemer dette løser opp og dermed effektiviserer i større grad. Dette vil gi en bedre forståelse om betydningen av BIM sammen med erfaringen til intervjuobjektene fra intervjuene.

4 Resultat

Resultatene i fra intervjuene vil omhandle hva intervjuobjektene innsikt og erfaringer med BIM, både 3D og andre dimensjoner. Ettersom intervjuene er utvalg fra flere av de forskjellige sektorene i et prosjekt (Entreprenør, Rådgiver), så vil dette bidra med innsyn i hva de forskjellige synspunktene er for BIM. Det vil også kunne gi inntrykk av hvor de forskjellige intervjuobjektene sine selskap ligger i utviklingen av BIM. For at dette kapitlet ikke skal bli som en slags oppsummering av intervjuene, vil det derfor medgå til litt diskusjon underveis, og en oppsummering med diskusjon vil påfølge etter dette kapitlet.

4.1 Entreprenør

De tre intervjuene fra Vedal gir inntrykk av et selskap som ligger langt inn i utviklingen av BIM. De har begynt å ta i bruk flere forskjellige dimensjoner, i hovedsak 4D og 7D. Man kan se ut ifra intervjuet omhandlende Økern Portal at de har tatt i bruk fasilitetsstyring og digital tvilling med et relativt godt resultat/mottakelse så langt. Dette er igjen et pionerprosjekt for dem med tanke på at dette er deres første forsøk med nettopp fasilitetsstyring og digital tvilling. Iver Grytting fra Vedal nevner i intervjuet at på grunn av dette så gikk det tregere og var mer utfordrende i starten, men at utviklingen gradvis utover i prosjektet var betydelig. Man ser også at, som Tom Andersen fra Asker Entreprenør argumenterte for, at utviklingen av BIM avhenger også av byggherre. Vi ser på utvikleren av Økern Portal, som er Oslo Pensjonsfond sammen med det faktum at dette er i Oslo og innenfor ring 3, at bruk av BIM i flere dimensjoner ofte er et krav fra byggherre/utvikler. Påstanden om at større byggherrer er ofte de som er i fremste rad når det kommer til å innovere, støtter dette tilfellet.

Hos Asker Entreprenør derimot er tilfellet litt annerledes. Her ser man hvordan manglende kunnskaper/kompetanse for BIM gjør at de ligger bak eksempelvis Vedal. Tom Andersen snakker om at de har tatt i bruk 3D ved flere anledninger og også begynt å bruke noen av fordelene det tilbyr, som kollisjonskontroll, rapportering av avvik og forbedret visualisering. Han nevner også at muligheten for å ta i bruk større grad av rapportering, og at dette kan gi muligheten til at andre arbeidere får bedre oversikt ved å ha innsikt inn i modellen slik at man sparer tid ved å ikke gjøre feil. Videre nevner han at masseberegningen blir mer nøyaktig som vil kunne bidra med å gjøre BREEAM-sertifisering lettere. Man kan forstå det

slikt at hovedproblemet med utviklingen videre i Tom Andersen sine øyne, baserer seg på det faktum at det mangler kompetanse, men også hos deres samarbeidspartnere.

Tom Andersen nevner også at de har begynt å ta i bruk 4D så smått, men i motsetning til Vedal, gjøres dette ved bruk av «slides» og må bygges stegvis ut ifra tidsperspektivet. Eventuelt at man bygde ut bygget i Solibri etter fremdriftsplanen og laget gradvis film/bilde med gitte tidspunkt i fremdriften. Det sammen med Synchro, viser forbedringspotensialet her ved at man med den oversikten og informasjonen man har på komponenter, burde kunne koble dette direkte med punkter i fremdriftsplanen, slik at man ikke må bruke masse tid på å bygge modellen gradvis.

Videre på Vedal-prosjektene i Bispevika, hvor det ble benyttet 4D, gikk dem frem for å lage en 3D-film med en tidslinje i oppdrag fra byggherre. Her måtte de koordinere fem ulike aktører samtidig, ettersom det var flere delprosjekt som ble utført samtidig. Dette var noe som ga et bedre resultat som følge av det å ta med fremdriften, ifølge Erlend Bough Wisnes fra Vedal. Dette var også fordi plasseringen av prosjektet var relativt nærme vannet, og man derfor måtte utsette den siste delen av prosjektet grunnet komplikasjoner med innfartsveier og utkjøringer. Figur 11 viser hvor tett dette ligger til fjorden, og at man dermed ville kunne få problemer med tanke på dette. Dermed bidro modellen med dette samtidig som man fikk på en god måte formidlet dette videre til byggherre og unngått misforståelser. Derimot så opplevde han det som tungt til tider fordi man fikk inn nye arkitektmodeller hele tiden. Dette førte til at man dermed måtte oppdatere modellen igjen. Ettersom at Erlend jobbet på timer for dette prosjektet, så var det mye tid som ville gått på at man konstant oppdaterte selve 4D-delen av BIM. Så for å løse dette, så tok man av seg andre oppgaver i mellomtiden og tok i bruk 4D-modellen når det var behov for den igjen. Dette gjorde bruken av BIM 4D mer forsvarlig i Erlends øyne. Et annet problem som Erlend nevner at de støttet opp i, var det at filen etter hvert ble veldig stor og omfattende. Dermed var det ikke så enkelt ved bruken av eldre PC-er å få åpnet modellen, og den ble ikke akkurat mindre av at den var en 4D-modell heller. Dermed så var det en ekstra kostnad som kom på ved at man måtte oppgradere PC-en til en PC med veldig god kapasitet. En løsning på dette kan være å gradvis oppgradere slike ting, sånn at man ikke får alle disse kostnadene på en gang. Det var også mulig å løse via at andre personer i prosjektet benyttet seg av kun Viewer-versjonen av Solibri og Dalux.

Arne Eigeland fra Vedal som var prosjekteringsleder for byggingen under bakken, deler synet på at det var fornuftig å ta i bruk dette. Fordi det var mye kompliserte grensesnitt, og at man fikk en mye bedre oversikt. Hans opplevelse var også at BIM-verktøyet var ryddig og gjorde kommunikasjonen med andre bedre. Erfaringsmessig så er det godt å kombinere den eldre metoden med ark og bruke litt tid på å tenke seg til formålet og hva man skal oppnå, ifølge Arne. Det er kanskje noe sannhet i dette. At man kan benytte dette som en slags bro fra en mindre digitalisert verden over til en mer digitalisert verden. Dette nevnes også i andre intervjuer på den måten at det er viktig når man finner metoder som er mer effektivt, at man husker å ta med de eldre metodene som er bra - at man ikke bare setter en strek over utdaterte metoder, men at man moderniserer dette og tar det med videre.

4.2 Rådgivende/RIB

Terminal 2 (OSL T2) prosjektet på Gardermoen representerer et av de tidligste prosjektene hvor det ble anvendt BIM. Dette var derimot såpass tidlig at man på denne tiden snakker om et BIM produkt der det var lite definerte regler og retningslinjer som ble fulgt. Altså, man kunne ta i bruk forskjellige aspekter av andre dimensjoner enn 3D, men det var lite til ingen definisjon på dette. Pir Nord og Sentralbygg Vest i prosjektet ble også BREEAM-sertifisert med oppnåelsen «excellent». Det viser at det ble tidlig vektlagt at man hadde bærekraft sentralt som en av hovedfokusene med tanke på at byggingen av Pir Nord startet i 2013. Eksempelvis på Terminal 2, brukte man prognoser og analyser for å finne ut i forkant av utførelsen hvor mye armering som ville gå med i konstruksjonene. Dermed sikret man seg at det ble hentet inn nøyaktige mengder. Derimot så nevner Bjørnar Markussen at man her ikke fikk utnyttet BIM til det fulle, noe som kan komme av at det kontraktmessig skulle benyttes tegninger. BIM var lagt til som en ekstra del som byggherre hadde godtatt. Dermed var det heller ikke noe som krevde at entreprenøren skulle benytte seg av BIM, det ble mer frivillig, og av den grunn valgte man det man var mest komfortable med. Videre er det jo slik at armeringstegninger er raskere å lage som tegning enn modell, men man mister også muligheten til å ta ut mengder på samme måte, som Bjørnar nevner.

Videre er det også representert intervju som omhandler tre danske prosjekter der det har blitt benyttet BIM med fremdrift. Dette er prosjekter som har benyttet 4D til stor glede i

forhold til tidsbesparelse. Blant annet nevner Jakob Pedersen fra Per Aarsleff AS at på NAU-prosjektet (nye Aalborg Universitetssykehus) har de hatt en tidsbesparelse på oppimot 5 måneder som direkte tilknytting til bruken av Vico Schedule Planner. Videre sier Jakob at som følger av at man fikk spart byggetid på dette, så ble et naturlig følge at man blant annet sparte tid på å unngå å ha kraner og maskiner i bruk som dermed senket kostnadene en del. Ansatte som var ferdig med arbeidet sitt kunne dermed gå videre til andre prosjekter og byggherre hadde mulighet til å redusere finanskostnader og å få inn eksempelvis leieinntekter tidligere som følge av at arealene ble tatt i bruk i et tidligere stadium.



Figur 10: Nyt Aalborg Universitetshospital med tillatelse fra Link Arkitektur, antatt 2012, av SHL/LINK.
<https://linkarkitektur.com/no/prosjekter/nyt-aalborg-universitetshospital-nau>

4.3 Tid, kvalitet og kostnad i forhold til 3D

I forhold til tidsbesparelse, så ser man at det er vanskelig å konkret koble dette mot BIM. Man kan argumentere for at man vil spare tid ved at man har mulighet til å kvalitetssikre i større grad. Dette kan da være ved å utføre diverse kontroller som kollisjonskontroll, og at man da vil unngå at avvik og feil oppstår. Problemet er da at det ikke er noe garanti for at dette ikke hadde blitt oppdaget uansett. Derimot kan man gå ut ifra at sannsynligheten for at dette oppdages grunnet kollisjonskontroll er betydelig høyere. Uavhengig av dette så trenger ikke det at avvik blir oppdaget sent nødvendigvis bidra noe til tidsbesparelse, fordi man vil kunne jobbe inn denne tiden det tar i mange tilfeller. Dersom dette skjer i en

tidskritisk prosess på byggeplassen, hvor det ikke er tilrettelagt for mye «slakk». Altså at selv om entreprenøren hadde brukt så mye overtid som mulig for å ta igjen tapt tid som følge av et tilfelle av avvik, så vil man nok bruke lengre tid. Samme gjelder hvis det er mange avvik som oppstår slik at man rett og slett ikke rekker å ta igjen tid i forhold til overlevering. Grunnlinjen for dette er uansett at kostnadene øker, og dersom dette er feil utført av entreprenør, så vil de bli sittende med en enda større kostnad. Eventuelt kan dette ende med forskjellige diskusjoner om hvem som skal dekke merkostnaden og i verste fall ende i en rettslig tvist. Som Tom Andersen også nevner så er det at man kan benytte Dalux eksempelvis til å lettere følge opp avvik noe som også sparer mye tid. Dette lar han dermed bruke mer tid på andre oppgaver, i tillegg til at de som skal rette opp i avviket blir minnet på dette lettere. Det hindrer dermed at det bygger seg opp mer og mer forhold/avklaringer ved at man raskere får beskjeden via Dalux, kontra at man skulle fysisk gitt beskjed eller via e-post.

Når det kommer til sammenhengen mellom med og uten BIM i forhold til kvalitet, så er inntrykket fra intervjuene det at ønsket kvalitet er økende ved bruken av BIM. Dette kommer av muligheten til å se ting i 3D i forkant, og at man dermed har betydelig bedre tid på å rette opp i et avvik. Noe annet som er viktig å nevne i forhold til kvalitet er muligheten 3D gir for å hindre misforståelser. Dette kan være misforståelser innenfor et fag, eller mellom forskjellige fag. Eksempler mellom fag kan det være noe så enkelt som at det snakkes om forskjellige dører. Det som derfor løser dette på en god måte er at hver enkelt komponent har en kode/ID som gjør den enestående via geografi eksempelvis. Dermed vet begge parter hvilken komponent det er snakk om og kommuniseringen løser seg på en god måte. Dette kan også gjøres ovenfor andre fag også. Ettersom personer innenfor et fag ikke vil kjenne til alle komponenter eller materialer andre fag benytter seg av. Modellen tillater et større fortrinn i forhold til kommunikasjon og visualisering. Gjennom visualisering kan man også formidle dette bedre ovenfor byggherrer og andre som ikke har erfaring med bygg, som Erlend Bough Wisnes fra Vedal nevner. Det vil også bidra som formidling ovenfor eksempelvis næringsdrivende (leietakere) og boligkjøpere.



Figur 11 Vedal sitt prosjekt i Bispevika i tidlig fase sett fra retning Munchmuseet. Her ser man hvor tett det faktisk er mot fjorden, og at det vil kunne bli logistiske problemer dersom det ikke er planlagt godt nok. Med tillatelse fra Vedal (ukjent dato) av Vedal.

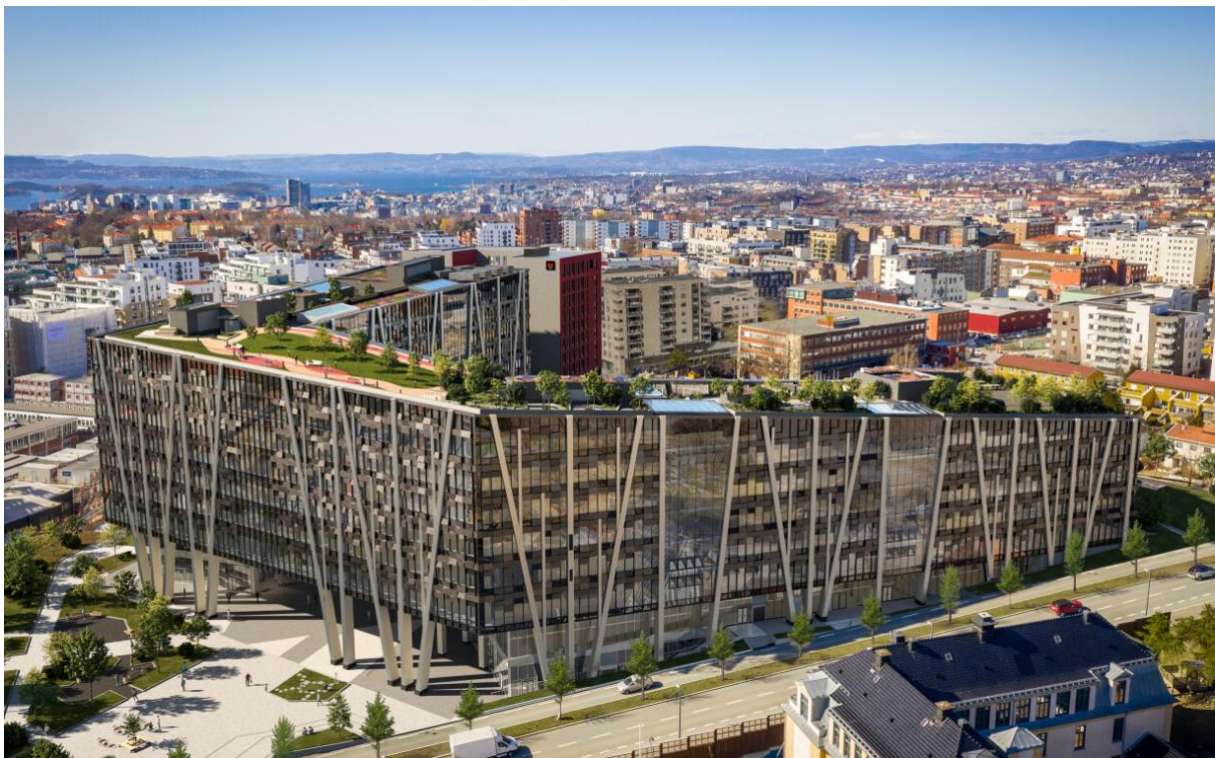
En ting som ofte er gjentagende hos de fleste intervjuobjektene er «Det er mye billigere å omprosjekttere i prosjekteringsfasen, enn det er å omprosjekttere når man er i produksjons-/utførelsesfasen.». Dermed flettes dette inn sammen med kvalitet, men også at prosjekteringen er utført godt nok. Dersom man har det, vil man spare seg for å måtte omprosjekttere ved en senere anledning. Ettersom at BIM gir et fortrinn med tanke på visualisering, som nevnt over, og muligheten for kollisjonskontroll og at påstanden ovenfor stemmer. Så er det lagt til rette for at det vil spares penger ved bruken av BIM i dette tilfellet. Samtidig vil kostnaden minimeres for alle dersom man unngår at byggeprosessen stanser opp, at prosesser rotes om (det gjøres et arbeid som hindrer at et annet arbeid som skal utføres samme sted blir gjort) og andre misforståelser.

Dermed ser man at tid, kostnad og kvalitet kan sammenkobles ved at en forsinkelse påvirker både kostnaden og kvaliteten. Dermed vil et verktøy som BIM bidra på en måte som gjør at alle parter blir tilstrekkelige fornøyde. Her er det for øvrig kun snakk om BIM med 3D, og ikke de andre dimensjonene.

4.4 Videre dimensjoner

Prosjektene det har blitt tatt utgangspunkt fra intervjuene har benyttet seg av hovedsakelig 4D og 7D. I tillegg til dette så benyttet utbyggingen av Terminal 2 på Gardermoen seg litt av flere dimensjoner. Terminal 2 er igjen et eldre prosjekt der det kanskje ikke var lagt like klare definisjoner for de forskjellige dimensjonene.

I Økern Portal hvor 7D ble tatt med, var det flere utfordringer de møtte på. Deriblant at TFM-merkingen (Tverr Faglig Merkesystem) var noe ikke alle på prosjektet hadde veldig mye erfaring med. Det var også en oppfatning fra tidlig av at det var manglende klare krav, og at man kanskje ville oppnå litt for mye på en gang. Dette kan jo tenke seg at kommer av at dette var en ny dimensjon som ikke har blitt benyttet i stor grad, og at man dermed slet med manglende kompetanse. Dette er jo noe som Iver Grytting fra Vedal også sier ved at det gled bedre utover i prosjektet. Altså at man startet med mye usikkerhet og endte opp med en relativ god erfaring.



Figur 12 Økern Portal. Med tillatelse fra Dark Arkitekter <https://darkarkitekter.no/projects/lgp>

Byggherre ved Økern Portal ønsket altså en digital tvilling som hadde ekstra applikasjoner og verktøy koblet til seg. Det var ønsket at man hadde en godt utviklet modell og at FDV-

dokumentasjon ble levert sammenkoblet med modell. Dette var fordi man da kunne i forkant forutse når komponenter måtte erstattes og dermed spare seg for ekstrakostnad ved at alt forble værende til det ble ødelagt. Dermed var deres motivasjon for dette å spare penger i lengden. Som Iver Grytting fra Vedal sier er dette noe man først vil se virkningen av senere, ettersom at overleveringen ikke er fullstendig enda. Ettersom at dette var et krevende arbeid å få i stand, så tilsier dette ikke at man automatisk vil gå i pluss kostnadsmessig. Men det er mulig dette er noe som vil effektivisere seg i større grad når flere og flere tar dette i bruk. En fordel med tanke på FDV koblet til modellen er jo at man i en tidlig fase må ha bestemt seg for hvilken leverandør og type materiale som skal leveres. Dermed vil man ha FDV innsamlet i en tidligere enn rett før overlevering, noe som ofte dessverre skjer. Å levere dette rett før overlevering til byggherre er noe som fort kan resultere i en utsettelse og dagmulkt, dersom leverandørene ikke er raske nok på å levere FDV-dokumentasjonen. Dette bidrar med å gjøre planleggingen totalt sett bedre, og man kan fort spare inn tid også på dette. I tillegg vil man ha relativt store fordeler i driftsfasen forutsatt at den digitale tvillingen fungerer som tiltenkt og oppdateres underveis i driftsfasen.

Iver nevner også at kostnaden prosentvis ikke er så stor når man snakker om den totale kontraktsummen for bygget, som ligger på 2.5 milliarder NOK. Dermed så argumenterer han for at i det store bildet, så er effekten av å ta kostnaden for BIM på prosjektet såpass liten at den ikke vil utgjøre noe forskjell. Dette er kanskje derfor man velger heller dette på de større prosjektene. Nettopp fordi man etter hvert vil nå et punkt hvor kostnadssummen blir så liten at denne prosentdelen stiger ettersom man uansett vil måtte betale for lisens og BIM-koordinator. Man ville ikke tatt i bruk dette på et prosjekt som omhandlet å bygge en enkel garasje eller tilsvarende. Samtidig så skal ikke det mye til for at det også blir snakk om store summer når kontraktsummen blir stor. 1 % av 2.5 milliarder NOK er 25 millioner, og hvis dette er bare for BIM, så er det mye penger som skal inntjenes i ettertid som er tenkt ved denne fasilitetsstyringen, men også spares inn i kontroller og hindring av misforståelser. Dette var noe mange på prosjektet naturlig nok var skeptiske ovenfor. Videre nevner Iver at det for dette prosjektet var nødvendig med tanke på prosjektet størrelse. Dette var et bygg med 80 000 kvm og flere leietakere. Dermed for å ha kontroll over alt som foregikk her, så mener Iver at det var helt klart nødvendig å ta i bruk BIM på den måten de gjorde.

Når det gjelder løsningen benyttet for å ta i bruk 4D, så er den anvendte metoden for å lage til dette gjort litt forskjellig hos Vedal og hos Asker Entreprenør. Hovedgrunnlaget er at man legger ned mye tid for å planlegge og følge opp fremdriften, og at dette krever en oppdatering løpende av modellen. Spesielt gjelder dette knyttet til der man må endre på en løsning eller at noen endringer skjer underveis. Man ser også at sammenlignet med informasjon på nettet (ref. teoridel) så har man lyktes med å gjøre det mer effektivt ved hjelp av kommunikasjon, det å ha en fremdrift bedre illustrert og også i form av reklamering ovenfor tredjepart (kunde).

Jakob Pedersen fra Per Aarsleff AS forklarer at de har benyttet seg av Vico Schedule Planner som en form av BIM-modell med 4D. Et raskt søk på internett viser også at Vico tilbyr et tilsvarende program for kostnader koblet opp mot BIM-modell, som heter Vico Cost Planner. Videre anser Jakob de viktigste aspektene man kan bringe med videre i BIM er plassering/lokasjon (antageligvis 3D), tid (4D) og økonomien (5D). Dette er for å unngå å gjøre BIM-modellen for komplisert, slik at det gjøres så lett som mulig for personer i prosjektet som ikke nødvendigvis har dette som en hovedkompetanse, som eksempelvis håndverkere.

Det er altså slik at det er flere av disse dimensjonene som er svært aktuelle når det kommer til implementering. Man kan tenke seg at en spesielt aktuell dimensjon som ikke har blitt nevnt over vil være bærekraft og da spesielt miljødelen. Man kan se hvor aktuelt og populært det har blitt med å benytte seg av diverse sertifiseringer, og fordelene med et klimanøytralt byggverk. Dette er noe man kjenner igjen i både utenlands og innenlands knyttet til det politiske bildet, men også at dette er noe som etter hvert (eller allerede er) attraktivt for leietakere og kunder. Viktigheten av riktig valg av materialer og god prosjektering vil bidra til å hjelpe med dette, og som det nevnes i intervjuene er kanskje et register med informasjon fra leverandørene bygget inn i modellen noe som kan bidra enda mer. Problemet er da også at det ofte utvikles mye nye produkter, dermed vil man kanskje ha problemer med å hente dette inn fordi det vil kreve løpende oppdateringer. Dersom man kan løse dette, sammen med at man korrekt sikter seg inn på riktig mengde av materialet og unngår store mengder avfall, så kan man tenke seg til at dette er en verdifull dimensjon å hente inn i BIM.

Man ser også at det er dimensjoner som kanskje ikke det er helt relevant, ønskelig eller modent nok til å ta med inn i modell ennå. Man ser kanskje ikke poenget med de to siste

dimensjonene, 9D og 10D. Lean Construction sammen med også HMS-styringen er noe som fungerer greit for seg selv utenfor modellen. Dette er det inntrykket man får av intervjuene. Derimot så er dette noe som gradvis vil kunne endre seg etter hvert som de andre dimensjonene i større grad er implementert og man har fått tilfredsstillende kontroll over dette. Lean Construction innblandes også litt inn ved at dette går frem for å blant annet holde avfallsmengden til et minimale, med tanke på materialvalg og korrekt bestilt mengder. Når det gjelder Bispevika, så er både Erlend Bough Wisnes og Arne Eigeland til dels inne på samme meninger om hva de anser som viktig. Erlend nevner at man ikke bør gå for å få mest mulig inn i prosjektet bare for å få den målsetningen, men heller anse behovet og agere deretter. Det å ta HMS og Lean Construction inn i BIM er noe som vil gjøre det lettere å følge opp. Så ligger alltid spørsmålet om hvem som skal ta regningen for alt dette, hvor lang tid skal det ta å legge om til å få alt dette inn og hvor stor vil en slik fil eventuelt bli. Er det realistisk å tenke at man etter hvert må ha med et eget lokalt serverrom på byggeplassen? Erfaringen fra Erlend sitt prosjekt er at 4D er noe å anbefale videre. Arne Eigeland er litt mer reservert i forhold til komplikasjonene det kan møte med andre på byggeplassen, det at ikke alle ligger på samme nivå når det gjelder kompetanse. Men også han anser flere av dimensjonene som relevante til å ta med seg videre. Tanken om å ta med seg visse dimensjoner inn som egenskaper for å hindre at filen ikke vokser seg så alt for stor, som kostnader og bærekraft (CO₂-koeffisienter o.l.), er noe han går inn på i intervjuet. Derimot så er stort sett resten av dimensjonene relevante, men som vil gjøre modell-filen større slik som er tilfellet for fasilitetsstyring.

Det har spesielt på Terminal 2 på Gardermoen og Økern Portal vært problemer med at dersom man har avvik på selve modellen, enten det er en «bug» eller noe annet, å kunne få tilstrekkelig med hjelp fra programvareleverandøren. Dette er i og for seg forståelig med tanke på at det er antageligvis mange forskjellige prosjekter som foregår der disse programvarene brukes, men dette gjør det også noe mindre ettertraktet. Det er som Bjørnar Markussen nevner i intervjuet nesten slik at man må kreve å ha nummer til en person hos leverandøren, som man kan ringe og få hjelp av fortløpende. Problemet igjen da er jo om dette er noe programvareleverandøren er villig til å gå med på grunnet at dette blir en ekstra person bundet til å hjelpe prosjekteringsgruppen, rådgivere eller entreprenøren. Dette lot seg gjøre på Terminal 2 grunnet at dette var et særegent prosjekt som var veldig tidlig ute,

men selv her støtte de på problemer som ikke nødvendigvis ble løst på kort tid. Dersom man da er avhengig av å fikse dette for å fortsette byggeprosessen, så forsvinner mye tid til dette. På Økern Portal støtte man blant annet på en del oppdateringer som skulle skje samtidig. Dette resulterte da i at rådgiveren ikke fikk prosjektert på ei uke. Det ble også problemer med «modifiseringen» av programmet noe leverandøren ikke fikk til på Øker Portal. Og som Iver Grytting nevner, så er det viktig å holde kommuniseringen mellom selve byggeplassen og programvareleverandøren tett. Dette gjelder da rapporteringer begge veier, og spesielt at de som bruker programvaren rapporterer om feil, slik at dette kan forbedres videre. Dette vil da gjøre det lettere for andre, og sørge for at resten av bransjen lettere kommer på banen og at man dermed får utviklet og effektivisert videre. Det er jo nettopp dette man vil.



Figur 13 Oversiktsbilde over OSL med T2 fra modell (med tillatelse fra Nordic – Office of Architecture), 2017, av Nordic - Office of Architecture. <https://www.bygg.no/osl-t-2/1311365!/?image=33>

4.5 Sammenligning ovenfor med og uten BIM

Ut ifra teoridelen som omhandler ROI (Return On Investment) med tanke på BIM, oppgis det at det er en klar fordel knyttet til kostnadsbesparelser ved implementeringen av BIM på prosjekter som denne masteren bygger på. Ved å se på bruken av tegninger fra vedlagt intervju omhandlende prosjekter uten BIM som Vedal har hatt tidligere, oppgis det at man blant annet måtte finne løsninger på avvik direkte på byggeplassen. Altså fikk man ikke gjort dette i prosjekteringen. Ved disse prosjektene benyttet man seg av enten papirtegninger og tegnebrett, ellers snakker man om DAK-tegninger. Man brukte også betydelig mye mer tid på å få frem en endelig tegning som skulle benyttes på byggeplassen, samt at det tok tid før

hele prosjekteringsgruppen kom i gang med å se på dette sammen. Som Iver Grytting fra Vedal nevner, så var personene i prosjekteringen fornøyde med arbeidsmetoden slik som den var når det gjelder å unngå kollisjoner og andre avvik på tvers av fagene i prosjekteringsgruppen. Men dette kan også komme av at man ikke hadde noe bedre metoder å løse dette på i form av eksempelvis BIM. Videre så nevnes det også at det var en eldre tankegang som var mer framragende før i form av at man ikke nødvendigvis følte behov for å prosjektere alle mulige deler, men at det overordnende var på plass. Dette er jo ikke slik det er den dag i dag, noe som kommer av at man med tiden får på plass standardiseringer og regler som er mer dekkende. Det er ikke oppgitt noe tid for når disse prosjektene foregikk, men dersom man snakker tilbake på 80-tallet. Så er det ikke noe hemmelighet at man kunne ta visse snarveier. Uansett så kommer dette av at man føler ikke behovet og ser derfor ikke noe grunn til å koste på seg disse ekstra kostnadene, og spesielt ikke når man vet at denne måten å prosjektere på ofte vil bespare tid kortsiktig og gir et bilde av at kostnadene holdes lave selv om kvaliteten som leveres er dårligere.

Iver snakker videre om at kommuniseringen mellom fag ikke nødvendigvis var så god, og at det kan tenkes til at for å gjøre dette bedre, så måtte man ha flere møter hvor man fysisk måtte kvalitetssikre dette i samråd. Av den grunn var det ofte at man fikk et overlevert bygg som skilte seg ut i forhold til hvordan det var på tegning. Den dag i dag har man en så og si identisk digital tvilling til bygget så dette er noe som er svært annerledes nå. At man hadde en tegning som skilte seg ut i forhold til bygget kan komme av at man ikke har tegnet praktiske løsninger. Fra min egen bakgrunn som grunnarbeider har jeg hørt historier fra håndverkere som ofte kan klage over kompetansen til arkitekt eller ingeniører når det gjelder praktiske løsninger. Dette er det logikk i ettersom at man kan tenke seg at noe er bedre teoretisk, men er vanskelig eller umulig å få til praktisk. Dette er det mange eksempler på. Oppdatering/revisjon av tegningene går også raskere den dag i dag, enn at man måtte oppdatere dette for eksempel på tegnebrett. Avhengig av kravene som stilles, så kan man jo tenke seg til at det går litt tid dersom en tegner må oppdatere i form av å tegne alt på nytt hver gang det skal oppdateres. Kommunikasjonen i forhold til en oppdatering på bakgrunn av en upraktisk løsning kan gjøres digitalt og endres fortløpende, i motsetning til at utførende/håndverker tegner på endringen på arbeidstegning og at det deretter blir levert til oppdatering av byggetegning. Som et følge av dette nevner Iver at man grunnet manglende kontroll på hva utførende bygger, vil ha noe å si for kvaliteten. Dette gjør det også dyrere for

utførende, fordi man ikke vet hvilke spesial tilfeller man støter på underveis. Dette vil dermed flyttes videre til byggherre også i form av at man vil bli tilbudt dyrere tilbud grunnet at entreprenør vil unngå tap. Videre vil de enkelte arbeidsprosessene også ta lengre tid. Som eksempelet Iver drar frem hvor man må legge et rør rundt noe som allerede er bygget, fordi man ikke har hatt muligheten til å gjennomføre kollisjonskontroll. Men om dette er noe som vil påvirke det helhetlige, selve fremdriften. Det er ikke sikkert med tanke på at man kan gjøre dette i form av overtid. Et av hovedargumentene mot BIM og det å ta i bruk denne teknikken, som nevnt tidligere, er at det er krevende å lære seg en ny teknikk. Dersom det har seg slik at de eldre sliter mer med dette og at dette gjør at man ikke kan ta i bruk de som har problemer med å lære seg BIM i prosjekteringen, så mister man også mye erfaring. Men man kan også tenke seg at det dette er noe som har blitt løst ved overgang til andre teknikker/rutiner, og man vil kunne løse dette ved å anvende de som ikke er så drevne på andre måter. Så lenge det er en gradvis overgang, og ikke en revolusjonerende overgang. Tidsforbruket generelt på byggverk har blitt raskere og raskere, men det er vanskelig å skulle konkret knytte dette til BIM. Dette er nok delvis på grunn av BIM, men også at man i større grad får konkurranse hele tiden av andre selskaper som klarer å gjøre arbeidet litt fortere. Da tvinger det frem at også andre må bli litt raskere, ellers vil man mangle det fortrinnet for å få tildelt prosjektet. Som Iver nevner, og som har blitt nevnt av Erlend fra Vedal, så kan det være krevende for en utenforstående som ikke har den samme byggerfaringen til å forstå tegninger. En utbygger trenger ikke nødvendigvis å ha så mye erfaring med tegninger, og dermed vil man kanskje få problemer med å forklare hvorfor man gjorde den endringen som man gjorde. Dette er noe en 3D-modell vil bidra til å formidle på en god måte til sammenligning, nettopp fordi den ekstra dimensjonen rommer mye mer informasjon. I Vedal er tanken at man må være innovativ i den form at man tar i bruk og benytter 3D, men også 2D slik at man kan involvere et større omfang. Dette er også litt for å tilrettelegge for de som føler seg mer komfortable med tegninger, og det er naturlig at når generasjoner skiftes ut, så vil man også se en gradvis flyt mot BIM. Dette er jo naturlig fordi nyutdannede vil antageligvis foretrekke 3D over 2D. Som Iver sier så ligger noe av styrken i å benytte seg av tegninger i at det er lettere å tegne og å hjelpe til.



Figur 14 Vedal sitt prosjekt Bispevika ut mot Oslofjorden. Med tillatelse fra Vedal AS.

I forhold til materialbruk så var det slik at man ikke hadde noe god måte på å holde orden på dette. Tegningene som var dokumenteringen var ofte feil i forhold til det man trengte i bygget, dermed måtte man fysisk gå inn i bygget for å sjekke dette. Til sammenligning så gir BIM bedre kontroll ovenfor dette, nettopp fordi det er digitalt og mye mer nøyaktig enn man får det på en tegning. En parallell man kan dra med tanke på for mye assistanse fra programmer og verktøy er at man kan ende opp med å få for mye hjelp. Derav etter hvert risikere å miste det å tenke selv, og i stedet følge oppskrifter uten å forstå det i stor grad. Det er viktig at det ligger en grad av fornuft bak det man gjør da ting, som nesten alle byggeplasser, er til en grad ulike. Blir det til at man skal ha dokumentasjon som skal dokumentere absolutt alt, og da til og med ting som er logisk at man ikke skal gjøre. Så ender man kanskje opp med å miste leverandører og valgmuligheter man har hatt tidligere.

5 Oppsummering/Diskusjon

Det er flere positive og negative sider som kommer fram i intervjuene, og det meste støtter opp imot det som er av teori innenfor BIM. Dette gjelder også for både valget av bruk av BIM mot bruken av tegninger, men også ved å ta i bruk BIM-dimensjoner utover 3D. Det er helt klart at en bør se etter hva som behøves og hva man ønsker, og ikke ta inn alt på en gang. Det er også slik at det enda er tilfeller hvor tegninger, BIM 3D og BIM utover 3D vil passe bedre til enkelte prosjekter. For eksempel i form av at det ikke vil være noe spesielt nødvendig med å ta i bruk BIM når det er snakk om veldig små prosjekt. Men helt det er klart at det kommer fram i intervjuene at det er i større grad positivt å ta i bruk BIM ettersom det gir et fortrinn i materialvalg og logistikk, prosjektstyring med mer.

Derfor er tanken videre her å diskutere konstruktivt ovenfor tidsbesparelse, kostnader og kvalitet innenfor de tre verktøyene som har vært blitt nevnt tidligere.

5.1 Tidsbesparelse

Som nevnt tidligere så vil tid, kostnad og kvalitet ofte gå hånd i hånd innenfor prosjektet. Men det er selvsagt ikke alltid en garanti at ved å spare tid så vil det også bli billigere. Samtidig så gir det heller ikke noe garanti for kvaliteten på prosessen eller prosjektet. Derimot så hjelper BIM oss med å planlegge mer nøyaktig og å regulere prosesser. Da kan man tenke tilbake til eksempelet Tom Andersen gir. Dette gjelder for så vidt innenfor kostnadsbesparelse også. Men dersom man ved flere anledninger bestiller ukorrekt mengde fordi man benytter seg av tegningen til å regne dette ut, så vil man ende opp med feil mengde dersom tegningen ikke er helt korrekt. Noe den ofte ikke er da det kan ha skjedd endringer underveis hvor man ikke har fått oppdatert dette, nettopp fordi det er mer krevende enn ved BIM. Sitter man da med en tidskritisk prosess, så kan man risikere at dette stanser opp deler eller mer av byggeplassen. Samtidig kan man kontre dette med at hvis en har et lite prosjekt, så er det ikke nødvendigvis lurt å bekoste på seg masse tid til å modellere når man fint kan klare seg med en tegning. Ettersom at det i bunn og grunn går mer tid på å modellere et bygg enn det går på å tegne det samme, naturlig nok fordi man også taper mye informasjon ved å tegne. Videre er det også muligheten til å utføre kollisjonskontroll som også taler for BIM 3D innenfor tid, kostnad og også kvalitet.

Det har seg også slik at når man tar i bruk en ny teknikk eller et verktøy så vil det gå litt seigt i starten. Dette er ikke så relevant innenfor BIM 3D og tegninger da dette er velanvendte verktøy, men derimot for de dimensjonene som bygger på fra 3D. Hvis man drar parallellen mellom overgang til 3D fra tegninger så er dette noe som må være lønnsomt ettersom at dette benyttes på stort sett alle de store prosjektene. Og dette var nok ikke like lett i starten heller, men etter hvert som man har blitt mer drevne på 3D så har det også blitt mer effektivt. Dette kan også være tilfellet for de ekstra dimensjonene da man også her ser poeng som kan bidra til også å spare tid. Fremdrift implementert inn i BIM modellen kan gi oss bedre oversikt for alle på byggeplassen, og kan gjøre det slik at man direkte kan se effekten av om den tenkte fremdriften er mulig å la seg gjøre. Man ser dette tidligere og kan planlegge deretter, noe man ikke vil kunne se på samme måte dersom man her 3D separat fra fremdriftsmodellen. 7D kan spare oss tid ved at det krever en tidligere innsamling av dokumentasjon så man ikke sitter igjen med dette helt til slutt. Det er bare viktig å huske på at en teknikk eller et verktøy vil gå tregere i starten når det foreligger mindre kompetanse for å benytte dette. Andre gang vil det gå raskere, tredje gang enda raskere og så videre.

5.2 Kostnadsbesparelse

Ettersom at priser på diverse materialer er økende, spesielt etter Koronaepidemien og nå krigen i Ukraina, så er det å spare kostnader andre steder noe en byggherre kanskje vil tenke spesielt på nå. Naturlig nok vil det i å bespare tid på prosjektet i form av at prosjektets løpetid er kortere, spare kostnader da man slipper å ha folk og maskiner i drift over lengre perioder. Da det ikke er noe intervju fra den delen som omfatter kostnader i BIM, så må man tenke seg til at man her vil benytte det på tilsvarende måte som man ville gjort for 4D og for 7D. Dermed vil man kunne ta i bruk dette i samspillsfasen, men også er dette noe som entreprenører kan benytte seg av i stedet for rene kalkyler. Dette er da gått ut ifra at man har en felles sky/register der priser fra leverandører foreligger. Ved hjelp av dette kan man dermed velge fra flere leverandører og få et mer prisgunstig tilbud, som igjen vil minske prisen for alle involverte.

Det har seg jo slik at når ting ikke blir planlagt nøye så vil man også støte på flere problemer, og eksempelvis da i form av arbeid som må gjøres på nytt. Ved bruk av kun tegninger så mister man mye informasjon, og dermed får man heller ikke planlagt i like stor grad. Det samme gjelder for bruken av kun 3D BIM. Men det er dermed ikke sagt at man kun har

dimensjoner som vil bidra til å dempe kostnadene. Noe vil kanskje ha liten til ingen effekt for prisgrunnlaget, eller til og med negativ effekt. Ved 7D, fasilitetsstyring, så ser man lite til ingen effekt for kostnadene under utføringsfasen. Ved prosjekteringen så er jo dette dyrere og krever mye tid. Det eneste tilfellet er at man kan unngå forsinkelser som følge av FDV innsamling helt på slutten. Effekten av fasilitetsstyring vil man i stor grad se etter overlevering, og dermed er det kanskje lurt å forsikre seg at det er drifter som betaler for dette. Det er nettopp derfor det støtter oppunder hvorfor det kan være lurt å vite hva man ønsker i forhold til dimensjonene, og hva som behøves.

Fra Jakob nevnes det at man sparte kostnader som følge av at man nettopp fikk spart inn 5 og 6 måneder som følge av bruken av 4D på prosjekter. Dette skjedde fordi man fikk spart inn kostnader som følge av 5 og 6 måneder hvor man ikke trengte arbeidere og maskiner, noe som ville bygget opp en del ekstra timer og derav store summer.

Det er vanskelig å si noe om man konkret ville spart noe på implementeringen av Lean Construction inn i BIM, da dette er noe som allerede fungerer bra som det er, og at man dermed ikke har noe behov for å ta dette med. Dette er kanskje noe som er bedre for framtiden, når man har kommet lengre på implementeringen av de mer «essensielle» dimensjonene. Det samme gjelder muligens for 8D, HMS, hvor man har gode eksisterende rutiner for innrapportering av både sikker bruk og rapportering av avvik/uheldige hendelser. I forhold til 6D, bærekraft, er det som nevnt tidligere i resultatdel og av Tom Andersen flere muligheter. Da dette kan bidra til diverse sertifiseringer og at det dermed blir mer attraktivt. For tegninger så er det klart at dette ikke er like omfattende og ikke krever like mye arbeid. Det samme gjelder for kun 3D, men ikke i like stor grad. Dermed er begge disse verktøyene billigere å gjøre i stand.

5.3 Kvalitet

Det å ha bra kvalitet på det man leverer hindrer oss i å måtte bruke tid, ressurser og penger på å gjøre dette på nytt eller i å utdype forholdet, dermed henger alt dette sammen i den forstand. Tegninger gir oss muligheten til å se hvordan det skal være på et 2D plan, altså kan vi hente inn det vi trenger i form av lengder og tykkelser på en tegning, og høyder på eksempelvis en vegg ved hjelp av snitt. For en 3D-modell kan man finne alt dette på et sted. Den informasjonen man taper i CAD-tegninger mot BIM-modell vil dermed innebære utføringen av kollisjonskontroller. Her kommer også problemene inn i form av at det ikke gir

oss muligheten til å planlegge like godt med tegninger. I forhold til tidsbesparelse og kostnader, hvor det helt klart er ting som taler for alle de forskjellige verktøyene, så vil det for kvalitet konkret være så og si utelukkende bedre med bruk av BIM. Dette gjelder dermed i større grad for flere av de andre dimensjonene også.

Hvis vi ser tilbake på det som omhandlet armeringstegninger som ble nevnt av Bjørnar i intervjuet. Der sier han at man kan spare tid på å lage tegninger selv kontra å hente det ut fra modellen, men man mister også muligheten til å hente ut bøyelister blant annet. Dermed må man ha flere dokumenter for å beskrive en ting en modell selv kan gjøre. Samtidig vil man ha bedre oversikt på tvers av fagene. Man vil i stor grad kunne se at det ikke er oppgaver som krasjer enda lettere. Egne merkinger på identiske elementer i modellen vil gjøre at man har mindre grad av misforståelser. Det er for øvrig slik at det er noe ting som også en prosjekteringsleder ville kunne oppdage, derimot så sikrer man seg det slik at man hele veien er tryggere. I tillegg frigjør det også mye tid for en prosjekteringsleder til å drive med andre oppgaver.

5.4 Andre ting

Det har seg også slik at grunnet at Norge har hatt prosjekter som har benyttet seg av omfattende implementering i BIM så har dette gjort til at man har fått økende assistanse av programleverandører, som tilfellet har vært på både T2 og Økern Portal. Dette er ikke nødvendigvis noe som gjelder for alle prosjekter til lands og i andre land, og det har også kommet opp tilfeller hvor programvaren har stagnert og man har hatt problemer med å få hjelp til å løse dette. Det vil dermed gå utover tiden på prosjektet.

I forhold til materialbruk med tanke på klima, miljø og energiytelsen i bygg, hvor mange av disse sertifiseringene, som BREEAM blant annet kommer inn, så vil nok dette bare bli bedre. Her snakker man om at det ofte tas det enklere og billigere alternativet som ofte ikke er like bra for nettopp klima, miljø og energiytelsen. Dette er nok i hovedsak også for å gjøre seg mer konkurransedyktige fra entreprenør sin side, ettersom at det vil være dyrere å legge om maskinparken til elektrisk for eksempel. Men ettersom at flere og flere byggherrer stiller strengere krav til miljø, og at fordeler gis avhengig av hvordan man stiller miljømessig i anbuds brevet. Så er nok dette også noe som kommer sterkere inn, spesielt hvis man etter hvert benytter seg av bærekrafts-dimensjonen. En annen løsning som også ble nevnt av Bjørnar er at man kan spare seg for avfall ved å flytte resterende materialer fra et prosjekt til

et annet med minimale krav og dokumentasjon. Dette er jo da gitt at man har to tilsvarende prosjekt i forhold til krav og dokumentasjon. Dette vil man kunne spare store mengder materiale på, i tillegg vil avfallsmengden holdes lavere. Bjørnar nevner også produktdatatemplates, som vil gjøre dette mer strukturert på en standardisert måte. Dette kan da gjøre at man kan dra inn dokumentasjonen tidlig i prosjekteringsfasen, i stedet for at dette er noe som bygger seg opp helt til slutt.

Videre så er det naturlig at dette er et bra punkt for å gjøre planleggingen smartere, og at det dermed vil flyte bedre fra fase til fase. Grunnen for dette er at man har en god oversikt av hva bygget inneholder som igjen gjør at man kan ta bedre valg og få et bedre resultat.

6 Konklusjon

Det er ikke slik at det utelukkende taler for hva som er best av dimensjonene og eldre metoder i forhold til tid, kostnad og kvalitet. Heller er det slik at man kan se poenger som taler for det ene eller det andre. Uavhengig av dette så gir de fleste av intervjuene uttrykk om at det på sikt er fornuftig å benytte seg av de videre dimensjonene. Det er viktig å huske på at i noen tilfeller er det selskaper som har kommet lengre med implementeringen av BIM. Kvalitetsmessig later BIM med tilleggsdimensjoner til å være et meget godt verktøy samtidig som det også taler for kostnad- og tidsbesparelse. Kontrollen det gir, og den ekstra tryggheten man har rundt at prosesser holder kvaliteten som gjør at man leverer et så godt produkt som mulig er uvurderlig. Dette er nettopp fordi det sparer parter også mye tid og energi på det som kan komme som et følge av en dårlig utført jobb. Med tanke på materialvalg vurderes BIM som helt nødvendig for å kunne stille opp for å oppnå sorteringsgrad og for å holde avfallet på et minimalt nivå.

Det essensielle er at man kun tar det man ser behov for. BIM er og skal være et verktøy som kan bidra med å effektivisere og å produsere et sluttprodukt alle parter er så tilfreds som mulig med. Dermed bør man være forsiktig med å ta inn BIM med dimensjoner bare for å ta dette inn, for det vil ikke nødvendigvis gi en god opplevelse. Det er også nyskapende og derav mye kompetanse å dra til seg som dermed vil gjøre verktøyet mer brukervennlig og lettere å få mer ut av. Alle anser ikke nødvendigvis alle dimensjonene som er diskutert i denne oppgaven som like nødvendige, eller ikke nødvendige i det hele tatt. Men det er kanskje derfor dimensjonene er bygd opp slik som de er, sammen med at det er et naturlig skritt å gå fra 3D til å få med fremdrift og deretter kostnader osv. Samtidig ser man også at BIM har utviklet seg og begynner å tas i bruk også etter overlevering, og at det ikke kun gjelder for prosjektering og utførelse. Med tanke på byggets levetid, er det viktig å ha med seg at byggets FDV-kostnad er vesentlig sammenlignet med byggekostnaden og en effektivisering her med 7D, viser til Økern Portal, hvor det kan gi relativt mange muligheter for byggets eier og drifter.

Dermed er det inntrykket man sitter igjen med at det er et verktøy alle de som har blitt intervjuet vil ta i bruk og videreutvikle. Derfor anses det som en investering som man vil

være villig til å ta. Men ikke nødvendigvis en fullverdig digitalt integrert løsning. Noen har som nevnt tidligere kommet lengre enn andre, men er fortsatt interessert i å ta dette i bruk videre. Selv om en del er usikre på virkningen av tid- og kostnadsbesparelse så er det såpass mye som taler for at man bør vurdere muligheten til å benytte seg av dette.

6.1 Videre arbeid

En ide for videre studie innenfor dette feltet vil være å ta for seg mer ROI for enkelte ekstra dimensjoner, eventuelt å ta for seg andre dimensjoner, se hvordan diverse annen informasjon knyttet til objektet enkelt kan implementeres og oppdateres fra produsent/leverandør og sensorteknologi. Ved at FDV eksempelvis legges inn som ekstra informasjon fra leverandør inn i BIM, og at man ved hjelp av sensorteknologi kan registrere når dette må skiftes ut etc. For tidsbesparelse kan det kanskje være mer utfordrende å finne dette ut ved kun sammenligning, da det er utfordrende å direkte knytte det opp mot tid. Dette kommer også av at med tiden så vil prosjektiden naturlig gå ned. Det kan også være interessant og se også hvordan enkelte miljøer utenfor Norden arbeider med BIM på prosjektene sine. Det samme også for de enda mindre selskapene og selskaper/prosjekter med lokasjon annet sted enn Stor-Oslo/Østlandet. Intervjuene har gått gjennom prosjekter hvor man har tatt i bruk implementeringen av dimensjoner utover 3D, men om dette gjelder for hele Norge eller er det likt fordelt utover landet prosentvis. Det kan også være interessant å få innsikt i.

7 Referanseliste og vedleggsliste

- [1] Oslo Kommune, (Udatert). Klima- og miljøkrav. <https://www.oslo.kommune.no/for-vare-leverandorer/krav-til-leverandorer/klima-og-miljokrav/#toc-1>
- [2] Veidekke (Udatert). Involverende planlegging. <http://veidekke.no/om-oss/kompetanse/article8308.ece>
- [3] Birkedal (2014). Evaluering av pilot Oslo Lufthavn – Ny terminal (Oslo T2) (Pilot 14). Analyse&Strategi. S. 4 & 12
<https://innovativeanskaffelser.no/content/uploads/2021/09/p13-osl-ferdig.pdf>
- [4] Brekkhus, A (2019). BAE-næringen vokser kraftig - har passert 1.100 milliarder i omsetning. Bygg.no <https://www.bygg.no/bae-naeringen-vokser-kraftig-har-passert-1-100-milliarder-i-omsetning/1415421!/>
- [5] Senter for byggenæringen, Institutt for strategi og entreprenørskap (2019). En verdiskapende bygg-, anlegg- og eiendomsnæring (BAE): Oppdatering 2019 (Forskningsrapport 2/2019). Handelshøyskolen BI. <https://biopen.bi.no/bi-xmlui/bitstream/handle/11250/2629396/Forskningsrapport%202-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [6] Vedal (udatert). Bispevika. Vedal.no <https://www.vedal.no/prosjekt/bispevika/>
- [7] Jæger, P (2012). Boligprodusentenes BIM-manual (Manual versjon 2.0). Boligprodusentenes Forening. <https://www.yumpu.com/no/document/read/18528087/last-ned-manualen-her-boligprodusentene>
- [8] Cheng, J. C. P. & Ma, L. Y. H. (13. mars 2013), A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste management* 33 (2013). S. 6-11
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0956053X13000068?token=3C74270730426A217062F65EA26D60A8CA85CE3C43DE607F41E6506E653554409C62E9856A8C5567D8A29E67F64E7FF4&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220609120605>
- [9] Skanska (udatert). Hva er egentlig BIM. <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-bim/>
- [10] Graphisoft (udatert). BIM. <https://graphisoft.no/archicad/bim-og-ifc>
- [11] Statsbygg (udatert). BIM. <https://www.statsbygg.no/bim>

- [12] Byggeindustrien (2018, 15.08). Statsbygg innfører krav om papirløse byggeplasser. *Statsbygg innfører krav om papirløse byggeplasser.* <https://www.bygg.no/statsbygg-innforer-krav-om-papirlose-byggeplasser/1362995!/>
- [13] Betonmast (udatert). BIM. <https://www.betonmast.no/baerekraft/digitalisering/bim/>
- [14] BuildingSMART (udatert). Industry Foundation Classes (IFC) <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- [15] Standard Norge (2020). Industry Foundation Classes (IFC) for deling av data innenfor bygg og anlegg og fasilitetsstyring — Del 1: Datamodell (NS-EN ISO 16739-1:2020) <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1150515>
- [16] Seehusen, J. (2008). BIM Krever disiplin. Tu.no <https://www.tu.no/artikler/bim-krever-disiplin/239044>
- [17] Fosse, R v/Skanska (2017, 22.05). Hva er egentlig VDC? Les om hvorfor det gir mening!. ITBAktuelt.no <https://www.itbaktuelt.no/2017/05/22/vdc-skanska5116/>
- [18] Norconsult (udatert). VDC. <https://www.norconsult.no/kompetanse/fag-og-tjenester/vdc/>
- [19] Strand, S.S. (2022, 25.01). Internasjonal VDC-skryt til milliardprosjekt i Trøndelag. Bygg.no <https://www.bygg.no/internasjonal-vdc-skryt-til-milliardprosjekt-i-trondelag/1489007!/>
- [20] Wavin (udatert). Hvordan fungerer BIM? <https://www.wavin.com/nn-no/kunnskapssenter/nyheter/bim-fremtidens-samarbeidsprosess>
- [21] Centre Line Studio (udatert). BIM Standards <https://centrelinestudio.com/bim-standards/>
- [22] Marketing Indovance (2021, 24.03). BIM levels and dimensions explained – Scope and benefits. Indovance.com <https://www.indovance.com/knowledge-center/bim-levels-and-dimensions-explained/>
- [23] Hui, S.C.M (2018, jan.). What is BIM? SBS5322 Basics of Building Information Modelling (BIM) (Course name) http://ibse.hk/SBS5322/SBS5322_1819_02.pdf
- [24] United BIM (udatert). 5D BIM Implementation- Barriers & Benefits- Boon for Every Cost Estimators. <https://www.united-bim.com/barriers-benefits-of-5d-bim-implementation-in-the-construction-industry/>

- [25] Chew, A & Riley, M (2013). What is going on with BIM? On the way to 6D. *The international construction law review*. <https://www.corr.com.au/site-uploads/images/PDFs/Insights/Andrew-Chew-What-is-going-on-with-BIM-ICLR.pdf>
- [26] Tesla OS (2018, 23.04). What is 6D BIM? Tesla outsourcing services <https://www.teslaoutsourcingservices.com/blog/what-is-6d-bim-explained/>
- [27] Mobile Worker (2019, 14.05). Hva er FDV og hvordan skape god dokumentasjon? Mworker.no <https://mworker.no/blogg/hva-er-fdv-og-hvordan-skape-god-dokumentasjon/>
- [28] 8D BIM (udatert). <https://8dbim.weebly.com/8d.html>
- [29] Kamardeen, I (2010). 8D BIM MODELLING TOOL FOR ACCIDENT PREVENTION THROUGH DESIGN. *Association of Researchers in Construction Management*, 281-289. https://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2010-0281-0289_Kamardeen.pdf
- [30] Tommelein, I.D. (1999). Seventh Conference of the International Group for Lean Construction. *PROCEEDINGS IGLC-7*. s. 10-15 <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.418.4301&rep=rep1&type=pdf#page=9>
- [31] Ershadi, M., Davis, P., Jefferies, M. & Mojtahedi, M. (2021, 14.09). Implementation of Building Information Modelling in infrastructure construction projects: a study of dimensions and strategies. *International Journal of Information Systems and Project Management*. 9(4). S. 5. <https://doi.org/10.12821/ijispm090403>
- [32] Pereira, V., Santos, J., Leite, F. & Escorcio, P. (2021, 18.07). Using BIM to improve building energy efficiency — A scientometric and systematic review. *Energy & Buildings*. 250(2021). S. 8 & 10. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111292>
- [33] Standard Norge (oppdatert 2021, 10.08). Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk – ISO 19650-serien. <https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/digital-byggeprosess/iso-19650-serien/>
- [34] CoBuilder (udatert). åpenBIM standardene har blitt «Norsk Standard». <https://cobuilder.com/nb/aapenbim-standardene-har-blitt-norsk-standard/>
- [35] BuildingSMART (udatert). BS-standarder. <https://buildingsmart.no/bs-standarder>
- [36] Byggtjeneste (udatert). Hva er BREEAM/BREEAM-NOR <https://byggtjeneste.no/breeam-nor/>

- [37] Grønn Byggallianse (udatert). Nysgjerrig på BREEAM-NOR
<https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/nysgjerrig-pa-breeam-nor/>
- [38] Grønn Byggallianse (udatert). EUs taksonomi – nye rammebetingelser for bærekraft.
<https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/nye-rammebetingelser-for-baerekraft-i-bygg-og-eiendom/#1647613482065-e8197910-5b9b>
- [39] Foss, E. & Hasle, S.A. (2021, 16.12). Innlegg: EU-taksonomien på full fart inn i norsk næringsliv. Bygg.no <https://www.bygg.no/innlegg-eu-taksonomien-pa-full-fart-inn-i-norsk-naeringsliv/1485898/>
- [40] Lee, G., Park, H.K. & Won, J. (2012, 09.01). D 3 City project — Economic impact of BIM-assisted design validation. *Automation in Construction*. 22(2012). S. 8 & 9.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.12.003>
- [41] Grønmo, S (2020, 03.11). Kvalitativ metode. Store norske leksikon.
https://snl.no/kvalitativ_metode
- [42] Haug, D. (udatert). Bruk av BIM i borettslag og sameier. Direktoratet for byggkvalitet.
<https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/andre-fagomrader/eiendomsforvaltning/Eksisterende-bygg-publikasjoner/bruk-av-bim-i-borettslag-og-sameier/>
- [43] Zou, D., Chen, K., Kong, X. & Yu, X. (2019, 12.04). An approach integrating BIM, octree and FEM-SBFEM for highly efficient modeling and seismic damage analysis of building structures. *Engineering Analysis with Boundary Elements*. 104 (2019). S. 1 & 2.
<https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2019.03.038>
- [44] Hofstad, K. (2021, 07.04). Standard Norge. Store norske leksikon
https://snl.no/Standard_Norge
- [45] Zimmermann, L. (2021, 14.12). Klimakrav til bygge- og eiendomsbransjen. Bygg.no.
<https://www.bygg.no/innlegg-klimakrav-til-bygge-og-eiendomsbransjen/1485678/>

8 Vedlegg

8.1	INTERVJU MED IVER GRYTTHING FRA VEDAL ANG. ØKERN PORTAL	49
8.2	INTERVJU MED IVER GRYTTHING FRA VEDAL ANGÅENDE ELDRE PROSJEKT UTEN BIM	57
8.3	INTERVJU MED ERLEND BOUGH WISNES OG ARNE EIGELAND FRA VEDAL	64
8.4	INTERVJU MED BJØRNAR MARKUSSEN FRA DR. ING. AAS-JAKOBSEN	77
8.5	INTERVJU MED TOM ANDERSEN (SELVSTENDIG/ASKER ENTREPRENØR)	88
8.6	INTERVJU MED JAKOB ØRSTED PEDERSEN FRA PER AARSLEFF AS	100

8.1 Intervju med Iver Grytting fra Vedal ang. Økern Portal

Hvilket prosjekt var det du hadde, og hvilken posisjon hadde du?

Jeg kom inn i det man kaller detaljprosjektfase. Da hadde de så vidt begynt å bygge når jeg kom inn der. Det hadde blitt bygd en del av bærekonstruksjon. Grunnen til at jeg ble dratt inn var at jeg jobbet med BIM-manualer og oppsett for Vedal på tvers av prosjekt. Så fikk jeg en del spørsmål fra Økern Portal, og vi fant ut da at det var best at jeg ble dratt med inn i prosjektet. Hovedrollen min da ble å styre den prosessen med at byggherre ønsket/bestilte seg en digitaltvilling til prosjektet, som da førte til at det ble en del endringsbestillinger fra byggherre som vi skulle videreføre til våre rådgivere. Så jeg var på en måte BIM-leder på prosjektet for Vedal sin side, og det var i en posisjon ved siden av prosjekteringsleder.

Var det noe spesielt dere anvendte i forhold til BIM? (annet enn 3D)

Det som var på prosjektet var at det var bygging samtidig som prosjektering, og det som var bestillingen fra byggkonsulenten til byggherren var spesielt 7D (fasilitetsstyring). Det de ønsket med denne digitale tvillingen, var å koble apper og ekstra verktøy til modellen i driftsfasen. Vår rolle i dette var å legge til rette for den modellberikingen som det innebar, og merke objektet med TFM-kode, som er Statsbygg sitt tverrfaglige merkesystem. Det var slik at man kunne levere FDV koblet til kodingen som var brukt i modell. Så det var egentlig 2 hovedting, TFM-merking i tillegg til ganske detaljert modellering og å levere FDV dokumentasjon slik at den var koblet til modellen i prosjektet. Så det var tatt i bruk flere av Dene. Drifteren, han ønsker prediktivt vedlikehold, altså å kunne skifte ute elementer/deler/komponent før det er slitet ut. Hovedtanken var å kunne oversiktlig skifte ut i forkant slik at det ble billigere. Økern Portal har i tillegg akkurat blitt overtatt, så det er jo i veldig tidlig fase, men målet på sikt er jo å få økonomi i dette.

Hvordan gikk dette?

For det første krevde det veldig mye, ettersom det er veldig nytt for mange, forklaring både i avtale med de forskjellige rådgivere, byggherre og driftere. Som var nytt for oss også, så det var veldig utfordrende. Samtidig så var det med merkingen veldig nytt for mange rådgivere, så det foreligger derfor ikke en god rutine for å sjekke at merkingen stemmer med Statsbygg

sine krav. Utover i prosjektet gikk det seg til, da man fikk til avtaler som gjorde at det ble gjort.

Var det forsvarlig å ta i bruk BIM utover 3D i forhold til kostnad, tid og kvalitet? Gjerne utdyp (hvordan?).

Jeg vil si at i prosent av hele bygget sin kostnad, så er det ikke noe stor prosent på dette feltet, men prosjektet hadde en kontraktsum på 2,5 milliarder NOK. Så det skal ikke være så stor andel før det er mye penger det er snakk om. Det var veldig mange som var usikre på om det faktisk lønte seg, men jeg tror at det på sikt er lønnsomt. Det kan være enklere for byggherre å leie ut arealer ved at man har noe ekstra å tilby, og det at det er lagt til rette for at bygget er mer digitalisert i form av flere Der (her 7D). I driftsfasen vil man jo bruke 1D til 3D, man ønsker også å koble kostnadene (5D) til det. Man håper også å bruke flere D-er fremover, men det har man ikke konkrete planer for. Det ligger i alle fall til rette for det. Så jeg vil si det er forsvarlig ettersom prosjektet er så stort. Det er 80 000 kvm og mange leietakere. Størrelsen gjør at det krever mer system, og det at man har koblet det til BIM. Altså databasen, kort, type objekt inn i bygget har en type merking, som gjør at man kan forholde seg til alle doer av en viss type, som har en type drift. Altså en type dør vil ha en type drift. Det gjør at man har større sjanse for å holde orden. Man kan se på det slik at hvis man har en vaktmester som har fullstendig kontroll, men så kommer det en ny vaktmester som må begynne helt på nytt. Da tror jeg at BIM er forsvarlig ved at det er lettere for den nye vaktmesteren å få oversikt. Så på sikt vil jeg si at BIM vil være forsvarlig. Men dette er nok ikke alle enige i (hehe).

Redegjør for BIM i bruk i prosjektet, hva brukte dere BIM til (alt fra krasjkontroll, kommunikasjon, prosjektering, visualisering osv. for 3D).

Vi brukte jo krasjkontroll, der vi kommuniserte ut de type sakene som BIM-koordinatoren på prosjektet fant opp til rådgiveren. Da brukte vi BIMcollab, som er en server som kobles opp mot rådgivningsprogrammet, så BIM-koordinatoren kan, basert på en Solibri-krasjkontroll, kan synkronisere sakene opp i den BCF-serveren som BIMcollab er. Og deretter ned til rådgivningsprogrammene. Slik at hvis det var en krasj mellom ARK sin vegg og ventilasjonskanaler, så kunne det kommuniseres ut der. Prosjekteringen gjaldt jo for prosjektering. Visualiseringen er jo benyttet hele tiden, og det var jo ekstra mye nå i slutten

når man kobla FDV-dokumentasjon til modellen. Det er ikke alltid at det som står i beskrivelsen på objektet er forståelig for dem som skal levere inn FDV. Så da søker vi oss opp på den typemerkingen i modellen også finner det objektet det er prat om, som vi da skal levere FDV på. Da klarer UE å koble at de leverte det blandebatteriet til den doen, for eksempel. Så det er jo veldig nyttig.

Hvilke erfaringer fikk dere ved bruk av BIM på dette prosjektet?

Det er veldig mange aktører i byggebransjen og i prosjektet, vi var jo 800 personer (fagarbeidere) på prosjektet. Men det er ikke de som nødvendigvis har mest bruk av BIM, hvertfall på dette prosjektet her. Uansett, det er veldig mange i administrasjonen og der varierer interessen av å lære seg nye systemer og nye arbeidsmetoder. Det er jo hovederfaringen, det at det kreves ganske mye ekstra opplæring på forskjellige aktører og forståelse av hvor mye folk skjønner og vil skjønne på et felt, kanskje. Produktutviklerne nå ønsker jo å gjøre produktet så intuitivt som man får det, men det jo grenser for hvor lite man skal kreve av brukeren. Så BIM er ikke for alle, det krever noen dedikerte personer i prosjektet til å følge opp de nye type systemene, og kanskje ta eierskap i å få det til å fungere. For det kan for mange føles som et krav som blir tredd over hodet på deg, og sagt at dette må du kunne. Mens noen ser på det som en artig erfaring og mange som ser på det som en god investering og det å lære seg dette. Så det er veldig forskjellig motivasjon i et så stort prosjekt, og det gjør det på en måte litt tungt å få det til. I ettertid ser man i større grad nytten, så hovedutfordringen ligger i stor grad i det å motivere underveis til å lære seg et nytt system, og å overbevise hvorfor man gjør dette. Det krever ganske mye ressurser på denne biten for å holde motivasjonen oppe i bedriften for å få det til.

Hadde det noe å si for kvalitet, pris og tid sammenlignet med andre prosjekter?

Kvaliteten vil jeg si økes med tanke på inkluderingen av FDV, derimot går prisen opp og det brukes mer tid på det. Det skjerper entreprenøren til å levere bedre kvalitet, men samtidig investere mer tid i det. Det var vanskelig for dem å forstå hva det innebar av merarbeid, både for oss og for underentreprenørene våre, og rådgiverne. Rådgiverne slet med å forstå hva det innebar, litt for det var nye krav som ble stilt, og krav som endret seg underveis. Det var kanskje hovedutfordringen. De visste ikke helt hva de ville ha, og etter hvert så fikk man

funnet ut av det. Men da var det vanskelig å beskrive det godt, med at kontrakten ble litt vanskelig. Det vil nok være vanskelig å beskrive det kort og godt på neste prosjekt også.

Kvalitetsmessig, var det noe man møtte på som ellers ikke ville blitt avdekket dersom man ikke hadde benyttet BIM?

Ja, helt klart. Det er jo et stort prosjekt, med nesten 80 000 kvm. Det var jo da mange fag, det var kanskje 20 prosjekterende fag eller IFC-modeller. Der 10 av dem var veldig innholdsrike. Med den administrasjonen som var, så hadde det vært helt umulig å bygge det så fort tror jeg. Det ble jo bygd på ca. 2 år, som er veldig spesielt. For det var veldig viktig for byggherren å få overlevert bygget til Telia til den tiden som var satt. Telia var den leietakeren som skulle ha mest plass, de skulle ha rundt en tredjedel av arealet. Derfor krevde det helt unormalt rask byggetid. Jeg har ikke konkrete bevis på dette, men man ser jo på andre mindre prosjekt der det ikke blir brukt gode systemer for tverrfaglig kontroll. Altså å kontrollere krasjkontroll, og visuelt inn i modellen, altså at totalentreprenøren har en person internt som tar hånd om den tverrfaglige kontrollen. At det ikke bare ligger på de prosjekterende at de skal holde styr på det. Det krever veldig mye tilpasning ute blant dem som bygger.

Hvordan tenker du at tidsbesparelsen har vært ved bruken av BIM?

Det er litt vanskelig å svare på. Vi har en Snapchat-gruppe for administrasjonen her i Vedal der en av de som er produksjonsleder på prosjektet som ofte sender «snap» av tilpasninger som har måtte bli gjort. For eksempel rør som har måtte bli lagt sikksakk rundt, fordi det er mange kollisjoner noen steder. Da sendte han «snap» med knust hjerte med tverrfaglig kontroll, ettersom at han hadde jobbet på for å løse et problem ute i produksjon med rørleggeren og ventilasjonsfolk. For å tilpasse noe som kunne være unngått, ved at det hadde blitt gjort en god kollisjonskontroll. For å utføre en slik kontroll så er det jo bare å trykke på en knapp, «kolliderer rør med ventilasjon», også får man opp alle plassene hvor det kolliderer. Også sender man bare dette ut. Men når ikke vi er helt modne nok på å få inn den metodikken i alle prosjekteringsgrupper, hele tiden. Da må det gjøres i produksjon. Det er jo egentlig bare å telle antall tilpasninger som måtte gjøres ute i produksjon og så se hvor mye ekstra tid dette tar. Så vet man jo egentlig hvor mye man spare på ved å bruke BIM. Hvis man har tiden det tar for å utføre kollisjonskontrollen sammen med hvor lang tid det tar

for rådgiver å rette feilen, og sammenligner dette med ekstra tid brukt ute i produksjon. Så kan man se det der.

Hvordan var kostnadsbesparelsen ved bruk av BIM?

Da må vi jo tenke oss frem til hva BIM-konsulentene koster, hva rådgiver tar i timen og hva koster det for dem som produserer det og riggen (forlenget byggetid for eksempel) og lignende. Det er ikke et veldig enkelt regnestykke kanskje, men hvis man tar for en enkelt ting så er det jo mulig å sette opp et regnestykke.

I forhold til prosjektstyring, hvordan det ble det benyttet her sammen med BIM?

Det som brukes i hovedsak internt i Vedal er Dalux. Ved at vi har 3D-modell inne i Dalux, og når vi skal ha befaringer ute på byggeplass, så kobler vi en sak enten til plantegning eller til 3D-modellen. Gjerne at man også tar bilde hvis maler mangler å male en vegg for eksempel, så kan vi ta et bilde og markere på modell. For både tegning og modell er på en måte automatisk lasta inn fra prosjekteringsprogrammet. Dalux er jo Europa sitt største BIM-firma, og leverer da sakshåndtering. Hovedsaken til Dalux er å fungere som et sakshåndteringssystem ute på byggeplassen. Så det er det vi har benyttet det som da, men også hvis vi skal koble sjekklister til en leverandør som skal ta kontrollsikring av sin leveranse. Så gjør vi det i Dalux. Vi eksporterer inn Excel filen som dem har med sin sjekklister, slik at den ligger inne i Dalux. Når han da går ute på plassen og er koblet til Dalux, så kan han opprette eller ta opp sjekklister han trenger. Dette kan jo da gjøres via pc, smarttablett eller lignende.

En annen ting er jo dette med krasjkontroll, at det brukes i prosjektstyring i prosjekteringsprosessen og det brukes i prosjektstyring i produksjonsprosessen i form av Dalux. Det brukes også hos byggherre for å kunne vise visuelt og å ikke prate forbi hverandre. Det er jo mange situasjoner der man ønsker å være til stede på plassen (byggeplassen) for å se på den konkrete saken, slik at alle forstår utfordringen som er. Men dette kan man gjøre på plantegning, men enda lettere vil det være å benytte 3D-modellen. Derfor brukes jo det i møter, for eksempel, for å kommunisere bedre.

Hvilket program(mer) brukte dere?

Det var veldig mange program. Revit, Novapoint, AutoCAD dessverre, Solibri, blant annet. Det ble koblet sammen med BIMeye til Interaxo. Revit og de andre programmene var der arbeidet ble mest gjort, og meste av informasjonen lå (designing). Interaxo er et samlingssted for å levere inn FDV, og BIMeye var mer en database for objekt der man kan redigere informasjon i BIM. Filene ble lest inne på Solibri og var IFC-filer, som er PDF-utskrift av selve filen. På fredager var det opplastning av siste revisjon inn på en portal som heter ByggNett som vi i Vedal bruker ofte. Ut fra der så kunne vi hente alle de 20 forskjellige modellene, ta det inn i Solibri og kjøre kollisjonskontroll og visualisere prosjektet. Det samme ble også lasta opp i Dalux, altså IFC-filene. I tillegg til arbeidstegningene. Det ble prosjektert i modell også ble det tatt utsnitt og kommentert med ekstra info som trengs på byggeplassen i arbeidstegningen. Den tegningen ble da også lagt inn på Dalux.

Hvordan gikk dere frem for å modifisere programmet slik at dere fikk inn den dimensjonen?

Proessen er jo den største jobben. Man kan velge et system og si at det skal gjøre dette og dette. Proessen rundt det å få til dette er jo tungt, og kanskje litt undervurdert. Man leier inn en person som leverer et system, men i praksis må veldig mange inn for å bidra med å modifisere. Det er vanskelig å si at man skal ha akkurat det man vil ha, som ved at byggherre ønsker en digitaltvilling. Også spør rådgiveren, hva legger du i en digitaltvilling, også prøver byggherre å forklare dette og man prøver å levere dette. Det krever veldig mye modifisering på de vanlige arbeidsmetodikkene som de har brukt før for å klare å levere, og at byggherren klarer å forklare hva de vil ha. Programmene, det er jo en sak jeg har jobbet veldig mye for at vi skal ha Dalux fast i alle Vedal-prosjekt. Vi ønsker jo å kunne samarbeide med Dalux i form av tilbakemeldinger på hva som ikke fungerer konkret. Også hadde vi BIM360 inne i dette, som er portalen til AutoDesk. Det fungerte dårlig siden vi hadde en del oppdateringer som gjorde at alle modellene lå i AutoDesk skyen. Og på et tidspunkt så sluttet den å fungere, så rådgiveren hadde ikke mulighet til å prosjektere i ei uke. Da ble det til at vi måtte gjøre det på «gamle» måten. Så vi ba de om å modifisere, men det fikk de ikke til.. Så det ble litt sånn ... Ja.. Det krever tett kommunikasjon med systemleverandøren, det var et generelt svar. Det var egentlig en stor jobb, og det var nok litt undervurdert, tror jeg. Alle systemleverandører er kanskje litt umodne, altså det flyter ikke helt fint. Det krever tett kommunikasjon med utvikleren i verktøyet som man bruker.

Hva synes du gikk bra, og dårlig?

Det som gikk bra var vel at vi klarte å bygge på veldig kort tid uten noe særlig HMS-utfall, altså uten noe alvorlige hendelser som jeg er klar over. Vi klarte jo å levere en modell og en TFM-merka modell og FDV i et nytt system på det største bygget som vi noen gang har bygget. Så vi er jo fornøyd med det selv om det er nok mange som synes det var litt vel krevende. Det er jo kanskje alltid sånn når man foreslår noe nytt som krever litt ekstra arbeid.

Noe som ikke gikk helt bra var det at det ikke var tydelige nok krav fra starten av og hva man ønsket. Man ønsket kanskje å oppnå litt for mange av dimensjonene samtidig. Det var hvertfall vår oppfatning av det. Det skulle være et veldig smart bygg, i form av sensorer og lignende. Det var jo et veldig nytt felt for oss og nok for veldig mange andre, å gjøre dette på et prosjekt som var veldig stort som skal gjøres på kort tid. Det er veldig krevende å få til, samtidig så kan den digitale biten jobbes videre med. Så noe kan man få på plass videre og.

I forhold til ytterligere dimensjoner, anser du det som nyttig? Både i prosjektet, og kommende prosjekt, og hvilke dimensjoner.

Jeg tenker god kollisjonskontroll og 3D-visualisering, altså god kollisjonskontroll og oppfølging i prosjekteringsgruppa. Det ser jeg på som helt selvsagt at man tar med seg videre. At prosjekteringsleder og BIM-konsulent jobber veldig tett, slik at prosjekteringsplan sier veldig tydelig når det skal skje kollisjonskontroll, når det skje tverrfaglig kontroll med fokus på forskjellige bygningsdeler og områder. Det er en helt klar vinning for entreprenøren, som vi da kjenner best til. For en drifter, så gjenstår det å se om de får nytte av det dem har fått videre. Kan jo hende at de får nytte av det og ser nytten av det, og utvikler det videre, så vil jeg tenke at det vi har gjort med TFM-merking og levering av FDV koblet til modell, er noe for fremtiden. Så lenge man får det til å gå litt mer smidig når entreprenøren skal levere. At systemet er så enkelt at man ser i modellen hva man skal levere, for nå har det vært litt slik at man ikke forstår helt hvordan det skal gjøres. De har for eksempel fått «ti skuffer» i systemet som skal leveres, også er de ikke helt sikre på hva «skuffene» innebærer. Hvis systemet hadde vært slik at det var koblet til modell, sånn at man hadde sett for seg det dem skal levere, da kan det hende at det hadde vært lettere. Per

nå så ville jeg ikke anbefalt den løsningen videre på neste prosjekt uten at ting er i større grad på plass.

Hvilken standard og manual tok dere i bruk for BIM ved prosjektet?

Vi baserte oss egentlig bare på Statsbygg sitt merkesystem, Tverrfaglig merkesystem. Manual utarbeidet vi i samarbeid med Rambøll, som var BIM-konsulenten, og med Tyréns, som var Byggherre sin BIM-konsulent og sjef for digitaltvilling med smartbygg på prosjektet. Det var Tyréns som satte kravene og fikk på plass systemet sammen med Byggherre. Vi leverte TFM-merkingen, modellen og den biten der.

For å møte nye krav til klima, miljø og energiytelsen i bygg, må materialbruken endres, materialdata katalogiseres digitalt, byggematerialer brukes på nytt, og planleggingen må bli smartere og flyte fra fase til fase.

Det er jo et stort potensial vil jeg si, for der er det ikke noe god kobling i dag. I de største prosjektene i dag, kanskje godt over halvparten, skal jo levere til BREEAM-sertifisering. For å kunne levere til BREEAM-sertifisering til et visst nivå, så må man rapportere inn materialvalg etter BREEAM-standarden. Hovedproblemet er at det er de prosjekterende som tar flest valg om hva som skal velges inn i prosjektet, vi gjør jo innkjøp basert på det som er prosjektert. Hovedvalget blir gjort av en prosjekterende, men de har ikke et klart system for å vise hva som er miljøvennlig og ikke. Det mangler den koblingen til EPD (Environmental Product Declaration), som sier noe om hvor miljøvennlig et produkt er. For å oppnå krav til BREEAM-standarden, så må man ha et visst antall poeng i forhold til EPD. Når rådgiveren bestemmer seg for en viss type betong, så er det ingen direkte kobling til hvor miljøvennlig denne er. Det må den personen da vite basert på erfaring, dermed avhenger det veldig fra person til person.

Det med at planleggingen må bli smartere og flyte fra fase til fase det er jo genialt med BIM og helt nødvendig for å få til. Hvis du vet hva du har inne i bygget, så kan man lettere planlegge videre. Altså hva man kan bruke på nytt. En byggherre som har bestilt seg en godt modellert modell, han har jo mer oversikt over hva som finnes inne i bygget.

Hvordan brukte dere BIM i dette – eller hvordan tenker du at BIM kan brukes her?

Jeg tenker at uten BIM så klarer man ikke å digitalisere godt nok. Hvis ikke alle systemer jobber imot å knyttes sammen slik at alle kan høste av nytten, ved å samle informasjon. Altså tilgjengelig gjøre informasjon i et prosjekt, det er hovedfordelen med BIM. Det koster kanskje mye akkurat i prosjektering og i drift videre, altså det koster å vedlikeholde det digitale du har, men samtidig muliggjør det økt bruk.

Er det noe mer du vil legge til utover det som har kommet frem her? Som vil være relevant.

Jeg tenker at det er et veldig stort behov for å kommunisere ut BIM på en konkret måte. Altså forklare det teoretiske begrepet BIM. Det ligger mye potensiale for å få det ut i verden, i det å sløyfe ordet BIM men på en måte mer å koble det til de konkrete prosessene som finnes i dag allerede. Vi kartla hva Vedal driver med, og vi driver med alle Dene i en eller annen form. Men når det er prat om 5D, så prater vi om kalkyle. Digitale HMS-styring er en form for 8D slik jeg har forstått det. Reklamasjonssystemer har vi jo kjempe mye om, FDV innlevering blant annet. Det er jo et digitalt system som er koblet til BIM. Lean Construction finnes jo rundt omkring, men det er jo et vagt begrep. Det å knytte konkrete assosiasjoner til det du prater om, det gjør du ikke ved å si at vi skal bruke BIM i prosjektet og ta i bruk den og den Den. Det er kanskje litt innsalg for å vise at man satser, for eksempel i forhold til rekruttering, da kan det være lurt å bruke BIM ordet. Men for dem som bruker det mer til daglig og få dem til å tørre å ta i bruk nye systemer, så er det viktig å koble det til de konkrete arbeidsmetodikkene dem har. Det er hvert fall det inntrykket jeg har fått når det har vært opplæring internt her og holde i de prosessene som bruker BIM-verktøy. For mye av det er selvsagt at man må ha med i et prosjekt. Det kan være en fordel å koble kjente begrep, ettersom at det kan være tungt stoff å lære seg for folk som er vant med en eldre arbeidsmetodikk.

8.2 Intervju med Iver Grytting fra Vedal angående eldre prosjekt uten BIM

Hvilket prosjekt var det du hadde, og hvilken posisjon hadde du?

Vi tok utgangspunkt i et prosjekt som var for mer enn 10 år siden, hvor det ikke var BIM men bruk av DAK-verktøy og tegning som var tegnet på tegnebrett. Det har jeg spurt prosjekteringsledere og prosjektledere litt om i forhold til disse eldre prosjektene hvor det ikke var benyttet BIM. Så det er tatt utgangspunkt i de svarene jeg har fått av dem, og det er

egentlig flere store prosjekt som de har vært igjennom tidligere. Det var Oslo prosjekt stort sett, og man har fått høre argumentene for hvorfor det gamle var bedre gjennom mine 5 år i Vedal. Jeg har derfor prøvd å forstå hva som har blitt gjort før.

Var det noe spesielt dere anvendte i forhold til tegninger? (annet enn 3D)

Hvordan gikk dette?

Var det forsvarlig å ta i bruk tegninger utover 3D i forhold til kostnad, tid og kvalitet?

Gjerne utdyp (hvordan?).

Ettersom at dette var for over 10 år siden, så var det ikke i noe særlig grad benyttet BIM, men DAK og tegnebrett.

For å forstå at det passet, for eksempel så begynte arkitekten å tegne ribben oppå der. Hvis det kom en endring, så skrev han ut en ny versjon og la den oppå der på nytt. Det var slik det var på byggeplassen, når det nærmet seg bygging. I prosjekteringen så vet jeg ikke helt, jeg har fått perspektivet fra dem som satt på byggeplassen, men prosjekteringen foregikk samtidig med utføringen. Så dem satt tett på prosjekteringen, dem jeg har fått høre dette gjennom. Så det var egentlig for å passe på at en prosjekterte på samme plass, en slik gjennomlysning.

Det var mange som drømte seg tilbake til denne løsningen for de følte at de hadde veldig oversikt. Det er veldig mye arbeid for prosjekteringen og dem som skriver ut tegningene, som skulle ha arkivet på byggeplassen med alle nye tegninger og passe på at det ble oppdatert. Det tok lang tid fra prosjekteringen til man hadde revisjonen klar på byggeplass eller i prosjekteringsgruppa for å se på det i fellesskap. Dem følte de hadde kontroll når de så det over hverandre, men det tror jeg handlet litt om at det var ikke noe digitale verktøy som mange synes er litt styr å lære seg.

De hadde jo ikke noe valg, det å finne ut at man prosjekterte på samme plass og ikke i konflikt med noen av de andre fagene, det var, som det er i dag og, veldig mye billigere å finne feilen når man prosjekterer enn når man bygger. I dag som da, ble veldig mye løst på byggeplass fordi man ikke har klart å ordne dette i prosjekteringen. De var klar over at det kostet mye å prosjektere på denne måten, men de hadde som sagt ikke mye valg. Veldig mange eldre i byggebransjen som jeg har pratet med, hadde nok litt den holdningen at kanskje ikke alt trenger å prosjekteres. At man ikke bruker penger på det for man må uansett

løse det litt annerledes på byggeplass. Den holdningen kommer nok kanskje litt fordi det systemet kostet mye å opprettholde godt.

Redegjør for (hvordan prosjekteringen gikk i prosjektet) bruk av tegninger i prosjektet, hva brukte dere tegninger til (alt fra krasjkontroll, kommunikasjon, prosjektering, visualisering osv. for 3D).

Det ble litt «silo-tendens», at det var mindre deling med de andre fagene. Dette vet jeg ikke helt nok om, men jeg tror kanskje det var veldig mange møter der dem satt sammen og passet på at det ikke var problemer.

Hvilke erfaringer fikk dere ved bruk av tegninger på dette prosjektet, den gangen?

Det jeg har hørt mye om, var at det var stor forskjell på det som var tegna og det som ble bygget. Dette var fordi dem som var gode på bygging, fikk ikke sett tegningene tidlig, og så da at dette var en upraktisk løsning. Da satt de og endret på småting underveis, for eksempel flyttet litt på den og den veggen. Også tegnet de dette på arbeidstegningen, også sendte dem den til prosjekterende for å rette opp i det. Byggetegning som var arkivert på bygget som skulle være oppdatert. Altså fikk arbeidstegning en redigering dersom de utførende utførte det litt annerledes og da måtte prosjekterende rette opp i det. Slik blir jo også gjort i dag og, men opprettingen nå går litt fortere. Hvis man skal ha en teknisk tegner til å tegne alt fra start. Man kan jo bruke en overstreknings pen for å flytte en strek, men det er kanskje ikke profitt nok.

Hadde det noe å si for kvalitet, pris og tid sammenlignet med nåværende prosjekter?

Jeg er ganske sikker på at for kvaliteten hadde det noe å si. For de prosjekterende hadde mindre kontroll på hva de utførende bygde. Det kosta ofte mer for de utførende å bygge det, for de måtte ta spesialvalg etter de hadde fått oppdraget og begynt å bygge det. Tiden det tok, det vet jeg ikke helt. Det tar jo mer tid å ikke gå for en standard løsning. Hvis man som rørlegger må legge på flere bend rundt et ventilasjonsanlegg, så tar jo det mer tid. Det skjer jo mye i dag og, men jeg tenker jo at det skjedde mer den gangen. Det kan det jo hende noen er uenige om, for det kommer litt an på hvor god rutine de hadde på den tverrfaglige kontrollen på prosjektet. Noen vil nok si at en mister kontroll ved å begynne på en ny rutine, for har man en gjennomarbeidet rutine som alle kjenner til og skjønner. Da kan alle ta del i

den rutinen. Mens hvis kritikken mot de eldre som ikke er så drevne på data i dag er kanskje at de mister forståelsen, og da ikke kan utale seg i stor grad om prosjekteringen og hva som er rett og feil. Hvis de ikke er inne i det digitale verktøyet. Så det er litt vanskelig å svare på om kvaliteten ble i noe grad bedre eller dårligere, men jeg ville jo tro at den var bedre siden alle går mot dette.

Kvalitetsmessig, var det noe man møtte på som ellers ikke ville blitt avdekket dersom man ikke hadde benyttet tegninger?

Det var jo antageligvis mer, kanskje på et mindre prosjekt at de klarte å håndtere det godt. Men det var veldig opp til prosjekteringsleder å finne problemet på tvers av fag, og de prosjekterende og at de så feilene. Du kunne forutsi mye mer hvor mye det ble. Jeg tror det var stor forskjell på prosjekteringsgrunnlaget og det som ble bygget. Flere valg ble gjort i produksjon enn det er i dag med tung bruk av BIM. Dette er vel argumentet for, at man klarer i større grad å formidle hva som skal bygges fra prosjekteringsgruppa og ut til aktører.

Hvordan tenker du at tidsbesparelsen har vært ved bruken av tegning i dette prosjektet?

Man brukte jo lengre tid på et byggeprosjekt før tror jeg. Det har jo begynt å gå fortere og fortere. Jeg vet ikke om dette er på grunn av tegninger, at det har en betydning. Men jeg tipper det har litt å si. Man kan jo bygge et hus uten tegning, men da må man som byggherre følge mye opp tett. Man kan ikke ta pappaperm midt inni der. Jeg har fått høre av andre at hele byggeprosessen går fortere, og det har sikkert noe å gjøre med lønning. At det koster mer å ha folk i arbeid og at det dermed blir et slags insentiv fra byggherre med å bygge fortere. Har de klart å bygge det fortere så må resten følge med, ellers blir en jo utkonkurrert.

Hvordan var kostnadsbesparelsen ved bruk av tegning her?

Kostnadsbesparelse var det nok sikkert, hvis en hadde tenkt seg over i den analoge verdenen så skulle det vel til ganske mye mer administrasjon i alle ledd. Tegningsutsendelse i prosjektering for eksempel, og det kan man jo unngå i dag. Men de aller fleste prosjekt i dag har aktiv utsendelse av tegning, men de har ikke i like stor grad utsendelse av prosjekteringstegninger. Det blir jo digitalt.

I forhold til prosjektstyring, hvordan det ble det benyttet her sammen med tegninger?

Man sendte ut tegning med forskjellig status i tittelfelt på tegning og i prosjektstyring var det underlag for alle, og en prøvde å kommunisere i de plantegningene. Det forutsa at dem som drev i byggebransjen kunne lese og gjøre opp et bilde av hva som skulle bygges ut ifra arbeidstegning. Slik er det jo i dag og, at dem ser for seg bygget best i plantegning. Så det er fortsatt litt uenighet, hva som er lettest å forstå. Det er mange som vil si at det er lettere for flere å forstå, å kommunisere hva som skal bygges. Det er en stor del av en byggeprosess, at en informerer.

Hvilket program(mer) brukte dere?

AutoCAD var en av de første DAK-programmene dem brukte. Det er grunnlaget for mange av programmene som brukes i dag. Revit tar jo utgangspunkt i AutoCAD sine funksjoner, bare at det er utvidet litt. AutoCAD er et .dwg program hvor man kan få ut en tegning i en bestemt unit. Et hus som er ti meter, kan man skrive ut i en gitt målestokk. Før det tegnet man opp med linjal ut ifra målestokker man visste.

Hva synes du gikk bra, og dårlig?

Den eldre garde har veldig mye erfaring med det å bruke tegninger og kommunisere via det. Det nyttiggjør seg ved at man involverer en metodikk som dem har veldig mye erfaring med. Dårlig kan være at det er ikke alle som kan lese 2D-tegning og se for seg hvordan det faktisk blir når det er bygget. Det er forskjellige evner til å gjøre og å oppleve det og. Erfaringen ved å se fra plantegning til hvordan det skal være, det er ikke alle like gode på. Det var bra å bruke tegning ved at det baserte seg på et utprøvd system som mange kjente til. Derimot dårlig for de som ikke klarte å lære seg det nye, eller de som ikke er vant med å lese tegning. For eksempel utbygger som ikke har så mye byggkompetanse, klarer kanskje ikke forstå så godt hva som ble bygget.

I forhold til tegninger, anser du det som nyttig? Både i prosjektet, og kommende prosjekt, og hvilke typer prosjekt. (Er tegninger fortsatt relevant på den måten)

Nå prater vi jo om prosjekt som i hovedsak bruker kun tegninger og ikke BIM. Det er jo en tanke i det å vurdere om det går å benytte seg av 2D eller 3D. Det burde jo være et lett valg. I Vedal vil vi i større grad har, ikke tegningsløst, men muligheten til å både ha 2D og 3D. For

da får man involvert flest mulig. For det finnes jo fortsatt mange nok som synes det å ha 2D er best. Samtidig må man jo presse seg over til å benytte seg av de nye arbeidsformene i 3D, men det å ha valget er viktig. At det er lett å komme inn i systemet og at det er lett å lese. Ideelt ser jeg for meg at hadde vært å ha et lysbord som viser arbeidstegningen lett ved noen enkle trykk for noen, også kan resten drive på pc-en sin. Det jeg tenker er styrken med tegning er at det er lettere å tegne og å hjelpe til. For det finnes jo løsninger som BlueBIM, der tegner jo man på 2D-tegning. Da kan man sitte, og ikke være rådgiver, å kommunisere til rådgiver at i produksjonen så har vi flyttet denne veggen en meter lengre bort. Også tegner man det på og sender en revisjon som da legges inn. Hadde du kun hatt modell, så kreves det jo at alle har prosjekteringsprogram for å kunne faktisk hjelpe til med tegning. Det er rådgiveren som har det rettslige ansvaret for å tegne en disiplin. Det er jo dem som skal tegne og sette navnet sitt på at de har godkjent dette. Det er viktig at flest mulig har mulighet til å kommentere og at det er rådgiver som tar den endelige avgjørelsen og tegner det inn.

Hvilken standard og manual tok dere i bruk for tegninger ved prosjektet?

Dem hadde veldig enkel standard tror jeg. Som sa at det skulle sendes tegning da og da, og i den og den størrelsen. Det krevde jo mindre standard før, i dag så er jo det blitt en viktigere og viktigere del av det. At man er enig om en fremgangsmåte så flest mulig gjør det likt.

For å møte nye krav til klima, miljø og energiutslippen i bygg, må materialbruken endres, materialdata katalogiseres digitalt, byggematerialer brukes på nytt, og planleggingen må bli smartere og flytte fra fase til fase.

Hvordan brukte dere BIM i dette – eller hvordan tenker du at BIM kan brukes her? 40.00

Hvis man tenker at man holder seg til å tegne, så er det en fordel at flest mulig kan det, og tegne inn det som faktisk ble gjort. Slik at en vet at det ble bytta ut med en annen type løsning annen enn den som ble prosjektert. Største problemet med den gamle løsningen var at det var kjempestort tap av informasjon, så man måtte fortsatt gå inn i bygget for å se hva slags materiale som var brukt og ta en skjønnsmessig vurdering på hva som hadde gått med. Det du så hva det du hadde fått, og dokumentasjonen var tegningene som ofte ikke stemte. Jeg hadde jo en sommerjobb der jeg tegnet opp en arbeidstegning fra et bygg digitalt. Da så man jo hvilken dokumentasjon de hadde på sin bygningsmasse på tegninger. Det var

kjempeutdatert. De kunne ikke bruke det videre uten å digitalisere, for hvis de skulle prosjektere et påbygg måtte de vite hva de prosjekterte ut ifra. Så da tegnet jeg opp veggene ut ifra tegning, og sjekka det med slik det så ut i dag. Det var jo forskjell, at det hadde blitt bygget på ting etterpå. Så det la jo ikke opp til å bli oppdatert videre, for det var tungvint å få til det.

Er det noe umiddelbart du kan tenke er forskjellig i forhold til de eldre prosjektene mot et prosjekt som Økern Portal?

For en drifter, hvis det er FDV for eksempel, så tror jeg at styrken før var at drifter var avhengig av å tenke selv. Ta slike skjønsmessige vurderinger og det er jo ofte bra, eller tenker at er noe å ta med videre som sikkert gjøres. Men jeg ser for meg at når det er dokumentasjon på noe, og hvis man ser for seg ekstremversjoner i USA. Der det kan stå at man ikke skal putte katten sin i mikrobølgeovn, altså at det må stå det i dokumentasjonen for at man skal følge det. Hvis man skulle tatt for seg sånne ting i dokumentasjonen, så fører det kanskje til at man tenker mindre selv, og at «dimensjonen» sunn fornuft blir borte. Det å se og erfare, at man ikke legger seg fra det og bli helt avhengig av å følge dokumentasjon. Det er jo også i forhold til leverandøren, at man skal dokumentere alt som sikkert er bra, men det kan jo forårsake at en bra produsent blir borte eller utilgjengelig fordi man må dokumentere alt. Vedlikehold av digital informasjon, det er det mye kritikk til. At du ved å opprette et solid digitalt grunnlag der man utnytter mange av dimensjonene, da krever det mye av driften videre i forhold til oppfølging av det etablerte. Man har ikke bare bygget et bygg, men også et digitalt bygg som skal holdes like oppdatert som bygget. FDV har jo vært lenge, men blitt benyttet ved at man lagret det på minnepinne.

Er det noe mer du vil legge til utover det som har kommet frem her? Som vil være relevant.

Det er ikke dumt for å få med seg historikken i bakhånd, for mye av det som er bygget opp av systemer i dag er basert på de eldre systemene som påvirker kontrakter og andre ting i dag og. Det er litt viktig å skjønne hva det startet med. For etter hvert tror jeg man kommer til å miste den historikken på rutinen. For da kan man velge hvilken rutine man vil ha med videre og hvilken man da vil droppe. Kanskje må man ha med seg arbeidstegninger videre, mens man ser at prosjekteringstegninger er noe som ikke lenger trenger å skrives ut eller levere til nettløsning for eksempel.

8.3 Intervju med Erlend Bough Wisnes og Arne Eigeland fra Vedal

Hvilket prosjekt var det du hadde, og hvilken posisjon hadde du?

Erlend:

Jeg jobbet/r på et prosjekt som heter B8B, det har ikke fått noe fancy navn enda. Det jobbet jeg som assisterende prosjektleder i tidlig fase, altså forprosjektet. Her nede i Bispevika er det fire forskjellige prosjekter som Vedal har, og B8B er da en av disse. Men siden det er fire forskjellige prosjekter, så jobber man veldig tett for å koordinere seg imellom. Så derfor fikk jeg en rolle der jeg skulle jobbe med 4D planlegging for å koordinere mer fremdriften på de forskjellige prosjektene.

Arne:

Det gjelder vel egentlig fire prosjekter, men på et prosjektområde som heter Bispevika Syd. Det gjelder et prosjekt som heter Clemenskvartalet, Vannkunsten Syd også er det da prosjekter som ikke har fått noe ordentlige navn, felt B9 og B8B. Jeg har da jobbet her som prosjekteringsleder når det gjelder bygging under bakken. Så det har vært mye grensesnitt oppgang med bygging av kjeller, grunnarbeid og fundamentering, og at noe skal bygges i sjø og noe på land.

Var det noe spesielt dere anvendte i forhold til BIM? (annet enn 3D)

Hvordan gikk dette?

Var det forsvarlig å ta i bruk BIM utover 3D i forhold til kostnad, tid og kvalitet? Gjerne utdyp (hvordan?).

Erlend:

Det var i hovedsak 4D modellering som ble gjort ved hjelp av Synchron som er et program hvor man sammenstiller fremdriftsplanen med 3D modellen, og markerer objekter for å få laget en slags film sånn at man ser fremdriften. Som nevnt var det jo viktig for dem ettersom det var fire prosjekter som gikk samtidig, og i tillegg så bygget vi infrastrukturen mellom prosjektene. Til det hadde vi et firma som heter Bjørvika Infrastruktur, som da jobber med byggingen av veiene. Det å koordinere fem ulike aktører som skal drive med totalentrepriser omtrent, da er det veldig nyttig med et slikt verktøy.

Dette gikk bra, men det som er litt tungt er å opprettholde en sånn modell som dette, fordi man får hele tiden nye arkitektmodeller. Så når de kommer inn, så må man overskrive de som eksisterer i Synchro og så koble opp hvert eneste element på nytt, og det er jo ganske tungvint. Så målet og oppgaven fra Byggherre i første omgang, var å lage en film som kunne legges frem for styret til byggherre for å kunne se hele fremdriften, delvis brukes til markedsføring, og i stor grad bestemme når man kunne starte på det siste prosjektet i området. Fordi det ligger såpass nærme vannet, så er det litt utfordringer med innkjøring og tilgang til enkelte deler av plassen. Så da måtte man utsette det siste prosjektet, som byggherre selvfølgelig ønsket å starte tidligst mulig med, måtte man utsette med seks måneder. Det hadde man nesten ikke fått til/ fått godkjenning til, eller byggherre hadde ikke forstått hvorfor man må utsette såpass mye, hvis det ikke hadde blitt lagt frem en slik modell. Det er mange på det nivået som sitter på pengesekken, men som kanskje ikke har helt forståelse for kompleksiteten som inngår i et byggeprosjekt.

Det er jo forsvarlig i den grad at det ikke er vi som tar kostnaden, men det er bestilling av Byggherre. Vi jobber jo direkte for byggherre, ettersom at jeg jobber i Vedal Prosjekt hvor vi da er konsulent for byggherre, der vi enten jobber i tidlig fase og utvikler prosjektene som forprosjekt og sånn. Eller så gjennomfører vi som her i Bispevika som delentrepriser, som vil si at vi egentlig jobber på timer for byggherre og leder prosjektet for dem. Da sitter jo de med minst mulig risiko og ansvar, uten at dem betaler en totalentreprenør som ville tatt et påslag som er mye høyere enn det vi tar da. For eksempel hvis AF gruppen eller noen andre hadde priset dette, så hadde dem tatt et større påslag og da må de gjennomføre det hele. Så jeg ser for meg at hvis det hadde vært en totalentreprise her, så hadde det vært helt annerledes stilt til å ta i bruk 4D modellering kanskje. For da må det inngå i det man har priset i tilbudet. Vi sier jo i stedet at vi kan bygge bygget deres, men dere må betale for alt, også jobber vi på timer i stedet. Hvis de da bestiller 4D film for eksempel for å få mer forståelse, så er det ikke vi som sier nei. Da er det mer at de ønsker det, og tar kostnaden for dette. Det tar jo ganske mye tid å få i stand og holde dette oppdatert. Så man må jo vie en person som sitter med dette, hvor jeg brukte mye tid i høst. Når behovet for 4D-modellen blir mindre eller borte, så er det ikke forsvarlig å ha en person satt på dette for å holde den oppdatert. Så derfor har jeg gjort en del andre ting også. Hvis vi hadde fått beskjed at nå må vi levere en film om to uker igjen, så kan jeg oppdatere den og gjøre jobben som trengs. Men det er ikke forsvarlig å sitte og ha masse fancy på pc-en som ikke brukes aktivt. For hvis den

er oppdatert hele tiden, men det kommer nye modeller, så er det masse jobb som ligger bak i å holde den oppdatert. Det må brukes i til noe fornuftig i prosjektet for at det skal være vits.

Arne:

Dette var for å se på samtidigheter og grensesnitt oppgang mellom disse fire prosjektene, det var dette som var en viktig øvelse i bruk av dette verktøyet.

Det var Erlend som var den utførende for å si det sånn. Han satt med Synchro og satt med fremdriftsplanen som de forskjellige prosjektene hadde utarbeidet. Vi hadde også en overordnet hoved-fremdriftsplan også var det å pare disse og få en kvalitetssikring av hvordan faller dette ut. For det var en vanlig fremdriftsplan fra MS Project, der ser du jo kun ting flatt. Men siden at det var såpass komplisert ved at det var mange prosjekter med samtidighet og logistikk. Med kraner her og der, transport, sette spuntlinjer, hvor mye riggareal har du. Det å få tydeliggjort det som ble sagt i fremdriftsplanen, hva går og hva går ikke.

For å svare kort så ville jeg jo sagt ja. For dette er veldig kompliserte grensesnitt og prosjekter. Så det var nødvendig for å få mer oversikt på problemstillingene, og ikke minst så er det et veldig ryddig verktøy når en skal forklare for en utbygger med mindre kompetanse innenfor bygging. At utbygger ser hva som skjer til gitte tidsrom. Det finnes fysiske begrensinger og det er det man da får synliggjort ved bruk av dette verktøyet.

Redegjør for BIM i bruk i prosjektet, hva brukte dere BIM til (alt fra krasjkontroll, kommunikasjon, prosjektering, visualisering osv. for 3D).

Erlend:

I høst jobbet jeg jo på B8B og nå har jeg blitt med på B8B og B8AFBK, altså B8A er et annet prosjekt her og så har boliger og FBK-arealer som er forretning, bevertning og kultur. Så alt av leietakere som Apotek 1, som skal inn her, dem har jeg ansvaret for der. I tillegg så er jeg med på B8A fasader og er med og hjelper med entrepriser ved det der. Da jobbet jeg mye på tvers av prosjektene her, så jeg tenker bare i forhold til å dele opp her. På B8A fasader bruker vi Dalux og legger inn modellen der, og oppgaver. Her om dagen så gikk jeg på befaring på badekabiner, som er produsert et annet sted enn her også setter man de på plassen. Da er det masse feil i bestillingene, så da er det viktig at man tar bilder og for

dokumentert at det her var ikke det som var tilvalget til dem som har kjøpt leiligheten. Hvis ikke sitter jo vi igjen med kostnaden når kjøper klager om et par år. Så da var Dalux veldig greit ved at man kunne koble oppgaven rett inn i modellen. Ellers så bruker vi jo plantegninger som kobles rett opp mot modellen i Dalux veldig mye. Også har vi jo da Solibri som brukes til å enten mengdekontroll, for eksempel at den som bygger fasaden (murer) vil prise basert på mengde og så vil man mengde regulere i etterkant. Så da sier man at vi har regnet på fasaden, det her er mitt uttak, men de vil ofte legge til litt ekstra eller hvert fall runde oppover. Da blir jo vår oppgave å mengdekontrollere dette og så ha en dialog på hva som er riktig mengde, og da er Solibri et godt verktøy for det. Så det er i hovedsak Dalux og Solibri vi har brukt sånn sett. Derimot i tidlig fase så bruker vi jo en enklere modell, men det er jo nyttig i alle møter å kunne kutte og se på plan og se på rørføringer. Så 3D bruker vi stort sett hele tiden.

Arne:

Det var overordnet planlegging, grensesnitt oppgang og sjekke samtidighet mellom de forskjellige byggeprosjektene. Det er forså vidt krasjkontroll bare med kan du holde på med fasade der når man skal begynne med betong et annet sted. Det var ikke minst visualisering, det at det er lettere å fremlegge for de som skal ta byggestarts beslutninger og foreta salg, og hvordan man skal utvikle området. Hva er mulig, og hva blir fordyrende. Alt er jo mulig å bygge, men hva er man villig til å betale for å ha det man ønsker.

Hvilke erfaringer fikk dere ved bruk av BIM på dette prosjektet?

Erlend:

Vi har hatt gode erfaringer og sånn jeg forstår det så er det ulikt mellom bedrifter og i bransjen hvor langt man har kommet. Når jeg gikk på studiet så trodde jeg veldig mye var digitalisert i bransjen, men det er veldig stort spekter på hva som er gjort. Det er jo ikke veldig mange år siden man tok i bruk BIM aktivt. Så det er jo en veldig bra læringskurve for bedriften og i prosjektene generelt. Så man lærer jo nye ting hele tiden og prøver forskjellige metoder for å bruke BIM på en bedre måte. Vi har jo et digitaliseringsutvalg i Vedal som hele tiden kommer med tips til hvordan man kan bruke BIM på en bra/bedre måte. Alt fra soneoppdeling på leiligheter til oppgaver og andre ting, som gjør at prosjektet flyter bedre i

forhold til BIM. For BIM-modellen i seg selv har ikke noe verdi hvis man ikke bruker den aktivt eller tar fram på mobilen når man står ute og ser på bygget.

Arne:

Jeg vil jo si at det var en god erfaring. Det som er viktig er jo at før man begynner å modellere noe i 4D, så må man ha kladdet litt på et ark i forkant og gjort seg opp noen tanker. Det høres kanskje litt gammeldags ut, men man kan putte mye fint inn i et regneverktøy og få ut flotte resultater og farger, men hvis man ikke har noe fysisk forhold til dette så kan det være helt feil. Det blir litt som å putte noe feil inn, så får man også noe feil ut. Det er viktig å huske. Så det å starte litt enkelt og så bruke BIM-verktøyet til å finere. Og ikke minst når man bruker et verktøy så dukker det opp nye problemstillinger som man kanskje ikke så når man holdt på papiret. Så det blir en slags iterasjonsprosess for å danne seg det store bildet.

Hadde det noe å si for kvalitet, pris og tid sammenlignet med andre prosjekter?

Erlend:

Jeg har jo kun hatt sommerjobb i Vedal fra før, og da jobbet på flere prosjekter. Jeg merket stor forskjell i folk sin forståelse for BIM, og ser at det faktisk har en effekt. Første sommerjobben var vel for 4-5 år siden, så var det veldig mange som var skeptiske til denne utviklingen. Da fungerer det ikke nødvendigvis like bra, det tar tid å sette seg inn for å faktisk få effekten av det. Men nå ville jeg nok sagt at det er veldig stor forskjell kontra når man satt med papir og jobbet med det, enn når man kan gå inn i en modell og vite eksakt hva man snakker om. For det å peke eller sitte å snakke om en ting, kan være så mange forskjellige ting, derimot i modellen kan man finne akkurat det elementet man kommuniserer. Også han ene jeg var på møte med nå som sitter i digitaliseringsutvalget, han gikk ferdigbefaring på Deloitt-bygget som er rett ved. Der hadde de med en lang liste med papir og gikk og sjekket av alle tingene for så å sette seg foran pc-en, skanne inn lista, sende ut til alle underentreprenører, som da kryssa av sine oppgaver/punkter etter utbedring var gjort. Dette gjorde jo at man måtte bruke masse tid og kapasitet på kontrollere dette. Men i Dalux trenger man bare å legge inn punktene, som da blir sendt direkte til underentreprenør som går å fikser dette og du får et varsel tilbake at dette er nå fikset. Dette sparer oss enormt med tid, og lar oss bruke tid på andre ting som er mer fornuftig. For kvaliteten vil jeg også si

det blir bedre. Jo tidligere man ser ting, jo tidligere kan man planlegge mer detaljert og det blir også bedre av den grunn. I B&B startet vi med å grave i bakken hvor det var ganske mye spennende i bakken som ville forårsake at det kom til å ta mye tid ettersom at det er et middelalderområde. Men allikevel så har vi omtrent planlagt ferdig bygget, med små vinkler i forhold til best mulig utsikt til det bygget som kommer foran. Dette bygget er jo ikke der enda, men det lar seg gjøre på grunn av BIM. Det er jo dette som er så kult, at man kan se langt frem i tid, hvor man da kan gå gjennom prosessene gang på gang og sikre at kvaliteten blir så bra som den skal. Dette kunne man ikke før, for da var det masse plantegninger som man måtte prøve å se for deg i 3D. Da ble det ikke like lett å kommunisere og sikre kvaliteten.

Arne:

Det var som nevnt en viktig øvelse for å få oversikt. Å kunne legge noen nye forutsetninger for hvordan man skulle bygge disse fire prosjektene, så har jo det hatt mye å si. Og ikke minst for å formidle til oppdragsgiver, at sånn vil det bli når vi gjør det sånn, derfor må vi heller gjøre det slik. Hvis ikke vi hadde gjort denne øvelsen, så er det ikke sikkert at vi hadde fått frem budskapet like klart. Det er mye lettere å selge et budskap dersom mottakeren forstår det. Ikke at en bare stoler på at noe er riktig, men at man kan framlegge at ting er som det er. At oppdragsgiver kjøper budskapet eller forstår det, det er viktig.

Kvalitetsmessig, var det noe man møtte på som ellers ikke ville blitt avdekket dersom man ikke hadde benyttet BIM?

Erlend:

Jeg satt i et prosjekteringsmøte her om dagen hvor vi skulle ha inn Meny som leietaker i et lokale. Da har jo Meny beskrevet at de ønsker at lokalet skal være sånn og sånn, også har de senere funnet ut at de får inn høye traller med varer. Som da ofte er 2,4 meter høy, også ser de at alle dørene de må passere med tralla er 2,1 meter. Dette er ikke sikkert hadde blitt oppdaget hvis man ikke hadde hatt BIM, før på slutten. Det er mulig det hadde blitt oppdaget på en planskisse, men det at vi kunne gå gjennom arealene med dem og faktisk bruke det aktivt. Dette gjorde jo at vi oppdaget det tidlig, fikk løst det og spart masse penger siden vi slipper å gjøre det om i etterkant. I tillegg får man en leietaker som er gladere fordi vi fikk snudd oss/det rundt tidlig. Også har vi en annen leietaker, et bakeri/restaurant, og

plutselig ønsket de å gjøre om hele planskissa si. Det var fordi de ønsket en halv etasje inne i bygget/lokalet sitt (mesanin), og der hadde vi egentlig planlagt alt av rørføring. Grunnet at vi i 3D-modell kan se løsninger på en annen måte, så gikk denne endringen mye bedre enn hvis ikke leietaker hadde vært med på å utvikle denne ideen. Så vi bruker BIM aktivt hele tiden, og det sikrer kvaliteten ved at man får gode løsninger som alle er tilfreds med.

Arne:

Det å få ting i 3D, det gir en mye lettere oversikt og ikke minst områder der man ikke har oversikt. Der man må ta tak i ting. Også er det veldig fint og lettere å kommunisere. Man kan dreie modellen slik som en ønsker, og man kan ta utsnitt og legge ved kommentarer for å formidle videre. Det er veldig lett å kommunisere mellom forskjellige fag. Hvis ikke man er RIB eller RIE og kjenner hver eneste og minste komponent i tekniske føringer, så er det så mye lettere å ta utsnitt av alle føringer og formidle. Så da blir det mye lettere for alle andre fag å sette seg inn i det som skjer. Man får den helheten. Så det er veldig mange ting man får øynene opp for når man driver med 3D. Både ting man får kontroll over og at etter hvert som modellen utvikler seg, så ser man at her må vi gjøre endringer eller endre noe. Det er veldig viktig for kvalitet, planlegging og kommunikasjon.

Hvordan tenker du at tidsbesparelsen har vært ved bruken av BIM?

Erlend:

Det kan jo være et ganske stort spørsmål tenker jeg, fordi som sagt, sparer man mye tid på eldre metoder som ved papirtegninger. Men jeg ville også trodd at man sparer mye tid helhetlig også, det spørs kanskje litt hvem man spør i prosjektet. Hvis vi ser på oss selv, så sparer vi nok mye tid, men det er kanskje enkelte av rådgiverne som bruker mer tid med tanke på at de modellerer mer enn de ville gjort tidligere. Så det varierer nok litt sånn, men det viktigste vil jo være å se på helheten på tidsbesparelsen og hvor mye det har å si for økonomien til byggherre som faktisk skal sitte med regningen til slutt. Ved at man hele tiden har bedre oversikt i BIM enn man har hatt tidligere, så ser man hele tiden feilene og man får også fulgt opp mye bedre. I tillegg til at man har tilleggsverktøyene til Dalux og andre ting som kobles direkte opp i BIM-modellen. Som gjør at man kan bruke det mer interaktivt, ved å gi oppgaver og lignende. Så da sparer man veldig mye tid.

Arne:

Akkurat hvor mye tid man har spart det er litt vanskelig å svare på. Når man først får rigget en modell i et prosjekt så har man et veldig godt utgangspunkt for å få nøstet opp i grensesnitt og problemer som kommer. Heldigvis er den tid forbi at 3D var så fancy at det kun ble brukt på helt spesielle pionerprosjekter. Nå er det jo mer slik at det er noe av det første en begynner med. Så man sparer tid. Det henger jo med kostnad og det går jo på det å unngå å få for mye misforståelser og valg av gale løsninger som ikke passer med andre fag og grensesnitt.

Hvordan var kostnadsbesparelsen ved bruk av BIM?

Erlend:

Tid og kostnad henger jo tett sammen, så hvis man bruker mindre tid så vil du også spare en del penger. Det blir jo ofte ikke regnet på, som er litt synd, men det er jo vanskelig å faktisk sette tall på hvor mye man har spart ved å benytte BIM-verktøyet på den måten. Men selvfølgelig blir det jo vanskelig til en viss grad, for rådgivere er jo noe av det dyreste man har, kanskje arkitekt spesielt. Selv om dem fakturerer for 1000 kr timen, og de kanskje bruker litt lengre tid fordi de må modellere i BIM, så tror jeg man sparer mye av det i sin helhet. Selv om arbeiderene bruker kortere tid.

Arne:

Det blir mer effektiv planlegging siden det er lettere å kommunisere med andre fag.

I forhold til prosjektstyring, hvordan det ble det benyttet her sammen med BIM?

Erlend:

Jeg har jo nevnt litt om det, men vi styrer jo prosjektet hvert fall i byggefasen på B8A-prosjektet ved å hele tiden bruke oppgaver i Dalux med BIM-modellen. I alt av prosjekteringsmøter og byggemøter med dem vi jobber med og har på plassen. Så det gjør jo hele tiden at man kan samkjøre og planlegge godt. Hvis det er noe man lurer på, så kan man lett gå inn i modellen og sjekke om det er riktig. Så der bruker vi prosjektstyring i, men vi har også i tidlig fase som på B8B. Der bruker vi modellen veldig aktivt, spesielt på teams er det svært viktig. Modellen tas opp hele tiden for at man skal kunne koble alle rørføringer og andre ting på prosjektet.

Arne:

Det er vel litt av det jeg har vært inne på. Hvert fag lager jo sine IFC-filer for sine fag, også blir de kjørt sammen i en felles modell slik at man får et overordnet bilde. Man får jo også da muligheten til å kjøre kollisjonskontroll for å se om det er avvik som må løses opp. Det er jo litt det som det har vært brukt til. Spesielt for Bispevika Syd hvor vi har hatt fire felt som har vært i forskjellige faser, der vi hadde et felt som var i full produksjon og et som etter hvert har startet produksjon. Sistnevnte felt var det jo grunnarbeid det stod i så da var det ikke så mange fag inne. De to resterende var under utvikling, hvor det ene går inn i produksjon nå og det andre skal starte på skisseprosjekt. Men det er det å ha med seg at, ja nå er geometrien låst her da blir den garasjeåpningen sånn. Hvordan skal vi gjøre det med søyler og adkomst til neste også må man begynne med ombygging. Så det har vært spesielt nyttig i forhold til dette ved å ha alt i en modell. Så blir jo disse modellene veldig tunge da, når man begynner å nærme seg en gigabyte så blir det tungt for en funksjonær pc. Men man kan kontre dette ved å ikke ha med alle arkitekttegningene fordi dette ikke nødvendigvis trengs. Derimot at man har de tunge fagene og tekniske føringer med.

Hvilket program(mer) brukte dere?

Erlend:

Vi hovedsakelig brukte Dalux og Solibri også tok vi bruk Synchrono for 4D planlegging. Utover det så kommer jeg ikke på noen andre programmer/verktøy for BIM som vi brukte.

Arne:

Synchrono ble brukt til 4D også var det Solibri som er BIM-verktøyet vårt. Også hadde vi Solibri Office der man kan lage samlemodeller og drive litt krasjkontroll selv, men stort sett har vi jo BIM-koordinatorer som vi leier inn eksternt som håndterer det.

Hvordan gikk dere frem for å modifisere programmet slik at dere fikk inn den dimensjonen?

Erlend:

Synchrono er jo bygget opp for å få inn 4D, og jeg ser jo du har nevnt flere dimensjoner enn dette og det er sikkert fullt mulig å få inn flere. Men i Synchrono er det laga slik at man har en

fane hvor man har Gantt-diagram, egentlig kan laste inn en fremdriftsplan fra MS Project. For i MS Project kan man lage Gantt-diagram og planlegge fremdriften, som de fleste bruker. Deretter kan du legge den rett inn i Synchron og så laste inn modell-filen du ønsker å ha. Og så kan du «slice» og kutte den modell-filen sånn som man ønsker for på en måte bygge halve bygget, deler av bygget eller hvert enkelt element. Så det var lagt ganske greit til rette for det i det programmet, og lite vi måtte gjøre selv for å få det sånn.

Arne:

Jeg må innrømme at det var Erlend som satt og lagde denne Synchron-modellen, jeg satt jo stort sett ved siden av. Men jeg fikk med meg at man har en tidslinje i Synchron hvor man kunne legge inn datoer. Så jeg tror ikke det var noe direkte modifisering av programmet, men det var det at han hadde fremdriftsplaner som han lasta inn IFC-filer og knyttet de sammen. Noe var under bygging og når det var ferdigstilt.

Hva synes du gikk bra, og dårlig?

Erlend:

Jeg ser jo at i byggefasen så er det en utfordring å kombinere det å sitte foran pc-en og tenke at nå har man et nytt verktøy som kan gjøre alt, i forhold til det å gå ut på plassen og se hva som skjer. Så det er viktig at man jobber for en balanse der, og det gjelder alle som tar i bruk nye verktøy så finnes det så mange ulike måter å bruke det på. Men man kan ikke bli sittende foran pc-en uten å faktisk aktivt gå ut. Man må heller ta med seg et nettbrett og jobbe sånn, siden det kan være lett å sende en oppgave og tenke at nå ser dem det.

Verktøyet funker jo ikke hvis ikke dette blir fulgt opp og om man ikke vet om dette faktisk stemmer med virkeligheten. Så det er en utfordring, også vil jeg jo nevne datakapasitet. For jeg hadde jo en ikke så bra pc, så jeg måtte ringe noen for det krasja hele tiden. Også prøvde jeg å få tak i dem og fant ut at integrert grafikkort ikke var det beste, så da fikk jeg en ny pc som kosta skjorta. Med 32GB RAM og et eksternt grafikkort og annet diverse. Men dette er jo en dyr investering for at et sånt program skal fungere, så det er jo en viktig utfordring med 3D-modeller. At dem tar fort veldig mye plass, og det er veldig mange her som har pc som er 5 år gamle og som bruker forferdelig lang tid på å få opp Synchron og andre ting. Men her bruker vi mest Viewer, og hvis du jobber hos prosjekterende, så sitter de og tegner i AutoCAD. Og når du sitter og tegner, så kan du ikke ha dårlig pc. Da tar det evigheter å lage

modellen. Men for oss som egentlig bare bruker Viewer-versjonen enten i Dalux eller Solibri, så går det jo greit, men det tar litt lengre tid. Når jeg skulle sitte og modellere i 4D, så måtte jeg ha bedre kapasitet. Så det er en investering som kan være ganske dyr, men som er nyttig fordi BIM og modellering er jo framtiden. Derfor kan det være lurt å tenke på dette før man går fullt over til BIM, at man har oppgradert tilstrekkelig.

Arne:

Det er jo et litt tungt verktøy å håndtere, så det krever litt tid og ressurser. Men det er jo noe som er lurt å koste på seg, som etter man har vært et par runder gjennom det, blir et vanlig arbeidsverktøy. Det tar fremdeles litt tid og at det er mye detaljer og fremdriftsplaner, at det er mye å få med seg. Når man så første utkast av modellen og så at alt var ferdig, men man viste at så lett blir det ikke. Det blir som jeg nevnte tidligere, at det lønner seg å kladde litt på et ark i forkant slik at man har en formening om hvordan det skal bli og ikke stole blindt på rå modellering. Det er ikke det at det gikk dårlig, men mer at det er viktig for at det skal bli bra.

I forhold til ytterligere dimensjoner, anser du det som nyttig? Både i prosjektet, og kommende prosjekt, og hvilke dimensjoner.

Erlend:

Alle dimensjonene er jo nyttige, men det er jo alltid viktig å tilpasse til prosjektet. Og at man ikke nødvendigvis ha som målsetning at man skal få inn alt dette i prosjektet når det ikke er behov for det. Da blir det litt sånn at meningen forsvinner. Så det blir veldig viktig å se på Lean Construction, HMS og alt det der, og man har jo verktøy i dag som fungerer bra. Så det betyr ikke at man ikke tenker på dette allerede, men det å få det samlet inn i en BIM-modell, så blir det kanskje enklere å følge opp. Så jeg ser absolutt behovet, men det er viktig å se hva man har fra før og hvor lang tid tar det å legge om til å bruke de ulike dimensjonene. Og hvem skal ta regningen for den omleggingen. Jeg vil absolutt anbefale 4D videre. Men det kommer også an på hvordan det ligger i forhold til behovet og hva som trengs. For eksempel hvis du har lagt inn en modell for innervegger også skal du modellere hver eneste vegg for tømmerarbeid. Da ser jeg ikke behovet, for en tømmer vet hvordan man skal lage en vegg, han vet hvordan man leser den tegningen. Så det er ikke nødvendigvis slik at det er han som har jobbet på utallige bygg som trenger 4D for arbeidet sitt. Da modellerer man uten at det har noe mening. Men en økonom eller investor som sitter i Barcode som styrer pengene og

aldri egentlig har vært noe særlig på byggeplass, han vil ha større behov for å forstå hvordan bygget henger sammen og at det er komplekst å bygge et bygg. Så hvis det brukes på en riktig måte, så vil jeg si at det er nyttig. Men det er ikke nødvendig å gjøre det på veldig detaljnivå, for da bruker man lengre tid på modelleringen enn det tar å bygge, og det vil være mot sin egen hensikt.

Arne:

Jeg tenker jo at 4D er mer enn krevende nok å få mobillert, men jeg tror kostnader kan være interessant. Det er jo interessante ytterlige dimensjoner man ser på her, men for folk som har vært lenge i bransjen så er hoppet fra 2D til 3D veldig krevende. Det man skal introdusere det krever jo mye mer også er det jo det at tingene er kompliserte, så hvor mye klarer man å bake inn i modellen. Alle dimensjonene vil jo være nyttige, man har bærekraft/miljøutslipp er jo veldig sentralt i klimaregnskapet. Bærekraft er jo et regnestykke som gjøres litt på siden før byggestart. Kostnad og bærekraft er kanskje ting man kan legge til elementet/komponenten som en egenskap, så det er kanskje ikke noe som gjør filen så mye tyngre. Fremdrift i forhold til 3D er jo veldig krevende. Det å kunne gi flere egenskaper til elementet det vil jeg si er nyttig. Fasilitetsstyring og FDV er jo noe som er veldig ettertraktet og bruken av digital tvilling.

Hvilken standard og manual tok dere i bruk for BIM ved prosjektet?

Erlend:

Vi har jo en BIM-manual når vi kontraherer enten prosjekterende eller andre, så har vi en BIM-manual som vi legger ved i tilbudsforespørselen. Fra gammelt av så var det DAK-manual men det er jo litt utdatert.

Arne:

Ikke som jeg kjenner til, jeg vet det var noe snakk om å ta i bruk den modenindex, men jeg vet ikke om det er en standard. Men hvert fall det å bruke modenhetsindex på de forskjellige elementene. Det har ikke blitt til at vi har brukt dette enda. Jeg har sett på et annet prosjekt og personlig er jeg en tilhenger av det, at når man trykker på noe i en modell. Om det er noe som er lagt inn som en tidlig skisse eller om det er noe som er ferdig til utførelse. Men igjen så er det et tilfelle av hvor komplisert skal man gjøre modellen. Jeg kjenner hvert fall ikke til

noe standard, vi har bare en enkel BIM-manual for prosjektet. Men det går mer på hvordan man skal nummerere filer og prosjektnullpunktet.

For å møte nye krav til klima, miljø og energiytelsen i bygg, må materialbruken endres, materialdata katalogiseres digitalt, byggematerialer brukes på nytt, og planleggingen må bli smartere og flyte fra fase til fase.

Hvordan brukte dere BIM i dette – eller hvordan tenker du at BIM kan brukes her?

Erlend:

Vi har ikke brukt BIM så aktivt for det å nå klimamål, tror jeg, men det er jo BREEAM sertifisering for dette bygget her. Så det kunne sikkert blitt brukt i større grad, men jeg tenker at spesielt for gjenbruk i bygg så er det et godt verktøy og viktig med BIM. For når man tenker på leveringstiden på gjenbruk, så er den ofte litt lengre og må planlegges bedre. Hvis jeg skal bygge et bygg neste år og vet at jeg skal ha en murfasade, så må jeg kanskje si ifra i dag om at jeg må ha det klart. For da må dem samle sammen de som leverer dette i bransjen, sånn at de kan ha det klart. Man kan ikke komme en måned før og si at man skal ha den fasaden, da funker ikke gjenbruk for det er litt mer omfattende. Det kan produseres i Kina, de leverer jo på kortere tid. Så miljømessig så tenker jeg bedre planlegging og jo tidligere man kan se hva som trengs, jo bedre er det. Men så er det jo utfordrende jo flere dimensjoner eller ting man putter inn i modellen, jo vanskeligere vil det være å følge opp. Men så lenge det er tydelig skille mellom de ulike tingene som legges inn og at man forstår at dette bruker vi får å følge opp klima eller miljø og dette her bruker vi for fremdrift osv. Så er det hvert fall nyttig. Men jeg kjenner ikke til at vi bruker modellen direkte opp mot miljø.

Arne:

Jeg er ikke helt sikker hvordan vi har brukt BIM i forhold til dette, men jeg tror at når vi har hatt rådgiver som skal lage et klimagassregnskap for prosjektet. Da går jo de gjennom modellen og tar ut mengder betong, stål og andre ting, og ut av det legges det inn i regneark med CO2-ekvivalenter slik at de får en sum ut av dette. Jeg tror altså at det har blitt gjort en mengdeavregning av modellen også tillagt CO2 og diverse miljøparameter, slik at man har fått et måletall klima- og gassutslipp. Det er jo det at man sparer mye tid på å hente ut ting som mengder fra modellen, i stedet for å måtte finne frem 2D-tegninger og regne ut hvor mye det er. Regne volum og summere bøyelister og diverse unngår man. Men det er jo fint

hvis BIM kan brukes ved at modellen ved et tidlig punkt raffineres med den ytterlige dimensjonen, med CO2-ekvivalenter for den bygningsdelen. Så kan man ta en «Take-out» på mengde miljøavtrykk, og ikke bare på materialmengde. Slik at det ligger inne og at man underveis i prosjekteringen kan se når man innfører elementer at man ser hvor mye det belaster og får varsel om at, hvis det belaster for mye, så må det gjøres endring. Ikke at man prosjekterer og når du tar mengdeunderlag og ser igjennom regneark at det har blitt for mye. Sånn at man på et tidligere tidspunkt ser hva som skjer, det hadde vært litt sofistisert.

Er det noe mer du vil legge til utover det som har kommet frem her? Som vil være relevant.

Erlend:

Jeg kommer ikke på noe nå for øyeblikket.

Arne:

Jeg føler jeg har gått igjennom det meste jeg hadde å si.

8.4 Intervju med Bjørnar Markussen fra Dr. Ing. Aas-Jakobsen

Hvilket prosjekt var det du hadde, og hvilken posisjon hadde du?

Det prosjektet jeg tar utgangspunkt i er T2 på Gardermoen, og jeg jobbet både innenfor prosjekteringsgruppa og prosjektledelsen, og helt til slutt for Avinor som byggherre. Så det var alle aktørene.

Var det noe spesielt dere anvendte i forhold til BIM? (annet enn 3D)

Hvordan gikk dette?

Var det forsvarlig å ta i bruk BIM utover 3D i forhold til kostnad, tid og kvalitet? Gjerne utdyp (hvordan?).

I 3D så er det ofte sånn at man bruker det som en inngangsport til prosjektet, også er det en del funksjonaliteter utenfor prosjektet som dette med å bruke informasjon som ligger i 3D biten. Med 3D så tenker jeg geometrien i prosjektet resten som skaper BIM, det med informasjon, hva er det utover geometrien man bruker og man kan si i forhold til kostnad, tid og kvalitet. Så hadde vi jo noen eksempler på at vi brukte det mer enn bare som en 3D-visning. Vi hadde jo blant annet mer eller mindre en svær visuell sak som vi laga for T2-

prosjektet av fremdriften på Pir-Nord for eksempel. Der noen av planleggerne tok tak i 3D-visninga om informasjon i modellen og skapte en visning av hvordan fremdriften var tenkt på prosjektet. Det er jo et eksempel, også er det jo andre ting. Kvalitet er det jo åpenbart at man brukte modellen til for å sjekke hvordan kvalitet var på det som man leverte. Gjerne ofte i en sånn kontekst at man sjekket det man hadde i modellen i forhold til det på tegning. Det er jo igjen litt varierende i forhold fra fag til fag hvordan man gjennomførte dette. Noen var nok dyktigere enn andre på det tidspunktet, her snakkes det jo om 2010, 11 og 12. Jeg har erfaring fra at noe gikk bra mens andre ting gikk litt mindre bra. Men en vesentlig faktor oppe i dette er at hvis man skal bruke BIM, så må det være samsvarig med det som står på tegning og det som finnes i modellen. I en sånn sammenheng at man kan ikke sitte og skrive tekst på en tegning, man må hente teksten fra modellen. Det må være et bærende prinsipp, hvis ikke havner man langt ute på Finnmarksvidda. Man må hente informasjon fra modellen, i praksis informasjon som man ikke klarer å holde styr på over tid. Tegningen må være et produkt fra modellen.

La oss ta de positive tingene og faget jeg har mest relasjon til, det er jo betong og armering og slike ting. Det følte jeg gikk veldig bra. Man var ganske tidlig ute og sa at vi skal ikke lage armerings tegninger som ikke er koblet til modellen. Jeg tror ikke det var hverdagskost, i og med at vi tok beslutningen rundt dette i 2009. Så ble jo produksjonen da selvfølgelig etter tenkt i intensivert. Det var en bra beslutning at alle som skulle modellere noe på armerings biten rett inn i modellen, og at de ikke fikk lov til å sitte å lage noe tegning. Si at vanlig praksis skulle være at man laget hovedarmeringen i modellen også spytta du ut en DWG. Også tok du all detaljeringen på utsiden, eller så gale at du laget formtegningen i modellen også laget du armeringstegningene utenfor. Sånn ville ikke vi ha det, vi ville ha alt samlet i en modell for å koordinere det. Og det opplevde jeg gikk veldig bra. Vi hadde kontroll på armeringen gjennom hele prosjektet, bedre kontroll på armeringen enn alle andre i prosjektet, også entreprenøren. Vi visste hva vi hadde i modellen lenge før entreprenøren skulle bygge. Vi gjorde for eksempel analyser og prognoser hele tiden og hvor mye armering konstruksjonene skulle ha i forhold til det som lå inne i kontraktene og hadde stor glede av å vite dette lenge før entreprenørene skulle bygge.

For noen av delene var det forsvarlig, og på betong og armering så mener jeg absolutt at det var forsvarlig. Så kan man jo si at innenfor andre fag, vi starta jo modellering i 2009, og det var ikke slik at alt fungerte slik som vi skulle ønske at det fungerte fra dag en. Så en viss risiko

kan man si at det var allerede da, men den risikoen ble jo til å være mindre enn å sette i gang et prosjekt og bare se på tegning. Så det var en veloverveid beslutning som ble tatt og med støtte fra byggherre også at det skulle være BIM, så det var helt greit.

Redegjør for BIM i bruk i prosjektet, hva brukte dere BIM til (alt fra krasjkontroll, kommunikasjon, prosjektering, visualisering osv. for 3D).

Kollisjonskontroll hadde vi masse av i prosjektet for å se at ting var på plass. Jeg tror i dag så er ikke kollisjonskontroll, det skal jo gjøres, men fokuset er ikke på kontrollen. Man forventer at de som jobber ute i de forskjellige fagene holder styr på kollisjonen. Det burde være unødvendig å komme i et koordineringsmøte med en modell full av kollisjoner for å si det sånn.

Hvilke erfaringer fikk dere ved bruk av BIM på dette prosjektet?

Masse erfaringer. Det finnes vel en rapport som peker litt på BIM, en evalueringsrapport fra dette prosjektet, som kan være verdt å lese. Men ja vi fikk erfaringer som var både positive og mindre positive. Jeg tenker at hele T2-prosjektet var et eventyr i forhold til utvikling innenfor både prosjektet og innenfor bransjen. Programleverandørene var sikkert flinkere til å henge på enn andre igjen, men jeg tror de fleste programmene som ble brukt for å skape BIM, de fikk i hvert fall mulighet. De fikk muligheter til å utvikle seg, og noen greide det bedre enn andre. Også er det selve bruken av BIM i forhold til arbeidsprosesser og slike ting, der kan man jo si at vi ikke klarte å utnytte potensialet fullt ut. Det har nok litt sammenheng med at prosjektet i utgangspunkt var et BIM-prosjekt, men at det skulle kontraktuelt gjennomføres med tegninger. Entreprenøren hadde ikke noe i kontrakten som sa at han skulle bruke BIM, når han skulle gjennomføre sin del av prosjektet. Det var og en klump rundt foten, og jeg tenker det hadde vært hvis man hadde turt og tatt også den sjansen i 2009. At man hadde begynt å definere kontrakten og kontrakts forutsetningen at man skulle på et eller annet nivå bruke modellen til gjennomføringen, så tror jeg at vi hadde fått ut et enda større potensiale. Men noen tilfeller hvor det var tegning som gjaldt så prioriterte man å lage tegninger i stedet for å jobbe intensivt i BIM-modellen for å hente ut tegning som et resultat fra modellen. Det er ekstremt travelt å levere. Så kunne det hvert fall i den tid fremstå som enklere å lage til ei 2D-tegning som viste det man hadde tenkt å bygge fremfor å sitte i modellen og modellere alt i 3D, og skape all informasjon. Og sånn er det kanskje for

noen i dag også, hvis man skulle ta noe så simpelt som med armeringstegning. Å begynne å sammenligne bare tegning mot modell, så er det ikke sikkert at det er regningsvarende som sitter og modellerer all armeringen. Armeringstegning kan jo bare være en strek også fordelingslinje, så har man dekket behovet for det. Men i en modell så må man faktisk sitte og gjøre et arbeid for å modellere armeringen. De to kan ikke konkurrere mot hverandre. Man vil nesten alltid klar å lage armeringstegning raskere enn i en modell. Men problemstillingen er da at man kan ikke bruke armeringstegningen til noe annet enn armeringstegning, man vil ikke kunne hente ut mengder på samme måte som man kan fra modellen. Man vil ikke kunne lage bøyeliste ut ifra en sånn tegning. De fleste kan ikke bare hente ut bøyeliste, vi får gjort det med hjelp av program som tillater dette. Man kan ikke robotisere for eksempel en produksjon av armeringsmoduler, spesielt prefabrikkerte armeringsmoduler. Det er mange ting man ikke kan gjøre hvis man bare sitter med tegning, som man har mulighet til å gjøre i dag hvis man har full BIM. Visualisering, hvordan man har tenkt til å begynne med dette her.

Hadde det noe å si for kvalitet, pris og tid sammenlignet med andre prosjekter?

Vi gjorde noen analyser på armering som jeg føler gikk best og vi klarte å påvise at vi klarte å lage tegningene raskere når vi hadde settet oss ned og laget 2D tegninger. Det har med automatisering å gjøre. Samtidig er det sånn at hadde vi fått med oss entreprenøren og at de hadde vært med på å bruke modellen til bygging og ikke tegninger, så kunne vi fjernet tegningene også. Det er jeg 100% sikker på, for at den modelleringen som ble gjort var så bra og de modellene som kom ut, at det hadde vært fullt mulig. Vi hadde også tre små testprosjekter for å se om det stemte det utsagnet. I alle tre prosjektene ble det konkludert med at det var mulig å gjøre det. Da endte man opp med en kontraktuell sak som sa at man skulle ha tegninger for å være trygg på det fulgte kontrakten. Men på praksis kunne man bygget bare på basis av modellen. Det betyr jo at kvaliteten i seg selv hadde blitt veldig høy. Hadde man fått til en bygning bare på basis av modell så hadde man kunne spare penger, men sikkert tid også på å slippe å håndtere tegninger. Mens i andre tilfeller var nok ikke kvaliteten god nok og sikkert ikke programvaren helt moden for å kunne ha gjort det samme. Så er det jo andre ting vi prøvde oss på. Vi jobbet ganske tett med planleggerne en periode på prosjektet for å se hvordan de kunne brukt det mer enn til visualisering. Der nådde vi ikke frem, for det ble for hektisk og for mange nye prosesser til at de klarte å forholde seg til det,

samtidig som de skulle være trygge på at de leverte gode planer. Det er jo ting som man ser i dag, at hvis man bare vil så er det fullt mulig å få til det og. Så har man jo andre forhold som var veldig vellykket, dette med spillprosjektet som vi laget for alle som skulle inn i bygget etter at det ble ferdig. Vi laget jo et publikumsspill, som vi kalte det, som rutet alle de brukerne som skulle ut å bruke terminalen når den var ferdig. De fikk gå igjennom spillet for å gjøre seg kjent med lokalene før de flyttet inn. Det var laget i stedet for å sende alle ut på byggeplassen før det var ferdig. Det hadde jo blitt en nærmest umulig sak, med en full byggeplass med mye hektisk aktivitet og å sende ut 22000 medarbeidere for at de skal se hvordan det ser ut der de skal jobbe, det er nærmest en umulig sak. Det føler jo jeg var veldig vellykket, i tillegg så hadde vi simulatorer som ble laget for en del prosesser. Dette var for blant annet brostyring, handling med bagasje, pushback og fleksigate. Det var de fire simulatorene vi laget som også bidro til å lære opp de som skulle styre med de prosessene etter at de åpnet. Alt dette var hentet fra modellene og tatt inn i en spillmotor og laget til for å effektivisere disse prosessene.

Kvalitetsmessig, var det noe man møtte på som ellers ikke ville blitt avdekket dersom man ikke hadde benyttet BIM?

Kollisjoner er jo veldig lett å dra frem fordi det er jo umulig å gjennomføre kollisjonskontroll basert på tegning. Så det er jo den lavest hengende frukten for å kjøre 3D-modeller og BIM. Også er det jo byggvarighetskontroll også, at man har en modell hvor man kan sitte og drøfte slik at alle forstår hva man snakker om. Sammenligning mellom laserskanning og det som bygges på plassen sammen med modellen, det er noe man heller ikke hadde fått til hvis man ikke hadde hatt 3D modell. Alle disse tingene er jo noe som øker kvaliteten brutalt i forhold til at man skal være godt trent for å kunne lese så komplekse prosjekter som dette ved hjelp av tegningssett fra leverandørene. I et lite prosjekt så kunne man tenkt at det var mulig å legge VVS- og elektrotegning over i arkitekttegning og sammen spilt det på denne måten. Men jeg tror på de aller fleste mest kompliserte områdene hvor vi hadde bruk for dette på Gardermoen, så tror jeg ikke det hadde vært mulig. Det hadde bare blitt en svart tegning. Hiver man på bagasjelegget i tillegg som er et prosessanlegg i seg selv i en annen verden, det ville ikke funket. Hvis man tar bagasjelegget og hvor det var gjentatte avdekninger av feil som gjorde at vi klarte å få entreprenørene til å rette opp i før kollisjonen faktisk skjedde.

Feil på utsparinger, kollisjon med andre anlegg der folk ikke har gjort det slik som det var tenkt at det skulle gjøres. At det bidrar til å løfte kvaliteten, det er det ingen tvil om.

Hvordan tenker du at tidsbesparelsen har vært ved bruken av BIM?

Noen hevder jo at bruken av BIM har bidratt til at vi klarte å holde tiden. Men jo mer folk forstår hva som skal gjøres, jo mindre feil blir det. Det er logisk i mitt hode, og derav blir det mindre bortkastet tid. Men om det har gitt et utslag i om et prosjekt blir forsinka eller ikke, det er vanskelig å si. Det kommer jo an på hvordan en entreprenør velger å løse en feil eller noe som oppstår. Hvis de velger å kjøre inn en haug med ressurser for å ta igjen feilen, så vil jo ikke det gi utslag på noe annet en deres eget regnskap.

Hvordan var kostnadsbesparelsen ved bruk av BIM?

Kostnadsbesparelsen er det mange som har stilt spørsmål ved. Det er også ganske kjent at det koster mye å få opp disse modellene som ble laget på Gardermoen. Men vi har jo ikke noe å sammenligne med, dersom vi skulle gjort dette i 2D så er jeg faktisk ikke sikker på om det ble noe dyrere ved å bruke BIM-verktøy. Si at man hadde laget til alt i 2D verdenen, så er det ikke sikkert at man hadde klart å lage så detaljerte tegninger som det man får ut av modellen. Det igjen fører da til at man kanskje ikke klarer å oppnå noe tidsbesparelse fordi folk ikke forstår det de faktisk skal bygge. På den andre siden, hvis BIM hadde vært løfta mer opp kontraktuelt, så kunne man kanskje henta ut en større del av gevinsten. Fordi alle hadde satt seg ned og brukt modellen, for de var det ikke alle som gjorde selv om alle hadde tilgang til den. Jeg vet ikke helt hva jeg skal svare i forhold til kostnadsbesparelse, men jeg tror alle satt med inntrykket at det var veldig dyrt. Men det har nok sammenheng med at på den tiden så, nå snakker jeg som om dette var lenge siden. Noe det ikke var, men vi startet helt fra «scratch» i 2009 og det har vært mye utvikling parallelt med prosjektet både på programvaresiden og på prosesser og folk. Hvis man hadde startet i dag så tror jeg man hadde klart å hente ut større del av gevinsten, som ligger i BIM. I forhold til tiden dette ble gjennomført på.

I forhold til prosjektstyring, hvordan det ble det benyttet her sammen med BIM?

Vi hadde jo noen møter med planleggerne for å prøve å modne dem til å bruke modell, men kom ikke i mål på dette. Vi hadde også noen opplæring sesjoner med planleggerne til

entreprenør. Der vet jeg ikke helt hvordan det endte til slutt. Men jeg var med og kjørte flere sesjoner med en av entreprenørene der vi viste hvordan man kunne bruke modellen til å rapportere hva de hadde gjort. Også hva de hadde gjort forrige uke, skulle gjøre resten av uka og hva som var på planen for neste uke. Det var en prosess som normalt sett dreide seg om å ta 15 20 0-tegninger der man sitter å tusjer med rød og gul tusj. Også var det faktisk slik at de satt med regnestav og kalkulator for å regne ut mengder. Det var jo litt trist og leit, når jeg dro utover for å vise hvordan de kunne bruke modellen og gjorde vel egentlig akkurat de samme som dem. De har jo sånne ukers sykluser, når man var ferdig med en rapport så var det bare å starte på neste igjen, så da var det frem med tusjene og regnestav. Bruker man et par timer på dette i en god modell og setter det i system så er det et forholdstall. De bruker en uke på å sitte og fikle med dette, mens en modell kan rapportere dette her mer eller mindre automatisk. Visualisering har jo sin rolle i å fortelle omverdenen hvordan man har tenkt å bygge ting. Det er klart at det har en effekt på de som sitter i prosjektet å vise hvordan faseplanene har vært. For prosjektstyring i en overleveringssammenheng, så har man jo til dels tatt i bruk modellen for å synliggjøre hvor langt man har kommet på modenheten. Det som nå heter MMI, hadde vi to tagger som styrte i prosjektet.

Hvilket program(mer) brukte dere?

Vi hadde jo stor glede av Tekla Structures på RIB-siden, og ikke bare oss, men også en del av entreprenørene på prefabrikking av både betong og stål. Også glassprodusenten brukte Tekla på fasadebiten. Så har vi jo Revit selvfølgelig, for arkitekt og tekniske fag. Det er de basisprogrammene for prosjektering. Det der er et økosystem av både selve programmet pluss en del programmering rundt, vi laget en del apper/programvare som støttet opp under det måten vi jobbet på. Det samme gjorde tekniske fag. Også var det Rhino-Grasshopper, også en svært viktig programvare for en del av de parametriske bitene som går på himlingsplanlegging og himlingsmodellering. Så har du jo innsynsverktøy som spiller på åpen BIM, der har vi jo Navisworks som et hovedverktøy. ProjectWise, vet ikke helt om jeg skal kalle det for et BIM-verktøy, men mer i forhold til samhandling og distribusjon av filer.

Hvordan gikk dere frem for å modifisere programmet slik at dere fikk inn den dimensjonen?

De programvarene som er på designsiden, er jo i utgangspunktet tilrettelagt for detaljprosjektering. Mesteparten av modifiseringen vi gjorde i programvaren, det er ikke modifisering egentlig. Mer bygging av apper for å støtte prosesser. I starten så var det veldig vanskelige på noen av de programvarene å få inn slik programmering fordi API ikke nødvendigvis støttet de behovene vi hadde. Vi så det som naturlig å programmere en del ting for å effektivisere hvordan ting ble gjort. Ta opprettelsen av bøyelister, det var jo en sånn programmering som vi gjorde for å både støtte våre prosesser, men også legge til rette for å faktisk støtte prosess som innebar at man kunne kjøre bøyelister rett til bøyebenken. Nå ble ikke det realisert fordi leverandøren som vi hadde sikta oss mot hadde valgt å bytte bøyebenk like etter at vi var ferdig med vår programmering. Dette er i 2011 og da hadde vi faktisk mulighet til å dytte en fil rett ut fra bøyelisten til å sende den til bøyebenken. Vi brukte også en del eksterne ressurser for å programmere og vi brukte en del interne ressurser for de som hadde det tilgjengelig i egne selskap. Vi hadde også en del kontakt med leverandørene for å få de til å modifisere hovedprogrammet. Vi hadde en hotline til Finland som vi kunne ringe hvis det var noe som oppstod. Det var et krav som vi stilte i 2009 hvis vi skulle inn å bruke Tekla med de ambisjonene som vi hadde, så måtte leverandøren stille med en person i Finland som kunne hjelpe dersom det oppstod et problem. Det fikk vi faktisk, og det synes jeg var veldig bra. Vi hadde mye kontakt for å få utviklet behovene våre og det av egne feil i programmet. På den andre siden så hadde vi Autodesk, hvor det var en ny person fortere enn vi skiftet sokker og som ikke hadde noe forhold til det vi holdt på med og var mer opptatt av at de generelle funksjonene skulle virke. Hvis det var rene feil så skulle det rettes, men gjerne ikke før vi hadde maset på de over lang tid. Sånn har jeg inntrykket av at det er i dag og dessverre, så kan man jo også si at det er en konsekvens av at vi i Norge ligger ganske langt fremme i forhold til andre land. De problemene vi havner i er såpass sære at de er ikke verdi nok i for Autodesk til å hjelpe oss med.

Hva synes du gikk bra, og dårlig?

I forhold til ytterligere dimensjoner, anser du det som nyttig? Både i prosjektet, og kommende prosjekt, og hvilke dimensjoner.

Det å kunne gjøre ting selv, programmere ting selv, modifisere selv så er det særdeles viktig. Det er en fordel at det er tilrettelagt for det gjennom API-en og programvaren i seg selv. Det

ideelle hadde vært at leverandøren selv hadde vært på hugget og modifisert programvaren med en gang det var behov, men sånn er ikke verden. Derfor er det nødvendig å ha den muligheten til å kunne modifisere programvaren. Rent geometrisk så er ikke de behovene særlig store, men på informasjonssiden og det å skape informasjon som passer med krav fra oppdragsgiver, det er jo kjempeviktig. Det er jo ting som man ikke finner som generell programvare, for det er ingen av de som bryr seg om hvordan informasjon skal se ut i Avinor-systemet eller noen andre system for den saks skyld. Derfor er vi avhengig av å ha den muligheten til å gjøre ting selv, og informasjonskravene blir jo erfaringsmessig bare større og større etter hvert som man avdekker muligheter for å bruke den informasjonen. Så stiller man gjerne krav til at den skal leveres også. Så jeg tenker at det er en nødvendighet. De fleste tilbyr dette i dag også, og har man god dokumentasjon på egen programvare og.

Så du tenker at alle dimensjonene er verdt å ta med?

Ja mer eller mindre, nå har ikke jeg noe forhold til rekkefølgen på dette. D-ene har jeg ikke lyst til å bruke i utgangspunktet. Men fremdriften er det synd hvis man ikke i dag tar utgangspunkt i BIM for å planlegge fremdrift, da går man glipp av noe. På kostnader så er det fortsatt en del arbeid med å koble det, med å få de normale kostnadmodellene til å stemme sånn som man jobber i modellen. Der igjen er det spørsmål om funksjonaliteten i BIM-verktøyet skal endres for å tilpasse seg norsk kostnadsmodell eller om kostnadsmodellen skal tilpasses slik som man jobber i BIM. Det går jo på hvordan G-prog og Calcus virker. Det er ikke alt der som er like enkelt å få til i en BIM-modell, og drar man inn prosesskode for infrastruktur, så er det enda lengre ut på sidelinjen i forhold til måten man modellerer i modellen. Det der er ting som er i fokus på som jeg tipper kommer til å løse seg over tid. Det er mulig i dag å kunne skape gode nok relasjoner til å fange opp det aller meste av kostnader som er skapt på basis av geometri og informasjon i modellen. Så har man bærekraft, det å få inn informasjon knyttet til miljø, det er ikke vanskelig å få til. Her handler det mer om at man får inn data på en standardisert måte så man kan bruke det. Fasilitetsstyring, altså driften av byggverkene basert på modell og informasjonen i modellen. Det tenker jeg at er også fullt mulig å få til. Det er ikke sikkert at alt dette skal ligge i modellen, men at man bruker modellen som i alle fall en visualiseringsmotor for hva man snakker om. HMS, har vi ikke brukt i HMS sammenheng på Gardermoen. Det er andre prosjekt der man brukte modellen for eksempel inn i en spillmotor for å opplæring av anleggsfolk. Hvordan er det de skal

oppføre seg på en byggeplass, og visualisering av hvor utstyr knyttet til HMS er lokalisert. Da blir det litt sånn at skal jeg bruke modellen og legge litt energi i det eller skal jeg sitte og lage akkurat samme informasjon på plansje i InDesign frittstående i forhold til modellen. Jeg tenker at hadde man samlet alle slike ting også inn i en modell, så er det regningsvarende over tid, det er jeg ganske trygg på. I stedet for at noen sitter og lager noe utenfor. Sitter og kikker på modellen hvordan det ser ut også sitter og tegner på en annen plass. Lean Construction, gjerne knyttet til VDC. Det er de jo åpenbart at har en bruksverdi ved at man igjen kjører prosesser og prosjektstyring basert på modellen der man har oversikt over hvordan tingenes tilstand er. VDC der man kjører ICE-møter som utgangspunkt for diskusjon, jeg tenker at det, med BIM som et vesentlig verktøy, er veldig bra. 10D, hvis man tar den industrialiseringsdelen. Det er jo en rekke eksempler på robotproduksjon av både det ene og det andre, og hvis ikke man har en modell som basis for det, så sliter man. Modell og informasjon. Effektiviseringspotensialet er det, det er absolutt til stedet. Men så er det den villigheten til å ta en liten risiko med at man må få en organisasjon til å bruke modellen. Hvis man sier man skal bruke modellen og mislykkes med det, så har man kanskje skapt mer arbeid. Hvis man er i stand til å lykkes, dette her å få det implementert over bare noen få av disse punktene, så er jeg ganske sikker på at det bidrar til å effektivisere.

Hvilken standard og manual tok dere i bruk for BIM ved prosjektet?

Vi har jo et krav fra Avinor som i starten igjen var basert på Statsbyggs BIM-manual 1.0. Litt omskrevet, men i prinsippet det samme. Det var jo ingenting av rutiner og sånt som var på plass, så vi laget alt dette selv på basis av de kravene som oppdragsgiver hadde og så med de behovene vi hadde på rutiner og kvalitetssikring og så videre. Alt det utviklet vi selv. Det var også nærmest et eventyr. Det var ikke noe i 2009 som passet det prosjektet, mange av de som kom inn i prosjektet hadde ikke hørt om BIM før.

For å møte nye krav til klima, miljø og energiytelsen i bygg, må materialbruken endres, materialdata katalogiseres digitalt, byggematerialer brukes på nytt, og planleggingen må bli smartere og flyte fra fase til fase.

Hvordan brukte dere BIM i dette – eller hvordan tenker du at BIM kan brukes her?

For det første så brukte vi ikke dette, det var ikke noe som var systematisert nok på denne tiden til å kunne gjøre dette. Men i framtiden, så er det flere ting i dette her. Hvis man tar

eksisterende bygg, så er det å få opp modeller som viser hva som er bygget så detaljert at man kan ta det inn i en verdikjede der man tar utgangspunkt i at noe av dette som finnes fra før er mulig å bruke på nytt. Det handler både om geometriske forhold, men også om informasjonsmessige forhold. Man må vite noe om hva som finnes også handler det om en stor del om mulighetene i regelverket for å ta i bruk gammelt/brukt materiale. Der er det fortsatt en vei å gå på lovgivningen, altså hva må til for å få til dette. Særlig i forhold til dokumentasjonskravene. Også er det noen åpninger for at en organisasjon som Avinor eller Statsbygg. Innenfor organisasjonen kan man ta et byggemateriale og flytte til et annet prosjekt uten at man får noe store dokumentasjonskrav over dette. Det har åpnet for såkalte donormodeller, som man kan bruke internt i egen prosjektgjennomføring. Man river et bygg også vet man at man har de materialene tilgjengelig for å bruke i et annet bygg. Her må det på plass en del systemer for å få det til å fungere godt. Man må ha kunnskap om hva som er tilgjengelig og man må ha kunnskap om dimensjoner og informasjon selvfølgelig. Også må man hvert fall ha kunnskap om hvem som har tatt ut for å bruke i et prosjekt. Si at man lager en markeds plass for disse brukte objektene, så er det nesten på nivå på et bilopphuggeri. Man må ha et system for å ivareta at man har solgt noe. Det kan jo være en situasjon hvor man ønsker å bruke et vindu og har reservert det også kommer man fram i en senere fase at man trenger ikke vinduet allikevel. Så må man ha mekanismer som ivaretar slike ting også. Så har du nye prosjekter der man må designe for gjenbruk, da snakker man om hvordan utformer man et knutepunkt mellom prefab. dekket og et opplegg for prefab. dekket, for å mest mulig støtte gjenbruk. Jeg tenker at det, hvert fall i nyere prosjekter, så burde det være en viktig bit av det hele. Så har man det med klima, miljø og energiytelse, det å få opp god informasjon om produktene i seg selv. Der er det også arbeid på gang med det som heter produkt datatemplates, som jeg tror er veldig viktig for å få til dette. Det har opp gjennom senere tidsalder krav om at alt skal dokumenteres, men det har gjerne vært gjennom produktblad som slenges over til byggherren i siste øyeblikk, som en dokumentasjon. Ved å implementere dette med datatemplates, så har man jo mulighet til å få dette strukturert på en standardisert måte, som igjen åpner for at man kan dra inn denne dokumentasjonen ganske tidlig i prosjektgjennomføringen. Ergo har man også mulighet til å påvirke dette før det har gått til bestilling. Det er ting jeg har store forventninger til, bare det kommer i gang. Det er en viktig brikke i miljøbiten. Så lenge man har informasjon så kan man analysere og visualisere dette, på lik linje med all annen informasjon.

Er det noe mer du vil legge til utover det som har kommet frem her? Som vil være relevant.

Dette prosjektet var et eventyr for meg, ikke nødvendigvis fordi man har nådd frem på alle områdene. Jeg vil tørre å hevde at det var en stor utvikling hvert fall blant oss som var med i prosjektet. Vi har en nærmest stående ordre om å bidra til bransjen og jeg vet ikke hvor mange presentasjoner jeg har hatt og flere av disse BIM folkene. Det er flere titalls, både utenlands og innenlands. Det vil jeg tørre å hevde har vært en del av et viktig bidrag for å utvikle bransjen. Dette med at BIM er så fryktelig dyr og komplisert er en gjenganger opp gjennom årene, og det finnes nok fortsatt. Det vil kanskje forbli sånn også dersom man ikke planlegger bruken av BIM på en god måte, og velger hva man skal satse på. Hvis man bare sier at man skal ha BIM på et prosjekt, som vi også har sett tilfeller av. At det kommer premiss i prosjektet til de som skal prosjektere at det skal være BIM i prosjektet også sier man ikke mer, det tenker jeg er horribelt. Det bare legger opp til at det blir misforståelser. Så har man jo ISO 19650, som er en ISO-metode for gjennomføring av modellbaserte prosjekter der man standardiserer mye av det vi var gjennom i T2-prosjektet. Det er godt fanget opp av den standarden der, ta kravstillinga til BIM. Det er jo en ISO 19650, premiss i prosjektet så skal jo byggherre gi disse kravene i utgangspunktet, de skal være tydelige på hvor mye er det de vil ha og ikke bare geometrien, men også informasjon. Det finner man igjen gjennom hele leveransekjeden frem til den modellen. Det måtte jo vi finne på underveis, hadde vi hatt den standarden tilgjengelig med en gang så hadde det kanskje vært lettere å gjennomføre prosjektet. Hadde vi behov for å spesifisere noe så gjorde vi jo det.

8.5 Intervju med Tom Andersen (selvstendig/Asker Entreprenør)

Hvilket prosjekt var det du hadde, og hvilken posisjon hadde du?

Jeg har jobbet som prosjektleder/prosjekteringsleder i mange år, det fungerer på bygg opp til en viss størrelse, så fungerer det ikke lengre. Jeg begynte i Asker Entreprenør for cirka fire år siden som en ren prosjekteringsleder. Det første prosjektet jeg hadde da var noe som heter Bruket, 150 leiligheter på Gressvik i Fredrikstad. 3D-modellering har jo vært en del av bransjen i noen år, men først og fremst for arkitekter for å vise frem hvor flott og fint det skal bli. Det var første prosjektet som jeg var med på hvor man begynte å nærme seg noe man kan kalle BIM da. Hvor man satt sammen modeller. På prosjektet Bruket brukte vi noe

som heter StreamBIM, som var et av de første programmene jeg var borti hvor man samler modeller med tanke på å prøve å nærme oss noe form for BIM. Det gikk greit det, vi kjørte krasjkontroller i 3D. Men vi tok det ikke noe særlig lengre enn det. Det å ta det så mye lengre enn det, jeg har sett det blitt gjort, men i byggebransjen så er det veldig sidrumpa (gradvis, bedagelig) for å si det sånn. Det tar lang tid og det er fortsatt mange i bransjen som sliter med 3D. Så er det noen selskaper som er litt mer frampå når det kommer til BIM, ofte de største som jobber for Statsbygg og andre som krever det. Da må jo entreprenøren være med, for da har dem ikke noe valg. Derimot hvis det skal være på eget initiativ, så tar det veldig lang tid før entreprenøren er villig til å endre seg. Det hjelper når man begynner å ta inn folk rett fra skolen. De har et annerledes forhold til det og blir gjerne satt til å jobbe med det, samtidig som prosjektleder som gjerne skal være de erfarende, men de kan svært lite om 3D. De som får til å kombinere den yngre og eldre garde på en god måte, de får det til. Min største erfaring er fra 3D, vi har ikke i noe stor grad beveget oss videre fra det. Vi har begynt å leke litt med fremdriftsplan som den neste dimensjon, men det er helt i startfase. Det går mest på at det er mangel på kompetanse på programmene for entreprenørene. Entreprenøren tenker hele tiden kostnader, og å ta å anskaffe et program til 100.000 kroner, det har de ikke særlig lyst til. Det er det som ofte setter begrensning hos entreprenørene, at de ikke er interessert i å ta disse ekstra kostnadene hvis de ikke ser at de får noe igjen for det.

Da er det egentlig ikke noe særlig annet enn for 3D dere har sammen med litt fremdrift, benyttet i forhold til BIM?

Ikke hos entreprenørene nei.

Hvordan var det totalt sett med tanke på den lille bruken av fremdrift dere har tatt i bruk?

Fordi vi igjen jobber med underentreprenører som har et enda mindre forhold til BIM. Jeg har jo i mange år brukt Project, for å se sammenhenger og avhengigheter. Men å sitte og presentere dette for en betongarbeider, det skjønner han ikke så mye av. Da er det over på Excel med farger for når han skal gjøre de forskjellige tingene. Dette sitter litt igjen ved at man fra gammelt av kunne komme inn hos entreprenør uten noe særlig skole, for så å lære seg det man skulle i jobb. Det er blitt en endring, ikke hos de små, men hos de store.

Avdelingen her hos oss i Østfold har vært villig til å ta steget videre, og det vil si i bruk av for

eksempel Dalux. Det har vi funnet ut at er et av de bedre programmene når vi skal bruke modeller og lignende. Der har vi tatt det ved at vi bruker det i oppfølgingen (prosjektstyring), det vil si at vi fører det meste av kontrollskjema og sjekklister og følger det opp i Dalux. Sånn sett så er det en dimensjon utenom fremdrift som brukes hvor det relateres til modellen, ved å gå inn i modellen og markerer et avvik eller feil/mangel. Deretter lager en kommentar der og da i modellen som går over i et skjema som sendes til underentreprenøren, som kan trykke på et bilde og havner inn i modellen der avviket er. Det har vi brukt i et prosjekt på Sjøhagen, for da fant vi ut at StreamBIM ikke var så bra på det men at Dalux var bedre. Dette var et prosjekt med 98 enheter fordelt på rekkehus og et leilighetsbygg, hvor vi fant ut at her har vi nytte av Dalux. Men igjen, den yngre garde i form av anleggsledere som har kompetanse på det, satte seg ned og fant ut hvordan programmet fungerer. Det blir som ved at selv om vi kan mye Excel, så kan vi minimalt i forhold til alt man kan gjøre i Excel. Vi synes ofte det er greit å bruke bare til å summer og lignende, det er lenge siden jeg har brukt kalkulator og. Men det kan så mye mer, og det samme er det med disse programmene vi bruker at vi rett og slett må ta oss tid til å sette oss ned og bruke det. Det er igjen det at det koster mye penger, og ikke alle prosjekter der man er villig til å ta det i bruk på grunn av kostnaden. De ser ikke fordelene og de har ikke nok kompetanse til at man får igjen for det. Jeg har vært pådriver for å presse fram at dette må vi bruke, dette er framtiden. Ofte så er det opp til prosjektleder å ta i bruk dette og å se nytten av å ta den kostnaden. Noen ganger får vi med oss underentreprenøren til å bli med på å ta den kostnaden for de synes også at dette er flott. Det å ha alt sammen digitalt og på samme plattform som entreprenøren. At man kan gå inn sånn at man kan følge med at det utføres KS og sånne ting. At de også synes det, er spennende og er derfor villige til å gå med på å betale for det. Da går det som regel greiere dersom det blir et spleiselag på dette.

Var det noe spesielt dere anvendte i forhold til BIM? (annet enn 3D)

Hvordan gikk dette?

Var det forsvarlig å ta i bruk BIM utover 3D i forhold til kostnad, tid og kvalitet? Gjerne utdyp (hvordan?).

Jeg tror vel sånn i utgangspunktet at vi ikke har spart noe særlig tid på dette, men noe av det bransjen sliter med, det letteste er å gi beskjed at her har det skjedd noe feil, dette må rettes opp. Dette er enkelt å gjøre, men når vi gir oppimot 20 sånne beskjeder hver dag også

skal man følge opp. For mottakeren sier at han skal gjøre det bare han får tid, og man gjerne skulle hatt det utført med en gang. Også ser man uken etter at dette fortsatt ikke er blitt gjort, så må man gi beskjed en gang til med alle de nye tingene som har dukket opp, altså doblet seg med ting. Det er en umulig oppgave dersom det er 100 ting man skal følge opp. Får man det inn i eksempelvis Dalux, så kan man ha kontroll på de beskjedene man gir. For da gir man det gjennom systemet, man gir det som en kommentar eller et avvik eller noe sånt. Det blir liggende i systemet helt til det er lukket, det lyser rødt helt til noen har gjort noe med det, da blir det grønt. Da kan man i stedet for å huske, eller lag post it lapper, gå inn på skjermen og se alle punktene og sende purring på alle punktene i løpet av en time. Der er den største fordelene i forhold til oppfølging. Men det starter i bunn ved at alle gjør ting riktig i forhold til modellen. Det er for så vidt min jobb, å se til at alle har gjort jobben sin i forhold til prosjektering. Da trenger vi nesten ikke arbeidstegninger lengre, vi kan forholde oss til det som er på skjermen. Det er ikke noe arkiv på byggeplassen med tegninger som henger oppe, for alt finner vi på Dalux. Vi kan gå og hente den tegningen og vi vet at dette er den nyeste versjonen. Det begynner hvert fall i Østfold avdelingen til Asker Entreprenør å bli forståelse for. Jeg har jobbet litt i Vestfold avdelingen, og kom dit og introduserte Dalux til dem, noe som var helt nytt for dem. De synes det var en stor kostnad, men også der begynner det å bli forståelse for at dette her det fungerer. Det blir bare mer og mer brukervennlig, man trenger mindre kompetanse for å bruke det. Da er det også selv for han på 60 år som sliter med å lese e-posten sin, da kan han også faktisk bruke det. Da er vi på rett vei. Så synes jo jeg at den 3D-modelleringa, der har vi en lang vei å gå bare der. Jeg har hatt nesten en lignende gjennomgang med dette med Rambøll, som vi bruker mye som rådgivere i alt fra RIB, på energi og alt mulig rart. De ønsket å forske litt på måten vi modellerer på eller bruker verktøyet på. Når man har kommet dit at alle jobber på samme modellen, da har man kommet langt. Ikke det at det hjelper oss noe særlig i utførelsen, men i prosjekteringen. Når vi får et oppdrag og skal sette i gang med det. Så får han som har kalkulert, han har dannet seg et bilde rundt hvordan dette bygget skal bygges. Så kommer en prosjektleder med en annen oppfatning av hvordan det skal bygges, derfor så hadde det hjulpet hvis man kunne samlet og visualisert dette i 3D. Hadde man allerede på tidlig stadiet begynt på en modell som skal være den røde tråden gjennom hele prosjektet, så hadde man luket ut mye kostnader der hvor vi ellers hadde kastet bort penger. Fordi man feiltolker, man gjør feil, bygger feil etc. Jeg ser på Dalux at man kan ta med en Pad på byggeplass ta frem modellen

og kalibrere den eksempelvis mot et rom, deretter se hvordan det er prosjektert og sammenligne det mot utført. Dette er for øvrig ikke noe vi har tatt i bruk enda. Uansett så gjør dette det mye lettere å se avvik. Teknologien er jo der, og det er det jeg har prøvd å få frem ovenfor de andre. At modellen og lignende skal være tilgjengelig på byggeplassen og at man skal ha mulighet til å se andre fag. Vi sliter jo veldig med plass, ting kan jo ikke ligge over alt, dermed kan vi si her skal ting ligge, går det utover denne plassen så blir det feil. Han som kommer for å gjøre et arbeid han ser ikke nødvendigvis følgekonsklusjon, hvis han for eksempel borer på et annet sted fordi det er lettere og da skader et vannrør. For hadde man hatt modellen tilgjengelig så kunne man se dette, og boret der det var planlagt. Det er en liten terskel å komme seg over, men det begynner å komme, og det hjelper at vi forlanger at dette skal brukes. Vi er jo kommet såpass langt at jeg trenger ikke spørre de prosjekterende om de modellerer. Før var dette et par 100.000 kroner ekstra, men vi er ikke der lengre. Vi har jo laget oss en manual for BIM, som da er en liten del av Statsbygg sin, for vi har ikke behov for mer på de prosjektene vi driver med. Bare sånn at arkitekten starter riktig, plasserer nullpunkter riktig, plasserer bygget riktig, dette er viktig og dette må man jobbe videre med.

Hvilke erfaringer fikk dere ved bruk av BIM på dette prosjektet?

Erfaringer er at vi har større kontroll i forhold til byggefeil, det er vel første prioritet. At vi skal unngå å gjøre ting to ganger, og vi skal unngå misforståelser fra 2D-tegninger som vi da må gjøre om. Jeg jobber stort sett i totalentrepriser og overfører deler av det ansvaret vi får fra det til underentreprenører, som rørleggere og elektrikere. Hvis det er noe som skjer, og rørlegger sier at det ikke er hans feil, men at det er noen andre sin. Eksempelvis at det er satt opp en vegg for tidlig som da må rives igjen. Det er så mange grensesnitt som gjør at våre underentreprenører, de skal ha noe ekstra penger for dette. Vi har et ansvar for å koordinere alle fagene, det er jo et ganske komplekst system å bygge en bygning. Det er mange ting som skal stemme, og da har man en større mulighet for å koordinere riktig, for man ser på modellen at det er vanskelig for rørleggeren å skulle tre de rørene over ventilasjonen som man har montert der. Så da ser man jo også at kanskje rørleggeren burde vært der først. Derimot på en 2D-tegning hvor man kun ser streker, og kanskje ikke legger merke til dette. Når man har en 3D-modell på dette, så kommer det mye tydeligere frem. Det er vel de største fordelene, at man ser at det fysisk er plass, man ser kollisjoner med

andre elementer. Det kan være at arkitekten setter en himlingshøyde på 2.40, og det må man bare forholde seg til. Men så ser man ikke at det ene krysningpunktet, det bygger veldig mye, så himlingen senkes 20 cm, og det er ikke alltid mulig å få til. Da kommer man i situasjon hvor man er i utførelsesfasen, at man skal begynne å omprosjektere. Da kan man forvente mange følgefeil. Har man da modellert helt fra starten av og ser at her har vi kontroll på krysningen. Det er mye billigere å omprosjektere før man har startet å bygge, da er det kun noen timer hos en rådgiver. Man kan lett finne ut hvor feilen ligger, da man kan se når de forskjellige modellene fra de forskjellige fagene har kommet inn i Dalux.

Hadde det noe å si for kvalitet, pris og tid sammenlignet med andre prosjekter? Tenkt 2D vs. BIM

Den største besparelsen i forhold til pris ligger nok hos hovedentreprenøren. Fordi man har muligheten til å følge med at prosjekteringen er riktig. En byggentreprenør kan ikke så mye teknisk, altså rør, elektrisk, ventilasjon. Vi kan bygge bygget, også må de ta av seg resten. Det å ha en egen prosjekteringsleder, det er luksus i denne bransjen. Det å sitte som prosjektleder og følge med på prosjekteringen, i tillegg til at han skal forberede starten av en byggeprosess, det er ikke lett. For man skal ha godt med erfaring for å kunne følge med på dette. Dette blir veldig mye enklere når man modellerer. Om det har blitt noe billigere for en entreprenør, det tror jeg ikke. Men vi har unngått en del byggefeil som koster penger, som til slutt ofte havner hos totalentreprenøren. Veldig vanskelig å unngå masse tillegg. Vi ønsker jo et samarbeid med alle, og det blir de beste byggene. Et bygg der hvor alle tjener penger gir det beste resultatet. Så å tilstrebe å bygge hvor det blir minimerende med feil som det blir diskusjoner av, det er en helt annen verden. Så sånn sett har det jo blitt mindre av det. Igjen, vi er i en tidlig fase i å ta dette i bruk og det er varierende kompetanse ved bruk av BIM-verktøy. Vi har hos de store entreprenørene ti forskjellige programmer som vi skal forholde oss til, dermed er det ikke et program som løser alle våre problemer. Det er alt fra økonomi, til å følge opp skader og ulykker. Når folk endelig har lært seg et program/verktøy, og bedriften finner ut at nei dette blir for tungvint, vi bytter. Det blir kaos hver gang. Der vil jeg si at Dalux er enestående ved at det samler så veldig masse. Det krever at de som setter opp og lager malene i programmet har kompetanse til dette, for ellers blir det bare som et prosjekthotell. Det er det vi har brukt det til, at vi har hatt alle tegningene våre i et

prosjekthotell, men bruker en evighet hver gang man skal finne en tegning. Tar man opp modellen i Dalux, så kan man trykke frem snittet, få opp en tegning der og mye annet.

Hvordan tenker du at tidsbesparelsen har vært ved bruken av BIM?

Når man har kommet til det steget at et papirløst prosjekt fungerer, og at det er satt opp på den måten som er nevnt, det sparer jo oss enormt med tid for funksjonærene på byggeplassen. Bare det å ha kontroll på alle de varslene man sender gjennom det systemet, å kunne bare trykke seg inn og se det som mangler i forhold til avvik, det sparer vi også mye tid på. Det er jo ofte sånn at når vi finner noe vi sparer masse tid på så har man mer tid å bruke på andre ting, og dermed får vi da dobbelt så mye å gjøre. På en byggeplass så er fremdrift og logistikk to store kostnader. Hvis man kommer inn med 20 mann som man må stå å betale fordi arbeidet de skulle gjøre ikke er klart. Også blir det diskusjon rundt hvem som skulle ringt i forhold til om alt var klart til start. Det ender med at man får en ekstrakostnad, for det er ikke mer som skal til for å starte en kjempekrangel på byggeplassen. Diskusjon om penger, det skal veldig lite til. 500 kroner timen på 20 mann, det blir en stor kostnad som ingen egentlig vil ta på seg. Så logistikkene, fremdriften, oppfølging, og hvis man får tilsvarende kontroll på det som avvikssystemet og sånt, så har man tatt et steg videre. Det skal litt kompetanse til på de som sitter på byggeplassen å sette det opp, det er ikke noe vanskelig å modellere lengre, men du må ha litt bakgrunnskunnskaper. Igjen så hjelper det med input av den yngre garde, som har i større og større grad kunnskapene med seg fra skole osv. Den eldre garde er litt mer selvlært, og samtidig så hadde jeg valgfag når jeg gikk i 9. som het EDB (elektronisk databehandling) hvor vi brukte forløperen til Windows. Når jeg begynte på fagskolen, det var første gang jeg var borti AutoCAD for da var det helt nytt. Og vi hadde akkurat fått Windows versjonen av AutoCAD.

Jeg krever 3 ting av en prosjekterende, det er en PDF-tegning, en DWG-tegning og en IFC-modell. DWG-en er det som er min verden, jeg har jo også begynt litt å modellere for meg selv.

I forhold til prosjektstyring, hvordan det ble det benyttet her sammen med BIM?

Vi bruker modellen som et utgangspunkt i kontroll av eksempelvis våre underentreprenører, men også oss selv. Vi skal registrere avvik både byggeplassavvik med og uten kostnader, skader og ulykker. Alt er jo pakket inn i den Dalux-pakka. Jeg bruker jo Dalux også i

prosjekteringen og tar opp samlemodellen for å visuelt se kollisjoner. Så går jeg gjennom dette og får rettet det opp for så å sende det til en kollisjonskontroll. Stort sett bruker vi Solibri til denne kontrollen. Så det å sette de riktige parameterne, altså at hvis noe krysser skal det være utsparinger for dette og at ikke noe teknisk skal være borti hverandre. Ellers får man feil på hva som helst, så dette er viktig og da unngår man kollisjonspunkter som egentlig ikke er det. Jeg kjører det med jevne mellomrom, for eksempel hvis et bygg er ferdig modellert så kjører jeg kontrollen. Men det å sende dette til de prosjekterende som kan åpne dette gratis i Viewer og trykke på avviket, dem får ikke alltid det til. Så da må jeg gå gjennom dette på prosjekteringsmøtene og gjerne da lage en kommentar til det og ta en «snap» av det der kollisjonen skjer. Slik at de kan trykke på det for å få det opp. Jeg vil si at det er ikke bra nok kompetanse på dette, men det er på vei. Det er derfor jeg også har sagt at vi bør ikke dra det noe lengre nå før vi har blitt vant med å bruke dette. Vi begynner å få styr på dette i prosjekteringen, eller vi kan si at det har vi styring på. Vi begynner å ta dette i bruk dette på byggeplassene. Også er neste steg å bruke det mer effektivt i forhold til logistikk og fremdrift og den biten der, det blir neste steg sånn jeg vurderer det da.

Hvilket program(mer) brukte dere?

Solibri og Dalux. Vi har prøvd litt forskjellige, som StreamBIM som jeg nevnte og lignende som det. Fordi vi prosjekterer jo ikke. Vi følger og overvåker prosjekteringen og da sitter arkitekten gjerne på ArchiCAD, RIB på Revit og de tekniske kanskje på Tekla, VVSCAD og masse forskjellig. Derfor er det fint at alle kan lage IFC-filer, for det er jo de vi setter sammen, og vi kan ikke gjøre noe annet enn å påpeke feil. Deretter må da vedkommende legge til en ny modell. Det fungerer veldig bra i Dalux med den sammenkoblingen av modellene. Så sant arkitekten har lagt ut modellen i henhold til BIM-manualen, har man ikke styring på det så blir det jo bare kaos. Vi må inn og ta kontrollen på hvordan det skal foregå, og det begynner å bli forholdsvis greit det. Det er ikke mange som sliter med det lengre.

Hvordan gikk dere frem for å modifisere programmet slik at dere fikk inn den dimensjonen?

Da var det en anleggsleder som hadde litt kompetanse og tegnet i Revit. Så han brukte modellen og laget nesten en PowerPoint-presentasjon av dette, med en slide etter så lang tid og neste etter så lang tid osv. Så han brukte dette til å tidsplanlegge, ikke på dagnivå men

kanskje fra uke til uke. At den uken så skal de veggene opp og så skal disse. Dette var tidskrevende, men jeg tror nok det er muligheter i Dalux også. Men der har man IFC-filer man ikke kan endre på, så man kan «hide» det man har «highlighted». Men det må uansett litt kompetanse inn for å vite hvordan dette også fungerer. Hadde man for eksempel hatt fullversjonen av Solibri, så kunne man laget en fil og trykket av osv. Men igjen dette er et program som koster en del.

I forhold til ytterligere dimensjoner, anser du det som nyttig? Både i prosjektet, og kommende prosjekt, og hvilke dimensjoner.

Det er i hovedsak logistikk og fremdrift, i tillegg til å vite hva som skal bygges, som er den største utfordringen vår. Hvis man kunne kombinert det inn, jeg vet ikke helt hvordan det ville fungert, men hvis man kunne hatt en slags fremdriftsplan. Hvor man kunne sett din jobb hvor man kunne klikket seg inn å se hva man skal lage. En slags link der da, hvor man kunne trykket på fremdriftsplanen og sett hva som skal produseres. Det blir litt som det jeg var inne på tidligere med Rambøll, å få den dynamiske modellen til å fungere bedre. Om alle kunne sitte og jobbe på samme modell, jeg vet ikke om alle måtte hatt samme programvare. Om det hadde vært tilfellet så hadde det ikke gått, fordi alle har jo ikke samme programvare. Det må være slik at det fungerer selv om man sitter på Revit, eller Tekla for eksempel. Det må nok være det som vil være veldig bra for neste steg, og da tror jeg også man vi ha mulighet til å utnytte den modellen til nettopp fremdrift. Det må jo inn kompetanse også for å bruke dette, det er sjeldent noe lager seg selv.

Hvilken standard og manual tok dere i bruk for BIM ved prosjektet?

Vi har dratt ut noe av det essensielle fra Statsbygg sin BIM-manual, og det er for vårt bruk. Vi skal kunne gå inn og trykke på en komponent også kan vi vite hva vi trykker på. For eksempel en lampe, og så få litt informasjon om den. Men jeg merker jo større og større interesse hos byggherrer at vi har jo en forvaltning av bygget etterpå. Hvorfor kan vi ikke han som la inn lampa hatt på produsent og lagt til mer info så hadde man hatt FDV. Hvis byggherren hadde sagt at dette vil vi ha, så hadde vi fått til det, men da måtte de bidratt med å betale for det også. Vi bruker jo masse tid på å lage FDV i etterkant, det blir jo like kaos hver gang for man gjør jo det i siste uken før overlevering av bygget. Sånn som prosjektet på Langenga der har vi hatt en samspillsfase i forkant. Vi gikk ikke nok dybden i for eksempel når vi bestemte

fliser, så tenkte jeg at om det var gjennomfarga terrassefliser det er ikke det vi har med, vi må finne noe som ligner. Så selv da oppstod det en del diskusjoner selv om man har hatt en sånn fase. Fordi man ikke har vært nok på og sett konsekvensen av de valga man har gjort. Jeg vil jo si at det har fungert helt ok i forhold til sånn fase, så selv om det dukker opp noen diskusjoner i etterkant fordi arkitekten skulle bruke kobbertegl. Vi burde kanskje gjort litt mer undersøkelser da det var flere forskjellige leverandører av dette. Så fant vi en, men den var en del dyrere også skulle det dekke en overflate over noen 1000 kvm. Så da blir det millioner ut av det, da har man litt lyst til å gjøre en innsats for å endre det til noe annet da. Det stod i beskrivelsen at det skulle være den og den eller tilsvarende. Så de er jo flinke til å formulere så man har muligheten til å velge litt da. Men når man er i en samspillsfase og setter navn på ting, da må man ha tunga litt i munnen. Ellers var det ikke noe særlig manualer eller standarder vi brukte. Vi har jo justert den litt, men ikke kommet noe lengre enn fra 1.0 til 1.6. Så jeg har oppdaget at det at man skulle levere alle filformatene, så det har jeg puttet inn. Så stort sett er det bare sånne småjusteringer. Generelt har den fungert greit. En av de første gangene jeg brukte denne så hadde jeg med en byggteknikker som laget denne manualen, så har jeg bare tatt den med meg. Men man må ha en manual, og hvis man i en forhandling og vi skal gå gjennom og kontrahere en arkitekt. Så legger man ved manualen og at denne skal man følge, da er det fort opp på 200.000 kroner i tillegg for å følge den til punkt og prikke. Fordi Statsbygg sin er så omfattende, og sikkert bra for de som skal bruke den i forvaltning og drift senere og tenkt tanken at når de får en modell så skal den inneholde den informasjonen. Det er en stor forskjell fra dem til de byggherrene vi forholder oss til. De er jo i forkant av resten og når de begynner med noe så hiver andre seg på med det etter hvert. Så kommer BREEAM og andre type manualer fordi det blir mer og mer tilrettelagt for sånt. Så vi ender nok opp på Statsbygg manual til slutt alle sammen, men det er ikke nødvendig å ha en så stor en når det holder med ti ark til å beskrive det samme.

For å møte nye krav til klima, miljø og energiytelsen i bygg, må materialbruken endres, materialdata katalogiseres digitalt, byggematerialer brukes på nytt, og planleggingen må bli smartere og flyte fra fase til fase.

Hvordan brukte dere BIM i dette – eller hvordan tenker du at BIM kan brukes her?

Da er man litt inn i BREEAM verdenen. Det er jo noe som kommer for fullt, dette med gjenbruk, materialer som ikke skal være helseskadelig. Så det presser seg bare fram mer og

mer. Man kan jo tenke seg at hvis man lager en katalog med bygningskomponenter som man vet er godkjent, at arkitekten har en katalog og kan hente den vegg. Fordi den vegg vet han at inneholder ingen ting som strider mot kravene i forhold til BREEAM. Vi får sikkert inn 10.000 nye produkter inn i bransjen hvert år. Så det er veldig opp til produsentene å dokumentere at det ikke er noe miljøgifter i produktet sitt. Vi skal bruke mest mulig miljøvennlige ting. Vi har enormt mange forskrifter og regler å forholde oss til, men i og med at det kommer så mye nytt hele tiden. Og det har mye å si på pris, sånn som for eksempel kobbertegl som har blitt veldig populært. Jo mer volumet øker på dette jo billigere blir det, for flere og flere henger seg på trenden med å produsere det. Så å ha en sånn katalog og holde den oppdatert er nok ikke noe lett det. Jeg vet ikke helt hvordan man skulle fått til det, i og med at det kommer så mye nye produkter hele tiden. Bare se på osb., den gikk opp 50% på et halvt år. Og plutselig var det en russer-osb. som gikk gjennom og ble godkjent til en tredjedel av prisen, så da kjøper jo alle den. Det er en bransje man aldri blir utlært i, fordi krav og regler endrer seg hele tiden, materialer endrer seg hele tiden. Grunntanker som bolteforbindelser som man kan skru ned i et bygg og sette opp igjen, selvfølgelig burde det vært et standardkrav til alle bygg. Jeg holder på med et RIB-prosjekt nå og der er det samme ting som er temaet. Den nye BREEAM-manualen som kom for tre uker siden blir spennende i forhold til dette. Det er et lagerbygg, men arkitekten ville pynte bygget litt med en kledning på utsiden. Da skulle han bruke Royal impregnert, men det var jo ikke lov lengre. Så da måtte vi finne et annet tre basert produkt som ikke gråner. Dermed måtte man finne en behandling som ikke stod på listen over ting som ikke var lov. Det kom forslag om brent tre, som er en form for behandling, men den ville også gråne over tid. Dermed ble forslaget oljet brent tre, men olja inneholdt fenylkvikksølv som heller ikke er lov dersom det var over 0,01 vektprosent. Så vi tok kontakt med fabrikken og etterspurte hvor mye fenylkvikksølv det inneholdt. Hvor vi fant ut, etter å ha ringt flere på fabrikken til vi fikk tak i produksjonssjefen som blandet dette sammen, at det var under den grenseverdien. Stoffet i seg selv var kun for å få det til å tørke raskere, så det var mulig å fjerne det helt, men da ville det også ta lengre tid å produsere dette. Det blir vanskelig å måtte gå gjennom så detaljert for alt som skal være med i bygget vi bygger. Dette gjelder jo for alt som er inne i bygget, at man skal ha kontroll på dette. Det finnes jo sertifiseringsordninger som miljøsertifikat. Det er jo mange forskjellige som svanemerking. Så vi fant ut at vi må finne materialer som er akseptert i

forkant. Tidligere hadde man en A20-liste hvor alt dette stod, men denne gjelder ikke lengre for de nye BREEAM-manualene.

Er det noe mer du vil legge til utover det som har kommet frem her? Som vil være relevant.

Det er ikke noe tvil om at det er veien det går mot disse dimensjonene. Man kan ikke gå tilbake til 2D, vi må opp på 3D. Etablere dette fullstendig og så videre. Det er klart at de største har ressursene til å ansette disse som har riktig kompetanse inn i staben, og dermed få implementert dette. Deretter vil det jo smitte over på de mindre bedriftene. Det blir nok ikke noe lettere uansett, for det øyeblikket det kommer inn noe effektiviserende så blir man pålagt mer jobb. Så jobben for hver enkelt blir nok ikke noe mindre/lettere, men det å gjøre ting riktigere er sentralt. Men at man har et enormt forbruk av penger og søppel som det er et kjempepotensiale å få gjort noe med. Det at man kan trykke inn på modellen på antall gipsplater for eksempel, og ta ut teoretiske mengder og se hvor mange gipsplater er modellert. Da kan man bruke det i en etasje for eksempel slik at man kjøper inn riktig mengde, i den logistikk biten. Det er ganske mange pakker med gipsplater som har blitt liggende ute i regnet og blitt ødelagt, eller treverk. Fordi en eller annen synes det var lurt å kjøpe et trailerlass fordi da sparte han ti kroner på kvadratmeteren. Men tenkte ikke på at dette ikke skulle brukes før om et år, så halvparten av det han kjøpte ble jo ødelagt. Så da sparte man jo ikke noe penger på det og ender opp med masse ekstra avfall. Der har man mye å hente da. Dette kan jo skje på grunn av denne formannen ikke er helt i 3D-verdenen, men ser på tegninger som kanskje ikke er helt i målestokk. Finner så ut da feil mengde, også ender det opp med helt feil mengde. Dersom man da ender opp med for lite og det er på et produkt med fire ukers ventetid, så havner man litt bakpå. Jeg har jo opplevd en formann som skulle bestille opp ferdigmalt panel som skulle behandles en gang på byggeplass. Men han bestilte kun en tredjedel av det vi faktisk trengte, og det var det fire ukers ventetid på. Dette ble jo ikke oppdaget før det var tomt. Dermed måtte vi bestille ubehandlet og stå å behandle det selv. Så når han hadde gjort det, så fant han ut igjen at det var bestilt for lite. Hadde han da hatt en modell og fått ut mengdene derfra, da hadde man sluppet dette. Det er jo mange måter å bruke dette på. Arkitektene har jo blitt veldig gode på modellering, men når vi åpner i Solibri så er dette avhengig av hvordan arkitekten har valgt å sette opp den veggen, den informasjonen man får ut. Man kan trykke og så får man ut et areal, og man vet ikke om dette er et lag eller alle lagene i det man trykker på. Så dette kommer jo på

kompetanse igjen, dersom han som sitter og trykker og ikke vet dette. Så ender man jo opp med feil mengder. Som konsekvens av dette får man enten ikke jobben eller så overprises tilbudet. Det kunne kanskje vært litt mer entydig hvordan man lagde ting. Men som sagt, det er mange forskjellige modellerings-/tegneverktøy, hvor alle oppfører seg ulikt og gir ut ulik informasjon.

8.6 Intervju med Jakob Ørsted Pedersen fra Per Aarsleff AS

Hvilket prosjekt var det du hadde, og hvilken posisjon hadde du?

Moesgård Museum, Danmark: Prosjektleder

Bestseller ved Århus havn, Danmark: Prosjektleder & Planner

Nau (nyt Aalborg universitetshospital), Danmark: Prosjektleder & Planner

Var det noe spesielt dere anvendte i forhold til BIM? (annet enn 3D)

Programmet Vico Schedule Planner

Hvordan gikk dette?

På Moesgård Museum Prosjektet gikk jeg fra å planlegge prosjektet i Microsoft Project (Gant) til Vico Schedule Planner (lokasjon planlegging), da vi på det tidspunkt hadde mistet ca. 4,5 måned i tid pga. problemer med prosjektmateriale og betongblander.

Ved å involvere resten av entreprenører i felles lokasjonsoppdeling og planlegging og hertil forhandling om varigheter med hver enkelt entreprenør (prosess varigheter), da fikk jeg kjørt prosjektet i mål til tiden og de 4,5 måned ble derved innhentet.

Med dette resultat, da bad min daværende arbeidsgiver (MT Højgaard) meg om å bidra med lokasjonsplanlegging på Bestseller prosjektet ved Århus havn. Dette var et litt verre prosjekt, da det var et prosjekt vi overtok fra entreprenøren Phil & Søn's konkurs – og jeg skulle tilmed følge opp på tiden / tidsplanen internt (interne kollegaer er verre å holde opp på tid enn eksterne entreprenører).

Men dette prosjekt lyktes også.

Sist, men ikke minst (innen jeg reiste til Oslo og jobbede ved Stema), da utførte jeg planleggingen av NAU (Nytt Aalborg Universitetshospital). MT Højgaard hadde betongentreprisen på et 70.000 m² stort prosjekt og jeg planlagte dette prosjekt med 5

måneders tidligere ferdiggjørelse – og dette blev deretter utført mens jeg jobbede i Oslo. Den tidsmessige besparelse på 5 måneder lykkes å følge for teamet i DK – så dette prosjekt er nok den største direkte gevinst mht. lokasjonsplanlegging.

Var det forsvarlig å ta i bruk BIM utover 3D i forhold til kostnad, tid og kvalitet? Gjerne utdyp (hvordan?).

Absolutt ja – tapt tid er på noen prosjekter innhentet og på andre prosjekter er jobben utført mere raskere, hvilket er en direkte gevinst.

Som eksempel da det er riktig mange penger å spare på et 70.000 m2 sykehusprosjekt, heri bla. besparelsen ved 5 måneder hvor der ikke skal leies inn kraner og maskiner, lønninger til ansatte kan spare en organisasjon ca. 15 mennesker og disse mennesker kan starte tidligere opp på andre prosjekter.

Så der er riktig stor økonomisk gevinst.

Hertil kan byggherre ta i bruk arealer tidligere, da andre fag kan oppstarte tidligere og ferdiggjøre tidligere.

Redegjør for BIM i bruk i prosjektet, hva brukte dere BIM til (alt fra krasjkontroll, kommunikasjon, prosjektering, visualisering osv. for 3D).

Nettopp lokasjonsbasert planlegging er enormt god til å synliggjøre kollisjoner mellom entrepriser. Hertil er lokasjonsoppdelingen av byggeriet enormt god til å synliggjøre «hvem skal være hvor?» Og på hvilke tidspunkter.

Hvilke erfaringer fikk dere ved bruk av BIM på dette prosjektet?

Via modell (3D og enda modell i fysisk form på Moesgaard Museum og NAU prosjektene, planlegging i lokasjoner,ertil kommunikasjonen ved bruk av disse osv.

Hadde det noe å si for kvalitet, pris og tid sammenlignet med andre prosjekter?

Absolutt bedre kvalitet, tid og pris – mindre omfang av feil og tilbakegang for deretter å utføre «riktig»

Kvalitetsmessig, var det noe man møtte på som ellers ikke ville blitt avdekket dersom man ikke hadde benyttet BIM?

Er ikke helt med på spørsmålet – men tenker det kanskje er avdekket av forrige spørsmål.

Hvordan tenker du at tidsbesparelsen har vært ved bruken av BIM?

Riktig mye tid er enten innhentet eller spart – ingen tvil herom.

Hvordan var kostnadsbesparelsen ved bruk av BIM?

Som eksempel er det riktig mye penger spart ved NAU prosjektet når man 5 måneder før kan trappe ned fra ca. 15 mann til 1. Hertil kan kraner og øvrig byggeplass materiell returneres vesentlig tidligere. Så der er tale om besparelse i millioner av dkr. På dette prosjektet.

I forhold til prosjektstyring, hvordan det ble det benyttet her sammen med BIM?

Tidsplaner i lokasjon, blev ukentlig gjennomgått på det som i DK kaller «Formandsmøter» / «Trimm møter eller «Koordineringsmøter». Ens for disse møter er at produksjonen ukentlig «trimmes» og optimeres.

Hertil registreres stadier for utført arbeide også ukentlig så man kan følge med i om fremdriftsplanene følges.

Hvilket program(mer) brukte dere?

Vico Schedule planner og til stadie-registrering brukes nå Exicute (en app via firmaet Exigo)

Hvordan gikk dere frem for å modifisere programmet slik at dere fikk inn den dimensjonen?

Jeg forstår dessverre ikke helt dette spørsmål.

Hva synes du gikk bra, og dårlig?

Oversiktligheten via lokasjonsplanlegging er fremragende.

Men kommunikasjon er og vil alltid være byggingens utfordring (kommunikasjon på alle nivåer)

I forhold til ytterligere dimensjoner, anser du det som nyttig? Både i prosjektet, og kommende prosjekt, og hvilke dimensjoner.

Inn imellom mener jeg også vi skal sikre så enkel og overskuelig informasjon for brukerne (håndverkere) – ellers kan bygget drukne i forskjellige programmer, apps osv. hvilket på ingen måte fremmer de utfordringer det alltid har vært og fortsatt er mht. kommunikasjon. Så der er en utrolig balanse i hva som er «smart å benytte» og hva som tvertom blir enda en utfordring.

Så ved «keep it simple», da mener jeg man skal sette søkelys på lokasjon, tid og økonomi.

Hvilken standard og manual tok dere i bruk for BIM ved prosjektet?

Vet ikke helt hva som menes med «standard og manual»?

For å møte nye krav til klima, miljø og energiytelsen i bygg, må materialbruken endres, materialdata katalogiseres digitalt, byggematerialer brukes på nytt, og planleggingen må bli smartere og flyte fra fase til fase.

Hvordan brukte dere BIM i dette – eller hvordan tenker du at BIM kan brukes her?

Materialforbruk ser jeg som en stor utfordring, da jeg har vært med til noen prosjekter hvor 3D modellering av prosjektet på ingen måte har vært godt nok, hvilket har medført at innkjøpte materialer (ventilasjonskanaler som eksempel) ikke har kunnet bygges inn og da dette kostet mer å returnere, dermed ble kastet.

Dvs. i dette eksempel er det helt nye materialer som direkte er blitt hevet ut – og det er en katastrofe mht. miljø, ressurser osv.

Så – mht. prosjektering med dette ene eksempelet (der er mange flere eksempler herpå), da skal prosjekterende (arkitekter og ingeniører), ha vesentlig bedre viten om hva som bygges inn og ikke minst hvordan (bla. For å unngå kollasjoner mellom tekniske installasjoner / eller tekniske føringer i råbygget).

Og ikke for å være grov, men jeg tenker at i DK mangler det en del praktisk viten for dem som prosjekterer – altså erfaring fra byggeplassene.

Og ovenstående eksempel er ikke kun en katastrofe mht. det miljømessige – dette går direkte ut over fremdriften for prosjektet – og dette koster til og med masse penger å innhente.

Så – på byggeplassene kan god og fornuftig fremdriftsplanlegging i lokasjoner med involvering av entreprenørene hjelpe riktig mye – men det er ikke nok, hvis det prosjekterte materiale fra ARK / ING er fylt med feil.

Så, der må samarbeide på tvers av ARK / ING / Storentreprenører / fagentreprenører til – i så tidlig fase som mulig.

Og bla. Her, er jeg stor tilhenger av samspillsprosjekter som jeg fikk litt erfaring med i Norge – dessverre kun for et par år.

Er det noe mer du vil legge til utover det som har kommet frem her? Som vil være relevant.

Ikke for nå – men hvis jeg kommer på mer, så skriver jeg.