

Integrert FDV-BIM utvikling gjennom byggeprosessen

Case: Nytt parkeringshus ved Sykehuset i Vestfold

Arslan Tahir
Elton Wong

Veileder

Bo Terje Kalsaas
Rein
John Skaar
Sigmund Jensen

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Forord

Denne masteroppgaven skrives som avslutning på masterstudiet Industriell økonomi og teknologiledelse ved Universitetet i Agder, avdeling Grimstad. Masteroppgaven dekker 30 studiepoeng, som anses å være en normal arbeidsmengde gjennom et semester. Hensikten med å gjennomføre en masteroppgave er at studentene skal bruke den forståelsen de har tilegnet seg gjennom studiet til å løse en større prosjektoppgave.

Oppgaven ble til etter kontakt med Skanska Norge AS og fikk overskriften "Integrert FDV-BIM utvikling gjennom byggeprosessen". Til oppgaven følger vi et prøveprosjekt som ble tildelt som oppgavens casestudie. Dette er et byggeprosjekt som går ut på å bygge et nytt parkeringshus ved Sentralsykehuset i Vestfold, Tønsberg. Arbeidet med utredningen har vært svært utfordrende ved at temaet vi ble tildelt var innen et fagfelt hvor ingen av oss hadde noe spesielt gode forhåndskunnskaper, men også vært interessant og lærerikt. Formålet med oppgaven er å presentere ulike tiltak som kan optimalisere utviklingen av en BIM integrert FDV gjennom en byggeprosess.

Vi retter en stor takk til våre veiledere, Dr.Ing. Bo Terje Kalsaas, Instituttleder Rein Terje Thorstensen fra UIA, KS-leder i Skanska Agder, John Skaar, og supply chain manager i Skanska Norge, Sigmund Jensen for alle de gode rådene og tilbakemeldingene vi har fått. Vi vil også spesielt takke alle de som lot seg intervju og de prosjekterende i oppgavens casestudie som har bidratt med mye god informasjon.

Grimstad, 03.06.2013

Arslan Tahir

Elton Wong

Sammendrag

Flere aktører i byggebransjen har innsett fordelene ved å ta i bruk det dynamiske verktøyet BIM til utførelse av deres daglige arbeidsoppgaver. BIM utnyttes i dag for det meste som et prosjekteringsverktøy for visualisering og sammenstilling av forskjellige fagmodeller. Fordelene ved BIM er at den krever en mer involverende prosjektering der flere fag må samarbeide for å løse komplekse utfordringer, dette fører til bedre beslutningsvalg som minsker risikoen for endringsarbeid og store påførte kostnader i bygningsperioden. Selv om BIM sin eksistens har vært i en rekke tiår har dens fulle potensial ennå ikke blitt tatt til bruk.

Riktig forvaltning, drift og vedlikehold er viktig for at et byggverk skal holde seg sunn og lenge. For å klare dette må forvaltere eller driftspersonelle ha riktige og gode opplysning og beskrivelser om hvordan et bygg skal behandles. Til dette kreves det gode forvaltning, drift og vedlikeholds(FDV) dokumentasjoner. Det er vanlig at FDV dokumentasjonen som blir overlevert til Byggherren er mangelfull og mye av grunnen til det er at de oftest blir samlet inn mot slutten av et endt byggeprosjekt, der mye relevant informasjon allerede er borte.

Som resultat av disse to problemene har Byggherren i Helse Sør-Øst gitt krav om å utnytte BIM som et innsamlings- og driftsverktøy for deres neste prosjekt som er et Nytt Parkeringshus ved Sentralsykehuset i Vestfold i Tønsberg. Prosjektet er tildelt som en casestudie for denne masteroppgaven og er skrevet for Skanska Norge AS som vant kontraktsrunden og tar over prosjektet som totalentreprenør. Prosjektet er et pilotprosjekt for begge parter, der ingen har tidligere erfaring med en BIM integrert FDV.

På bakgrunn av dette har vi i samarbeid med våre veiledere utviklet følgende problemstilling:

Basert på byggforvalterens ønske om et fullinformasjons BIM for FDV av bygget:

Optimaliser prosessen med informasjonsinnhenting og registrering gjennom design-, plan-, og produksjonsprosess.

Masteroppgaven skal forsøke å presentere ulike tiltak som kan være med å fremme et BIM integrert FDV gjennom utvikling gjennom byggeprosessen. Hensikten er å presentere de største utfordringene og eventuelt foreslå ulike metoder for utvikling av full FDV-BIM løsning.

Derfor har vi utarbeidet følgende Hoved - forskerspørsmål for vår masteroppgave:

Hvordan kan FDVU – informasjonen genereres, utvikles, ivaretas, kvalitetssikres og gjenbrukes ved bruk av BIM gjennom byggeprosessens ulike faser.

Funnene våre viser til at det er mange utfordringer ved full utnyttelse av BIM i byggeprosessene. Kompetansenivået i BIM er lav blant driftpersonell og mange prosjekterende bruker BIM bare til modellering og visualisering. Etter at Byggetekniske Forskrifter (TEK10) fikk sin kraft i 2010 har fokuset til FDV dokumentasjonen økt og det fortsatt mange ennå som benytter av papirbasert FDV dokumentasjon. Det er ingen bestemte former for hvordan FDV informasjonen skal struktureres slik at en eksportering/importering av FDV informasjonen inn til en BIM modell. For å få en full utnyttelse av BIM har interesseorganisasjonen buildingSMART utviklet et konsept som de beskriver som BIM trekanten. I denne trekanten inngår det tre standarder IFC, IFD og IDM. IFC er standarden som blir mest utnyttet og muliggjør utveksling av informasjon mellom alle som er involvert i en byggeprosess, mellom prosessens ulike *faser* og i hele dens levetid. Kravene fra Byggherren er at IFC skal bli brukt som et hjelpemiddel for å oppnå en sluttleveranse som er integrert FDV-BIM modell.

FORKORTELSER

FDVU:	Forvaltning, Drift, Vedlikehold og utvikling
2D:	Todimensjonal
3D:	Tredimensjonal
4D:	Firedimensjonal (Fremdriftsplanlegging)
5D:	Femdimensjonal (Kostnadsplanlegging)
BIM:	Bygningsinformasjonsmodell /modellering
IFC:	Industry Foundation Classes
IFD:	International Framework for Dictionaries
IDM:	Information Delivery Manual
NOBB:	Norsk byggevardatabase
NRF:	Norske Rørgrossisters Forening
EFO:	Elektroforeningen
RFID:	Radio Frequency Identification
BH:	Byggherren
RIB:	Rådgivende Ingeniør Bygg
RIE:	Rådgivende Ingeniør Elektro
RIV:	Rådgivende Ingeniør Ventilasjonsanlegg
RIPre:	Rådgivende Ingeniør Prefabrikkert hulldekkeelement
RIG:	Rådgivende Ingeniør Grunnteknikk
URL:	Universal Resources Locator
SiV:	Sykehuset i Vestfold
TFM:	Tverrfaglig Merkesystem
GTIN:	Global Trade Item Number
GS1:	The global language of business
IKT:	Informasjon Kommunikasjon Teknologi

Figurliste

Figur 2-1: BIM trekanten (buildingSMART, 2013)	10
Figur 2-2: IFD terminologi, hentet fra	12
Figur 2-3:IDM (buildingSMART, 2010).....	13
Figur 2-4: Bjørvika tunnelen, hentet fra Skanska 2013	14
Figur 2-5: FDVUSP	18
Figur 2-6: BIM, hentet fra buildingSMART, 2013	21
Figur 2-7: Fra idé til utrangering, hentet fra Melland 2000	22
Figur 4-1: Nytt parkeringshus SiV hentet fra SiV, 2013	36
Figur 8-1: Forslag til optimalisert løsning.....	66

Bildeliste

Bilde 2-1:Bruk av BIM i Nord-Amerika, hentet fra McGraw-Hill Construction SmartMarket Report 2012	4
Bilde 7-1: FDV dokumentasjon hos Avantor	51
Bilde 7-2: NOBBs IFC mulighet, hentet fra Norsk Byggtjenestes vårseminar 2013	58

Tabellist

Tabell 3-1: Overordnet oversikt over intervjuobjekter og organisasjoner.....	33
Tabell 7-1: Produktdatablad og FDV dokumentasjonsmal	54

Innhold

1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Oppgavens tema og problemstilling	2
1.3 Avgrensing av oppgaven.....	3
2 Konsepter og Standarder	4
2.1 BIM - Building Information Modeling/Model	4
2.1.1 Introduksjon til BIM.....	4
2.1.2 Nytteverdi med BIM	5
2.1.3 Utfordringer ved bruk av BIM	9
2.2 BuildingSmart – BIM Trekanten	10
2.2.1 IFC (Industry Foundation Classes)	11
2.2.2 IFD (International Framework for Dictionary).....	12
2.2.3 IDM (Information Delivery Manual)	13
2.2.4 BIM server.....	14
2.2.5 BIM hos Skanska	14
2.3 Forvaltning, drift og vedlikehold.....	15
2.3.1 Forvaltning, drift, vedlikehold, service, utvikling og potensial.	16
2.3.2 Forvaltning av bygg	18
2.3.3 FDV dokumentasjon.....	19
2.3.4 FDV-BIM	20
2.4 Oppsummering av BIM OG FDV	21
2.5 Generelt om Byggeprosessen	22
2.6 Lean konseptet.....	23
2.6.1 Lean Production	24
2.6.2 Lean Construction	25
2.6.3 The Last Planner System (LPS)	26
2.6.4 Lean hos Skanska	26
2.7 Gjeldende standarder – merkesystemer	27
2.7.1 NOBB – Norsk byggevaredatabase.....	27
2.7.2 GS1 – EAN/GTIN	28
2.7.3 GS1 – EPC/RFID	29
2.7.4 TFM.....	29
3 Metodebeskrivelse.....	30
3.1 Teorigrunnlag.....	30
3.2 Valg av undersøkelsesmetoder.....	30

3.2.1	Casestudie.....	30
3.2.2	Kvalitativ eller kvantitativ metode.....	31
3.3	Gjennomføring av kvalitative intervjuer	32
3.3.1	Utvalg av Intervjuobjekter	33
3.3.2	Workshop.....	34
3.3.3	Validitet og reliabilitet.....	34
3.3.4	Etiske avveininger	35
4	Casebeskrivelse	36
4.1	Skanska Norge AS	36
4.2	Casestudie for oppgaven.....	36
4.3	Prosjekteringsgruppa	37
4.4	Informasjonsutveksling	37
4.5	Byggherrens krav.....	38
5	Byggherrens FDV dokumentasjonskrav	40
5.1	Informasjonslivsløpets 5 faser	41
5.2	Egenskapsmatrisen	46
6	Presisert problemstilling.....	47
7	Empirisk Analyse og Drøfting.....	48
7.1	Utfordringer	48
7.2	Hvordan bruker driftpersonellet FDV	51
7.3	De pragmatiske Informasjonene	52
7.3.1	Situasjon for casestudiet.....	53
7.3.2	Innsamlingsutstyr for FDV dokumentasjon	55
7.4	BIM.....	55
7.4.1	NOBB.....	56
7.4.2	IFC.....	56
7.4.3	IFD	59
7.4.4	IDM.....	61
7.5	BIM – FDV i byggeprosessen	62
7.6	Standarder.....	63
8	Konklusjon	64
	Forslag til en mer optimalisert løsning.....	65
9	Referanse.....	67
	Vedlegg	I

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Det har blitt et vanlig fenomen at dokumentasjonskaos oppstår i en byggeprosess, der samme informasjon blir gjenskapt i gjennomsnitt minst sju ganger gjennom hele byggeprosessen. Dette skyldes som regel dårlig planlegging, mangelfull informasjon og kommunikasjon mellom de ulike byggeaktørene. (buildingSMART, 2009)

En slik utfordring kan medføre til at overlevering av FDVU dokumentasjon til Byggherren blir ufullstendig. For å unngå utfordringen har Helse Sør-Øst som er Byggherren for oppgavens casestudie et ønske om at FDV informasjonen blir etablert underveis i prosessen og ikke på slutten. I følge dem vil dette være med å gi en fullverdig FDV dokumentasjon, som igjen kan medføre til økt kvalitet og lavere totale kostnader gjennom byggverkets levetid.

På bakgrunn av dette krever Byggherren at de prosjekterende utnytter BIM for innsamling av FDV informasjonen. En FDV-BIM løsning der hovedhensikten er å holde informasjonen oppdatert slik at den hele tiden viser bygget slik det er. Fokuset på BIM er økende i byggebransjen og det er mange måter BIM kan effektivisere byggeprosessen på. BIM i dag benyttes hovedsakelig til organisering og samling av informasjon til en felles 3D- modell slik at brukere av modellen, enten om det er de prosjekterende, utførende eller forvaltere, kan hente ut informasjon når de trenger den. Flere har innført krav om BIM bruk, og store aktører som Forsvarsbygg, Statsbygg og Statoil krever nå BIM i mange av sine prosjekter. (Norsk Teknologi.2013)

Grunnlaget for denne masteroppgaven er en utvidelse av parkeringshuset til Sentral Sykehuset i Vestfold(SiV) i Tønsberg. Det skal bygges et nytt parkeringshus med kobling til det eksisterende parkeringshuset på sykehuset og til dette prosjektet har Byggherren satt krav om å benytte BIM som et grunnlag for FDV dokumentasjonen. En av hensiktene med kravet er å utfordre byggenæringen til å ta steget videre til en mer digitalisert bygging. Byggherren for prosjektet forteller at de ønsker å teste byggenæringen for BIM, som en forberedelse for SiVs videre planer.(Hindklev, 2011)

På grunn av parkeringshusets lave kompleksitet setter Byggherren høye krav for å dra mest mulig gevinst ut av BIM prosjektet. Prosjektet er et pilotprosjekt for både for Byggherren og entreprenøren, der begge parter ser på dette som et læringsprosjekt for senere og mer komplekse bygg.

Det oppstår mange utfordringer når man skal tilrettelegge en FDV-BIM løsning gjennom byggeprosessen bla. Hvordan man skal få all den aktuelle informasjonen inn i BIM - modellen. Derfor fokuserer denne oppgaven på hvordan informasjonen fra BIM kan knyttes mot et FDV verktøy og motsatt, slik at man kan få en komplett utvikling av FDV integrert BIM i byggeprosessen.

1.2 Oppgavens tema og problemstilling

På bakgrunn av dette har vi i samarbeid med våre veiledere utviklet følgende problemstilling:

Basert på byggforvalters ønske om et fullinformasjons – BIM for FDV av bygget:
Optimaliser prosessen med informasjonsinnhentning og – registrering gjennom design -, plan - og produksjonsprosessen.

I denne sammenhengen tenkes det på organisering og oppbevaring av FDV- dokumentasjonen integrert i BIM modellen slik at den er tilgjengelig for de prosjekterende gjennom hele byggeprosessen. Målet med oppgaven er å skape en fremstilling til entreprenøren som skal gi kunnskap over hvordan det kan tilrettelegges integrert FDV- BIM gjennom hele byggeprosessen.

Masteroppgaven bygges opp med å presentere spesifikk litteratur som benyttes for å belyse problemstillingen og analysere observasjonene, blant annet teori om BIM og FDV. Etter det beskrives det teori om byggeprosessen og lean konseptet som vil gi leseren et godt grunnlag/ et overordnet perspektiv for videre forståelse av oppgaven. Avslutningsvis for kapitlet foreligger det teori om ulike standarder som er spesifikk tilknyttet til oppgavens casestudie. Deretter presenteres den metodiske tilnærmingen til oppgaven. Etter det blir oppgavens casestudie beskrevet, med dens bakgrunn. Videre vil empirikapitlet presentere funnene som er gjort, og dette blir diskutert mot oppgavens tema og forskerspørsmålene. Deretter presenteres det en konklusjon som oppsummerer og gir svar på forskerspørsmålene. Det

avsluttes med å gi forslag til løsninger med rapportens kildehenvisninger og relevante vedlegg.

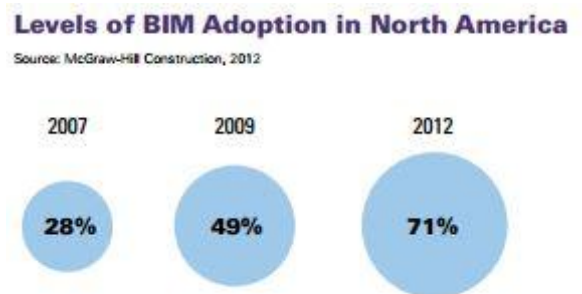
1.3 Avgrensning av oppgaven

Da oppgaven har tidsbegrensninger har det vært nødvendig å gjøre noen avgrensninger i forhold til oppgavens omfang. Kunnskapen til emnet er nytt, noe som har begrenset oss til å få tilgang til relevant informasjon. En rekke dimensjoner kunne være aktuelt å drøfte i denne oppgaven, men det har blitt valgt å kartlegge utfordringer ved FDV – dokumentasjon og ulike tiltak tilknyttet til en FDV integrert BIM utvikling

2 Konsepter og Standarder

2.1 BIM - Building Information Modeling/Model

En fremtredende konsept i byggebransjen er å ta i bruk BIM til utførelse av deres daglige oppdrag som modellering av produkter og løsninger. Ifølge en undersøkelse gjort av McGraw-Hill Construction¹ i 2012, viste det at bruken av BIM i Nord-Amerika har vokst med 45 % i løpet i tiden mellom 2009 og 2012. I Norge har aktører som Skanska, Statsbygg, Forsvarsbygg og Statoil ta dette kjente konseptet i bruk.



Bilde 2-1: Bruk av BIM i Nord-Amerika, hentet fra McGraw-Hill Construction SmartMarket Report 2012

2.1.1 Introduksjon til BIM

Forkortelsen "BIM" står for Building Information Model/Modelling avhengig av om man snakker om datamodellen eller prosessen. På norsk blir det Bygnings Informasjons Modell når man snakker om datamodellen og Bygnings Informasjons Modellering når man snakker om prosessen og oppbyggingen av datamodellen. (Statsbygg. 2013) Etter hvert som BIM har blitt mer modent og kjent for brukerne har dette ført til et nytt begrep, Building Information Management, som handler om å ta modellen i bruk til forvaltning.

National BIM Standard- US (NBIMS-US)(2007) skriver at det er nesten like mange definisjoner på BIM som det finnes brukere. Bokstavene I og M er viktigst i forkortelsen altså informasjonen og modellen eller modelleringen hvor Informasjon er det man kan utnytte ved en modell. Dette kan utnyttes ved at hvert objekt i en modell kan for eksempel inneholde forskjellig informasjon angående sin plassering, relasjoner til andre objekter, produktspesifikasjoner etc. Objektene kan også inneholde dokumentasjon om FDV, noe som gjør modellen nyttig selv etter det er ferdig bygget. (Statsbygg. 2013)

Statsbygg skriver på sin hjemmeside (2013) at:

"BIM er en måte å digitalisere informasjon på. Med dette kan man utvikle samhandling i byggeprosessen på nye måter. Her skjer alle endringer koordinert, og alle involverte kan hente ut den informasjonen de trenger"

¹McGraw-Hill Construction er et firma som jobber med å gi viktig data til byggenæringen for å gi dem bedre beslutningsgrunnlag. <http://construction.com/about-us/>

NBIMS-US definerer BIM slik:

“Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition”

Forklaringene peker på viktigheten med samarbeid og kommunikasjon mellom de ulike aktørene som er involvert gjennom hele byggeprosessen. Der BIM blir beskrevet som en plattform for informasjonsutveksling. National BIM Standard- US legger denne samhandlingen som et grunnleggende premiss for BIM.(NBIMS-US 2012) At de forskjellige involverte aktørene kommuniserer inn mot en felles BIM, mener Statsbygg kan føre til at informasjonen som er tilgjengelig til bruk er mest mulig oppdatert til enhver tid.

For å få en klarere innsikt i hva BIM er, har Eastham(2008) beskrevet hva BIM **ikke** er ved:

- Modell som ikke inneholder attributter (eller få) til objektene, kun 3D-data.
- Modell som ikke inneholder informasjon om objektene atferd.
- Modell som er sammensatt av flere 2D CAD referanse filer som må bli kombinert for å definere bygningen.
- Modell som tillater dimensjonsendringer i en dimensjon, men som ikke automatisk oppdaterer dette i de resterende dimensjonene.

Kort oppsummert forteller Easthams liste at BIM er en modell som er bygd opp av ulike objekter med integrerte egenskapsinformasjoner i seg(attributter).

2.1.2 Nytteverdi med BIM

Det er flere fordeler med å ta i bruk BIM i et byggeprosjekt. Eastman (2008) beskriver de ulike fordelene man kan vente seg ved å ta i bruk BIM teknologi i de forskjellige fasene av byggeprosessen ved:

Byggherrens fordeler før bygging

- **Fordeler ved vurdering av konsept, gjennomførbarhet og design**

Før en byggherre engasjerer en arkitekt, er det nødvendig å fastsette en bygning av en bestemt størrelse, ønsket kvalitetsnivå, beskrivelse og krav, slik at det kan bli bygd innenfor en bestemt pris og tidsramme. Hvis disse bestemmelsene med sikkerhet kan fastslås er det god grunn for byggherren og fortsette sin utvikling av prosjektidéen

med forventninger om et lønnsomt prosjekt. En tilnærmet bygningsmodell bygget opp og linket til en kostnadsdatabase kan være svært verdfull for byggherren. Dette resulterer i en kostnadsstyrt utviklingsfase der man også får klarlagt hvor de største kostnadsdriverne ligger i tidligfasen av et byggeprosjekt.

- **Bedre utførelse og kvalitet på bygget**

Utviklingen av en konseptmodell før produksjonen av en detaljert bygningsmodell fører til en bedre og mer nøyaktig evaluering av de ulike konseptene. Disse evalueringene settes opp mot bygningens funksjonskrav og levetid for å kunne etablere et bedre beslutningsgrunnlag rundt valg av konsept. Tidlig evaluering av konsepter ved å bruke analyse- og simuleringsverktøy øker den helhetlige kvaliteten på bygningen.

Fordeler i prosjekteringsfasen

- **Tidligere og mer nøyaktige visualiseringer av designet**

En 3D-modell som er utviklet av ulike BIM - programvarer i stedet for et mangfold av 2D-snitt kan brukes til å visualisere designet i en hvilken som helst fase av byggeprosessen. Dette fører til bedre målforståelse og oppfattelse av sluttproduktet, samtidig som det bedrer kommunikasjonen mellom brukerne.

- **Automatisk korrigerende på et lavt nivå når forandringer gjøres på designet**

Hvis objektene som brukes i prosjekteringen er kontrollert av retningslinjer som forsikrer om at sammensettingen av objektene stemmer, da kan 3D-modellen bygges. Dette reduserer brukerens krav til å kunne administrere forandringer i designet

- **Frembringer nøyaktige og gjennomførte 2D tegninger når som helst i prosessen.**

Nøyaktige og gjennomførbare tegninger kan tas ut for et hvilket som helst sett av objekt eller fase av prosjektet. Dette reduserer betraktelig mengden av timer og antall feil som er knyttet til produksjonen av tegninger innen alle fag. Når det er behov for forandringer av designet vil korrekte og gjennomførbare tegninger være klare så snart forandringen av modellen er lagt inn.

- **Tidligere samarbeid mellom ulike fagdisipliner**

BIM-teknologi forenkler samtidig arbeid av forskjellige fag. Selv om det også er mulig å samarbeide med 2D - tegninger, så er det naturligvis mer tidkrevende og vanskelig enn å arbeide med en eller flere samkjørte 3D-modeller hvor endringer kan kontrolleres. Dette minsker prosjekteringstiden og reduserer feil betydelig. Samtidig

gir det tidligere innsyn i problemer, og man kan da se på alternativer for å forbedre designet.

- **Lettere kontroll mot designets hensikt**

BIM besørger tidlig 3D-visualisering, og kalkulerer areal, andre materielle mengder og kan også støtte opp for automatiske evalueringer med tanke på krav til kvalitet.

- **Uthenting av kostnadsestimater underveis i prosjekteringen**

I prosjekteringen kan en kalkyle basert på mengder for alle objekter i modellen gi en mer nøyaktig og endelig kostnadskalkyle. På bakgrunn av dette er det mulig å lage bedre evaluerte konseptvalg med tanke på kostnader ved å bruke BIM.

- **Forbedre energieffektivisering og bærekraftighet**

Ved å linke bygningsmodellen til energianalyseverktøy kan man få evaluert energiforbruket i tidligfase gir mange muligheter for kvaliteten på bygninger.

Fordeler ved BIM i byggefasen:

- **Bruken av BIM modellen som grunnlag for fabrikkerte komponenter**

Hvis konstruksjonsmodellen blir overført til et fabrikkasjonsverktøy og detaljert som fabrikkasjonsobjekter, vil det inneholde en nøyaktig fremstilling av objektene for fabrikkasjon og montering. Leverandører verden over kan detaljere modellen, for å utvikle detaljer som er nødvendige for fabrikkasjon. Dette forenkler fabrikkering utenom byggeplass, og reduserer kostnader og byggetiden.

- **Reagere raskt på problemer som oppstår**

Ved å modellere inn et foreslått forslag til utførelse vil de berørte objektene knyttet til det endrede forslaget automatisk oppdatere seg i bygningsinformasjonsmodellen.

Forandringer kan bestemmes raskere ved bruk av BIM, fordi modifikasjoner kan deles, visualiseres, estimeres, og løses uten tidkrevende papirtransaksjoner.

- **Oppdage prosjekteringsfeil og mangler før produksjonsfasen igangsettes**

Siden den virtuelle konstruksjonsmodellen er kilden for alle 2D og 3D tegninger, så er konstruksjonsfeil forårsaket av motsigende 2D-tegninger eliminert. System fra alle fag kan settes sammen og sammenlignes. Grensesnittene fra alle fagene kan enkelt kjøre en kollisjonssjekk. Slike feil blir da identifisert før de oppdages ute på byggeplass.

- **Synkronisere prosjektering og produksjonsplanlegging**

Ved å ta i bruk 4D CAD i produksjonsplanleggingen kan man linke fremdriftsplanen i

produksjonsfasen til 3D-objektene modellert i prosjekteringen, slik at det blir mulig å simulere produksjonen på et hvilket som helst tidspunkt med tanke på byggets størrelse og omkringliggende område. Denne grafiske simuleringen skaffer et nærmere og bedre innsyn i hvordan produksjonen vil utarte seg dag for dag og avslører potensielle problemer og muligheter som er viktige å få avdekt for å skape forbedringer i byggefasen.

- **Bedre nyttiggjørelse av Lean Construction**

Lean Construction krever varsom koordinering mellom entreprenør og underentreprenør for å forsikre at arbeidet kan utføres når ressursene er tilgjengelige på byggeplassen. Dette minimerer bortkastet innsats og reduserer nødvendigheten av lagerplass. BIM gir en basis for forbedret planlegging og koordinering av underentreprenører. Det hjelper også med å sikre ankomst til rett tid for arbeidere, utstyr og materialer. Dette reduserer kostnader og tillater bedre samarbeid på byggeplassen.

- **Synkronisere innkjøp med prosjektering og bygging**

Resultatet av en komplett bygningsinformasjonsmodell vil i beste fall inneholde nøyaktige mengder for alle materialer og objekter som er modellert i prosjekteringsfasen. Dette er avhengig av mengde informasjon som er modellert i 3D-modellen. Disse mengdene, spesifikasjonene og egenskapene kan brukes som grunnlag i anskaffelsesprosessen av materialer fra ulike leverandører.

Fordeler ved BIM i bruksfasen:

- **Bedre forvaltning, drift og vedlikehold av bygget** - BIMen vil fungere som en kilde til informasjon, både visuelt og spesifisert for alle systemene som utnyttes i et bygg. Tidligere analyser som er blitt brukt til å bestemme mekanisk utstyr, kontrollsystemer, og andre innkjøp kan bli videresendt til byggherren av bygget som fungerer som et underlag for de valgene som er tatt i bruksfasen av utførende løsninger. Denne informasjonen kan brukes til å kontrollsjekke at alle systemer fungerer som de skal etter at bygget er ferdigstilt.
- **Integrerte systemer for forvaltning, drift og vedlikehold** - En bygningsinformasjonsmodell som har blitt oppdatert med alle endringer gjort under bygging gir en nøyaktig kilde av informasjon til "As-Built dokumentasjon". Et slikt informasjonsgrunnlag vil være veldig nyttig startpunkt for drift og forvaltning av bygningen.

2.1.3 utfordringer ved bruk av BIM

Ved å ta i bruk BIM vil man få forbedrede prosesser i hver av fasene i et byggeprosjekt som vil redusere alvorlighetsgraden og antallet av problemene som kan oppstå sammenlignet med en tradisjonell prosess. Men intelligent bruk av BIM vil også forårsake endringer med tanke på relasjonene mellom de involverte aktørene og de kontraktsbaserte bestemmelsene mellom dem. En av de viktigste faktorene å få på plass i en BIM prosess er tidligere etablering av samarbeid mellom arkitekt, entreprenør og andre tilknyttede fag i et prosjekt. (Eastman, 2008)

- Utfordringer i forhold til samarbeid - selv om BIM tilbyr nye metoder for samarbeid, vil det også oppstå nye utfordringer tilknyttet utviklingen av effektive og samkjørte team. Blant utfordringene som vil oppstå er rammene rundt standardiseringen av informasjonen, måten informasjonen skal deles på og hvilken informasjon som skal leveres til de ulike prosessene. Hvis arkitekten bruker tradisjonell papirbaserte tegninger, da vil det være nødvendig for entreprenøren, eller en tredje part, å lage en modell som kan brukes for planleggingen, koordinering, tidsforbruk for prosjektet etc. Dette vil være både dyrt og tidkrevende for prosjektet, men vil være nødvendig for fordelene man får ved bruk av planlegging, detaljert prosjektering av underentreprenører, endringer, innkjøp etc. Hvis aktørene i prosjekteringsteamet benytter seg av ulike modelleringsverktøy er det nødvendig å få på plass et system som åpner for deling av disse modellene mellom seg eller kombinerer modellene til en sammensatt modell. I denne sammenhengen vil IFC komme inn og spille en viktig rolle.
- Rettslige utfordringer Juridiske forhold med tanke på hvem som eier BIM - modellen, analysene gjort i prosessen, betaling av prosjektert materiale og ansvar i forhold til nøyaktigheten i de ulike modellene vil være sentrale fokusområder når det skal utarbeides lovbestemmelser tilknyttet bruk av BIM. Etersom byggherrene får mer kunnskap i hva BIM er og de ulike fordelene vil dette medføre til at også krever BIM-dokumentasjon til bruk i FDV- fasen.
- Forandringer i praksis og bruk av informasjon - Bruken av BIM vil også medføre til bygningens kunnskap fremmes tidligere i design prosessen. Prosjekterings og bygge bedrifter som er kvalifiserte til å koordinere flere faser av prosjekteringen og samtidig å innlemme kompetanse fra utførelse fra starten vil her få en fordel.

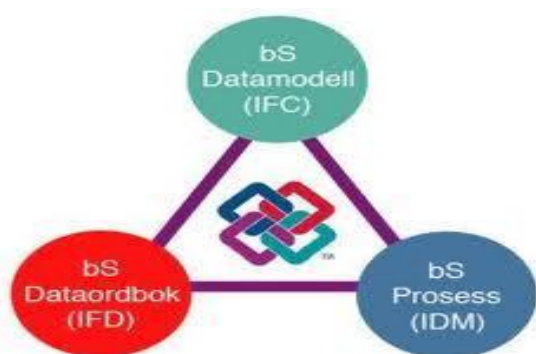
Den største forandringen som bedrifter møter ved implementering av BIM teknologien er å arbeide med den samme BIM – modellen, som er grunnlaget for samarbeidet i hele prosessen. Denne forandringen vil kreve tid og opplæring.

- Utfordringer ved implementeringen - Erstatte av 2D eller 3D CAD med BIM-systemer innebærer mer enn å anskaffe de riktige programvarene, trening og oppgradering av maskinvarer. For å få en effektiv utnyttelse av BIM krever det forandringer i nesten alle aspekt av et firmas forretningsvirksomhet. Dette krever en grunnleggende forståelse av BIM - teknologien og en plan for hvordan BIM skal implementeres.

2.2 BuildingSmart – BIM Trekanten

buildingSMART Norge ble stiftet under navnet IAI² Forum Norge i 1997 og skiftet navn i 2008. De er en del av buildingSMART International som er en internasjonal non-profit organisasjon som er organisert i regionale allianser som representerer et land eller gruppe med land for å tilpasse deres lokale skikk.(buildingSMART, 2013)

BuildingSMART Norge ser på seg selv som en interesseorganisasjon for hele bygge- og eiendomsnæringen.(buildingSMART) De har utviklet en rekke standarder som skal bidra til en enklere bruk av BIM. De uttrykker for å kunne bruke BIM effektivt i praksis, er det tre hoved - standarder som må på plass. Disse tre standardene er IFC (Industry Foundation Classes), IFD (International Framework for Dictionaries) og IDM (Information Delivery Manual). Alle standardene er ISO sertifisert og åpne slik at programvarer kan ta dem til bruk. BuildingSmart beskriver i deres hjemmesider at når disse tre standardene er blitt brukt, vil man



Figur 2-1: BIM trekanten (buildingSMART, 2013)

kunne få det de spesifiserer som en åpen BIM. De tre standardene utgjør en trekant som blir kalt for BIM trekanten, som vist i figur 2-1. I trekanten kan man se relasjonen mellom de forskjellige standardene. Statsbygg (2013), mener at man får større utbytte av BIM, jo flere prosesser man tar i bruk og ved å oppfylle IFC, IFD og IDM vil man kunne oppnå det å ”bygge smart”.

² Industry Alliance for Interoperability

2.2.1 IFC (Industry Foundation Classes)

Industry Foundation Classes (IFC) også kalt for buildingSMART Datamodell er et åpent filformat som kan benyttes av ulike programvarer. Dette filformatet er utviklet av buildingSMART og er en standardformat for BIM filer.(buildingSMART, 2013)

Hovedhensikten er at IFC legger et felles språk for overføring av informasjon mellom ulike BIM programmer og samtidig opprettholder informasjon i overføringen. Dette reduserer behovet for remodellering av samme modell og informasjon ved overføring til et annet BIM - programvare. (Solibri, 2013)

Formatet er ISO-sertifisert som ISO16739 og eies ikke av en programvareprodusent, men er nøytral og uavhengig. Det vil si at alle programvarer som vil ta den i bruk kan gjøre det uten ekstra kostnader. Ved bruk av IFC kan alle de involverende aktørene i et byggeprosjekt kommunisere gjennom en BIM, uavhengig av hvilke programvare som blir benyttet.

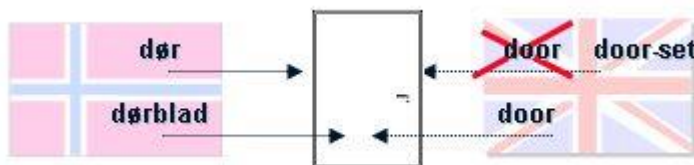
For programvarer som ikke har støttefunksjonaliteten til IFC finnes det et verktøy som kalles for Construction Operations Building Information Exchange (COBie). COBie er en data standard i en form av et innsamlingsregneark som er helt åpen og basert på IFC formatet. Den er utviklet av US Army Corps of Engineers (USACE) og buildingSMART International for å lage et entydig grensesnitt mellom design og drift. Standarden er et rammeverk for å organisere, utvikle og oppsamle data i løpet av et byggeprosjekt, slik at all nødvendig informasjon som blir utviklet blir fanget opp underveis og ikke på slutten av prosjektet. Informasjonen i dette regnearket kan høstes fra ulike BIM systemer eller kan brukes som et tradisjonelt input-regneark hvor informasjonen legges inn manuelt. (buildingSMART, 2013)

2.2.2 IFD (International Framework for Dictionary)

International Framework for Dictionary (IFD) også kalt buildingSMART dataordbok er en standardisert dataordbok som skaper en entydig forståelse mellom ulike datakilder. Denne standarden er bygd opp av ISO 12006- 3:2007(buildingSMART, 2009) og er med på å berike en bygningsinformasjonsmodell med informasjon.

Gjennom en felles dataordbok kan IFD knytte flere programmer og digitale informasjonskilder sammen ved hjelp av en unik ID.(buildingSMART, 2009) Det betyr at objekter kan ved hjelp av IFD koble opp mot eksterne databaser som for eksempel Norsk Byggevardatabase NOBB, Elektroforeningens database EFO, Norsk Rørleggergrosissters Forening NRFs database og m.m. NOBB, NRF og EFO har sammen gått inn i et prosjekt som heter "IFD SignOn". IFDsignon er et prosjekt satt av Norsk Byggtjeneste i samarbeid med Forsvarsbygg, NRF og EFO. Dette prosjektet har fått støtte av Innovasjons Norge og har som mål å forene alle tre databasene. En sammenslåing av de tre databasene vil de ha 1,4 millioner registrerte produkter.(Norsk Byggtjeneste, 2013)

IFD kan også oversette egenskapene som komponenten har fra for eksempel svensk til norsk, finsk, dansk eller islandsk. Dette vil være med å gi en mulighet til å utveksle informasjon på en måte som både sender og mottaker forstår, som eksempel figur 2-2, der den normale oversettelsen av det norske ordet "dør" er "door" på engelsk. I mange tilfeller bruker nordmenn ordet "dør" når de henviser til en dørramme i veggen og det på engelsk er "door-set", noe som kan føre til misforståelser ute på byggeplassen. Dette forsikrer IFD imot og skaper en felles forståelse av ord og uttrykk.



Figur 2-2: IFD terminologi, hentet fra

En slik standard for terminologi gjør det mulig for programvarene og eksterne kilder å forstå hverandre feilfritt. Entydig tolking av egenskaper og produktspesifikasjoner er viktig slik at programvarene automatisk skjønner innhold og egenskaper i modellene som utveksles. (IFD – Library, 2013)

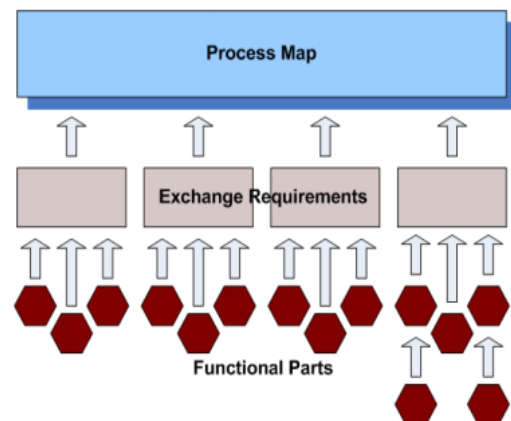
2.2.3 IDM (Information Delivery Manual)

Information Delivery Manual (IDM) også kalt buildingSMART prosess, blir av buildingSMART (2013) beskrevet som en standardisert prosess og leveranse spesifikasjon som beskriver aktører, prosedyrer og krav til leveranser i prosjekter. Beskrivelsene er viktig for å få alle fag tilknyttet et prosjekt til å jobbe effektivt sammen.

IDM er en standardisert prosessbeskrivelse som definerer hva som kreves og må leveres av de forskjellige fagene til forskjellige tider i prosjektet. Denne standardiseringen skal fortelle hva av informasjon som er påkrevd under de forskjellige byggefasene slik at de riktige informasjonene er på plass før neste prosess kan gjennomføres.(buildingSMART, 2013)

IDM er inndelt i tre metoder som illustrert på figur 2-3 og formålet med hver av disse metodene er som følger (Bimjournal, 2013):

1. Prosesskart(Process Map)- beskriver flyten av aktiviteter i en prosess. Dette gir en forståelse av aktiviteter som er nødvendige, brukerne som er involvert og den nødvendige informasjonen som skal brukes og produseres.



Figur 2-3:IDM (buildingSMART, 2010)

2. Utvekslingskrav(Exchange Requirements) - beskriver hvilket krav til informasjon som trengs for at en aktivitet skal kunne utføres. Det gir også detaljert spesifikasjon av informasjon som en bestemt bruker (arkitekt, ingeniør, konstruktør etc.) må gi på et tidspunkt.
3. Funksjonsdel(Functional Parts)- beskriver den tekniske beskrivelsen av et utvekslingskrav. Dette er med på å forklare hva som trengs for at BIM-modellen skal kunne vises optimalt. Et eksempel på dette kan være krav til filformat som leverer informasjon.

2.2.4 BIM server

En BIM server (Building Information Modelserver) kan beskrives som et verktøy som gjør det mulig å sentralisere og administrere informasjon til et byggeprosjekt. Kjernen er basert på den åpne filformatet - IFC. BIM serveren er en modell drevet tilnærming. Dette betyr at IFC data tolkes som objekt og lagres i en underliggende database. Fordelen med denne tilnærmingen er muligheten til å slå sammen og generere BIM-modellen. Dette gir de ulike fagpersonene i et byggeprosjekt muligheten til å arbeide samtidig på sin egen del av modellen, mens hele modellen oppdateres underveis i hele byggeprosessen. Eastman (2008)

2.2.5 BIM hos Skanska

Den fremvoksende trenden med å ta i bruk BIM teknologi har forandret byggenæringens metoder for å prosjektere og produsere et bygg på. Skanska har implementert BIM i en rekke byggeprosjekter som bygninger, veier, broer, tunneler og industrianlegg og ser på verktøyet som en mulighet til å løfte kvaliteten på produktene Skanska leverer.

Skanska ser på BIM som et verktøy for å oppnå sine mål om de 5 nullene. Ved å prosjektere med BIM vil det føre til bedre planlegging, som fører til en mer miljøvennlig bygging, økt sikkerhet for arbeiderne og bedre verdiskapning på grunn av bedre design(BIM building quality). Alt dette er med på å nå de 5 nullene som er: null tap i prosjekter, null miljøskader, null ulykker, null etiske overtredelser og null defekter.

BIM har blitt benyttet i en rekke ulike prosjekter hos Skanska. Det har blitt brukt BIM i bygningsprosjekter, offentlige prosjekter og i industriprosjekter. I Norge har Skanska brukt BIM verktøyet i forbindelse med utbyggingen av Bjørvikatunnelen i Oslo. Til dette prosjektet brukte de 3D-modellerings verktøy til beregning av volum og ballast, vektkontroll og geometrisk kontroll.



Figur 2-4: Bjørvika tunnelen, hentet fra Skanska 2013

2.3 Forvaltning, drift og vedlikehold

Forvaltning, drift og vedlikehold(FDV), er en konsept som går ut på å sikre byggets funksjonalitet og kvalitet blir opprettholdt. FDV ble først introdusert som et begrep i midten av 1980-tallet og dette ble starten på en ny måte å organisere, planlegge og utføre bygningsarbeider på for å ivareta eiendommenes verdi (Juliebø & Nordahl, 2003), på 1990-tallet kom også utvikling (U), service (S) og potensial (P) inn som begrep og dette førte til at i Norge, ble introdusert for fagområdet fasilitetsstyring(Facilities Management). (Valen, Olsson, Bjørberg, Gissinger. 2011)

Tall fra 2004 viser at næringsbygg bestod av ca 115 mill m², og hadde en årlig FDVU kostnad på 350-800 kr/m², dette tilsvarer 70 mrd NOK. I tillegg kommer kostnader fra FM tjenestene som resepsjon, sentralbord, kantine, IKT- tjenester, møbler og inventar, flytting og rokering, post og budtjeneste, rekvisita og kopiering. Et grovt overslag gir det en årlig fasilitetsstyring kostnad på 200 mrd NOK.(Haugen, 2008) Juliebø og Rolfsen, (2003) har og anslått at i Norge utgjør bygningsmassen omtrent to tredeler av landets realkapital. Tall fra Arnstadrapporten³ viser at den brutto bygningsarealet i Norge pr. 2009 er 389 mill.m² og av dette utgjør næringsbygg 129 mill.m² (Rolf Inge Hagemoen)

³ Rapport om Energieffektivisering av Bygg, ledet av Eli Arnstad for Kommunal og Regionaldepartementet

2.3.1 Forvaltning, drift, vedlikehold, service, utvikling og potensial.

Forvaltning, drift, vedlikehold, service, utvikling og potensial(FDVUSP) er en utvikling av FDV som har gitt forvaltere større og flere ansvarsområder. FDVSUP kom med innføring av den reviderte kontoplanen i NS 3454 i år 2000 og ble det norske innholdet til det internasjonale begrepet *Facility Management*. FDVUSP sine akronymer står for:

Forvaltning, som kan forstås som administrasjonen av eiendommen. Forvaltningskostnader er kostnader som skatter og avgifter, forsikringer og administrasjonsutgifter, utgifter som hadde påløpt uavhengig om bygget er i drift eller ikke(Juliebø & Nordahl, 2003).

Drift, som er alle oppgaver og rutiner som er nødvendige for å holde bygget og dens tekniske installasjoner i forventet stand. Dette innebærer blant annet; utskifting av forbruksmateriell, oppfølging av en bygning eller anleggsfunksjon, betjening av utstyr og tekniske installasjoner, forsyning av vann, energi osv. Driftsaktiviteter skiller seg ut fra langsiktig, planlagte vedlikehold. Driftskostnadene er utgiftene til løpende drift og ettersyn, rengjøring, energi og nødvendig rekvisita (Juliebø & Nordahl, 2003).

Vedlikehold, som går ut på arbeid som er nødvendig for å opprettholde bygningen og de tekniske installasjonene på en fastsatt kvalitetsnivå, slik at bygget kan brukes til dens tiltenkte formål i bruksperioden. Vedlikehold skilles inn i to deler: planlagt vedlikehold og utskiftninger. Planlagt vedlikehold baseres på periodiske intervaller og gjennomføres etter en vedlikeholdsplan, som igjen er basert på en tilstandsanalyse. Arbeid som blir utført under et planlagt vedlikehold er som eksempel maling og utskiftning av bygningsdeler eller komponenter på grunn av jevn slitasje. Utskiftninger går ut på å skifte bygningsdeler og tekniske installasjoner som har en kortere levetid enn selve byggverket.

Vedlikeholdskostnader er kostnaden det koster å opprettholde kvaliteten på et bestemt nivå. (Juliebø 2003)

For å kunne skille mellom begrepene drift og vedlikehold har NS3454 lagt i grunn hvilke oppgaver som kommer inn under de begrepene:

- Driftskostnad (løpende drift):
 - Faste kontroller med frekvenser under et år(daglig, ukentlig, månedlig)
 - Akutte driftsoppgaver/reparasjoner(uforutsette hendelser)
- Vedlikeholdskostnad (tiltak med frekvenser utover ett år)
 - Planlagt vedlikehold
 - Uskiftninger

(Valen et al., 2011)

Utvikling, som går på nødvendige tiltak for å oppgradere bygningens bruksmessige verdi over tid. Det vil si at bygningen må oppgraderes for å holde følge med de endrede kravene som blir satt, enten lovmessige eller bruksrelaterte og ikke av slitasje. (Valen et al., 2011).

Utviklingskostnader er derfor kostnader som går til utvikling av byggverket for å opprettholde verdien over tid i forhold til nye krav fra brukere, marked og myndigheter.(Juliebø, 2003)

Service, som omfatter alle tjenester som ikke er bygg relaterte, men som er til for å støtte opp kjernevirksomheten. Eks. IT, resepsjon, kantine m.m. (Valen et al., 2011)

Potensialet, som omfatter strategisk tiltak for å forbedre totaløkonomien. Dette vil si forberede ombygging og utvikling av bygget.(Valen et al., 2011)

2.3.2 Forvaltning av bygg

Forvaltning av bygg/eiendom beskriver (Haugen, 2008) som: ”... et samlebegrep for alle oppgavene og aktivitetene som er nødvendige for at en bygning tilfredsstiller kravene til funksjonell, teknisk og estetisk standard slik disse kravene er stilt fra bygningens brukere og eiere.” Vaktmester og fagfolk er eksempler på forvaltere, der vaktmesteren tar seg av mindre reparasjoner som drift og vedlikehold av lokaler, inventarer og utstyr i et bygg. Tar fagfolk seg av større problemer ved bygningene. (utdanning.no, 2013)



Figur 2-5: FDVUSP

Å drive en god eiendomsforvaltning handler om fasilitetsstyring (FM) og god og riktig eiendomsledelse. (Valen et al., 2011) Fra eiendomsutvalget i NOU 2004:22 definerer de en god eiendomsforvaltning som: ”... å gi brukerne gode og effektive bygninger til lavest mulig kostnad.”

Fasilitetsstyring kommer av det amerikanske uttrykket Facility management og blir definert som ledelse og oppfølging av lokaler, service og ressurser som skal være til støtte for bedriftens eller institusjonens kjernevirksomhet (Juliebø, Rolfsen, 2003). Begrepet Facility Management kom i 1970-tallet fra USA, da den gangen var hovedfokuset på bygninger og var utviklet av profesjoner som jobber med bygningsvedlikehold, drift og planlegging. (Haugen, 2008). Tidlig FM minner mye om dagens FDV, men konseptet var blitt videreutviklet og inkludert service der FM skal dekke alle støttefunksjonene for en bedrift. (Haugen, 2008). FM, eller FDVSUP, inneholder i dag et vidt spekter av fagområder sånn som arealforvaltning, økonomistyring, drift- og vedlikeholdsarbeid, planlegging og prosjektstyring, organisering og ledelse, helse-, miljø-, og sikkerhetsarbeid (HMS), kommunikasjon (Fra budtjeneste til telekommunikasjon og IT-drift), kvalitetssikring og innovasjon (forandring og nyskaping). (Juliebø, Rolfsen, 2003)

2.3.3 FDV dokumentasjon

Når et bygg skal tas i bruk skal det foreligge FDV dokumentasjon som gir tilstrekkelig informasjon for å kunne holde et byggverks funksjonalitet i en minimumsstandard under driftfasen. FDV dokumentasjon, er ifølge Norsk Byggtjeneste, en ”brukermanual” for samtlige forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsoppgaver i hele byggets driftfase. Disse dokumentene skal være tilgjengelige for all personell som er tilknyttet byggverket og de skal også være tilgjengelige for aktører som skal endre byggverkets karakter(fasade og/eller konstruksjoner), disse aktørene kan være arkitekter og rådgivende ingeniører.

I ”Forskrift om teknisk krav til byggverk(Byggteknisk forskrift)”, fastsatt av Kommunal- og regionaldepartementet 26. mars 2010 med hjemmel i lov 27. juni 2008 juli 2010. er en sentral forskrift for fremskaffelse av FDV dokumentasjonen. I forskriften blir krav til dokumentasjon satt i Kapittel 4. Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold. Loven lyder som følger:

§ 4-1. Dokumentasjon for driftsfasen

(1) Ansvarlig prosjekterende og ansvarlig utførende skal, innenfor sitt ansvarsområde, framlegge for ansvarlig søker nødvendig dokumentasjon som grunnlag for hvordan igangsetting, forvaltning, drift og vedlikehold av byggverk, tekniske installasjoner og anlegg skal utføres på tilfredsstillende måte.

(2) I tilfeller der slik dokumentasjon åpenbart er overflødig, bortfaller kravet.

§ 4-2. Oppbevaring av dokumentasjon for driftsfasen

Dokumentasjon for driftsfasen skal overleveres til og oppbevares av eier av byggverket.

Fra Veiledning til forskrift om teknisk krav til byggverk(TEK10), står det at store deler av dokumentasjonen som er utarbeidet i prosjekteringen vil vanligvis være viktig grunnlagsmateriale ved fastlegging av rutiner for forvaltning, drift og vedlikehold og for prosjektering for senere ombygging og bruksendring. For å dekke mest mulig ulike behov i fremtiden er det lurt at mest mulig av dokumentasjon oppbevares, men man må passe på å spesifisere hvilket nivå dokumentasjonene skal ha slik at man unngår at det som oppbevares blir for omfattende.

Byggverk har ulik kompleksitet fordi de har ulike bruksområder og et FDV dokumentasjon må derfor tilpasses og kun inneholde det som er relevant for det enkelte byggverk(Byggtjeneste, 2010).

2.3.4 FDV-BIM

Som nevnt i overordnet kapittel finnes det mange fordeler med BIM. Den benyttes i dag til planlegging, prosjektering, og til å bygge frem et grunnlag for FDV dokumentasjon. Den kan også benyttes som systemer for fasilitetsstyringsprosesser til et byggverks livsløp. BIM modellen kan tas i bruk under driftfasen og fordelene med det er:

- Bedre arealforvaltning, fordi 3D modellene gir en bedre oversikt over romløsninger enn hva en plan tegning hadde gjort.
- Effektivisert vedlikehold, en stor utfordring ved vedlikehold er å hente ut de riktige informasjonene og dokumentasjonene som trengs for å drive et vedlikehold på produktet. En BIM modell med lagrede informasjon kan spare forvaltere masse tid.
- Effektivisere energiforbruk, en BIM modell kan brukes til å analysere og sammenligne energialternativer som kan hjelpe til med å redusere miljøbelastninger og driftkostnader.
- Mer økonomisk ombygging og renovering, en ”levende” BIM modell gir en bedre tredimensjonal aspekter av bygningen og bedre informasjon om eksisterende forhold reduserer kostnader og kompleksiteten ved videre utbygging
- Forbedre livssyklusstyringen, mange objekter i en BIM modell kan ha innebygd data om levetid og utskiftningskostnader og på den måte kan eiere av bygget forstå fordelene med å investere i materiell og systemer som er dyrere i utgangspunktet, men som gir en bedre avkastning over tid.

(FM:BIM, 2013)

Byggverkets FDV-dokumentasjon kan bli fremstilt i forskjellige brukergrensesnitt som f. eks. Internett, PDA, smarttelefon, iPad og andre digitale medier(Byggtjeneste, 2010). En BIM modell vil med andre ord gi muligheter til en mer effektiv tilgang til, sortering av og overblikk over bygningsinformasjon.

2.4 Oppsummering av BIM OG FDV

BIM er et konsept som har til formål å forene alle aktører knyttet til en byggeprosess. Forkortelsen BIM står for BygningsInformasjonsModell (produkt) og BygningsInformasjonsModellering (prosess). Konseptet baserer seg på 3D-modelleringen av bygget, som bygges opp av ulike objekter, der hvert enkelt objekt beskrives med egenskaper og relasjoner til andre objekter. Hensikten med BIM er at informasjon som utveksles mellom aktørene tilføres gjennom en BIM-modell, slik at samspillet øker mellom de ulike aktørene i byggeprosessen.



Figur 2-6: BIM, hentet fra buildingSMART, 2013

BIM kan benyttes i planlegging, prosjektering og bygging frem til et grunnlag for FDV-dokumentasjon. Forvaltning, drift og vedlikehold(FDV), er en konsept som går ut på å sikre at byggets funksjonalitet og kvalitet blir opprettholdt. FDV dokumentasjon skal brukes som en ”brukermanual” for samtlige forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsoppgaver i hele byggets levetid. Forvaltning kan forstås som administrasjonen av eiendommen. Drift, som er alle oppgaver og rutiner som er nødvendige for å holde bygget og dens tekniske installasjoner i forventet stand. Vedlikehold, som går ut på arbeid som er nødvendig for å opprettholde bygningen og de tekniske installasjonene på en fastsatte kvalitetsnivå, slik at bygget kan brukes til dens tiltenkte formål i bruksperioden. En integrert FDV-BIM vil være en videreføring av “as built”-BIM. Den inneholder detaljert informasjon om bygget slik det er bygd. Hensikten med teknikken er å holde BIM modellen oppdatert slik at den hele tiden viser bygget slik det er.

For at BIM skal fungere effektivt er ”åpen BIM” en sentral ting og buildingSmart presenterer ÅpenBIM basert på åpne standarder som inngår:

- IFC, Industry foundation Classes, er det åpne filformatet som forenkler informasjonsoverføringen mellom de ulike dataverktøyene som blir benyttet i et prosjekt. Filformatet gjør at modeller og objekter kan flyte fritt mellom programvarer, der de viktigste informasjonene vil bli ivaretatt.

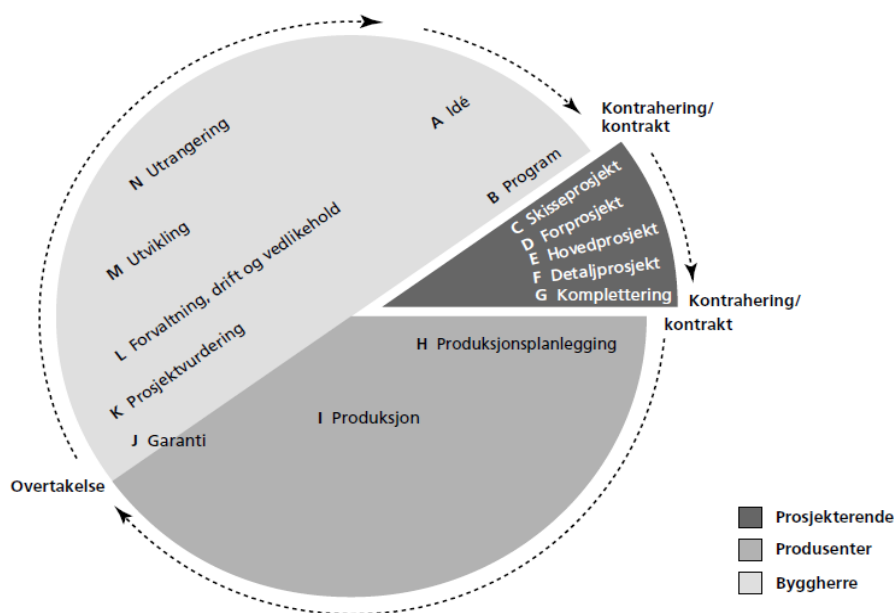
- IFD, Industry Framework for Dictionary, kan forstås som en dataordbok som kobler dataverktøyene og eksterne datakilder sammen.
- IDM, Information Delivery Manual, beskriver prosessene i et byggeprosjekt

2.5 Generelt om Byggeprosessen

For å sette FDV og BIM inn i kontekst er det viktig å se på byggeprosessen som helhet. Byggeprosessen kan beskrives med utgangspunkt i den livssyklus byggverket gjennomlever. Dette omfatter en rekke faser som har som mål å utvikle et nytt bygg eller gjennomføre en ombygging eller rehabilitering av eksisterende bygg (Meland, 2000).

Målet med prosessen er å bringe frem et nytt eller modifisert byggverk tilpasset en bestemt brukerorganisasjon, eller en generell bruksfunksjon, til en bestemt pris, på et bestemt tidspunkt og med en bestemt kvalitet. Eksempler på byggverk er skoler, barnehager, kontorbygg, butikker, sykehus mm.

Figuren 1-2 viser hvilke faser et bygg går gjennom. Selv om fasene beskrives som konkrete faser i en sekvensiell rekkefølge vil fasene i virkeligheten overlape hverandre. Resultatet av hver av disse delprosessene er viktige for det etterfølgende arbeidet. Selv om prosjekter blir delt opp er alle oppgavene avhengige av hverandre og er like viktige for at prosjektet skal bli gjennomført. I tillegg vil fasene og hvilke aktører som deltar i de ulike fasene variere fra byggeprosess til byggeprosess (Meland, 2000).



Figur 2-7: Fra idé til utrangering, hentet fra Meland 2000

Den første fasen kalles tradisjonelt for programmerings- og prosjekteringsfasen, se delprosessene B–G. Her er vanlig å presentere tegninger, generelle beskrivelser og en digital modell av den bygningen som skal skapes/modifiseres. Dette lager en ramme for bygget som byggefirmaene må forholde seg til og er sterkt bestemmende for resultatene av de etterfølgende delprosessene.

Neste fase er byggefasen hvor det fysiske arbeidet med bygget blir utført. Denne fasen er representert ved bokstavene H og I i figuren. Fasen består av deler som sammensetning av ferdigmodeller eller produisering av de ulike delene. Dette inkluderer grunnarbeid, betong, elementer og andre halvfabrikater som settes sammen til et ferdig produkt.

Etter at bygget er ferdigstilt blir bygget tatt i bruk, og en forvaltnings-, drifts-, vedlikeholds- og utviklingsfase (FDVU) starter opp som fører oss videre til den siste fasen som er bruksperioden. Som fremstilt i figuren er det ikke slik at forvaltning drift og vedlikehold stopper opp selv ombyggverket gjennomgår en form for utvikling, men fortsetter helt til bygget eventuelt utrangeres. Kvaliteten på denne FDVU- prosessen er avgjørende for bygningens levetid.

2.6 Lean konseptet

Lean er et konsept som ble utviklet i Japan i etterkrigstiden og har i dag inspirert mange bedrifter verden over, deriblant Skanska. Dette konseptet har til sitt hovedmål å skape verdi for kunden sin gjennom å eliminere såkalte ”Waste”. Lean er en prosessforbedring og har som fokus å maksimere kundens verdi ved hver prosess, dette gjøres ved å kvitte seg med aktiviteter (waste) som ikke er verdiskapende for kundene. Disse aktivitetene er; arbeid tilknyttet defekte produkter, unødvendige prosesser, unødvendige forflytning av personer og material, venting, overflødig inventar og overproduksjon.

Ohnos beskrev og kategoriserte de ineffektive aktivitetene som de 7 kildene til sløsing. Disse anses som ikke verdi- skapende for en kunde og er noe alle produksjonsanlegg bør unngå. De 7 formene for sløsing består av:

- 2 Overproduksjon, betyr å produsere noe før det er behov for det. Overproduksjon hindrer en god flyt i produksjonen.
- 3 Venting, når et produkt ikke er i bevegelse eller i prosess vil alltid venting oppstå.
- 4 Transportering, bevegelse av produkter mellom prosesser gir ingen verdi til produktet og muligheter for feilskjær kan oppstå.

- 5 Overprosessering, ofte et resultat av dårlig prosessdesign der et produkt blir overbehandlet.
- 6 Unødvendig lagring, er et resultat av andre sløseri som overproduksjon og venting.
- 7 Bevegelse, dette er rettet mot personellet og har ingen verdi for kunden. Om personalet må bevege seg unødvendig mye, bør en ny design av prosesser vurderes.
- 8 Defekte produkter, en reproduksjon vil alltid føre med seg kostnad og tid.

Ved å fjerne disse aktivitetene vil man oppnå en bedre kvalitet på produktet og produksjonen, samt en reduksjon i både tid og kostnad (Apreutusei, Suciú & Arvinte. 2010). I senere tid har man lagt til dårlig utnyttelse av arbeidere som det åttende sløst til Ohnos opprinnelige syv (McBride, 2003).

2.6.1 Lean Production

Lean Production er en direkte etterkommer av Toyota Production System (TPS). TPS ble formelt introdusert i USA etter at Toyota og General Motor inngikk et samarbeid i 1984. (Shah, R. & Ward, P.T., 2003)

Noen av nøkkelvektøyene som blir brukt i Lean production er:

- 5S, navnet kommer av 5 japanske ord, der alle begynner på bokstaven S og prosedyren består av 5 steg. Hensikten er å systematisere, organisere og standardisere arbeidsplassen. Systematisere vil si at hvert objekt har sin faste plass, dette gjøres for at det skal bli lettere å finne ting og å oppdage mulige feil og mangler. Standardisere vil si å formalisere prosedyrer og utførelser
- 5 Whys, brukes til å finne grunnårsaken til et problem. Dette gjøres ved å spørre hvorfor 4 til 5 ganger.
- Visuell kontroll, en metode som overvåker statusen til en produksjonsaktivitet. Gjennom visuell kontroll vil problemer som defekte produkter eller forsinkelser være lettere å oppdage slik at umiddelbar handling kan bli gjort.
- Effektiv plandesign og standardiserte oppgaver, utstyrs plassering skal være tilpasset produksjonslinjer slik at man får best mulige operasjonssekvenser. Arbeidsoppgaver standardiseres med spesifiserte arbeidsrutiner for å minske de 7 waste.
- Pull produksjon, også kjent som Just-In-Time(JIT), går ut på at en produksjonsaktivitet ikke produserer noe før underaktivitetene signaliserer et behov.
- Single Minute of Exchange Dies, går ut på å forbedre omstillingstiden på produksjonsmaskiner.

- Vedlikehold av produktivitet, dette menes med at utstyr som utnyttes skal være operasjonelle og tilgjengelig når det trengs.
- Inspeksjon, inspeksjoner gjort av operatør som sørger for at produkter som leveres til neste produksjonsstadiet er i henhold til spesifikasjonene
- Kontinuerlig forbedring, for å få Lean til å fungere må flaskehalser elimineres og etter å ha fjernet en, må man jobbe videre med neste.

(Evans & Lindsay, 2011, s. 557-558)

Lean Production er tilrettelagt av fokus på målinger og kontinuerlig forbedringer, tverrfaglige arbeidere, fleksible og stadig mer automatiserte utstyr, effektiv produksjonsdesign, rask omstillingstid, JIT-levering og planlegging, realistiske arbeidsstandarder, styrke arbeidernes beslutningsmuligheter, leverandør partnerskap og forebyggende vedlikehold. (Evans & Lindsay, 2011, s. 557)

2.6.2 Lean Construction

Lean Construction (LC), er byggenæringens svar på Lean Production. Sammen med Koskelas teori om TFV modell⁴ og Ohnos TPS danner dette et utgangspunkt for Lean design av produksjonssystem under byggingen. Fra tidligere har byggenæringen avslått løsninger og ideer fra relaterte industrier fordi de mente at byggebransjen var for forskjellig.

Byggenæringen mente de skilte seg ut fordi de drev med store komplekse prosjekter under uforutsigbare omstendigheter og som regel under et tidspress. (Howell, 1999) Gjennom Lean ble det en mer konsensus fordi begge, byggebransjen og Lean, har som mål å levere et produkt ut fra kundens behov på kortest mulig tid og eliminere Ohnos 7 waste. Ifølge Howell (1999) er forskjellen mellom bruken av Lean i produksjon og bygg at i bygg så har de:

- Et klart sett med mål for leveringsprosessen
- Fokuset rettet mot maksimering av ytelse for kunden på prosjekt nivå
- Design av produkt og prosess skjer samtidig
- Produksjonskontroll gjennom hele prosessen

⁴ TFV modell står for Transformation-Flow-Value modell og beskriver styring av en produksjonsprosess. Hentet fra: http://laurikoskela.com/wp-content/uploads/downloads/2012/09/01KoskelaRookeBertelsenHenrich_TheTFVTheoryofProduction_NewDevelopments.pdf

2.6.3 The Last Planner System (LPS)

The Last Planner System er en planleggingsmetodikk av Lean Construction med formål om å sikre proaktiv styring der det er fokus på forutsigbarhet, involvering og fleksibilitet i planprosesser. LPS ble introdusert av Glenn Ballard og Gregory Howell tidlig på 90-tallet. (Ballard G., 2000)

Et verktøy som ofte blir assosiert med LPS er faseplanlegging eller bakoverplanlegging. Når en av fasene skal planlegges, blir alle de involverte som skal bidra samlet slik at alle kompetansene som skal til, blir med på planleggingen. (Lean communication, hentet 2013) Systemets hovedoppgave er å holde kontroll og ha oversikt over aktiviteter som skal utføres gjennom hele prosjektet. Kontrollen skal arbeide for å skape en ønsket fremtid fremfor å lete etter årsakene til hvorfor man ikke er der planen tilsier man burde vært. Personen eller teamet som setter opp disse aktivitetene, blir kalt "The Last Planner" (Ballard G., 2000).

Målsetningen med LPS er å bidra til redusert sløsing i produksjons- og anskaffelsesprosesser og øke verdiskapningen. (Kalsaas, Skaar, & Thorstensen, 2010)

I følge (Koskela, 1999) identifiseres syv forskjellige "strømmer", eller forutsetninger som må være til stede for at en gitt arbeidsoppgave kan utføres optimalt. Dersom disse forutsetningene er til stede er en aktivitet å anse som sunn. The Last Planner bygger på at de 7 forutsetningene skal være på plass;

- Tidligere arbeid må være avsluttet
- Utstyr må være til stede og tilgjengelig
- Materialer må være på plass
- Mannskap, nok og med riktig sammensetning faglig
- Tegninger, informasjon må være tilgjengelig, som for eksempel byggherrens beslutninger
- Plass til å utføre arbeidsoppgavene
- Ytre forhold må tillate gjennomføring

2.6.4 Lean hos Skanska

Skanska Finland var først ute, og Jan Elfving, som arbeider for Skanska var en sentral person som bidro til at Lean ble et viktig tema gjennom sin doktor avhandling. I doktor avhandlingen ble det forsket på muligheter med å redusere leveranse tid i en Engineered-To-

Order⁵ produkt, der blant annet Koskelas TFM modell og verdikjedestyring ble brukt som et av grunnlagene.

I 2011 startet Skanska Norge et sentralt styrt prosjekt med navn Trimmet Bygging. Dette prosjektet hadde som formål om å øke den operasjonelle effektiviteten og tar i bruk Lean som en modell. (Linge, G. N., 2012) Basispakken inneholder en rekke verktøy og metoder og har som formål å bidra til et mer involverende samarbeid mellom aktører, mer forutsigbar plan, møter og produksjon.

Selv om Trimmet Bygging ble etablert i 2011, er ikke Lean noe nytt i Skanska. Ulike enheter i Skanska har ulike erfaringer med involverende planlegging og mange har allerede kommet langt. (Linge, G.N., 2012) Skanska Agder har et langt samarbeid med Universitetet i Agder og i 2007 dreide det mer over mot Lean Construction. Samarbeidet har resultert i flere artikler, Bachelor- og Masteroppgaver og Byggkostnadsrapporter.

2.7 Gjeldende standarder – merkesystemer

Gjennom dette kapitlet vil det beskrives om ulike nasjonale og internasjonale standarder for merkesystemer som er spesifikt tilknyttet til casestudie for oppgaven.

2.7.1 NOBB – Norsk byggevaredatabase

Forkortelsen NOBB står for – Norsk byggevaredatabase som Norsk Byggtjeneste spesifiserer som byggenæringens eget oppslagsverk. Dette er en database til bruk for alle involverende i en byggeprosess.

Norsk Byggtjeneste er et aksjeselskap eid av bransjeforeningen på handel og produsent siden av byggenæringen. Eierskapet er fordelt slik:

- Byggevareindustriens Forening 50 %
- Bygningsartikel-Grossisternes Forening 34 %
- Trelast- og – Byggevarehandelens Fellesorgan 16 %

(Norsk Byggtjeneste, 2013)

Hovedhensikten med databasen er for å samle alle byggevareprodukter slik at både produsenter, leverandører og kjøpere kun trenger ett sted å forholde seg til. Gjennom databasen kan man benytte seg av informasjonen til hvert enkelt produkt som blir registrert av vareeieren videre i verdikjeden.

⁵ Bygget etter ordre

Ved registrering av ulike objekter i NOBB tildeles det automatisk et tilfeldig valgt NOBB nr., som består av åtte siffer. Alle varer som blir kjøpt gjennom de store byggevarebutikkene som MAXBO, Byggmakker, Optimera etc., må ha et NOBB nr. i seg og være akseptert i deres database for være godkjent for salg i Norge.

Informasjonen som finnes i NOBB kan deles i kategoriene grunndata, produktdokumentasjon og produktbilder. «Grunndata er blant annet varetekst, NOBB nr., prisenhet, pakkingsinformasjon, mål og vekt. Produktdokumentasjon er utdypende informasjon om varen f.eks. FDV, produktdatablad, sikkerhetsdatablad, monteringsanvisninger osv. og produktbilder er bilder av selve produktet»(Norsk Byggtjeneste, 2013) Denne informasjonen vedlikeholdes av produsentene og leverandørene (vareiere) selv. Per i dag finnes det også en NOBB- applikasjon til smarttelefoner som utnyttes for å lese NOBB nr.

2.7.2 GS1 - EAN/GTIN

EAN - kode (European Article Number) er en strekkode symbol som benyttes til vareidentifikasjon, og er det mest utbredte kodesystemet i verden. I Norge er EAN representert ved GS1 og i dag kalles EAN artikkelnummer for GTIN (Global Trade Item Number), men på selve strekkode symbolene brukes fortsatt navnet EAN i noen tilfeller. Blant annet heter symbolet for GTIN-13 (som er det mest brukte i Norge), EAN-13. Under en EAN strekkode symbol finnes det alltid vanligvis en GTIN strekkode som kan ha inntil 14 siffer.

«Denne standarden er bygget slik opp at den unikt identifiserer hvilken som helst produktvariant - uansett hvor du er i verden. Dette sikres ved at det i koden ligger tallkoder for land, vareeier og et artikkelnummer.» (Norsk Byggtjeneste, 2013)

Når strekkoden leses opprettes det en kobling til et artikkelregister som inneholder informasjon om for eksempel pris, navn på produktet osv. GTIN-13 nummeret kan ha forskjellig innhold og struktur, men er kun en nøkkel til en database som inneholder nødvendig informasjon om varen.

2.7.3 GS1 – EPC/RFID

RFID er en automatisert identifiseringsteknologi (Auto – ID) som benytter seg av radiobølger for å utveksle data av et objekt eller person trådløst. Teknologien har som sitt formål å redusere tid og arbeid som brukes på registrering av data samt forbedre nøyaktigheten til dataene. Konseptet består av to komponenter; brikker eller transponder som ligger på gjenstanden som skal identifiseres og en detektor eller leser, som kan brukes til en skrive/leseenhet.

EPCglobal er den delen av GS1 som utvikler og utgir RFID standarder. EPC (Electronic Product Code) er et unikt nummer som identifiserer en bestemt element i verdikjeden.

Lesere vil skanne EPC-nummeret, og det gjør det mulig å rapportere kontinuerlig hvert enkelt produkts lokasjon og status til et informasjonssystem eller til eksterne databaser via internett.

2.7.4 TFM

Statsbyggs Tverrfaglige Merkeystem (TFM) beskriver hvordan bygningsdeler og tekniske installasjoner innen bygg og anlegg skal identifiseres, systematiseres og merkes.

Enkelt forklart betyr dette at byggets enkelte bestanddeler får en ID-nummer som følger hvert enkelt objekt gjennom hele byggets levetid. Ved hjelp av dette identifikasjonsnummeret kan man enkelt referere/henviser til det gjeldende objekt i tegninger, beskrivelser, budsjett, regnskap, internkontroll og dokumentasjon for drift og vedlikehold. Hovedhensikten med merkesystemet er å oppnå en enhetlig merking lik for alle fag av byggets ulike produkter og systemer.

3 Metodebeskrivelse

Metode blir ifølge Jacobsen (1995) omtalt som en måte å gå fram på for å samle inn empiri/data om virkeligheten. Metoden er da et hjelpemiddel til å gi en beskrivelse av den såkalte virkeligheten man ønsker å undersøke. Hvilken metode man velger er helt avhengig av problemstillingen. I dette kapitlet redegjøres det for de metodiske valgene som er tatt, og for hvilke metoder som er benyttet i oppgaven.

3.1 Teorigrunnlag

Det er i all hovedsak blitt benyttet internett og akademiske databaser, som eksempelvis Bibsys ASK, som hovedkilder for innhenting av teorigrunnlaget. Dette resulterte med en rekke treff fra forskjellige bøker, artikler eller rapporter, og de mest relevante treffene ble gjennomgått noe grundigere. Søkemotorene som er blitt benyttet på internett er stort sett Google. Når det gjelder innhenting av informasjon på medier som internett er det viktig å være kritisk til det man leser, derfor har vi vært ekstra nøye og sjekket opp i artiklene og kildene for å påse at disse er relevante. Litteraturen ble også vurdert ut i fra forfatterens gyldighet som ble vurdert ved å søke opp forfatterens bakgrunn og andre publikasjoner av samme forfatter.

3.2 Valg av undersøkelsesmetoder

Til vårt prosjekt har vi fått muligheten av Skanska Norge AS til å få være med å følge et ordentlig prosjekt som skal realiseres og ferdigstilles mot slutten av 2013. Dette betyr at vi har fått muligheten til å delta på møter og fått møtt personer som har mer innsikt i temaet i oppgaven enn hva vi hadde. Undersøkelsesmetoden bygger på de mulighetene vi har fått og som har blitt gjort tilgjengelig for oss som deltagere på Skanskas prosjekt.

3.2.1 Casestudie

Det finnes flere ulike definisjoner og forklaringer på en casestudie, Jacobsen (2005, 85) definerer casestudie som; «en form for studier der selve studieobjekt er avgrenset tid og rom. Studieobjektet kan være en organisasjon eller en spesiell hendelse.»

Andersen forklarer og avgrenser hva casestudier er (Jacobsen 2005, s. 90):

«Betegnelse "case" kommer av det latinske casus og understreker betydningen av det enkelte tilfelle. Terminologien vektlegger derfor at det dreier deg om ett eller noen få tilfeller som til gjenstand for inngående studier. Enten fordi det bare finnes kun en eller noen få, eller fordi det bare er en eller noen få caser som er tilgjengelige for forskeren. Ofte er idealet å gå i dybden på en case og presentere en helhetlig analyse som står på egne bein.

Underskellsesenheten ses som et komplekst hele, der mange underenheter og deres forhold til hverandre pensles ut.»

Det ble besluttet tidlig at det ville være hensiktsmessig å ta i bruk en case tilknyttet til problemstillingen til denne oppgaven på grunn av dette gir oss en dypere forståelse av en spesiell og/reelt hendelse, som vi ønsker å få informasjon om. Ved å gå i dybden på et enkelttilfelle kan vi finne ting vi ikke var klar over på forhånd. (Jacobsen 2005). Casen blir presentert i kapittel 5.

3.2.2 Kvalitativ eller kvantitativ metode

Det kan utnyttes ulike metoder for å studere en case. Forskningsstrategier som en forsker kan velge kan bla. være; kvantitativ og/eller kvalitativ. Dersom man velger å utnytte kvantitativ metode, er hovedpoenget å samle inn data fra en del enheter f.eks. personer eller bedrifter for å kunne slutte sikkert om forhold blant alle liknende enheter. Ulempen med metoden er at man har ganske liten fleksibilitet. I tillegg bør man ha ganske god forkunnskap om emnet man undersøker for å kunne benytte metoden. (Isaksen, 2013)

I denne oppgaven har vi valgt å benytte oss av en kvalitativ metode. Dette på bakgrunn av at for det første manglet vi forkunnskap om emnet vi skulle undersøke. Videre var det viktig å kunne gå i dybden, slik at det ble mulig å finne årsaker til utfordringer ved BIM – FDV implementering i byggeprosessen. Isaksen (2013) angir at en slik metode kan bli brukt for å studere en eller noen få enheter, der formålet er at man vil ha dybdeinformasjon om et felt eller område. En slik metode kan bli utført gjennom åpne intervjuer og observasjoner, andres studier og beskrivelser. I følge Isaksen(2013) er ulempen ved den kvalitative metoden er at det er vanskelig å generalisere dataene man får innsamlet. Dataen som er innsamlet er tekst data. De kvalitative tilnærminger til denne oppgaven består i hovedsak av delvis strukturerte intervjuer, observasjoner ved oppfølgingsmøtene til casestudie og ulike seminarer.

3.3 Gjennomføring av kvalitative intervjuer

Før alle intervjuene ble det sendt et e – mail med vedlagt dokumentasjon om intervju - prosessen og - guiden der det ble kort nevnt hva masteroppgaven omhandlet og temaer som skulle tas opp. Med bakgrunn i problemstillingen og valgt teori, utformet vi intervjuguiden. Intervjuenes lengde varierte fra en halvtime til en time i de fleste tilfellene. Hovedsakelig ledet en av oss selve intervjuet, mens den andre skrev notater. Det ble i utgangspunktet sendt ut 11 intervjuforespørsler, men kun 6 av 11 som stilte seg til et intervju. Alle intervjuene ble gjennomført på respondentenes lokaler. Det ble benyttet en delvis strukturert intervjuguide i alle intervjuer, dvs. en oversikt over hvilke temaer vi skal innom i løpet av intervjuet. Selv om mange av temaene gikk igjen i de fleste intervjuene, strukturerte vi intervjuguiden slik at den ble strukturert i forhold til intervjurespondents kompetanse og erfaring.

Ulempene ved å sende intervjuguiden på forhånd er at responden kan tenke ut måter de kan unngå problematiske spørsmål, men det er også en stor fordel da vi kan få mer utfyllende svar når de har hatt litt betenkningstid. For å sikre validiteten til notatene fra intervjuene, ble det benyttet taleopptak. Dette ga mulighet til å kontrollere om notatene som ble tatt under intervjuene ble korrekt gjengitt. Intervjurespondentene ble forespurt før intervjustart om de følte seg tilfreds med et taleopptak, og ingen viste motforestillinger til dette. For taleopptak ble det benyttet en smartphone.

Under intervjuet forsøkte vi etter beste evne å innta en lyttende posisjon slik at intervjuobjektet skulle få frem sine synspunkter. Vi fikk anledning til å stille nye spørsmål for å utdype hvis svaret fortsatt var uklart eller det var noe vi ikke forsto. Mot slutten av hvert intervju holdt vi en mildere tone hvor intervjuobjektet hadde mulighet for å fortelle løsere angående spørsmålene.

Valg av tidspunkt for intervjuet var og planlagt i håp om å få en blid og energisk intervjuobjekt, ble intervjuet ofte planlagt etter lunsj tid. I 2009 foretok Jonathan Levav, en amerikansk professor, en analyse over rettsdommernes avgjørelser i retten og fant ut at dommere ga mildere dom på starten av dagen og rett etter lunsj. Levav og hans kollega så over 1000 dommer fordelt på 8 dommere og de fant ut at sannsynligheten for en positiv avgjørelse var på topp på begynnelsen av dagen med en sannsynlighet på 65 %. Prosenten for positiv avgjørelse sank over tid til nesten 0 før den gikk opp igjen til 65 % rett etter lunsj. (Bryant, 2011)

Selv om Levav og hans kollega sier at dette var en empirisk undersøkelse der de ikke tok hensyn til dommerens humør eller druesukkernivået i kroppen, kan man ha en hypotese om at hvile og druesukker gir et bedre humør.

3.3.1 Utvalg av Intervjuobjekter

Som nevnt tidligere ble det valgt å benytte kvalitative intervjuer i forbindelse med masteroppgaven. I et kvalitativt forskningsprosjekt kan det være utfordrende å få tilgang på de bedriftene og personene enn ønsker. Ved valg av intervjuobjekter har vi prøvd å dekke det meste av spekteret av folk som inngår når det kommer til FDV- dokumentasjon. Grunnen til Intervjuobjektene som ble valgt er fordi de er personer som har førstehåndserfaring med verktøyene og stoffene tilknyttet til problemstillingen. Til oppgaven har vi intervjuet forvaltere, teknikere og de involverte/ansvarlige for oppgavens casestudie, se Tabell 3-1.

Intervju	Intervjuobjekter	Roller og Funksjon
A	Optio FM	Rådgivende ingeniører for FDV
B	Oslo Universitets Sykehus(OUS)	Forvalter OUS
C	Avantor	Forvalter for bydelen Nydalen, Oslo
D	HSØ	Forvalter HSØ og overtager av prosjektet
E	Norsk Byggjeneste	NOBB, Avdelingsleder og IT ansvarlig
F	Skanska Norge AS	BIM koordinator, entreprenør

Tabell 3-1: Overordnet oversikt over intervjuobjekter og organisasjoner

3.3.2 Workshop

Veiledningsmøtene har fungert som workshops. Tanker rundt oppgaven har blitt diskutert, vurdert og konkretisert sammen med våre veiledere. Noe som har bidratt til videreutvikling og bedre forståelse for oppgaven. Under utarbeidelse av oppgaven har det blitt foretatt oppfølgingsmøter med veilederne etter behov.

3.3.3 Validitet og reliabilitet

Jacobsen (2005) beskriver at uansett hva slags empiri det dreier seg om, bør den tilfredsstillende to krav:

- 1 Empirien må være gyldig og relevant.
- 2 Empirien må være pålitelig og troverdig.

I følge Jacobsen (2005) med gyldighet og relevans er at man faktisk måler det man ønsker å måle og at det man har målt oppfattes som relevant. Generell gyldighet og relevans kan igjen deles opp i tre kategorier som består av begrepsgyldighet, intern gyldighet og den tredje for ekstern gyldighet. Begrepsgyldighet går ut på om vi faktisk måler det vi tro vi måler. Intern gyldighet går på hvorvidt vi har dekning i våre data for de konklusjoner vi trekker, mens den eksterne gyldigheten går på om resultater fra et avgrenset område er gyldige også i andre sammenhenger. Dette sier noe om i hvilke grad et funn kan generaliseres til å gjelde også i andre sammenhenger. Begrepene pålitelighet og troverdighet dreier seg om undersøkelsen er til å stole på.

Før alle intervjuene ble det på forhånd utarbeidet intervjuguide med utgangspunkt i aktuell teori og problemstillingen, slik at intervjuene ble delvis strukturert, som er med å styrke påliteligheten. For å forsikre oss mot dårlig data, ble det mot slutten av hvert intervju fremlagt et ønske om å komme med oppfølgingsspørsmål på ting som var uklart. Det at vi i gjennomføringen av intervjuene alltid var to, gav også en styrke til påliteligheten.

For å styrke informasjonsreliabilitet ble det totalt foretatt syv intervjuer med intervjuobjekter med like og ulike bakgrunn. Validiteten og reliabiliteten styrkes, når respondentene har forskjellig bakgrunn. Noen av informantene som er nøkkelpersonene til casestudie til oppgaven ble funnet i samarbeid med Skanska. Dette øker også sannsynligheten for at informasjonen vi har fått er korrekt.

Som nevnt tidligere ble det også benyttet en båndopptaker som kan være med å styrke påliteligheten av intervjuene, ved at det gav oss muligheten for å gå tilbake for å kontrollere informasjonen som ble innhentet. Vi føler at respondentene følte seg komfortable nok i intervjusettingen til å utgi sine egentlige meninger om emnene intervjuguiden besto av. Derfor anser vi informasjonen fra respondentene som rimelig troverdig og det ikke grunnlag for å tro at det har blitt avgitt falske svar, da intervjuobjektene er garantert full anonymitet.

Når det gjelder reliabiliteten til empirien samlet inn under fremdriftsmøter til casestudie regnes denne også for å være god. Vi var med på nesten alle møtene og fikk en ganske omfattende dokumentasjon av hva som foregikk på møtene gjennom egne notater.

For å få reliabiliteten så god som mulig ble det skrevet sammendrag av alle intervjuene som ble foretatt, men på grunn av tidsbegrensninger og kapasitet fikk ikke intervjuobjektene muligheten til å se over informasjon. Dette tolker vi som en svakhet, som vi har prøvd å minske ved å bruke ekstra mer tid på tolkingen av informasjonen som ble spilt inn i båndopptakeren.

3.3.4 Ethiske avveininger

Ifølge Jacobsen (2005) opererer man med tre grunnleggende krav som en undersøkelse bør forsøke å tilfredsstille: informert samtykke, krav på privatliv og krav til riktig presentasjon av data. For å oppfylle kravene ble informantene spurt om et lydbåndopptak kunne godtas før intervjuet slik at både data og resultater ble forsøkt gjengitt korrekt i tråd med respondentens svar. Undersøkelsen var basert på frivillighet der det ble sendt et e - mail basert forespørsel til alle informantene med ytterligere informasjon om undersøkelsens hensikt. Siden vi er åpne for informantenes personlige tanker og meninger rundt emnet anonymiserer vi navnet på informantene som ønsket det i oppgaven, men ikke deres arbeidssted.

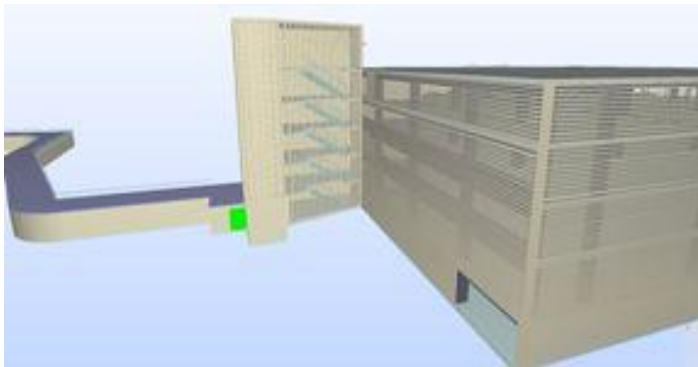
4 Casebeskrivelse

I dette kapittelet gis en kort presentasjon av Skanska Norge AS. I tillegg presenteres casen for oppgaven: Nytt parkeringshuset ved Sentral sykehuset i vestfold og byggherrens FDV dokumentasjonskrav.

4.1 Skanska Norge AS

Skanska Norge AS er et heleid datterselskap i Skanska AB som er et av verdens ledende entreprenørkonsern med ekspertise innen bygg og anlegg, utvikling av kommersielle lokaler, boliger og prosjekter i offentlig-privat samarbeid. Konsernet har i dag ca 57 000 ansatte i utvalgte hjemmemarkeder i Europa, USA og Latin-Amerika. Skanska har over 100 år lang historie i Norge. Den norske virksomheten ble etablert i 1906 under navnet Ing. F. Selmer. Skanska i Norge omfatter mange virksomheter. Entreprenøren Skanska Norge AS og boligutvikleren Skanska Bolig AS er de to største. Omsetningen i 2012 var på ca 131,9 milliarder svenske kroner og omsetningen i Norge var på ca 13,5 milliarder norske kroner. Skanska Norge har totalt 4 300 ansatte, med hovedkontor i Oslo(Skanska, hentet 2013)

4.2 Casestudie for oppgaven



Figur 4-1: Nytt parkeringshus SiV hentet fra SiV, 2013

Det nye parkeringshuset skal ha fem plan i tillegg til en helikopterplass på øverste plan. Dette nye parkeringshuset skal ha en fysisk forbindelse med det eksisterende parkeringshuset. Fra det nye parkeringshuset skal det på bakkeplanet bygges en overbygget gangvei for båretransport bort til sykehusets akuttinngang.

Sykehuset i Vestfold(SiV)- Tønsberg, som er en del av Helse Sørøst (HSØ), skal bygge ut sin parkeringsplass og denne utbyggingen er tildelt som case for vår masteroppgave. Kapasiteten til nåværende parkeringshus er for liten til å tilfredsstille dagens trafikk og et nytt parkeringshus skal bygges.

Under hele prosjektet skal den eksisterende helikopterplassen være i full operativ bruk som betyr ca. 1-3 landinger i uken (Sykehuset i Vestfold HF(2012).s1). Helikopterplassen har en avgjørende betydning for akuttberedskapen på sykehuset og må derfor være funksjonell under hele byggetiden. Det nye parkeringshuset vil ligge i inn-/utflyvningsflatene til eksisterende helikopterplass og derfor er det viktig at Skanska klarer å redusere byggetiden til et minimum. (Sykehuset i Vestfold HF (2012). S2). Fra prosjekteringsmøtet med Byggherren ble det også stilt krav til mobile kraner som er nedleggbart, for ikke å forstyrre flytrafikken.

Skanska vant tilbudsrunderen og tar over prosjektet som totalentreprenør. Som totalentreprenør har Skanska ansvar for prosjekteringen av bygget og utarbeiding av statiske beregninger og konstruksjonstegninger samt produksjonen av bygget. Endringer av dimensjoner eller løsninger skal informeres til og godkjennes av byggherren (Appendix A. s.3)

4.3 Prosjekteringsgruppa

De mest vanlige gjengangerne for dette prosjektet, som vi også velger å kalle prosjekteringsgruppen, består av prosjekteringsleder, BIM-koordinator, arkitekten, representanter for: BH, RIB, RIE, RIG, RIPre og RIV. Av en uviss årsak ble prosjektlederrollen byttet og den nye prosjektlederen skulle tre inn etter påske.

Prosjektlederen ble lovet en god oppfølging av prosjekteringslederen. På enkelte møter kom det gjestedeltagere som kunne bidra med sin ekspertise. Disse deltagere var Byggherrens forvalter og prosjekterende for helikopterlandingsplass.

4.4 Informasjonsutveksling

Til casen har det blitt satt av prosjekteringsmøter annen hver uke, der de prosjekterende inkludert rådgivende ingeniører, arkitekten, BIM-koordinator og Byggherrer møtes for å gi en statusrapport for hvordan de ligger an og for å diskutere problemer knyttet til Parkeringshuset. Disse hyppige prosjekteringsmøtene gir økt kommunikasjon mellom aktørene og dypere innsikt i hverandres fag. Denne økte kommunikasjonen har ført tverrfaglige løsninger fra de forskjellige fagdisiplinene, noe som kan gi en mer ressursgjerrig produksjon ved senere anledning.

Til Parkeringshusprosjektet blir et webhotell⁶ Prosjectplace opprettet. Dette er et web-basert verktøy for datainnsamling og informasjonsdeling mellom de forskjellige aktørene som er innblandet i prosjektet. ”Hotellet” skal drives av prosjekteringsleder og den skal oppdateres daglig under planleggingsfasen. Her skal aktører, som rådgivende ingeniører, Byggherrer, prosjekterende og andre støttemedlemmer legge ut sine planer, tegninger, modeller og problemer for rådgivning og vurdering.

4.5 Byggherrens krav

På første møtet mellom Skanska og Byggherren, forklarer Byggherren bakgrunnen for de høye ønskene og målene for kravene som er satt. Byggherrens krav om en åpen BIM modell ble satt fordi:

- Det vil øke tillit hos Byggherren, Helse Sør-Øst er en av Norges største utbyggere og en god jobb kan føre til flere oppdrag.
- Det vil gi et bedre bilde på tidskostnader og estimeringer
- Det er billigere å bygge feil på PC, enn ute på byggeplassen
- Det blir mindre feil ved bygging, på grunn av bedre prosjektering
- Det blir en konsensus blant aktørene, slik at produksjonsperioden vil foregå mer effektivt
- Det gir bedre verdiskapning

Et raskt søk på nettet viser at Byggherren Inge Aarseth er en aktiv person i byggebransjen og har fått ros fra byggeorganisasjonen buildingSMART for hans arbeid med BIM manualen: ”BIM Håndbok” som ble gjort for Helse Sør-Øst.(buildingSMART, 2013) I denne boken setter han krav til entreprenører og andre underleverandører til å lage egen prosjektspesifikke BIM-håndbok, med et ønske om at BIM skal bli implementert i entreprenørens organisasjon.

Hensikten til kravene som Byggherren setter er at han ønsker å utfordre byggebransjen til å drive fremover. En fullstendig implementering av BIM i Skanska gjør at de igjen kan sette krav til sine underleverandører og vil på den måten løfte hele verdikjeden et hakk høyere. Byggherren tror på at disse kravene og snakker lidenskapelig om dem, der han mener at slike krav vil gi en positiv synergi til hele bransjen.

⁶ Webhotell er en nettbasert innsamlingsverktøy der deltagere kan dele informasjon med hverandre.

Byggherren har høye ambisjoner knyttet til BIM i dette prosjektet. En industrialisert byggeproduksjon er noe man finner i oljeindustrien og i den maritime næringen og kjennetegnes med at alle elementer produseres utenfor byggeplassen. Verdiskapningen skal skje utenfor byggeplassen med unntak av grunnarbeid, som støping av betong i grunnen og selve betongen til påstøp av helikopterdekket. For å oppnå en slik produksjon forutsetter SiV at prefabrikkerte moduler blir benyttet til prosjektet. Modulene skal testes og måles for grensesnitt utenfor byggeplassen og de skal være designet slik at det kreves minimum sammenstillingstid på byggeplassen. (Sykehuset i Vestfold HF(2012). S3)

Målsettingen for montering av prefabrikkerte betongelementer og heiser er på 3 uker og én påfølgende uke til påstøp og montering av moduler knyttet til helikopterplass. En utfordring som krever god logistikk. Byggherren bruker eksempelet fra Kina, der en 15 etasjes hotell blir heist på 6 dager ved hjelp av prefabrikkerte objekter.

5 Byggherrens FDV dokumentasjonskrav

Hos SiV ble det i 2010 etablert et forslag til BIM strategi til sine fremtidige byggeprosjekter. Strategien gikk ut på en trinnvis implementering av BIM og forslaget ble vedtatt i 2011.

Casen vår blir en pioner prosjekt, som den første BIM modellen med full FDV integrasjon, for både SiV og Skanska. Grunnen til at akkurat dette prosjektet ble valgt ut var på grunn av byggets enkle kompleksitet, som gjør det enklere å sette høyere krav til BIM gevinstene.

Til prosjektet setter Byggherren krav om bruk av åpenBIM. Kravet er satt fordi Byggherren mener at det kan være med å hjelpe til å oppnå best mulig miljø-, kvalitets-, tids-, og kostnads- effekter i prosjektet (Sykehuset i Vestfold HF(2012). s. 1). Ved bruk av dette konseptet gir det også en bedre mulighet til strukturering av informasjon og kan gi enklere tilgang til nøkkelinformasjon og dokumentasjon fra de ulike aktørene i byggets levetid.

Objektene i BIM skal det være knyttet FDVU- relaterte informasjoner i seg. I BIM håndboken som er utarbeidet av SiV skal denne modellen være kalt "FDV BIM" og være en beriket versjon av åpenBIM. Denne FDVU modellen er en forvaltning, drift, vedlikehold og utviklingsmodell for fremtiden.

Til denne casen er det knyttet et stort krav til FDV dokumentasjon. Den er beskrevet som en vesentlig del av kontrakten og slutfakturaen kan først bli fremsendt etter at Byggherren har mottatt en komplett dokumentasjon av FDV(FDV-BIM dokumentasjon, 2011). Med dette kravet øker incentivene til entreprenøren til å fokusere mer på FDV arbeidet, samtidig som det er gjort krav om at dokumentasjonene skal gjennom 5 faser der de første begynner allerede i prosjekteringsfasen.

Byggherren har selv erfart problemet med dagens FDV innsamlingsprosess, der FDV informasjonen ofte blir snekret sammen når prosjektet er ferdig. Dette fører til at de prosjekterende og utførende ofte må fremskaffe eller lete frem relevante FDV informasjoner når deres engasjement i prinsippet er ferdig, og det fører ofte til mangelfull FDV informasjon. (FDV-BIM dokumentasjon. 2011)

Det er tenkt til dette prosjektet at de prosjekterende allerede under prosjekteringsfasen tenker FDV. Dette har Byggherren spesifisert gjennom sitt vedlegg om FDV dokumentasjon, der det settes krav om at informasjonen, som skal knyttes opp mot objektene eller systemene, skal gjennomgå flere faser og de tidligste begynner i prosjekteringsfasen.

Informasjonen som knyttes til objektene, skal være i henhold til en egenskapsmatrise, som utarbeides av Skanska. Byggherren legger opp til å bruke COBiEs egenskapsmatrise som minimumsnivået på FDV- informasjon i prosjektet. Denne matrisen må godkjennes av Byggherren før den tas i bruk og skal være med i alle byggets faser.

5.1 Informasjonslivsløpets 5 faser

Informasjonen som blir knyttet opp mot et system og objekt skal følge et livsløp på 5 faser, der de 5 fasene følger et byggverks livssyklus. For hver fase et system og objekt går gjennom, vil det bli knyttet flere verdier og opplysninger opp mot deres nøkkelinformasjon.

Informasjonen skal legges inn i en egenskapsmatrise. Informasjonslivsløpet for systemene og objektene skal igjennom disse 5 fasene:

1. ”som kravsatt” – dokumentasjon
2. ”som designet og prosjektert”- dokumentasjon
3. ”som bygd”- dokumentasjon
4. ”som innmålt”- dokumentasjon
5. ”som driftet”-dokumentasjon

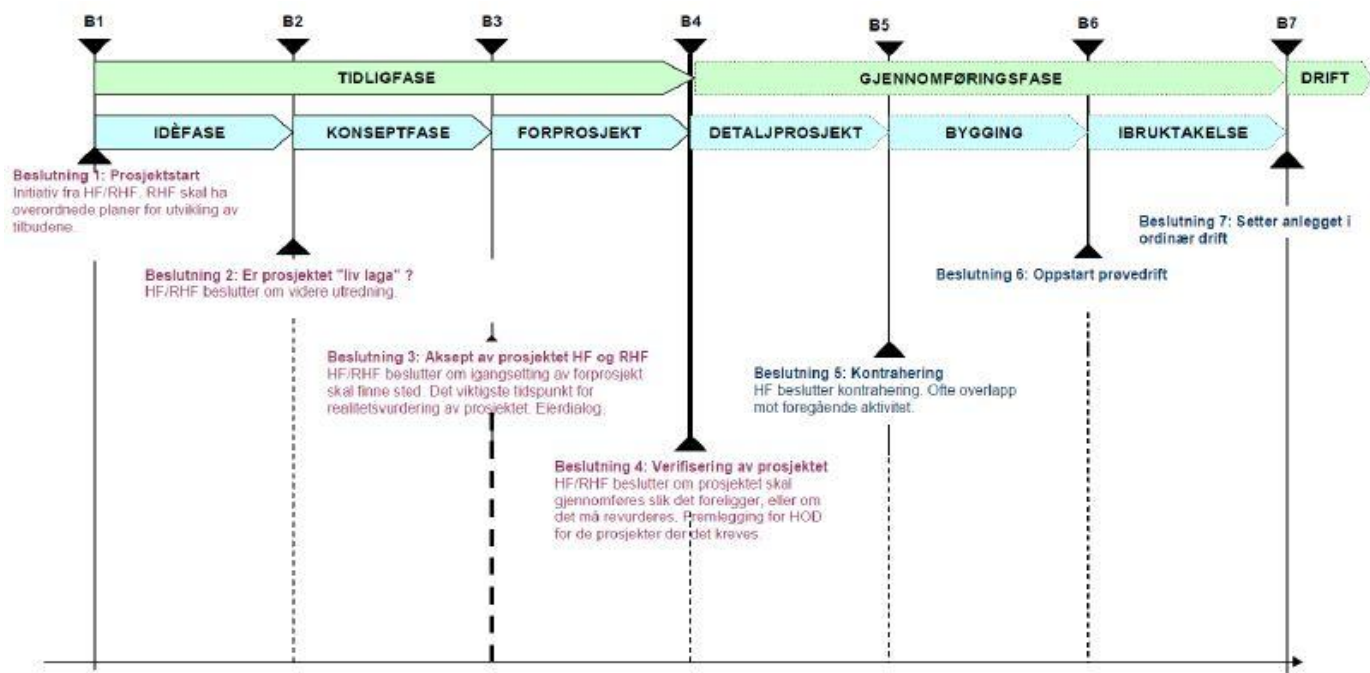
(FDV-BIM håndbok. 2011)

”Som kravsatt” er informasjon som ligger på objektene i BIM modellen og de skal virke som en referanse og skal ikke forandres. De videre dokumentasjonene skal oppdateres med leverandørspesifikk informasjon(som prosjektert) og skal gjennomgå 3 hovedrevisjonssyklus; bygd, innmålt og driftet(BH FDV dokumentasjonskrav).

Formålet med de 5 fasene er at informasjonen som blir oppsamlet kan vise til valgene som har blitt gjort, hvordan det har blitt gjort, og om de løsningene man velger var i henholdt til det som var tiltenkt oppgaven.

De forskjellige dokumentasjonsfasene setter og krav til de prosjekterende om en jevnlig oppdatering av informasjonene, slik at informasjonen man besitter med er hele tiden er relevant med prosjektet. På mange måter virker dette som en loggføring av informasjon som kommer frem når prosjektet når de forskjellige fasene.

Livssyklusen til et prosjekt er hentet fra Helsedirektivets veiledning for Tidligfaseplanlegging⁷. Figur 2 er hentet fra Helsedirektivet veileder og viser faser og beslutningspunkter i prosjektets start- og gjennomføringsfase.

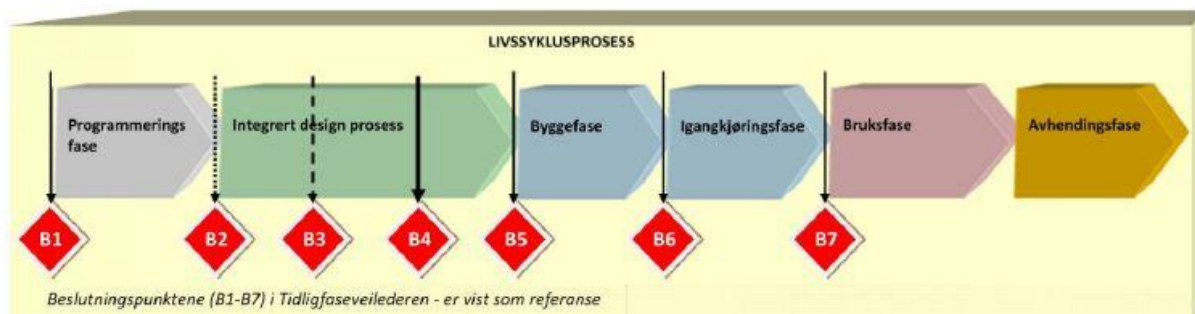


Figur 5-1: Livssyklus for et prosjekt (Helsedirektivet Tidligfaseplanlegging i Sykehusprosjekt, 2009)

Denne veilederen har som mål å bidra til en effektiv og målrettet planprosess i investeringsprosjekter i sykehus og det er et mål at veilederen skal brukes som et verktøy for tidligfaseplanlegging av Regional Helseforetak og Helseforetak. Veilederen gir, på et overordnet nivå, en retningslinje for hva som bør inngå og gjennomføres i de forskjellige planfasene og hvilke beslutningsdokumenter som skal utarbeides til enhver fase.

De 5 forskjellige fasene som skal inngå i et informasjonslivsløp("som krav satt", "som designet", "som bygd", "som målt" og "som driftet") følger byggverkets livssyklus. Det vil si at dokumentene vil bli opprettet etter hvilken fase prosjektet går igjennom. Figur 3 viser de ulike fasene som et prosjekt skal gjennom, med beslutningspunkter fra Helsedirektivets Tidligfaseplanlegging.

⁷ Helsedirektivet Tidligfaseplanlegging hentet fra <http://www.sykehusplan.no/data/tidligfaseveilederis0256.pdf>



Figur 5-2: Livssyklusprosess fra BH FDV dokumentasjonskrav

Dokumentene som skal etableres i de respektive fasene er:

Programmeringsfasen:

- Klargjør forutsetninger for prosjektet
- Definer funksjonelle bruker krav
- Formulere FDV tekniske krav

Denne fasen beskrives av Helsedirektivets Tidligfaseplanlegger som idéfase, se figur 2, og har som formål å avklare om prosjektet er relevant i forhold til de problemene som skal løses og de tilgjengelige økonomiske rammene. Det er i denne fasen at ”som krav satt”-dokumentene opprettes. Disse dokumentene viser formålet med hele prosjektet og skal ikke endres. Disse dokumentene skal utarbeides av Byggherren og skal skje samtidig som utvikling av tilbudene. I figuren 3, vil dette skje ved punkt B1

Integrert design og prosessfase:

- Utvikle målsetting for bygget
- Utvikle løsning for funksjonskrav
- Dokumentere alle hovedfunksjonskrav til systemer og produkter beskrives
- Utvikle løsninger for integrerte funksjonskrav
- Etablere alle systemer og tilhørende objekter
 - Systematisk gjennomgang av krav
 - Definer systemer og egenskaper til systemer for å tilfredsstillere krav

I denne fasen blir ”som designet og prosjektert” dokumentene opprettet, i denne fasen skal valg av systemer være avklart og skrevet. Dokumentene skal være klar for de tre siste hovedrevisjonssyklusene (bygd, innmålt og driftet). Dette er stadiet casen vår er på, mens masteroppgaven skrives.

De prosjekterende har med hjelp av rådgivende ingeniører kommet med løsninger for Parkeringshuset, 3D modellene fra de respektive ingeniørene har blitt samlet inn for sammenstilling og vurdering. Ved punkt B5, på figur 3, skal disse kravene være oppfylt.

Byggefasen:

- Bestillingsfase- oppdatere produkter og egenskapsinformasjon med leverandørspesifikk informasjon ned på komponent og artikkel nivå også inneholdende avhendingsinformasjon
- Leveransefase- dokumentere endringer i endelige produkt leveranse
- Monteringsfase- dokumentere hvordan det er montert og sammensatt

Det er i denne fasen bygget blir produsert og ferdigstilles. Her beskrives anskaffelsen og montasjen av delprodukter, produkter, systemer og integrerte systemer. Disse dokumentene skal være dokumentert og klar ved punkt B6, i figur 3, rett før en igangkjøringsfase.

Igangkjøringsfasen

- Levere innregulering og ytelsesbekreftelse på systemer og produkter
- Levere nødvendige dokumentasjon for å få brukstillatelse

Fra NOBBs vårseminar(Norsk Byggtjeneste, 2013) blir ytelseserklæring beskrevet som et dokument som gir informasjon om produsent, byggevaren og egenskaper. De skal inneholde opplysninger om:

- Type-, parti-, eller serienummer, eller annen form for informasjon som kan identifisere og spore byggevaren
- Tiltent bruk av byggevaren
- Henvisning til den relevante harmoniserte europeiske produktstandard eller til den Europeisk teknisk vurdering. Begge er standarder som er gjeldende for byggevarer i EØS-området.
- Byggevarens ytelse

Dokumentene som vi ser for oss og som skal fremvises og fremskaffes er diverse sertifiseringer fra uavhengige kontrollorganer. Dette er for å vise at produktene som er benyttet er i henhold til gjeldende standarder og godkjent for bruk. Disse kravene skal være gjort innen B7, i figur 3.

Bruksfase

- Videreutvikle FDV forutsetninger i prosjektet til det aktuelle bygget
- Gjennomføre integrert design prosess for ombygging og utvikling av bygget
- Oppdatere FDV dokumentasjonen både på modell og dokument jevnlig

I denne fasen, som og blir kalt som driftsfase, skal alle dokumentene være klare til bruk.

FDV- dokumentene skal være tilpasset prosjektet, der den er tiltenkt til å være et hjelpemiddel for videre ombygning og utvikling av bygget. Det er viktig at FDV- dokumentene tas i bruk og vedlikeholdes.

Byggherren er avhengig av at informasjonen om bygget er tilgjengelig i hele byggets levetid som er på 30-80 år. Det er snakk om nødvendige informasjon som trengs når det skal foretas en renovering eller en ombygg. Derfor aksepterer byggherren kun eksterne linker til offentlige eide produktregister. Det vil si at linker til produsentenes egne web-sider om produktinformasjon er ikke akseptabelt, i frykt for at bedriften kan bli lagt ned av en mulig konkurs. (BIM Håndbok, 2012)

Overlevering av FDV dokumentasjonen skal være basert på og tilpasset bruk av BIM-modell og dokumentene skal leveres i to versjoner; papir- og digitalversjon. Byggherren setter krav om at en egenskapsmatrise skal opprettes så tidlig som mulig for BIM modellene. Dette gjøres fordi det skal være lettere og mer ressursgjerrig for prosjekteringsgruppen å fange opp informasjon underveis. (BIM Håndbok. 2012).

Til oppbyggingen av Byggherrens BIM håndboken, ble Statsbygg sin BIM manual versjon 1.2 benyttet som grunnlag. Modeller og faser for modellbyggingen i prosjektene kommer fra Statsbygg, som har engasjert veldig i bruken av BIM.

5.2 Egenskapsmatrisen

Systemene og objektene som blir benyttet under BIM prosjektet må oppfylle en egenskapsmatrise. Denne egenskapsmatrisen må Skanska utvikle selv, men kan bruke COBie regnearket samt BH sine tilleggspunkter som veiledning. Egenskapsmatrisen skal bestå av flere regneark som tjener hvert sin hensikt. Disse forskjellige arkfanene skal dekke alt av opplysninger som finnes om utstyret. Hensikten med egenskapsmatrisen er at den skal fungere som et verktøy til å fange opp egenskapsinformasjonene til objekter og systemer som genereres i de forskjellige byggefasene, slik at de til slutt ender opp som et grunnlag for FDV-dokumentasjon. Denne matrisen skal også benyttes som en informasjonsoverfører mellom de ulike programvarene. Derfor er det viktig at egenskapsmatrisen er komplett slik at man ikke mister informasjon ved overføringer.

6 Presisert problemstilling

Før den empiriske analysen gjennomføres er det behov for en utdyping av problemstillingen. For å utdype problemstillingen belyses formålet med denne masteroppgaven, som baserer seg på en analyse av hvordan utvikling av en fullt BIM integrert med et FDV verktøy kan gjøres gjennom hele byggeprosessen.

Derfor er oppgavens hovedforskerspørsmål utarbeidet som følger:

Hoved - forskerspørsmålet:

Hvordan kan FDVU – informasjonen genereres, utvikles, ivaretas, kvalitetssikres og gjenbrukes ved bruk av BIM gjennom byggeprosessens ulike faser.

For å utdype hovedforskerspørsmålet har det blitt utarbeidet to underspørsmål:

- Hvilke utfordringer eksisterer ved BIM og FDV utvikling i byggebransjen?
- Hvordan kan standardene IFC, IFD og IDM benyttes for å oppnå en integrert FDV - BIM utvikling?

I forbindelse med forskerspørsmålene dreier dette seg om hvordan man kan oppnå FDV - BIM ved å utnytte metodene buildingSMART utlyser og se på utfordringene og vurdere hensiktsmessige tiltak.

7 Empirisk Analyse og Drøfting

Gjennom dette kapitlet vil de kvalitative dataene bli drøftet og analysert. De tidligere nevnte konsepter og standarder i kapittel 2 ligger til grunn for analysen. Kapitlet er inndelt i to hoveddeler, der den første delen består av kartlegging av utfordringer knyttet til BIM og FDV med data samlet inn fra intervjuene og observasjonene. Del to vil dreie seg om forslag og evalueringer av et mer egnet BIM integrert FDV løsning. Gjennom analysen skal vi gi en bedre situasjonsbeskrivelse over hvilke utfordringer man møter ved bruken av BIM som et verktøy, når det kommer til utviklingen av FDV – dokumentasjoner i en byggeprosess

7.1 Utfordringer

En sentral del av prosessen er å finne ut hvordan FDVU informasjonen kan genereres, utvikles, ivaretas, kvalitetssikres og gjenbrukes ved bruk av BIM gjennom byggeprosessens ulike faser. Til denne casen har det allerede blitt beskrevet at det legges et stort fokus på bruk av BIM til innsamling av FDV dokumentasjon.

For at BIM modellen skal være fullverdig må den berikes med informasjon. Flere selskaper har tatt til seg bruken av BIM, men få har utnyttet den til noe mer enn prosjektering. Fra intervjuene fant vi ut at kompetansenivået knyttet til BIM fortsatt er lav og kun de mest tekniske som BIM koordinatoren og representant fra NOBB, hadde kjennskap til konseptet. På grunn av den lille utnyttelsen av BIM er det få som vet om de pragmatiske informasjonene som trengs for å legge inn i modellen og derfor er mye av utfordringene å finne de riktige informasjonene og opplysningene som en trenger.

Utfordringene som møter byggebransjen er at mange Byggherrer etterspør mye når de fremlegger sine krav om dokumentasjon. Dette ble bekreftet på Norsk Byggtjenestes vårseminar, der flere av deltagerne kjente til fenomenet. Inntrødelsen av den gjeldende Byggtekniske Forskrift(TEK10) har og ført til et større fokus på dokumentasjoner. Kravene som blir satt kan være et resultat av misnøye til tidligere FDV dokumentasjonsarbeid. Forvalterne vi intervjuet forteller at FDV dokumentasjonene som blir overrekket ofte er mangelfulle. Ved overtagelse av SiVs sjette byggetrinn⁸ fikk de utlevert en mangelfull FDV dokumentasjon. I likhet med casen vår, var det avtalt at en slutfaktura først skulle bli sendt når en komplett FDV var levert. SiV nektet å betale til å begynne med, men gav seg og en revidert versjon av FDV dokumentasjonen kom først året etter og fortsatt mangelfull.

⁸ Sjette Byggetrinn er et byggeprosjekt gjort på Sykehuset i Tønsberg og ble ferdigstilt 2005

OptioFM forteller at de har vært involvert i mange prosjekter der FDV dokumentene har vært mangelfulle. De forteller at det er en vane at oppsamlingsarbeidet til FDV dokumentasjon skjer på slutten av et prosjekt og det har ofte medført til at mye relevant informasjon fra tidligere byggefaser går tapt. Prosjekter der FDV har fått tidlig i fokus har endt opp i mer komplett FDV.

For en kompleks og betydningsfull fasilitet som et sykehus er det lettere å forsvare de krevende dokumentasjonskravene i forhold til et alminnelig hus eller bolig på grunn av omfanget av brukere.

Å anskaffe seg dokumenter og informasjon forteller BIM koordinatoren ikke er et problem siden leverandørene skal besitter med det. Et problem som er tilknyttet et tidlig FDV krav er at det tidskrevende og går på bekostning av prosjekteringen. For casestudiet blir informasjon som skal registreres i en egenskapsmatrise gjort manuelt og dette mener BIM koordinatoren tar tid fra mer betydningsfull arbeid som koordinering av objekter og modeller.

Det finnes også tilfeller der Byggherren gjør krav på ikke-eksisterende dokumenter. Fra Norsk Byggtjenestes vårseminar 2013, forteller en deltager at det er vanlig at Byggherren etterspør etter dokumenter som ikke finnes. For å tilfredsstille kravet velger mange leverandører å produsere en, dette er umotivert arbeid der leverandøren ikke helt ser hensikten og formålet med dokumentasjonen. FDV dokumentasjon er det mest etterspurte og det på produkter som ikke skal forvaltes. En prosess deltageren følger, og som mange andre leverandører også gjør, er at det blir samlet inn miljøsertifiseringer og forskjellige spesifikasjonsinformasjon og sertifikater, som ikke kvalifiseres som FDV dokumentasjons innhold.

BIM koordinatoren mener at mye av dokumentene som Byggherren krever er unyttig for videre forvaltning, drift og vedlikehold.

Dokumenter som produktdatablad som ikke har annen formål enn å tjene de som installerer byggevarene.

Et annet dokumentasjonsproblem er leverandører som leverer for mye dokumenter. OptioFM har erfart leverandører som leverer fra seg alt av dokumenter for å sikre seg mot purringer som kan komme i ettertid. Disse dokumentene er som oftest store og tunge produktkataloger over leverandørens produktutvalg. Dette medfører til at mye av dokumentene er urelevante og tar unødvendig plass. En slik leveranse krever mye etterarbeid, da de riktige databladene og dokumentene må sorteres ut.

Selv om FDV dokumentasjonene og andre dokumenter har blitt digitalisert, er det fortsatt, per i dag, mange som utnytter sin FDV dokumentasjon i papirformat. Dette har medført til vanskeligheter med å gjenbruke og ivareta informasjonen. Fra intervjuundersøkelsen fant vi ut at mange fortsatt benytter seg av FDV i papirformat og så på det som veldig utfordrende. I casestudiet er det fremlagt krav om en leveranse i papirformat.

FDV dokumentasjonene kom tidligere bare i papirutgaver, det at dokumentene kommer i digitaliserte utgaver er forholdsvis ganske nytt. Avantor sier at deres første bygg som kom med en digitalisert utgave av FDV var i 2005, da BI Nydalen stod ferdigstilt. Avantor forteller at papirutgaver kom i permer og at 20 permer var vanlig kost ved overlevering. Videre forteller dem at disse papir dokumentene blir som oftest lagret og ubenyttet.

Å ha FDV dokumentasjonen i papirformat gjør det vanskelig å forsikre seg mot ulykker og uhell, som eksempel brann og nedleggelse av leverandører. Representant for Avantor forteller at om de blir utsatt for en ulykke så vet de ikke hvordan de skal regenerere FDV dokumentene sine. Dette er fordi byggene er gamle og mye av utstyrene er utdatert samt at leverandører har forsvunnet. Mye av FDV dokumentene på SiV kommer fra leverandører som ikke lenger eksisterer, dermed hadde det blitt vanskelig for dem å gjenskaffe.

En fordel ved å ha dokumentene i papirformat er, som Mangen(2013) skriver i en fagartikkel, at man får en bedre forståelse når tekst leses i papirformat. I artikkelen blir det forklart at hjernen jobber enklere når man holder i noe fysisk der man kan se en start og en slutt. Men om innholdet kommer i en usystematisk og uoversiktlig form, som Avantor erfarer, og de hensiktsmessige dokumentene er vanskelig å søke opp, tjener papirformatet ingen formål. Denne uoversiktligheten fører også til at Avantor ikke vet hva de mangler av dokumenter før de savner det. Papirformatet blir lite brukt og ligger på hyller i kjelleren.

Avantor forteller at de oppdaterer og digitaliserer FDV dokumentene sine gjennom rehabilitering av byggene, slik at de gamle papirdokumentene erstattes med en ny digital versjon. Dette skjer ikke hos SiV. Forvalteren for SiV forteller at det er opp til driftsavdelingen å foreta service og vedlikehold, men forteller og at det ikke er mulig å tenke seg at det kommer noe nytt.



Bilde 7-1: FDV dokumentasjon hos Avantor

FDV dokumentasjon som er mangelfulle er et vanlig problem i de digitale utgavene. Forvalter av Sykehuset i Tønsberg forteller at de hadde en episode der en rørlegger spurte etter FDV dokumentasjonene til et prosjekt, men fant den ikke inne i det digitale systemet. Når vi spurte hvilket tiltak de gjorde for å få tak i dem, svarte dem med at det ikke blir gjort noe tiltak i og med at mange av leverandørene deres ikke lenger eksisterer.

Større tilgang til digitalisering har gitt muligheten til å bruke andre former for utvikle og ivareta FDV- dokumentasjonen. Det brukes ofte eksterne PDF eller XML- filer. Dette vil medføre til meget stor datalagring som igjen kan øke risikoen for tap av informasjon.

7.2 Hvordan bruker driftspersonellet FDV

FDV dokumentasjonen blir brukt i forbindelser med reparasjoner og vedlikehold. Som nevnt i teorien skal dokumentasjonen gi de nødvendige informasjonene som trengs for holde et objekt, system eller bygg i et minimum standard, men de kan og brukes til å gi andre nyttige informasjoner som kan være fordelaktig å ha ved f eks. en utbygning. Avantor bruker dokumentasjonene sine til reparasjon, som ved å finne frem den riktige glasstypen i tilfeller der et vindu må skiftes. De bruker også dokumentene til å finne frem reklamasjonstid, siden alt av service loggføres og på den måten kan de se og kontrollere garantitiden.

De fleste forvaltere bruker i dag digitale verktøy for å holde oversikt og orden på sine bygg. Programverktøyene vi har kommet i kontakt med under prosjektet er FDVweb⁹ og Lydia¹⁰.

⁹ <http://www.curotech.com/hovedsider/index.asp>

¹⁰ <http://www.lydia.no/>

Lydia er også forvalterverktøyet som blir brukt i SiV. Ifølge OUS er Lydia et utbredt forvalterverktøy og det er flere helseforetak som har tatt det i bruk. Videre forteller han at Lydia har en satsing mot Helseforetak og at det har minst vært 20 Helseforetak som har tatt det i bruk, der den største gruppen av forbrukere er Helse-Midt og Helse-Sør.

Verktøyet blir brukt som et virkemiddel for å få arbeid og tilsyn utført. Gjennom Lydia kan man legge inn arbeidsordre og man sette opp vedlikeholdsplan for systemer og produkter. For hvert oppdrag som blir utført har man muligheten til å oppdatere FDV dokumentene sine. Oppdateringene skjer når dokumentene får tilført ny informasjon som et resultat av utskiftninger og status.

7.3 De pragmatiske Informasjonene

Observasjonene våre hos OptioFM, forteller oss at det er mange driftspersonell som har problemer med selv å forstå hva de mangler og trenger av informasjon som skal brukes under driftfasen av bygget. Å finne de riktige og pragmatiske informasjonene til forvaltning, drift og vedlikehold er en stor utfordring.

OptioFM forteller om viktigheten med å skrive en god systembeskrivelse er utslagsgivende for en god FDV dokumentasjon. En god systembeskrivelse skal inneholde informasjon om hvordan utstyr fungerer og henger sammen, samt gode drift- og vedlikeholdsbeskrivelser. Dette er avgjørende for fremlegging av en god FDV dokumentasjonene. Dårlig kommunikasjon mellom fagfeltene fører til svake systembeskrivelser. Til tross for at de forskjellige fagdisiplinene har lite relasjoner med hverandre, er de fortsatt avhengig av hverandre for å få til et komplett bygg. Som prosjekterende og den ansvarlige for innsamling av dokumentasjonene er det lett å miste oversikt. Gjennom casestudiet blir det gjennomført hyppige prosjekteringsmøter som inviterer til en økt kommunikasjon mellom aktørene. Konflikter som kollisjon mellom fag blir tatt opp og drøftet og resulterte i en mer tverrfaglig løsning.

Kvalitetssikring av FDV dokumentasjonen er vanskelig ettersom den er så omfattende, og derfor er det viktig at den ikke blir større enn nødvendig. Som OptioFM forteller er det kun spesifiserte informasjon som skal inngå i en FDV dokumentasjon. "Kjekt-å-ha"- informasjon kan man ha i en database utenom dokumentasjonene. Det samme svaret finner vi igjen hos

forvalteren for Oslo Universitet Sykehus som forteller at FDV ikke må være mer enn det du kan bruke. Han forteller at FDV dokumentasjonen må holdes ferskt gjennom aktiv bruk og oppdateringer.

7.3.1 Situasjon for casestudiet

Inntredelsen av Byggteknisk Forskrift(TEK10) har ført til at FDV dokumentasjonen har blitt mye mer etterspurt og betegnelsen FDV har av enkelte blitt kalt DDV(Dokumentasjon, Drift og Vedlikehold). Mange leverandører opplever at de blir frustrerte og oppgitte når de får forespørsler etter FDV dokumentasjoner på produktene deres.

Fra vår kvalitative metodeundersøkelse har vi fått en indikasjon på at det er mange leverandører som ikke forstår Byggherrenes omfattende krav når det kommer til FDV dokumentasjon. Mange av leverandørene ser på det som ikke hensiktsmessig og nesten som provokasjon når Byggherren etterspør FDV dokumentasjon på alle produktene som skal inngå i et byggverk. Fra NOBBs vårseminar 2013, forteller en av deltagerne at entreprenøren hadde fått krav fra Byggherren om en FDV dokumentasjon på betongarmeringen. Deltageren resonnerer: om det skal foretas et vedlikehold på armeringsstrukturen, måtte man først grave/spreng/borre bort betongen den er omgitt og da er mye av hensikten til armeringen allerede borte.

Norsk Byggtjeneste forsvarer leverandører med å si at det er unødvendig å følge Byggherrens krav, dersom kravene ikke gir mening. Produkter som ikke skal drives forvaltning, drift og vedlikehold på skal ikke ha FDV dokumenter siden det kan være misledende. Norsk Byggtjeneste forteller videre om to dokumentasjonstyper som ligner på hverandre, men har forskjellige bruksområder. Disse dokumentene er produktdatablad og FDV dokumentasjon. Tabell 7-1 viser dokumentasjonsinnholdet til de dokumenttypene utviklet av Norsk Byggtjeneste(Norsk Byggtjeneste, 2013). Dokumentasjonsmalet blir benyttet både av NRF og EFO.

Produktdatablad skal det inneholde informasjon om bruksområde og tekniske egenskaper for produktet, der dokumentets formål er å hjelpe kunden til å velge riktig produkt og for å hjelpe til med å dokumentere de tekniske egenskapene til et produkt. Dokumentet skal brukes som et hjelpemiddel under installasjon av byggevaren og er der dokumentet har sitt bruksområde. FDV dokumentasjon blir produsert av leverandører og skal inneholde informasjon om hvordan produktet skal forvaltes, driftes og vedlikeholdes.

<u>Produktdatablad</u>	<u>FDV dokumentasjon</u>
<p><u>Innhold</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Produktbeskrivelse som farge, overflatebehandling og tilbehørsprodukter og bruksområde 2. Målangivelser/teknisk data som dimensjon, fasthetsegenskaper, vekt, størrelse etc. 3. Montering/utførelse som er i henhold til Norsk Standarder 4. Avfallsbehandling med avfallskoder 5. HMS referanse, deklarasjoner og karakter gitt etter ECOproduct¹¹ 6. Produktdokumentasjoner og offentlige krav, som godkjenning fra kontrollorgan, CE-merking¹² og sertifikater 7. Informasjon om det ansvarlige firmaet 	<p><u>Innhold</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Produktbeskrivelse med NOBB varenummer for byggevarer og GEBERIT¹³ nummer for VVS produkter. Her skal det være tilstrekkelige vareopplysninger som gjør det mulig å anskaffe tilsvarende produkt i driftsperioden. 2. Anvisninger for drift og vedlikehold, her beskrives rengjøringsmetoder og midler, kontrollrutine og vedlikeholdsinstruks og hyppighet. 3. Drifttekniske opplysninger som levetid uten utskiftninger, garanti og vilkår, fuktbestandighet, renholdsvennlighet og øvrige opplysninger om produktet som kan være nyttig for drift og vedlikehold 4. Teknisk service, opplysninger om hvem man skal ta kontakt med i tilfelle service

Tabell 7-1: Produktdatablad og FDV dokumentasjonsmal

Fra casestudiet har Byggherren gitt klare krav om hva som skal dokumenteres i de forskjellige fasene, dette er beskrevet under kapittel 5 Byggherrens FDV dokumentasjonskrav. I Byggherrens FDV dokumentasjonskrav skal informasjonsløpet til et system/objekt gjennom 5

¹¹ ECOproduct er en metode og en database laget for å gjennomføre miljøriktig materiale og produktvalg i et byggeprosjekt

¹² CE-merking er en produktmerke som bekrefter at et produkt er i samsvar med alle relevante EU-direktiver

¹³ GEBERIT nummer blir generert av VVS produsenten Geberit

faser som følger byggefasen, noe som vil føre til mye dokumentering.

Haugen (2008) skriver at det er vanlig å dele organisasjonsformen i bygg- og eiendomsforvaltning inn i tre nivåer der det øverste nivået er eieren som tar de strategiske beslutningene. Beslutningene som skal tas i dette nivået er de langsiktige beslutningene og da er det viktig å dekke mest mulig ulike behov for fremtiden.

7.3.2 Innsamlingsutstyr for FDV dokumentasjon

I casestudiet bruker de prosjekterende Projectplace som et innsamlings-/distribusjonsverktøy for informasjon som blir generert i byggeprosessene. Filveksling av fagmodeller, plantegninger og dokumentasjoner foregår gjennom webhotellet og skal FDV dokumentene kommer også til å havne på webhotellet, i og med at det allerede har blitt opprettet en mappe kalt FDV. Disse dokumentene skal komme fra leverandører når produktene leveres. Alle byggevarer i Norge må registreres i NOBB før de kan selges i byggevarebutikkene og i deres databaser ligger det relevante dokumenter for produktene.

7.4 BIM

Mange som utnytter BIM bruker det som et prosjekteringsverktøy for å oppdage kollisjoner mellom fag. De fleste av intervjuobjektene våre har lite kjennskap til BIM og enda mindre når det kommer til bruken av den. OptioFM forteller at de er i startgropen i BIM verdenen i likhet med mange andre i byggebransjen og forteller at markedet ennå ikke er klar for BIM verdenen.

I intervju med Norsk Byggtjeneste blir det fortalt at byggebransjen ikke er klar for en fullverdig BIM verden og begrunner dette med at mange byggeprosjekter fortsatt prosjekteres med streker og tegninger istedenfor en mer objektbasert metode. Et prosjekt Norsk Byggtjeneste fikk var å legge inn NOBBnr. i en IFC modell. Prosjektet viste seg å inneholde 5 objekter, noen vinduer og et par dører, alt annet var tegnet i streker som gjorde det vanskelig å knytte informasjon til. Dette ønske om en mer objektbaserte tilnærmingen kan ses i oljebransjen og i maritimbransjen der de legger opp til industrialisert produksjon¹⁴. For å oppnå BIM sitt fulle potensial må modellene bli mer objektbaserte.

Utfordringene knyttet til implementering av systemet blir som Eastham (2008) forklarer at det kreves en endring i alle firmaets aspekter. Nye dataverktøy må anskaffes, personell må

¹⁴ Industrialisert produksjon legger opp til at produktene kommer i løsninger og moduler slik at det bare er en sammenstillingsarbeid som gjenstår når de ankommer byggeplassen.

opplæres og maskinvarer må oppgraderes. For driftpersonell vil en omorganiseringen også få en betydning på arbeidsmetodene. Forvalterfirmaet Avantor som ikke har noen erfaringer med BIM, sier at de er fornøyd med det systemet de allerede har. De forklarer at driftsavdelingen er preget av den tidligere generasjonen som ikke er oppvokst med teknologi og dermed føler seg ukomfortabel når det kommer til det å tilpasse seg nye programmer.

7.4.1 NOBB

Til oppgaven har vi fått lov til å følge med på utvidelsen av Norsk Byggjenestes byggevaredatabasen NOBB. Denne utvidelsen kan få en stor betydning for byggebransjen med tanke på deres sterke posisjon i næringen. De nye dokumentasjonskravene som er gitt gjennom Byggtekniske Forskrifter TEK10 og krav om en større utnyttelse av BIM vil være enklere og mer overkommelige om Norsk Byggetjeneste når sine visjoner. Ifølge dem er det bare et tidsspørsmål.

7.4.2 IFC

Ved hjelp av IFC-formatet kan informasjon og data utveksles fritt mellom forskjellige programvarer. Til oppgavens casestudie har det blitt satt krav om at alle prosjekterende skal benytte seg av programvarer som støtter dette formatet. Programvarene som benyttes under prosjektering av parkeringshuset er Revit Architecture, Tekla og Solibri og alle støtter et IFC format. Ved å ta IFC formatet i bruk har prosjekteringsgruppen oppnådd mange av fordelene som Eastham (2008) nevner. Formatet har ført til et tettere samarbeid mellom fag, økt informasjonsflyten og forbedret modelldesign.

Sammenstilling av fagmodellene har økt prosjektforståelsen blant aktørene for casestudiet. Gjennom visualiseringen ser aktørene samspillet og relasjonene mellom fagmodellene og det har ført til økt samarbeid som gir en mer tverrfaglig løsning. Visualiseringer har store formidlingsegenskaper som kan bryte språkbarrierer. Forvalteren for OUS forteller om et vellykket prosjekt der de benyttet seg av 3D modell for å skape konsensus mellom driftpersonell og det medisinske personellet. Krasjkontroll utført av BIM koordinatoren viser kollisjon mellom fagmodeller, og har ført til at de blir utbedret og forbedret. IFC standarden har muliggjort sammenstillingen av de forskjellige fagmodellene og gitt en synergi for prosjektet.

IFC formatet muliggjør at egenskapsmatrisen som er knyttet opp mot en modell følger den gjennom alle byggets faser. Ved å bruke dataverktøyet COBie blir egenskapsmatrisen integrert

opp mot 3D modellene. Dette fører til at egenskapsmatrisen følger modellen gjennom de ulike byggefasene, slik at informasjon som blir registrert er mest mulig oppdatert. På denne måten kan egenskapsmatrisen fange opp informasjon tilknyttet objektet gjennom hele fasen slik at den kan danne et grunnlag for videre FDV dokument.

Databasen til Norsk Byggtjeneste, NOBB har åpnet en mulighet for leverandørene å laste opp IFC modeller til sine produkter, dette tilbudet er forholdsvis ny og kun noen få leverandører har lyktes med å laste opp sine modeller. I Bilde 7-2, vises hvordan en IFC modellene kan bli lastet ned av brukeren for viderebruk. I byggevarens profil, på NOBB sin hjemmeside, finnes det en link som kan viderekobles til en ekstern kilde som inneholder IFC modellen.

For en entreprenør kan disse IFC modellene bli brukt til prosjektering av bygg og visualisering av romløsninger. Ved å ta i bruk forhåndsdesignede objekter, kan de prosjekterende spare mye av tid, der de slipper å tegne modellene på egenhånd. Å ta i bruk eksterne modeller ser BIM koordinatoren som fordelaktig. Han eksemplifiserer med å fortelle at en enebolig kan prosjekteres på en uke med nødvendige tegninger og dokumenter, men å modellere en spesialdør med riktige opplysninger ville ta like lang tid.

BIM koordinatoren forteller at til prosjektet kan enkelte prosjektører ha tatt i bruk ferdig designede modeller som fra leverandøren. Disse modellene kan komme med forhåndsprogrammerte informasjoner som sparer prosjekterende for tid som de kan bruke til å utvikle systemløsninger.

NOBB.no Byggjeneste™ Hans Hope

Forsiden Varer Min side Nyheter NOBB deltakere Standardisering Hjelp

Søk varer... [Søk]
 Avansert søk

Mine sortimenter:
 [Velg] +
 Vis

LECA BYGGEPLANK 25X60X238CM

LECA BYGGEPLANK 25X60X238CM
 BRUKSOMRÅDE Gulv og takelement i større og mindre bygg, terrasser, garasjer.

Vareoversikt Pakninger Priser Annen info Melding

NOBB nummer	43603783
Leverandørs varenummer	5200626924
Produsents varenummer	5200626924
NRF nummer	
Merkenavn	Leca
Produsent	Weber Leca
Vareieier	Weber Leca
NOBB modulnummer	27764687
Modultekst	LECA BYGGEPLANK 25CM FRA LILLESTRØM
Varegruppe	1013210 - Byggeplank Lettklinker
Lagerført	Ja
Prisenhet	M2
Statistikkenhet	

Dokumenter
 PRE - Produktdatablad
 FDV - Forvaltning, drift og vedlikehold
 IFC - IFC fil

Kan åpnes i de fleste 3D-tegneprogrammer og lastes ned ved å høyreklikke på linken og velge 'Lagre som'

Bilde 7-2: NOBBs IFC mulighet, hentet fra Norsk Byggjenestes vårseminar 2013

Modellene fra NOBB er i IFC format og betyr at de kan importeres inn i eksisterende IFC modeller. Enkelte av de nedlastede objektene kan dimensjoneres og tilpasses etter eget behov som treverk og bjelke. Ved å ta i bruk modellene og objektene vil man oppnå en mer objektbasert IFC modell. På produktets profil i databasen, se Bilde7-2 er det vedlagt nødvendige dokumenter, som produktdatablad og FDV dokumentasjon.

BIMobject¹⁵ er en aktør som 3D modellerer produkter for leverandører og produsenter som ikke har muligheten selv. BIMobject har en database for modellene til kundene deres. Gjennom BIMobjects hjemmesider kan man, i likhet med NOBB sin database, laste ned modeller til viderebruk. Ulempen med BIMobject er at nødvendige dokumenter ikke er registrert, men en URL link til leverandørens hjemmeside.

¹⁵ www.bimobject.com

7.4.3 IFD

IFD standarden gjør at informasjonene som overføres mellom programvarer er entydige slik at dataen ikke blir feiltolket. Til casestudiet har ikke IFD krevd som IFC, men vi ser at en egenskapsmatrise oppfyller mye av formålet til IFD standarden. Egenskapsmatrise er et verktøy med formål å skape entydig kommunikasjon mellom aktørene i prosjektet. Den som skal bli skapt for casestudiet skal være en standard for hele prosjektet slik at matriseoppsettet er likt for alle fag. Gjennom kravet om en fastsatt egenskapsmatrise forstår programvarene hverandre utveksling og registrering av informasjon blir mer entydige.

Prosjekteringsverktøyet Solibri har en egenskap som gjør at objektene kan linkes opp mot eksterne kilder som leverandørens hjemmeside eller en database gjennom URL. En slik kobling kan øke troverdigheten til informasjonen siden linken henviser til informasjonskilden eller en autorisert database. Informasjonen som knyttes opp mot objektene gjennom eksterne kilder kan være mer oppdaterte siden leverandører kan endre informasjonen etter lovmessige årsaker eller på grunn av feil og mangler i utgangspunktet uten at objektene klarer å fange det opp.

NOBB har utviklet en datastandard for produktspesifikasjon og er en opplisting av egenskaper for produkter i Byggenæringen. Denne standarden gjør at metriske egenskaper blir søkbare slik at brukerne lettere kan finne de har bruk for. For eksempel kan man begynne å foreta søk på vinduer etter bestemte mål og egenskaper og en liste med løsningsalternativer vil bli presentert. Dette gjør det enklere for brukere å finne de riktige produktene og prissammenligning, en løsning som norsk Byggtjeneste sammenligner med nettorget FINN¹⁶.

Fra Norsk Byggtjenestes vårseminar 2013 ble disse elementene presentert som ferdig bearbeidet og lastet opp til IFD og klare til bruk: trelast, isolasjon, bygningsplater, gulvbelegg, vinduer, tak- og fasadetekning, stål/aluminium, trapper og ildsteder.

For casestudiet vårt kan vi se at NOBB har sine fordeler om den tas i bruk. Selv om kompleksiteten til Parkeringshuset i Tønsberg er liten, noe som minsker behovet for NOBB, fins det IFD produkter som Skanska kan tjene på ved å ta i bruk. Produkter som stål/aluminium og trelast kan være tjenlig. Grunnen til det er som nevnt at modellene kommer i en pakke med dokumenter som gjør det lettere for prosjekterende å holde styr på

¹⁶ www.finn.no

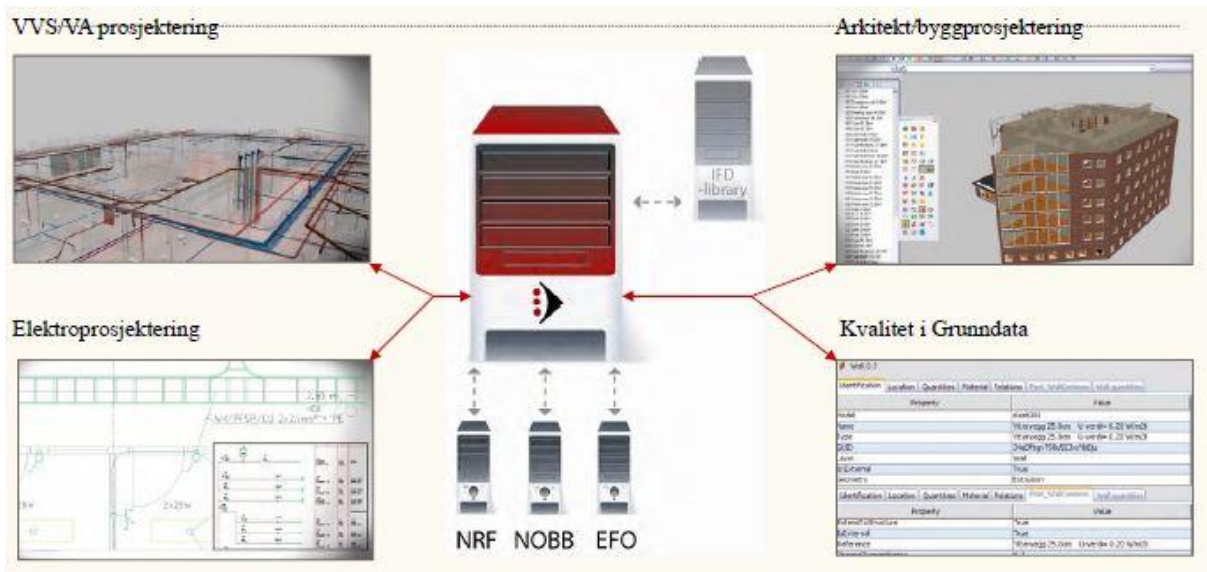
dokumentasjonsproblemene. Slik vi ser det, vil det å ta i bruk NOBB sin database og linke produkter opp mot deres databaser være en løsning på IFD. Denne eksterne databasen inneholder byggevareprodukter som er dokumentert etter en egenstandardisert mal som alle leverandører og produsenter bruker.

Informasjonene som legges inn i objektene må kvalitetssikres enten om de er lagt inn manuelt eller fra en leverandør/produsent for å se de stemmer overens med produktet. Registrering av produktene i NOBB etterlates til vareeierne der de har mest informasjon om produktene. For varene skal bli registrert i databasen må leverandøren/produsenten følge et regelverk satt av NOBB. Regelverket setter krav til hvilke informasjonselementer som skal registreres på varen. NOBB forklarer at det er gjennom regelverket at de får høyest mulig kvalitet på vareinformasjonen. En ulempe med NOBB er at de, per i dag, ikke har en historikk på FDV dokumentasjonene sine. Dette medfører et større ansvar for brukerne å laste ned de riktige dokumentasjonene til enhver tid. For eksempel kan Glava endre på FDV dokumentene sine uten at det vises i databasen. og da kan ikke NOBB stille seg, som de selv sier, ”*en tvist i en part*”, fordi de kun er en mediabank og kan ikke ta en juridisk stilling i en dokumentasjonskonflikt.

7.4.3.1 IFDsignon

I byggenæringen finnes det tre store databaser der produkter som inngår i bygg blir registrert. Disse databasene tilhører Norsk Rørlegger Forening(NRF), Elektroforeningen(EFO) og Norsk Byggtjeneste(NOBB). Sammen skal de utvikle en felles database, slik at brukerne kun har en kilde å forholde seg til. Dokument malene vil bli mer standardisert over hele bransjen, slik at driftpersonell lettere kan kjenne seg igjen når de leser en FDV dokumentasjon.(Norsk Byggtjeneste, 2013)

IFDsignons kan ses på som en utvidelse av Norsk Byggtjenestes database. De samme informasjonsutvekslingsegenskapene i NOBB skal være med i IFDsignon prosjektet. På figur 7-3 ser vi at IFDsignon vil hente informasjon fra de tre største produktvaredatabasene, som senere vil fungere som en database for de prosjekterende for bygget. De prosjekterende kan de hente ut datamodeller, informasjon og dokumenter om de utvalgte byggeproduktene til prosjektering. Denne eksterne databasen skal vedlikeholdes slik at man får ut kvalitative data til enhver tid.



Figur 7-3: Informasjonsutveksling gjennom IFDsignon

En ekstern database der de prosjekterende kan hente ut modeller og informasjon fra leverandører og produsenter som kan viderebrukes i en ”smartbuilding” modell. Fordelen er at modellene allerede har integrert leverandørspesifikke informasjon i seg, noe som sparer prosjekterende for mye tid.

7.4.4 IDM

For at IDM prosessen skal utnyttes riktig, kreves det en god logistikk som blir lagt i prosjekteringsfasen. Ut i fra teorien minner en IDM prosess veldig mye om Last Planner System (LPS) der begge går ut på å tilrettelegge for en god byggeproduksjon med å kartlegge aktiviteter og forstå informasjonsbehovet til de forskjellige aktivitetene og i de forskjellige fasene i et byggverks livsløp. LPS fokuserer mye på å planlegge den fysiske utførelsen av prosjektet der det vektlegges mye på de 7 forutsetningene. IDM har som fokus å supplere de riktige informasjonene til de riktige aktørene til rett tid slik at byggeprosessen går mest mulig effektivt.

En samhandling mellom de involverte må oppstå for å avklare hvilke dokumenter og informasjon som må utveksles til gitt tid. De hyppige prosjekteringsmøtene er derfor et viktig verktøy, der de fremmer kommunikasjon mellom partene. Til vår casestudie ble det utført en bakoverplanlegging som resulterte i en prosjekteringsplan. Denne planen er å finne på Projectplace og er tilgjengelig for alle brukere av webhotellet. Projectplace kan virke som en sentral for denne informasjonsutvekslingen, der aktørene trekker ut informasjonene de har behov for til enhver tid. IDM skal tjene både prosjekterende og de utførende som er arbeiderne.

7.5 BIM – FDV i byggeprosessen

Hvis det skal være en positiv effekt ved å utnytte FDV informasjonen integrert med BIM er det åpenbart å ha en løsning som kan bli brukt aktivt tverrfaglig i byggeprosessen. Det vil være svært viktig at man klarer å oppfylle 1-en i BIM og en oppdatert FDV informasjon, slik at driftspersonellet unngår misforståelser som kan utgjøre unødvendig ekstra arbeid.

Hvis vi ser for oss hvordan FDV- informasjon kan utvikles og fremstilles gjennom hvert av disse fasene i en byggeprosess, kan man i programmerings- og prosjekteringsfasen gi en oversikt over hvilke BIM - programvarer hver aktør skal utnytte i prosjekteringen være svært gunstig. Formålet med dette er å oppnå konseptet åpenBIM slik at informasjonen kan utveksles med et felles format, som for eksempel IFC. Hvis BIM - programvarene klarer å lagre og dele data på IFC format til FDV- verktøyet vil det ikke være nødvendig å bruke COBie, som igjen vil være med å lette dobbellagringen av informasjonen og automatisere informasjonsutvekslingen. IFC vil også øke muligheten for gjenbruke FDV – informasjon.

Men hvis ikke noen av de sentrale BIM – programvarene ikke har funksjonaliteten med å dele/lagre informasjonen på IFC – format kan COBie utnyttes om et hjelpeverktøy.

Dette vil medføre til at FDV informasjonen utvikles kontinuerlig frem til bruksfasen.

Innholdet i FDV-dokumentasjonen bør også kvalitetssikres. En BIM – server vil være gunstig slik at alle involverede aktører har tilgjengeligheten til BIM – modellen. Egne sjekklister.

Det med å ivareta FDV informasjonen til hvert av objektene vil være nyttig å gjøre gjennom en lagringsplass eller en såkalt database. Det kan bli for mye av data, hvis all informasjon relatert til hvert objekt skal legges inn i BIMen. Her vil kanskje det nyttigste være en web - basert database som kan knyttes mot BIM modellen som inneholder den oppdaterte FDV – dokumentasjonen. Søkeordene som kan utnyttes til innhenting av informasjon kan for eksempel være GTIN nr.

Ved å gå inn og klikke på et objekt kan man få vite all informasjon om dette objektet som er lagret. For eksempel når en pumpe ble montert, egenskapene, vedlikeholdshistorikk. Dette vil være med å gjenbruke informasjon. I FDVU fasen kan man utnytte RFID - teknologien slik at man slipper å laste inn hele BIM og kun får opp det som er relevant.

7.6 Standarder

Første kriteriet for at BIM skal overleve er at alle aktører under prosjekteringsfasen har programvarer som har tilgang til IFC- format. Denne datakompatibiliteten fører til bedre samarbeid mellom fag og kan føre til en glattere byggeprosess. En kontroll av IFC- versjonen kan være hensiktsmessig, der forskjellige versjoner kan føre til forandringer i plasseringer av objekter på BIM. Den siste versjonen som ligger ute og klar for nedlastning er IFC4, som ble lansert i mars 2013 (buildingSMART, 2013). Et relatert problem til nylanseringen er at programvarene må være kompatible til å ta imot den siste oppdateringen. Dette er ikke et problem for prosjekteringsgruppa for casestudiet, der ingen har kommet med bemerkninger eller støtt på problemer så langt.

For IFD standardiseringen handler det om å danne en fellesterminologi. Databaser som distribuerer informasjon har utviklet egne metoder og mal for å skape forståelse for sine brukere og dermed legitim for viderebruk som en IFD verktøy. I byggebransjen i dag har vi tre hoveddatabaser som tjener hvert sitt felt, VVS, EFO og NOBB. Felles for alle tre databasene er at det benyttes en GTIN nr., som brukes som identifikator for produktet i databasen. I tillegg til GTIN nr. benytter NOBB et eget nummer som kun gjelder byggevarer.

Til vår casestudie ser vi at det er hensiktsmessig å ta hensyn til disse standardene når en egenskapsmatrise skal konstrueres, fordi alle varer inneholder et GTIN nummer og ved riktig oppkobling kan standardene henvises tilbake eksterne databibliotek med produktinformasjon. Ved å ta i bruk NOBBnr. kan man direkte koble opp mot deres database, som skal være komplett med leverandørspesifikasjoner og dokumentasjoner.

BH har satt krav om bruk av RFID, denne teknologien skal først og fremst benyttes for en industrialisert bygging, men vi ser for oss at RFID teknologien kan også brukes som et kommunikasjonsmiddel mellom produktet og digitale verktøy som iPad, laptop og smartphone, der man benytter seg av et GTINnr til å skaffe viktig informasjon som er relevant for produktet. Dette kan være informasjon som kan hjelpe forvalteren med drift og vedlikehold. RFID-brikken (tag'en) for produkter(/komponenter/artikler) skal inneholde GTIN nr. Kan være koblet mot åpen BIM ved at den er beskrevet i IFD.

8 Konklusjon

Hovedforskerspørsmålet for oppgaven var:

Hvordan kan FDVU – informasjonen genereres, utvikles, ivaretas, kvalitetssikres og gjenbrukes ved bruk av BIM gjennom byggeprosessens ulike faser.

For å bygge opp hovedspørsmålet benyttet vi to underspørsmål som følger:

- Hvilke utfordringer eksisterer ved BIM og FDV utvikling i byggebransjen?
- Hvordan kan standardene IFC, IFD og IDM benyttes for å oppnå en integrert FDV - BIM utvikling?

Datainnsamlingen fra intervjuene viser at det er få forvaltere som har fullstendig oversikt over FDV dokumentasjonene sine. En av grunnene er fordi alle produkter og systemer som inngår i et bygg skal ha et FDV dokumentasjon og et slikt verk blir for omfattende for en forvalter å ta tak i. Digitalisering har gjort det enklere for forvaltere å søke frem dokumenter, men det hender fortsatt at FDV dokumentasjonen er mangelfull. Gjennom lovverket ligger ansvaret for fremskaffelsen av disse dokumentasjonene hos de prosjekterende og de ansvarlige utførende. Ved å ta i bruk BIM som innsamlingsverktøy og bruke den disiplinert gjennom alle byggets faser, vil sjansene for en komplett FDV dokumentasjon øke.

En fullverdig bygningsinformasjonsmodell skal inneholde informasjon som kan anvendes gjennom hele livsløpet til et byggverk. Bruken av BIM som grunnlag for innsamling av FDV informasjonen kan gjøres på ulike måter, men enkelte krav må settes. BIM tilrettelegger for en mer objektbasert designfase, der flere objekter sammen skal bygge opp en ferdig 3D-modell. Denne formen for design og det åpne formatet hjelper til med kvalitetssikring av modeller og objekter, der krasj mellom fag lettere blir oppdaget.

Gjennom observasjonene rådes det at en egenskapsmatrise bør etableres i en så tidlig fase som mulig der den kan fange opp informasjon som dukker opp i de forskjellige fasene i en byggeprosess. Egenskapsmatrisen er knyttet opp mot et IFC objekt og følger derfor en IFC format, matrisen skal følge objektet gjennom hele byggeprosessen. Denne egenskapsmatrisen bør oppdateres jevning slik at informasjonen som ligger på den er mest mulig oppdatert. Informasjonen som legges inn kan vise en historikk over valg som blir gjort og av hvem, som for eksempel hensikten med valget av en løsning og hvem den utførende er.

Informasjonen som blir oppsamlet i egenskapsmatrisen kan danne et grunnlag for FDV dokumentasjonen, der den kan bli fyldigere enn en vanlig FDV dokument som kommer fra leverandøren. På denne måten kan vi se hvordan FDV dokumentasjonen har blitt generert og utviklet gjennom byggeprosessen.

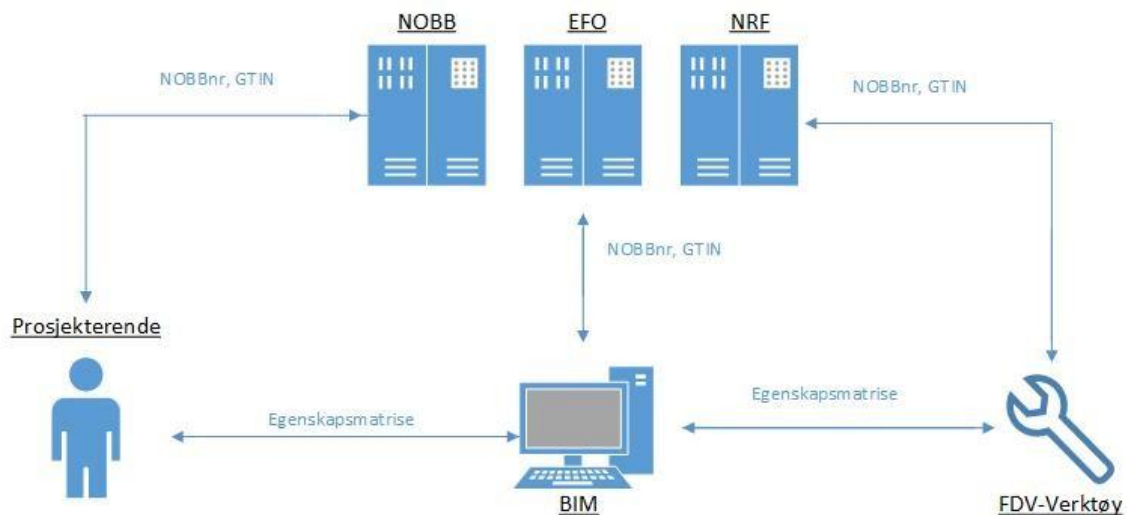
IFD har som egenskap å skape en entydig mening mellom programvarer og datakilder. Dette gjør at bygningsinformasjonsmodellen blir mer fleksibel og kan ta imot eksterne data gjennom å koble de sammen med en unik ID. Etter å ha fulgt med på Norsk Byggtjenestes løsning med utvidelse av NOBB, og fremtidige IFDSignOn, finner vi det hensiktsmessig å ta deres databaser i bruk. På grunn av IFD kan NOBB nr. brukes som en nøkkel til å hente ut produktvareinformasjon fra deres databaser. For å registrere produktet i NOBB må den gjennom et regelverk som forteller minste kravet til informasjon som må legges på produktet. Et av disse kravene er at FDV dokumentasjonen skal være tilknyttet produktet. Siden NOBB kun kvalitetssikrer grunndataene, er det opp til brukerne å se til at FDV dokumentasjonen er fullverdig. For de andre databasene som NRF og EFO, kan et GTIN nr. benyttes, dette nummeret er unikt for hvert produkt og søkbare på deres databaser. Fordi de eksterne databasene er offentlig eide kan de gi en trygghet med at de er stabile

For å oppnå en fullverdig BIM skal IDM benyttes. Denne standarden er med for å forbedre selve produksjon av bygget med tanke på bedre kartleggingen av prosesser, finne avhengigheter og supplere riktig informasjon til de ulike fasene. Skanska benytter seg av LPS som minner veldig mye om IDM. Hvis LPS digitaliseres og integreres mot BIM kan det være et tiltak for å oppfylle IDM standarden.

Forslag til en mer optimalisert løsning.

Forslaget er basert på opplysninger fra datainnsamling i form av intervjuer, deltagelse i Norsk Byggtjenestes vårseminar 2013 og eget studie. På grunn av våre avgrensninger som ingen teknisk erfaring, begrenset tid og lav kompetanse innen feltet, vil dette forslaget være rent hypotetisk. Forslaget går ut på å optimalisere FDV- BIM prosessen ved å ta i bruk eksterne datakilder mer aktivt under design-, plan- og produksjonsprosesser. Ved å ta i bruk eksterne kilder vil man realisere IFD standarden som bidrar til at modellen i større grad kan bli kalt for det Statsbygg mener er å ”bygge smart”.

Ved å ta i bruk eksterne kilder mener vi å ta i bruk leverandørmodeller og eksisterende databaser som informasjonscenter. Fordelene er at modellene fra leverandørene er mer korrekte i form mål og dimensjoner, slik at en hovedmodell kan bli mer realistisk. Ved å ta i bruk flere modeller/objekter, vil man få en mer objektbasert hovedmodell som er tjenlig for en BIM. Databasene inneholder dokumenter og informasjon som er nyttig for en prosjekterings-, produksjons- og driftsfase. Disse informasjonene kan kobles til et objekt gjennom en unik ID og berike den med informasjon, som kan bli lagt som grunnlag for en FDV dokumentasjon. Datamodellene fra NOBB kommer med en unik ID som kan brukes som en nøkkelinformasjon som tilkobling NOBB. På grunn av manglende dataverktøy får vi ikke testet ut modellene for å se om de er kompatibel for en egenskapsmatrise, men vi tror det er mulig på bakgrunn av at modellene kommer i IFC format.



Figur 8-1: Forslag til optimalisert løsning

Figur 8-1 viser hvordan de eksterne databasene kan linkes til de forskjellige brukerne i et byggeprosjekt. I figuren blir det brukt NOBB nr. og GTIN som kommunikator fra og til databasene, men en egenskapsmatrise kan også benyttes ved å legge inn de unike IDene i matrisen. Eksterne databaser kan gi mer riktig informasjon siden de kommer fra leverandører og som kan gi et bedre grunnlag for utvikling av FDV dokumentasjon.

9 Referanse

Litteratur

- Aarseth, I., Christiansen, L. C., Skjulsvik, B. (2011). FDV dokumentasjon. *BIM Håndbok*. Tønsberg: Helse- Sør Øst
- Aarseth, I. (Red.) (2012). *BIM Håndbok- for modellbasert prosjektering , produksjon og drift*. Tønsberg: Helse- Sør Øst
- Apreutesei, A., Suciu, E. & Arvinte, I. O. (2010). Lean Manufacturing- A Powerful Tool for Reducing Waste During the Process. Vol. 2/2010. *Analele Universitat*
- Berger, T. F.(2008). *Industrialisering og systematisering av boligbyggproduksjon*. SINTEF Byggforsk.
- buildingSMART. (2009). *Sluttrapport buildingSMART i Byggekostnadsprogrammet*.
- Byggteknisk Forskrifter. (2010). Forskrift om teknisk krav til byggverk(byggteknisk forskrift)
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011) *BIM Handbook*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Hagemoen, R., I., M. (xxxx)Klimatiltak for bygg-Hva kan gjøres? Bellona
- Evans, J. R. & Lindsay, W. M. (2011). *Management for Quality and Performance Excellence*. USA: Cengage Learning.
- Haugen, T. I. (2008). *Facility Management-Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygninger*. Trondheim:NTNU
- Helse Sør-Øst. *Appendiks A- Funksjonsbeskrivelse*. Tønsberg: Helse Sør-Øst
- Howell, G. A. (1999). Seventh Conference of the International Group for Lean Construction; What is Lean Construction- 1999. *IGLC-Rapport*.
- Juliebø, E. & Rolfsen, C., N. (2003) *Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygg*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS
- Mangen, A.(2013). Tekst lesing på skjerm: Noen implikasjoner av et digitalt grensesnitt for lesing og forståelse. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift 01/2013*. Universitetsforlaget
- McGraw-Hill Construction.(2012). *SmartMarked Report- The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007-2012)*.
- Valen, M., S., Olsson, N., Bjørberg, S. & Gissinger, H., K. (2011). *Bygningsvedlikehold- Bedre planlegging- en nøkkel til bedre vedlikehold*. Trondheim: NTNU

Artikkel

Conner, G.(2003). Benefitting of Six Sigma. *Manufacturing Engineering Magazine*, 130(2), Hentet fra:

<http://www.sme.org/Tertiary.aspx?id=31938&terms=Benefitting%20from%20Six%20Sigma>

The Economist. (2009, 03.07). *Guru: Taiichi Ohno*. Hentet fra:

<http://www.economist.com/node/13941150>

McBride, D. (2003). The 7 Manufacturing Wastes. *EMS Consulting Group*. Hentet fra:

<http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>

Shah, R. & Ward, P.T. Defining and Developing Measures of Lean Production. *Carlson School of Management*. Hentet fra: <https://www.carlsonschool.umn.edu/assets/101190.pdf>

Bryant, B. (2011). Judges are more lenient after taking a break, study finds. *The Guardian*.

Hentet fra: <http://www.guardian.co.uk/law/2011/apr/11/judges-lenient-break>

Sykehuset i Vestfold. *Nytt P-hus med helikopter plass*. Hentet 22.05.2013 fra

[http://www.siv.no/aktuelt/tema/sykehusutbygging/nytt-p-hus-med-](http://www.siv.no/aktuelt/tema/sykehusutbygging/nytt-p-hus-med-helikopterplass/Sider/side.aspx)

[helikopterplass/Sider/side.aspx](http://www.siv.no/aktuelt/tema/sykehusutbygging/nytt-p-hus-med-helikopterplass/Sider/side.aspx)

Internett

Hindklev., J. (2011). Utfordrer byggeindustrien på industriell produksjon. *Tidskrift for Byggeindustrien nr 17*. Hentet fra: http://www.bygg.no/pdf/2011/17/Bygg_1711_28-29.pdf

BlueStar. *Strekkodeknikker*. Hentet 21.04.2013, fra

<http://eun.bluestarinc.com/no/Strekkodeknikker>

buildingSMART Norge.(2012). *Hvem er vi*. Hentet fra:

<http://www.buildingsmart.no/buildingsmart-norge/hvem-er-vi>

buildingSMART Norge.(2012). *Standarder*. Hentet fra:

<http://www.buildingsmart.no/standarder>

buildingSMART. (2013). buildingSMART Prosess(IDM).Hentet fra:

<http://www.buildingsmart.no/standarder/buildingsmart-prosess>

buildingSmart.(2013). *IFC 4 Release summary*. Hentet 23.05.2013 fra:

<http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases>

buildinSmart International. (2012).The Evolution Continouse with open BIM. Hentet fra:

[http://www.buildingsmart.org/about-us/buildingsmart-](http://www.buildingsmart.org/about-us/buildingsmart-international/OPEN%20BIM%20ExCom%20Agreed%20Description%2020120131.pdf)

[international/OPEN%20BIM%20ExCom%20Agreed%20Description%2020120131.pdf](http://www.buildingsmart.org/about-us/buildingsmart-international/OPEN%20BIM%20ExCom%20Agreed%20Description%2020120131.pdf)

buildingSMART. *Industrial Foundation classes (IFC) data model*. Hentet 06.05.2013, fra <http://www.buildingsmart.org/standards/ifc>

buildingSMART. (2009). Sluttrapport- buildingSMART i byggekostnadsprogram. Hentet fra [http://www.byggekostnader.no/getfile.php/Filer/PDF'er%20fra%20prosjekter/Sluttrapport%20IFD%20i%20Byggekostnadsprogrammet%20utkast%2029102009%20\(2\).pdf](http://www.byggekostnader.no/getfile.php/Filer/PDF'er%20fra%20prosjekter/Sluttrapport%20IFD%20i%20Byggekostnadsprogrammet%20utkast%2029102009%20(2).pdf)

buildingSMART.(2013), *Mange gode erfaringer med nasjonale BIM-håndbøker*. Hentet fra: <http://www.buildingsmart.no/nyhetsbrev/2013-02/mange-gode-erfaringer-med-nasjonale-bim-handboker>

FM:BIM. (2013). Hentet: 13.05.2013, fra http://www.fmbim.com/bim_facility_management.htm

Linge, G. N. (2012). Trimmet Bygging. Vol. 1/2012. *Skanska Relasjoner*. Hentet fra: http://www.skanska.no/Global/News_Press/Relasjon/RELASJON_1_2012-WEB.pdf

National BIM Standard.(2007). *National Building Information Modeling Standard- Version 1.0-Part 1: Overview, Principles and Methodologies*. Hentet fra: http://academics.triton.edu/faculty/fheitzman/NBIMsv1_ConsolidatedBody_11Mar07_4.pdf

Norsk Byggtjeneste (2010). *FDV-Dokumentasjon*. Hentet fra: <http://www.byggtjeneste.no/Artikkelbilder/Produkter/Om%20FDV-dokumentasjon.pdf>

Norsk Byggtjeneste. *Produktokumentasjon*. Hentet 18.04.2013, fra <http://www.byggtjeneste.no/WPpages/Produkter/NOBB/Produktokumentasjon.aspx>

Norsk Teknologi.(2013). *Bygnings Informasjons Modelling*. Hentet fra <http://norskteknologi.no/Naringspolitikk/BIM/>

SINTEF.(2009). *Produktokumentasjon - hva er obligatorisk*. Hentet 08.05.2013, fra <http://www.sintef.no/Byggeforsk/Nyheter/Produktokumentasjon---hva-er-obligatorisk/>

Skanska Norge AS. *Om Skanska*. Hentet 27.05.2013, fra <http://www.skanska.no/no/Om-Skanska/>

Skanska. (2011). *BIM- Building in Quality*. Hentet fra: <http://group.skanska.com/Global/sustainability/BIM/Skanska-BIM-2011-brochure.pdf>

Solibri Inc. (2013). *IFC and BIM*. Hentet fra <http://www.solibri.com/building-information-modeling/ifc-and-bim.html>

Solibri Inc. *IFC and BIM*. Hentet 16.02.2013 fra <http://www.solibri.com/building-information-modeling/ifc-and-bim.html>

Statsbygg. (2013). *Innføring i BIM*. Hentet fra: <http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/BIM-En-kortfattet-innforing/>

Seminarbidrag

Hans Hope. (2012). *IFD SignOn*. Seminar presentert på Norsk Byggtjenestes Vårseminar 2013, Oslo

Arne Hammerstad.(2013). *Byggtjenestes vårseminar 2013*. Seminar presentert på Norsk Byggtjeneste Vårseminar 2013, Oslo

Vedlegg

Bakgrunnsinformasjon om intervjuobjekt/intervjuobjekter

Navn:

Stilling:

Utdannelse:

Jobber for:

Intervjuguide for Avantor, OptioFM og Oslo Universitets Sykehus

Generelt

- *Har du tidligere erfaring fra FDV - BIM prosjekter?*
- **Hvis ja, Hvordan utnyttet du BIM modellen?**

FDV – BIM

1. Hvordan utnyttes FDV dokumentasjonen deres per dags dato?
 - a. Hvilke formater utnytter dere? Bruksområde?
2. Har dere noe form for samhandling mellom BIM og FDV?
 - a. Hvis ja, hvordan fungerer samhandlingen?
 - i. Hvilke utfordringer får dere ved å knytte FDV med BIM?
 - b. Hvis nei, hvorfor ikke?
3. Hvordan utvikles og kvalitetssikres FDV informasjonen hos dere?
 - a. Hva gjør dere om dere mangler informasjon?
4. Hva er en god FDV?
 - a. Føler du/dere at dere har en FDV dokumentasjon som inneholder fullstendig informasjon?
 - b. Hva mangles eller kan forbedres, med FDV dokumentasjonene dere har og bruker i dag?

5. Hvilket verktøy bruker dere til drift og vedlikehold i dag?
 - a. Noen dataverktøy? Etc.
6. Hvordan foregår informasjonsoverføringen deres mellom FDV – BIM og andre aktører?
 - a. Ser du noen problemområder her som kunne vært bedret?
7. Utnytter dere noe form for merkesystemer? (RFID, GTIN, EAN, NOBB,TFM)
 - a. Hvis ja, hvilken informasjon gir merkesystemene om metadataene?
 - i. Hvordan utnytter/håndterer dere informasjonen og knytter det opp mot drift og vedlikehold?
 - b. Hvis dere utnytter en BIM modell, hvordan har dere løst problemet med samhandlingen mellom merkesystemene og den digitale BIM modellen.
8. Hvordan håndterer dere standardiserte og ikke standardiserte produkter?

Bakgrunnsinformasjon om intervjuobjekt/intervjuobjekter

Navn:

Stilling:

Utdannelse:

Jobber for:

FDV

1. Hvordan utnytter dere FDV dokumentasjonen i dag?
2. Ser dere noen utfordringer med dagens situasjon?
3. Er det noe dere ser på som overflødig?
4. Bruker dere fortsatt papirutgaver?
 - a. Ser du som forvalter noen fordeler med papirløsninger vs digitale?
5. Hvordan kvalitetssikrer dere FDV dokumentasjonen?

Til caset har det blitt satt fokus på at siste fakturering fra HSØ ikke kommer før en komplett FDV dokumentasjon blir mottatt.

 - a. Hva gjør dere ved feil og mangler?
6. Er du kjent med de 5 livsløpsfasene som hvert system/objekt skal gå i gjennom?

(Som kravsatt dok, som designet dok, som bygd dok, som innmålt dok, som driftet dok.)

 - a. Tror du hensikten med det er at man skal starte med å holde fokus på FDV dokumentasjon på et tidlig stadie?
7. Hvilket verktøy bruker dere i dag?
8. Gjennom kravene til Overlevering av FDV dokumentasjonen prioriterer dere:

« Integrert åpenBIM/IFC modell hvor nøkkel informasjon er tilgjengelig på objektnivå og hvor tilhørende pdf-filer (tegninger, produktdatablader...) kan være linket til objektene.»

 - a. Hvordan ser dere for at dette skal løses?

BIM

1. Har du førstehåndserfaring med BIM?
2. Hva er ambisjonsnivået deres iht. BIM - 3D modellen?
 - a. Hva skal den brukes til?
3. Har dere noen samhandlinger mellom BIM og FDV(Lydia)?
 - a. COBie regneark er et verktøy, som vi har skjønt som skal være med til hjelp. Hvordan er det å jobbe med den?
 - b. Har du hørt/møtt på noen utfordringer ved COBie?
4. Hvilke form for informasjon iht. FDV dokumentasjonen føler dere skal være klart integrert til BIM?

Ønsket bilde av BIM – FDV

 - a. Utfordringene knyttet til det?
5. Hvem godkjenner FDV?

Bakgrunnsinformasjon om intervjuobjekt/intervjuobjekter

Navn:

Stilling:

Utdannelse:

Jobber for:

Intervjuguide med BIM – Koordinator (Skanska)

Generelt

- Kan du si litt om hva du jobber med og evt hva du tidligere har jobbet med?
 - Bakgrunn, erfaring.
 - ii. Har du tidligere i din erfaring deltatt i BIM – FDV prosjekter?
- Hva definerer du med å ha en god informasjonsflyt i et byggeprosjekt?
 - iht. BIM og FDV dokumentasjon.
 - Åssen kan BIM modellen brukes i driftsfasen?

BIM – FDV

- 1 Ser du noen utfordringer ved dagens situasjon?
- 2 Gjennom kravene til Overlevering av FDV dokumentasjonen prioriterer Byggherren:
« Integret åpenBIM/IFC modell hvor nøkkel informasjon er tilgjengelig på objektnivå og hvor tilhørende pdf-filer (tegninger, produktdatablader...) kan være linket til objektene.» Hvordan kan dette løses?
- 3 Statsbygg definerer åpen BIM=IFC+IFD+IDM. Hvilket verktøy utnyttes for å oppfylle hver av disse tre standardene hos dere i dag?
 - 3.4 Er det noe form for samhandling mellom dem?
- 4 Har dere noen samhandlinger mellom BIM og FDV(Lydia)?
 - a. COBie regneark er et verktøy, som vi har skjønt som skal være med til hjelp. Hvordan er det å jobbe med den?
 - b. Har du hørt/møtt på noen utfordringer ved COBie?
 - c. Hvis ikke, hvordan kan dette løses?
5. Det beskrives ulike former for krav av merkesystemer i FDV - dokumentasjonen? (RFID, GTIN/ EAN, NOBB,TFM)

Bakgrunnsinformasjon om intervjuobjekt/intervjuobjekter

Navn:

Stilling:

Utdannelse:

Jobber for:

Intervjuguide med NOBB - Norsk Byggtjeneste AS

Generelt

- Kan du si litt om hva du jobber med og evt. hva du tidligere har jobbet med?
 - Bakgrunn og erfaring
- Hva definerer du med å ha en god informasjonsflyt i et byggeprosjekt iht. BIM og FDV dokumentasjon?
 - Åssen kan BIM modellen brukes i driftsfasen?

NOBB

1. Hva er NOBB og dens formål?
 - Hvordan kom dere frem til å starte denne løsningen?
 - Hvordan fungerer NOBB til drifting?
 - Hvor finner dere den største nytten til NOBB løsningen?
2. Hvordan foregår informasjonsflyten/-oppdateringen i NOBB?

BIM –FDV

3. Har NOBB noen samhandlinger med BIM og FDV?
 - Hvis ja, hvordan foregår prosessen iht. FDV dokumentasjonen og BIM?
4. Det finnes mange ulike former for merkesystemer som for eksempel:(RFID, GTIN/EAN, NOBB og TFM), hvordan har dere løst problemet med samhandlingen mellom disse merkesystemene og NOBB?