

Magnus Høyem

## Hvordan kan BIM bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning?

Kristiansand, 22.06.2010



Bilde fra BIM Curriculum, Graphisoft

Oppgavens tittel: Hvordan kan BIM bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning?	Dato: 22.06.2010		
	Antall sider (inkl. bilag): 111		
	Masteroppgave	<input checked="" type="checkbox"/>	Prosjektoppgave
Navn: Magnus Høyem, Kull 2007-2010: erfaringsbasert Masterprogram i eiendomsutvikling og eiendomsforvaltning			
Faglærer ved NTNU: Svein Bjørberg, professor II			
Veiledere i Multiconsult AS: Thor Ørjan Holt, prosjektleder og Ina Grieg Eide, rådgiver			

**Ekstrakt:**

Oppgaven er inndelt i fire hovedtema og en hypotese:

- 1) FDVU-dokumentasjon
- 2) BIM - Bygningsinformasjonsmodellering
- 3) FDVU-BIM og vurderinger av livssyklus kostnader
- 4) Suksesskriterier for implementering av BIM i et byggeprosjekt

Hypotese: Kan FDVU-dokumentasjon helt eller delvis erstattes av BIM?

Oppgaven belyser hvorvidt BIM som ideologi og med standardiserte dataverktøy kan øke kvalitet og produktivitet i driftsfasen av byggets levetid. Det er foretatt omfattende litteraturstudier, fire intervjuer med sentrale aktører i BIM-miljøet i Norge og gjort tre undersøkelser knyttet til casestudien Universitet i Stavanger.

Det er tre hovedkonklusjoner:

- 1) Med BIM prosjektering får byggherren et best mulig beslutningsgrunnlag for å velge mellom alternative løsninger. Konsekvensen av valgt løsning i tidlig fase synliggjøres umiddelbart i byggets livssyklus kostnader.
- 2) As built-BIM levert med komplett FDVU-dokumentasjon vil tilfredsstillende brukere, forvaltere og eiers informasjonsbehov til driftsfasen.
- 3) En fullskala implementering av FDVU-BIM blir avgjørende for optimal bygg- og eiendomsforvaltning.

**Stikkord:**

1. FDVU - dokumentasjon
2. FDVU-BIM
3. Kan FDVU-BIM erstatte FDVU-dokumentasjon?

---

Magnus Høyem

Tlf.: +4790031431

e-post: [magnush@me.com](mailto:magnush@me.com)

## Forord

Gratulerer med 100 skapende år!

I 2010 jubilerer NTNU. Universitetet fører sin historie helt tilbake til opprettelsen av Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab i Trondheim i 1760, hvor Vitenskapsmuseet og Gunnerusbiblioteket stammer fra. I 1910 åpnet Norges Tekniske Høiskole. Siden har flere store fagmiljøer vokst fram i Trondheim.

Det har vært svært lærerikt å studere ved NTNU. Jeg har siden 2007 fulgt det erfaringsbaserte masterprogrammet i Eiendomsutvikling og -forvaltning. Mastergradsoppgaven er basert på et selvvalgt emne og skal belyse praktiske og relevante problemstillinger knyttet til faget. Denne oppgaven har tittelen: Hvordan kan BIM bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning?

Flere av landets største byggherrer krever i dag at byggene leveres med BIM - teknologi som produkt og prosess. BIM er et moderne arbeidsverktøy som kan brukes gjennom byggets samlede livsløp for å generere optimal kostnad/nytteeffekt. buildingSMART-teknologien kan bidra til bedre bygg, færre feil på byggene, billigere bygg, mer for pengene, bedre kommunikasjon og bedre beslutningsgrunnlag for kvalifiserte valg. Det ligger store økonomiske muligheter i god strategisk bygg- og eiendomsforvaltning.

Jeg ønsker med dette å takke faglærere og forelesere ved NTNU. Spesielt vil jeg takke faglærer for oppgaven, professor II Svein Bjørberg og professor Siri Hunnes Blakstad som har fulgt vårt kull gjennom en 3 års periode. Kull 2007-2010 har hatt jevnligesamlinger i Trondheim samt en spennende studieuke i Manchester med flere bedriftsbesøk. Faget Vitenskaplige metoder ble undervist ved studiestedet San Giuseppe di Tolfa i Italia. Vi fikk en spennende omvisning og byvandring i Roma hvor Svein Bjørberg virkelig ga oss inspirasjon. Det gode samholdet i kullet har vært viktig og jeg ønsker å takke medstudenter for all positivitet og engasjement gjennom studiet.

Veiledere for oppgaven har vært rådgiver Ina Grieg Eide og prosjektleder Thor Ørjan Holt, begge fra Multiconsult AS. Jeg ønsker å takke for studieplass hos Multiconsult AS på Skøyen og fagmiljøet ved Seksjon bygg- og eiendomsforvaltning for varm mottakelse og imøtekommenhet. Jeg har satt stor pris på den daglige kontakten med veilederne og mange gode konstruktive tilbakemeldinger og råd underveis med casearbeidet Universitetet i Stavanger (UiS). Jeg håper på videre samarbeid også i framtiden.

Avdelingsleder Trond Stupstad ved Kruse Smith Entreprenør AS har vært en viktig mentor og støtte i arbeidet. Jeg ser fram til videre arbeid innen dette spennende feltet.

Jeg ønsker også å takke buildingSMART Norge ved Eilif Hjelseth for opplæring og økonomisk støtte til deltakelse på Bygg Reis Deg 2009 og Graphisoft Norge ved Halvor Sandbu for opplæringsprogram i ArchiCAD.

Takk til Mai Anh Thi Lê, Asbjørn Lambertsen, Øyvind Jensen, Brynjulf Skjulsvik og Bjørn Økland for gode svar ved intervjuene og nyttige diskusjoner høsten 2009.

Kristiansand, 22.06.2010

Magnus Høyem

## Sammendrag

Hvordan kan BIM bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning? Mastergradsoppgaven er inndelt i fire hovedtemaer. Besvarelsen skal gjøre rede for dagens krav til FDVU-dokumentasjon og FDVU-klassifikasjonssystemer. Videre skal resultatene av egen læringsprosess innen BIM beskrives. Oppgaven skal forklare hva som menes med FDVU-BIM og se på suksesskriterier for implementering av FDVU-BIM. Til slutt skal hovedspørsmålet om BIM-ideologi og buildingSMART teknologi kan bidra til bedre produktivitet og kvalitet i byggeriene i driftsfasen av et byggs levetid drøftes og besvares.

BIM er forkortelsen for det engelske uttrykket Building Information Model. Det finnes ikke noe godt norsk ord. Vanligvis oversettes Building Information Model med bygningsinformasjonsmodell med bibehold av forkortelsen BIM. Med BIM mener en oftest en 3-dimensjonal databasert modell av en planlagt, ferdigstilt eller operabel bygning. Ofte brukes betegnelsen Building Information Modelling om prosessen å generere data til modellen.

Programvare for å lage en virtuell modell av det ferdige bygget har vært tilgjengelig siden begynnelsen av 1990 tallet. Med den internasjonale buildingSMART-organisasjonen opplever byggebransjen en omstilling til databasert informasjonsutveksling som er blitt kalt et paradigmeskifte i bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen.

Denne mastergradsoppgaven skal belyse hvorvidt BIM som ideologi og med standardiserte dataverktøy kan øke kvalitet og produktivitet i driftsfasen av byggets levetid. Det er foretatt omfattende litteraturstudier, fire intervjuer med sentrale aktører i BIM-miljøet i Norge og gjort tre undersøkelser knyttet til en casestudie. Det valgte casestudiet er det første byggeprosjekt i Norge hvor Statsbygg krevde BIM implementert i leveransen av to nybygg ved Universitetet i Stavanger. Den historiske anbudsinnbydelsen ble annonsert på DOFFIN 21. april 2008.

Det er utelukkende benyttet kvalitative undersøkelsesmetoder i denne oppgaven. Det er laget en tabellarisk vurdering av validitet og reliabilitet av intervjuene og undersøkelsene knyttet til casestudien. Det er omfattende gjort rede for begreper og teori i metod delen av oppgaven. Teoridelen av oppgaven gjennomgår aktuelle kunnskaper innen BIM, FDVU-BIM, FDVU-dokumentasjon og livssyklus kostnader. Resultatdelen av oppgaven sammenstiller intervjuer og undersøkelser. Drøftingsdelen samler alt informasjonstilfang fra litteratur, intervjuer og undersøkelser i konklusjoner innenfor oppgavetekstens mål.

Det er tre hovedkonklusjoner:

- 1) Med BIM prosjektering får byggherren et best mulig beslutningsgrunnlag for å velge mellom alternative løsninger. Konsekvensen av valgt løsning i tidlig fase synliggjøres umiddelbart i byggets livssyklus kostnader.
- 2) As built-BIM levert med komplett FDVU-dokumentasjon vil tilfredsstillende bruker, forvalter og eiers informasjonsbehov til driftsfasen.
- 3) En fullskala implementering av FDVU-BIM blir avgjørende for optimal bygg- og eiendomsforvaltning.

# Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>4</b>
<b>INNHold</b> .....	<b>5</b>
<b>FIGURER</b> .....	<b>7</b>
<b>TABELLER</b> .....	<b>8</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>9</b>
1.1 BAKGRUNN .....	9
1.2 STUDIENS FIRE HOVEDSPØRSMÅL .....	9
1.3 HVORDAN BESVARE SPØRSMÅLENE .....	10
1.4 BEGRENSNINGER .....	10
1.5 INTERESSEKONFLIKT .....	10
1.6 MÅLGRUPPER OG LESERVEILEDNING .....	11
1.7 BEGREPER OG DEFINISJONER .....	11
1.7.1 Byggeprosjektet/ prosjektering .....	11
1.7.2 Bygg- og eiendomsforvaltning .....	13
1.7.3 Livssyklus kostnader .....	15
1.7.4 BygningsInformasjonsModell/ BygningsInformasjonsModellering (BIM) .....	16
1.8 PROGRAMVARE .....	17
<b>2. METODE</b> .....	<b>18</b>
2.1 FORFORSTÅELSE .....	18
2.2 STUDIEFORM OG FRAMDRIFT .....	18
2.3 INFORMASJONSINNHEMTING .....	19
2.3.1 Veiledning .....	19
2.3.2 Seminarer og kurs .....	19
2.3.3 Intervjuer, rekruttering av informanter .....	21
2.3.4 Case Universitetet i Stavanger, gjennomgang av undersøkelsene .....	21
2.3.5 Litteraturstudier .....	23
2.4 DRØFTING AV METODOLOGISKE PROBLEMER .....	23
2.4.1 Aristoteles .....	23
2.4.2 Kvalitativ metode .....	23
2.4.3 Analyse av kvalitative data .....	24
2.4.4 Triangulering .....	25
2.4.5 Validitet .....	25
2.4.6 Reliabilitet .....	26
2.4.7 Generaliserbarhet .....	26
Intervju som metode .....	26
2.4.8 Case som metode .....	27
2.4.9 SWOT - analyse .....	29
<b>3. BYGG- OG EIENDOMSFORVALTNING OG BIM</b> .....	<b>29</b>
3.1 BYGGEPROSESSENS FASER .....	29
3.2 DAGENS KRAV TIL FDVU - DOKUMENTASJON .....	30
3.2.1 Lover og forskrifter .....	30
3.2.2 Standarder .....	31
3.2.3 Retningslinjer for FDVU-dokumentasjon for bygninger .....	33
3.2.4 Retningslinjer for utarbeidelse av klassifikasjonssystem .....	36
3.2.5 Prosjekteringsanvisning for drift og vedlikehold .....	37
3.2.6 IT-verktøy i bygg- og eiendomsforvaltning .....	37
3.3 VURDERING AV LIVSSYKLUSKOSTNADER (LCC) .....	38
3.3.1 Lover og forskrifter .....	38
3.3.2 Standarder .....	38
3.3.3 Beregningsanvisning for bygninger .....	39

3.3.4	<i>Verktøy for beregning og analyse av LCC</i> .....	41
3.4	BYGNINGSINFORMASJONSMODELLERING – BIM .....	42
3.4.1	<i>IFC Industry Foundation Classes, lagringsformater</i> .....	45
3.4.2	<i>IFD International Framework for Dictionaries, terminologistandard</i> .....	47
3.4.3	<i>IDM Information Delivery Manual, forretningsprosesser</i> .....	48
3.4.4	<i>Hvorfor bruke BIM?</i> .....	49
3.4.5	<i>BIM i byggherrens styringssystemer</i> .....	52
3.4.6	<i>Bruk av dRofus</i> .....	53
3.4.7	<i>Verktøy for analyse av IFC-modeller</i> .....	54
3.4.8	<i>Nye verktøy for vurdering av livssyklus kostnader</i> .....	55
3.4.9	<i>Nye verktøy for fasilitetsstyring</i> .....	56
3.5	FDVU-BIM.....	57
3.5.1	<i>Grunnlaget for en FDVU-BIM</i> .....	57
3.5.2	<i>Fra UtførelsesBIM via As built-BIM til FDVU-BIM</i> .....	57
3.6	FDVU-ANSVARET OG DE ULIKE ROLLENE I BYGGEPROSJEKT .....	58
<b>4.</b>	<b>RESULTAT</b> .....	<b>59</b>
4.1	INTERVJUER VEDRØRENDE LCC-VURDERINGER I BYGGEPROSJEKTER.....	59
4.1.1	<i>Intervju 1: Statsbygg</i> .....	60
4.1.2	<i>Intervju 2: Forsvarsbygg</i> .....	63
4.1.3	<i>Intervju 3: Pro Teknologi AS</i> .....	67
4.1.4	<i>Intervju 4: Norconsult Informasjonssystemer AS</i> .....	70
4.2	CASESTUDIE BYGGEPROSJEKT UNIVERSITETET I STAVANGER .....	72
4.2.1	<i>Undersøkelse 1: Bygg- og eiendomsforvaltning og bygningsinformasjonsmodeller</i> .....	73
4.2.2	<i>Undersøkelse 2: Plania Facility Management systems</i> .....	79
4.2.3	<i>Undersøkelse 3: Utvekslingskrav ved LCC vurderinger</i> .....	82
<b>5.</b>	<b>DISKUSJON</b> .....	<b>97</b>
5.1	BIM .....	97
5.1.1	<i>Bruk av nye BIM-verktøy</i> .....	97
5.1.2	<i>BIM i praktisk bruk</i> .....	98
5.1.3	<i>Framtidig BIM-verktøy anvendt i bruksfasen</i> .....	99
5.2	HENSYN TIL FDVU-BIM I TIDLIGFASE.....	99
5.3	KRAV TIL FDVU-DOKUMENTASJON .....	101
5.3.1	<i>Byggherren setter krav?</i> .....	101
5.3.2	<i>Byggherrens strategiske krav</i> .....	103
5.3.3	<i>Variierende krav til FDVU</i> .....	104
5.4	HYPOTESE: "KAN FDVU-BIM ERSTATTE DAGENS KRAV TIL FDVU-DOKUMENTASJON?" .....	105
5.4.1	<i>Styrker</i> .....	105
5.4.2	<i>Svakheter</i> .....	105
5.4.3	<i>Muligheter</i> .....	106
5.4.4	<i>Farer og trusler</i> .....	106
<b>6.</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>106</b>
	<b>REFERANSER</b> .....	<b>108</b>

## Figurer

FIGUR 1-1, LIVSSYKLUSPERSPEKTIVET FOR EN BYGNING. <sup>1</sup>	13
FIGUR 2-1, ARISTOTLES' INDUKTIVE-DEDUKTIVE METODE, LOSEE <sup>5</sup>	23
FIGUR 2-2, KVALITATIV OG KVANTITATIV FORSKNINGSMETODE <sup>7</sup>	23
FIGUR 2-3, HESTESKO TILNÆRING VED KONTROLL AV FORSKNINGSMETODEN ETTER MOUM <sup>36</sup>	24
FIGUR 2-4, KLASSIFISERING AV CASE STUDIER ETTER BENT FLYVBJERG <sup>8</sup>	28
FIGUR 2-5, SWOT – ANALYSE	29
FIGUR 3-1, BYGGEPROSESSENS FASER <sup>17</sup>	29
FIGUR 3-2, BYGGHERRENS PROSJEKTSTYRINGSMODELL <sup>38</sup>	30
FIGUR 3-3, FDVU-DOKUMENTASJONEN I HELE BYGGVERKETS LIVSLØP <sup>4</sup>	32
FIGUR 3-4, FASER I BYGGETS LEVETID OG PÅVIRKNINGSMULIGHET <sup>18</sup>	34
FIGUR 3-5, FRAMDRIFTSPLAN FOR DOKUMENTASJONSARBEIDER <sup>18</sup>	34
FIGUR 3-6, ULIKE NIVÅER I EIENDOMSADMINISTRASJON. REF. MULTICONSULT AS <sup>3</sup>	35
FIGUR 3-7, PA 0802 TVERRFAGLIG MERKESYSTEM TFM-SYSTEMET <sup>47</sup>	36
FIGUR 3-8, STRUKTURERT MERKING: LOKALISERING, SYSTEM, PRODUKT <sup>18</sup>	36
FIGUR 3-9, ORGANISASJONERS BRUK AV IT-VERKTØY.	37
FIGUR 3-10, MODELL LIVSSYKLUSKOSTNADER, MULTICONSULT AS - SVEIN BJØRBERG <sup>52</sup>	39
FIGUR 3-11, BEREGNINGSMODELLER NIVÅ 1-3 RELATERT TIL FASE I BYGGEPROSESSEN <sup>53</sup>	40
FIGUR 3-12, "BIM-TREKANTEN" MED LAGRINGSSTANDARD-TERMINOLOGI-PROSESS <sup>15</sup>	43
FIGUR 3-13, INFORMASJONSFLYT MED OG UTEN FELLES UTVEKSLINGSFORMAT	44
FIGUR 3-14, ILLUSTRASJON AV KONSEPTET BUILDINGSMART <sup>60</sup>	45
FIGUR 3-15, BESKRIVELSE AV IFC SKJEMA <sup>58</sup>	45
FIGUR 3-16, IFC-TREET PROPERTYSET SOM KNYTTES TIL IFCPROJECT	46
FIGUR 3-17, E-HANDEL I FORSVARSBYGG <sup>65</sup>	48
FIGUR 3-18, ILLUSTRERER BRUKEN AV IDM <sup>66</sup>	48
FIGUR 3-19, TEKNISK ARKITEKTUR FOR IDM <sup>66</sup>	49
FIGUR 3-20, FORETRUKKET PROSJEKTERINGSPROSESS (CURT 2007) <sup>58</sup>	50
FIGUR 3-21, ØKNING I BRUK AV BIM <sup>6</sup>	50
FIGUR 3-22, ERFARINGER MED BRUK AV BIM I BAE NÆRINGEN <sup>6</sup>	50
FIGUR 3-24, FORDELER OG BARRIERER MED IMPLEMENTERING AV BIM <sup>6</sup>	51
FIGUR 3-23, MODELL AV MEMORIAL HOSPITAL COLORADO <sup>2</sup>	51
FIGUR 3-25, BYGGHERRENS PROSJEKTSTYRINGSMODELL MED BRUK AV BIM <sup>26</sup>	52
FIGUR 3-26, BIM PROSESSMODELL, <sup>15</sup>	52
FIGUR 3-27, VALGMENY FOR UIS BYGG 302, DROFUS – TIDA	54
FIGUR 3-28, UIS BYGG 302, SOLIBRI MODELL CHECKER	55
FIGUR 3-29 LCCWEB NYTT LCC – BEREGNINGSPROGRAM <sup>28</sup>	56
FIGUR 3-30 BIM OG ENDREDE FORRETNINGSPROSESSER	59
FIGUR 4-1, INFORMASJONSUTVEKSLING FRA IDE TIL DRIFT MED IFC/ BIM <sup>27</sup>	60
FIGUR 4-2, STATSBYGG. LCC PROSESS I BYGGEPROSJEKTER <sup>77</sup>	63
FIGUR 4-3, ILLUSTRASJON AV NYBYGG VED UIS AV LINK SIGNATUR AS	73
FIGUR 4-4, PROSJEKTERING BASERT PÅ BIM VED UIS AV MULTICONSULT AS <sup>83</sup>	74
FIGUR 4-5, OVERORDNET MÅL MED BRUK AV BIM VED UIS AV MULTICONSULT AS <sup>83</sup>	75
FIGUR 4-6, HOVEDELEMENTER I EN PROSJEKTERINGS BIM, UNIVERSITETET I STAVANGER <sup>83</sup>	76
FIGUR 4-7, PLANIA FANEBLAD FOR ROM.	80
FIGUR 4-8, PROSESSKART FOR IDM, LCC VURDERINGER	83
FIGUR 4-9, LISTE OVER ROM, GRUPPERT FOR BYGG 302, SØK 21.10.2009, DROFUS	88
FIGUR 4-10, BYGG 302 - 2. ETASJE, SOLIBRI MODEL CHECKER	89
FIGUR 5-1, BYGGHERRENS LANGSIKTIGE STRATEGI FOR EIERSKAP	102

## Tabeller

TABELL 1, SAMMENHENG POSTER - KOSTNADER - SAMLEBEGREPER ETTER NS 3454 <sup>22</sup> .....	13
TABELL 2, OVERSIKT OVER SOFTWARE, PROGRAMMER TIL BRUK I OPPGAVE .....	17
TABELL 3, FRAMDRIFTS- OG AKTIVITETSPLAN FOR MASTERGRADSOPPGAVE .....	18
TABELL 4, VALIDITET- OG RELIABILITETSVURDERING AV INTERVJU, ETTER MOUM <sup>36</sup> .....	27
TABELL 5, VALIDITET- OG RELIABILITETSVURDERING AV CASE UIS, ETTER MOUM <sup>36</sup> .....	28
TABELL 6, FDVU-DOKUMENTASJON STRUKTURERT ETTER NS 3451 <sup>4</sup> .....	33
TABELL 7, REV. NS 3454- EKSEMPEL KONTI STRUKTUREN <sup>4</sup> .....	39
TABELL 8, NØDVENDIG INFORMASJON FOR BEREGNINGSMODELL 1-3 <sup>53</sup> .....	41
TABELL 9, FM-SYSTEM LEVERANDØRER 2008 <sup>71</sup> .....	57
TABELL 10, FASER, MODULER, RAPPORTER I LCCWEB <sup>28</sup> .....	61
TABELL 11, LCC I FORSVARSBYGG <sup>79</sup> .....	67
TABELL 12, UTSTYRSREGISTRERING, PLANIA .....	80
TABELL 14, KOMPONENTREGISTRERING, PLANIA .....	81
TABELL 15, VEDLIKEHOLDSRUTINER, PLANIA .....	81
TABELL 13, UTSTYRSREGISTRERING TEKNIKSE DATA, PLANIA .....	81
TABELL 16, DOKUMENTOVERSIKT, PLANIA .....	82
TABELL 17, VURDERING AV UTVEKSLINGSKRAV, IFC - LCCWEB .....	86
TABELL 18, PARAMETERE FOR UTVEKSLING .....	87
TABELL 20, LISTE OVER ROM FOR BYGG 302, SOLIBRI MODELL CHECKER .....	89
TABELL 19, BYGG 302 NETTO AREAL PER ETASJE, .....	89
TABELL 21, ROM KUN I PROGRAM PROSJEKT UIS BYGG 302, DROFUS .....	90
TABELL 22, ROM KUN I MODELL PROSJEKT UIS BYGG 302, DROFUS .....	91
TABELL 23, ROM I MODELL MED DUPLIKATE ROMNUMMER PROSJEKT UIS BYGG 302, DROFUS .....	92
TABELL 24, KONTROLL PROSJEKTERT MODELL BYGG 302 .....	93
TABELL 25, ENERGIBUDSJETT, PARAMETERE .....	94
TABELL 26, EFFEKTBUDSJETT, PARAMETERE .....	95
TABELL 27, BYGNINGSDELER .....	96
TABELL 28, ENDREDE KRAV TIL LCC-VURDERINGER .....	100



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Byggnæringen kunne med dagens kunnskaper levert bedre kvalitet og produktivitet i byggeriene. Ny innovasjon og ny IT – teknologi vil kunne øke kvaliteten og redusere kostnadene<sup>9</sup>. Kostnadene forbundet med oppretting av byggeskader og byggefeil er omfattende<sup>10</sup>. Skadene kan ofte føres tilbake til feil i prosjekteringsfasen. Eiere av bygg og anlegg har mye å spare på et godt prosjektert og godt utført byggverk. Kunnskap og erfaring fra Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling, FDVU, av bygninger er viktig å innføre tidlig i prosjekteringsprosessene. Bruk av teknologi som Bygningsinformasjonsmodeller, BIM, og buildingSMART er nye arbeidsverktøy som gir store muligheter for å styre og kvalitetssikre at FDVU blir hensiktsmessig ivaretatt i en tidlig fase av byggets livssyklus. Flere store aktører i byggenæringen nasjonalt og internasjonalt har de siste årene arbeidet for innføring og økt bruk av digital kommunikasjon. Utviklingen av digitale verktøy akselererer og store norske flergangsbyggere som Statsbygg og Forsvarsbygg krever nå at den nye teknologien tas i bruk<sup>11, 12</sup>.

Noen har kalt innføringen av BIM i byggeriene for et paradigmeskifte<sup>13, 14</sup>. Tenkningen og anvendelsen av de nye IT-verktøyene er nedfelt i buildingSMART ideologien. buildingSMART arbeider for:

1. Åpen informasjonsflyt som vil kvalitetssikre og effektivisere arbeidet i byggets prosjekteringsfase, byggefase og driftsfase. Dette vil redusere feil og skader.
2. Utvikling av åpne internasjonale standarder som vil bidra til mer effektiv logistikk enklere e-handel og bedre kontroll med livssyklus-kostnader,
3. Organisasjonsutvikling gjennom buildingSMART som jobber på tvers av landegrensene for fremme, forvaltning og utvikling av digitale standarder som sikrer interoperabilitet.
4. Utvikling av arenaer hvor standardene brukes og kan bevise sin nytteverdi.

Forfatteren Finith Jernigan har skrevet boken: "BIG BIM little bim"<sup>13</sup>. Han mener at little bim kan representere et nyttig dataverktøy. BIG BIM innført i fullskala bringer oppdatert informasjon inn i byggeriene som er nettbasert, som er kontrollert mot regelverk og forskrifter og som er gitt i henhold til globalt tilgjengelige standarder. Dette er BIG BIM fra idefase til driftsfase.

## 1.2 Studiens fire hovedspørsmål

Denne studien har tittelen "Hvordan kan BIM bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning?". Hovedspørsmålet er rettet mot hvordan BIM kan bedre produktivitet og kvalitet i driftsfasen av et byggs levetid. All informasjon om et bygg kan i dag produseres og lagres i digitale medier. Det skal belyses hvordan BIM kan bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning, knyttet til fire hovedtema:

1. Under litteratur og drøftingsdelen vil kravene som stilles til dagens FDVU-dokumentasjon belyses. Disse kravene er gjennomgått ut fra nye myndighetskrav per 1. juli 2010. Videre skal gjeldende klassifikasjonssystemer beskrives. Rollen som FDVU-ansvarlig skal omtales og hvordan den på kort sikt vil bli endret.
2. Gjennom litteratur, metode, resultat og drøftingsdelen vil det bli vist hvordan egen kompetanse innenfor BIM-teknologien er bygget opp. Egen praktisk erfaring med BIM-programvare vil bli gjennomgått.

3. Et tredje hovedspørsmål er relatert til FDVU-BIM. Hvordan kan nøkkeltall fra FDVU kobles til BIM og hvordan kan BIM-uttrekk gi verdifull informasjon til brukere, FDVU-ansvarlig og eiere om bærekraftig bygningsvern og reduserte driftskostnader i en bygnings livssyklusperspektiv. Studien skal vurdere nye metoder og verktøy for vurdering av livssyklus kostnader (LCC) og FM-systemer som kan utnytte BIM som prosess og produkt.
4. Et fjerde spørsmål som reises i oppgaven er om det kan avdekkes suksesskriterier for implementering av BIM innen FDVU. Byggeprosjektet "Nybygg ved Universitetet i Stavanger", heretter kalt UiS, skal benyttes som case.

Til slutt skal hypotesen "Kan FDVU-dokumentasjon helt eller delvis erstattes av BIM?" vurderes i en SWOT-analyse.

### 1.3 Hvordan besvare spørsmålene

De fire hovedspørsmålene innen FDVU-dokumentasjon, BIM kunnskaper, bruk av FDVU-BIM og suksesskriterier for implementering er det arbeidet systematisk og integrert med i tiden 1. september 2009 til 22. juni 2010. Metodedelen i Kapittel 3 vil omfatte studiefasene, grunnlaget for innhentet informasjon og de metodene som er anvendt. Praktisk er det arbeidet med oppgaven hos Multiconsult AS og Kruse Smith AS som begge er store aktører innen utvikling av BIM som IT støttet ideologi i Norge. Teoretisk vil metodekapittelet drøfte forhold vedrørende kvalitative metoder, det strukturerte intervju, case analyser, validitet, reliabilitet og triangulering. Oppgaven reiser til slutt en hypotese om FDVU-BIM kan erstatte dagens krav til FDVU-dokumentasjon. Det er forsøkt å gjøre en SWOT analyse av FDVU-BIM til slutt i diskusjonsdelen i kapittel 5. Per juni 2010 er det ikke kjent at det er åpent tilgjengelige FDVU-BIM applikasjoner som møter de nye kravene til FDVU-dokumentasjon. Statsbygg anfører at de ennå ikke har erfaringer med bygg- og eiendomsforvaltning med bruk av BIM utover spredte enkelterfaringer. Statsbygg arbeider imidlertid med dette på flere fronter med mål å kunne utnytte BIM fullt ut også i byggets løpende forvaltning, drift, vedlikehold, omgjøring, og avhending<sup>15</sup>. Flere aktører, softwareprodusenter, buildingSMART-organisasjonen internasjonalt og nasjonalt arbeider videre med disse spørsmålene og IT løsningen vil overveiende sannsynlig snarlig være tilgjengelig. Implementering blir en bransjeutfordring.

### 1.4 Begrensninger

Case studien UiS skulle vært fulgt som en praktisk "deltagende observasjon studie" under arbeidet hos Multiconsult AS høsten 2009. På grunn av utsatt oppstart av detaljprosjekteringen er ikke dette gjort fullt ut som påtenkt. Likevel er sentrale momenter ved dette prosjektet brukt i en case for å belyse bruk av Facilities Management (FM) systemer og livssyklus kostnadsanalyser og -beregninger. Standarder for fasilitetsstyring, Prosjekt 14287<sup>4</sup> blir ikke tatt inn i oppgaven som helhet, men hovedpunkter blir nevnt. Vedrørende litteraturutvalg og informasjonsgrunnlag vises til metodekapittelet, Kapittel 3.

### 1.5 Interessekonflikt

Jeg har høsten 2009 hatt tilgang til en lisens på ArchiCAD versjon 12 og opplæringsprogrammet Grete's Hus etter en samarbeidsavtale med Graphisoft ved Halvor Sandbu. Dette er meddelt veilederne.

## 1.6 Målgrupper og leserveiledning

Målgruppe for oppgaven kan være studenter innen Bygg- og eiendomsforvaltning og aktører i byggefagene som er i ferd med å ta IT-verktøy i bruk etter anbefalinger fra buildingSMART Norge. Det er å håpe at kunnskaper og synspunkter fra oppgaven kan brukes internt hos Multiconsult AS og Kruse Smith AS.

Opgaven består av en tittelside, forord, sammendrag og innholdsfortegnelse. Kapittel 1 Innledning gir en kort oversikt over begrepene FDVU og BIM. Oppgavens tittel og fire hovedtema gjennomgås og det settes opp en hypotese om FDVU-BIM kan erstatte FDVU-dokumentasjon i dagens byggeprosjekter. Kapittel 2 gjennomgår studiens arbeidsfaser, informasjonsgrunnlag og metodeanvendelse. Litteraturdelen i kapittel 3 gjennomgår aktuell teori knyttet til de fire hovedspørsmålene. Kapittel 4 gjennomgår resultater fra litteraturstudier, veiledinger, intervjuer, case studien og mindre undersøkelser av software. Kapittel 5 drøfter litteratur, metoder og resultater og forsøker å besvare de fire hovedspørsmålene. Hypotesen "Kan FDVU-BIM erstatte dagens krav til FDVU-dokumentasjon?" drøftes i en SWOT-analyse. Målet er beslutningsstøtte for best mulig praksis i byggeriene. Kapittel 6 inneholder tre hovedkonklusjoner. Sammendrag med enkelte justeringer medfølger som ekstrakt. Referansene i oppgaven er satt opp etter Vancouver-systemet<sup>16</sup>.

## 1.7 Begreper og definisjoner

Det er valgt å ta denne ordlisten med definisjoner, forklaringer og forkortelser med under Innledingen. Forkortelser og terminologi vil bli brukt uten ytterligere forklaringer i resten av oppgaven.

### 1.7.1 Byggeprosjektet/ prosjektering

Eikeland har beskrevet byggeprosjektet i rapporten "Teoretisk analyse av byggeprosesser"<sup>17</sup>. Han betrakter byggeprosjektet gjennom tre hovedaspekter som er gjensidig avhengig av hverandre. De tre hovedaspektene er produkt, byggeprosessen og prosjektorganisasjonen. Byggverket eller produktet er beskrevet som en oppgave, som gjennom prosjektorganisasjonens arbeid konkretiseres og realiseres til et resultat, en bygning eller et anlegg i bruk. Oppgavens beskrivelse og karakter, kompleksitet og usikkerhet gir viktige premisser for måten prosessen legges til rette på, hvilke aktører som deltar og samspillet mellom aktørene. Samtidig virker aktørene gjennom sin forståelse, kompetanse og interesser inn på beskrivelsen av oppgaven og den videre defineringen av prosjektet. Sammenhengene mellom prosjektet som en oppgave som utvikles til et fysisk produkt, prosjektorganisasjonen og byggeprosessen er så mange og sterke at det i en beskrivelse eller analyse av et enkelt prosjekt vil være nødvendig å kjenne alle tre aspektene, selv om fokus og interesse knytter seg primært til ett av dem.

RIF beskrivelse av roller/ funksjoner i byggeprosessen<sup>18</sup>:

Eier	Er den som har eiendomsrett til et nærmere spesifisert objekt for eksempel grunn med påstående bygning.
Byggherre	Er en fysisk/juridisk person som får utført et bygge- eller anleggsarbeid (Byggherreforskriften 21.4-1995). Byggherren vil opptre som tiltakshavers representant i byggesaken ovenfor de andre aktørene.
Byggeleder	Er Byggherrens representant på byggeplassen med ansvar for oppfølging av framdrift og økonomi i prosjektfasen.

Prosjekterende	Utarbeider nødvendig grunnlag (tegninger og spesifikasjoner) som viser hvordan arbeidet skal utføres for at myndigheter og byggherrens oppsatte krav til det ferdige produkt kan oppfylles.
Kontrollerende	Kontrollerer prosjekteringsgrunnlag, utførelse eller sluttdokumentasjon iht. Krav stilt av offentlige myndigheter eller byggherren.
Utførende	Er entreprenør som forestår utførelse og montering på byggeplass.
Leverandør	Er produsent og underleverandør til de utførende. Dersom en leverandør forestår montering er denne å anse som utførende.

Roller/ funksjoner - definisjoner gitt av Statsbygg<sup>19</sup>:

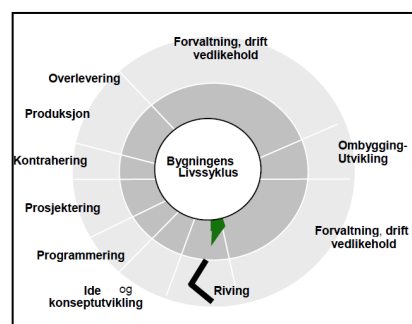
PGL	Prosjekteringsgruppens leder
ARK	Arkitekt i en prosjekteringsgruppe
RIB	Bygningsteknisk ingeniør i en prosjekteringsgruppe
RIE	Elektroteknisk ingeniør i en prosjekteringsgruppe
RIV	VVS- teknisk ingeniør i en prosjekteringsgruppe
PG	Prosjekteringsgruppen (består normalt av ARK, RIB, RIV, RIE og eventuelle andre rådgiverdisipliner (geoteknikk, akustikk osv)
ENT	Entreprenør i et byggeprosjekt

Tilpasningsdyktighet <sup>20</sup>	Egenskapen den har til å møte vekslende krav til funksjonalitet og framkommer som en funksjon av bygningens generalitet, fleksibilitet og elastisitet.
Fleksibilitet	Frihet til planendring innen samme funksjon (for eksempel endring fra cellekontorer til åpne kontorlandskap), dvs. reorganisere bruksarealet eksklusiv bæresystem/kjerner.
Generalitet	Frihet til endret funksjon (for eksempel skole til boliger, fra lagerbygg til bilforretning/verksted el.), dvs. evne til å kunne oppfylle krav til endrede nyttelaster, brannsikring, etc. uten altfor store inngrep og kostnader.
Elastisitet	Evnen en bygning har til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri. For eksempel mulighet til å kunne utvide med tilbygg/påbygg eller å fjerne deler av bygningen
BA-næringen <sup>21</sup>	Bygg- og anleggsnæringen. Norges tredje største næring med nærmere 200 000 ansatte og mer enn 200 mrd. kr. i årlig omsetning. Total verdiskaping er mer enn 50 mrd. kr. pr. år.
BAE-næringen <sup>21</sup>	Bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen. Samlebegrep som gir uttrykk for utviklingen mot nærmere samarbeid mellom BA-næringen og eiendomsbransjen. Entreprenører kan samtidig være byggherrer og eiere, og eierne tilbyr nye service funksjoner som ledd i eiendomsutviklingen.
AEC/O	A for Architects, arkitekter, E for Engineers, ingeniører, C for Contractors, entreprenører og O for Owners, eiere.

## 1.7.2 Bygg- og eiendomsforvaltning

### Bygningen i et livssyklusperspektiv

Haugen gav i sin "FDVU-FM Introduksjon" fra 2005<sup>1</sup> en beskrivelse av livssyklusperspektivet for en bygning. Livssyklusen for et byggeprosjekt går fra idé til programmering og prosjektering, til produksjonsfasen og overlevering av bygningen. Da starter bruksfasen som omfatter forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling, FDVU, av bygningen. Bruksfasen er den desidert lengste fasen, den varer fra 20-30 til flere hundre år. I normale byggeprosjekt som gjennomføres av offentlige byggherrer i Norge regner vi med en levetid på 60 år. I utvikling inngår utbedring, ombygging og andre endringer.



Figur 1-1, Livssyklusperspektivet for en bygning.<sup>1</sup>

### Bygg- og eiendomsforvaltning

Benyttes delvis synonymt med Facilities Management, men omfatter i tillegg investerings- og kapitaldelen samt grunneiendom. Begrepet omfatter alle aktiviteter knyttet til forvaltning av en bygning over hele livssyklusen: Planleggings- og byggefase, bruksfase og utfasing i form av avhending, restaurering eller riving. Uttrykket bygg forteller at forvaltningsobjektet er en bygning, mens eiendom er en betegnelse som større byggforvaltere bruker om sin bygningsmasse, særlig i markedsmessige og juridiske sammenhenger.<sup>21</sup>

Tabellen under er hentet fra NS 3454 - Livssyklus kostnader for byggverk Prinsipper og struktur<sup>22</sup> og viser poster som inngår i bygg- og eiendomsforvaltning.

STANDARDPOSTER					TILLEGSPOSTER		
BYGG- OG EIENDOMSFORVALTNING							
FM - Facilities Management							
FDVU							
1 Kapital-kostnader	2 Forvaltnings-kostnader	3 Drifts-kostnader	4 Vedlikeholds-kostnader	5 Utviklings-kostnader	7 Service-/ støttekostnad til kjernevirksomheten	8 Potensiale i eiendom	
10 (Ledig)	20 (Ledig)	30 (Ledig)	40 (Ledig)	50 (Ledig)	70 (Ledig)	80 (Ledig)	
11 Prosjekt kostnader	21 Skatter og avgifter	31 Lopende drift	41 Planlagt vedlikehold	51 Lopende ombygging	71 Administrativ kontorledelse	81 Ombygging	
12 Rest-kostnad	22 Forsikringer	32 Renhold	42 Utskiftninger	52 Offentlige krav og pålegg	72 Sentralbord-/resepsjon	82 Påbygg/ tilbygg	
13	23 Administrasjon	33 Energi	43	53 Oppgradering	73 Kantine-/ catering	83	
14	24	34 Vann og avløp	44	54	74 Mobler og inventar	84	
15	25	35 Avfallshåndtering	45	55	75 Flytting / rokkering	85	
16	26	36 Vakt og sikring	46	56	76 Tele- og IT-tjenester	86	
17	27	37 Utendørs	47 Utendørs	57 Utendørs	77 Post- og budtjeneste	87 Utendørs	
18	28	38	48	58	78 Rekvista- og kopiering	88	
19 Diverse	29 Diverse	39 Diverse	49 Diverse	59 Diverse	79 Diverse	89 Diverse	

Tabell 1, Sammenheng poster - kostnader - samlebegreper etter NS 3454<sup>22</sup>

### Facilities Management FM

Fasilitetsstyring er en oversettelse av den engelske termen Facilities Management. Uttrykkene Facilities Management og Facility Management er sidestilt i standarden NS-EN 15221-1 Fasilitetsstyring Del 1: Termer og definisjoner<sup>23</sup>. Standarden definerer fasilitetsstyring som: "Integrasjon av prosesser i en organisasjon for å opprettholde og utvikle avtalte tjenester som støtter og forbedrer effektiviteten til organisasjonens primære aktiviteter". Fasilitetsstyring omfatter alle aktiviteter innenfor begrepen FDVUSP etter NS 3454<sup>22</sup>.

### FDVUSP

Omfatter aktiviteter i bruksfasen av en bygnings livssyklus: Forvaltning, drift, vedlikehold, utvikling, service og potensiale i eiendom (se nærmere under de enkelte begreper). Sammensetningen uttrykker innholdet i begrepet bygningsforvaltning, dvs

fasilitetsstyring. FDV-begrepet ble innført i den første utgaven av NS 3454 i 1987. I den reviderte utgaven I 2000 er livsløpskostnader definert som summen av kapitalkostnader N og FDVU-kostnader. S og P er tilleggsposter for å lage en komplett kontoplan for bygg- og eiendomsforvaltning. P Potensialet er ikke å oppfatte som årlig kostnad, men en strategisk post for reinvestering<sup>21</sup>.

Rådgivende Ingeniørers Forening har utgitt boken: "FDVU-dokumentasjon for bygninger: veiledning for eiendomsforvaltere, byggherrer, tiltakshavere og rådgivere"<sup>18</sup>, følgende definisjoner fra boken tas med her:

### **Forvaltning F**

En overordnet funksjon som omfatter ledelse, planlegging, organisering av arbeidsoppgaver innenfor: leietakeradministrasjon, skatter og avgifter, forsikringsavtaler, lover og forskrifter, økonomisk forvaltning (budsjett, regnskap, nøkkeltall, årskostnader, analyser), administrativt ansvar, arealdisponering og HMS.

### **Drift D**

Omfatter alle oppgaver og rutiner som er nødvendig for at bygningen med tekniske installasjoner skal fungere som planlagt både funksjonelt, teknisk og økonomisk. Oppgavene omfatter bl.a.: Drift, Renhold, Energi og Renovasjon.

### **Vedlikehold V**

Omfatter arbeider som er nødvendig for å opprettholde bygningen og de tekniske installasjoner på et fastsatt kvalitetsnivå. Gjør det mulig å bruke bygget til sitt tiltenkte formål innenfor en gitt brukstid. Utskiftninger av bygningsdeler med kortere levetid enn resten av bygningen defineres som vedlikehold. Det er vanlig å skille mellom løpende og periodisk/planlagt vedlikehold. Løpende vedlikehold er ikke planlagte arbeider som må utføres for å rette opp uforutsette skader eller mangler. Spesielt for tekniske anlegg er det en flytende grense mellom løpende vedlikehold og drift og ettersyn. Planlagt vedlikehold (intervallbundet/periodisk) er arbeider som må utføres p.g.a. jevn og normal slitasje for å hindre forfall. Planlagt vedlikehold er preventivt og forebygger skader.

### **Utvikling U**

Arbeid som må utføres for å opprettholde byggets verdi over tid, dvs. byggets tekniske verdi og produktivitet i forhold til nye krav. Dette arbeidet vil variere sterkt. Kravene kan være motivert internt (egne brukere/avdelinger) eller eksternt (leietakere, marked, myndigheter).

### **Service S**

Oppgaver som utføres for å støtte primærvirksomheten. Dette kan, f.eks. være IKT-tjenester, kantine, post, transport, bistand ved flytting, etc. Kan også omfatte drifts- og vedlikeholdsoppgaver knyttet til brukers anlegg (f.eks. alarmanlegg, callinganlegg, telefon, etc.).

### **Potensialet i eiendom P**

Kostnader relatert til realisering av utviklingspotensialet for eiendommen. Omfatter også rehabilitering og større ombygginger innenfor samme funksjon. (NS 3454). Hovedpost 8 Potensiale i eiendom er tatt inn som et tillegg til NS 3454 med følgende underposter: 81-Ombygging, 82-Påbygg/tilbygg og 87-Utendørs. Potensiale i eiendom er en strategisk post som ikke er med i livssyklus-kostnadene, men i FM-kostnadene og

BEF-kostnadene. Når potensialet evt. blir realisert, konverteres kostnaden til en kapitalkostnad (hovedpost 1).<sup>21</sup>

### **FDVU-system/ CAFM**

Edb-system som benyttes til oppfølging og lagring av informasjon om bygningen og oppgaver innenfor forvaltning, drift, og vedlikehold og utvikling. Kan være koblet mot DAK-system, SD-anlegg og økonomisystemer.<sup>18</sup>

Michael May har i boken "IT im Facility Management erfolgreich einsetzen"<sup>24</sup> definert CAFM. CAFM – Computer aided facility management (Dataassistert eiendomsforvaltning): Et CAFM-system representerer en individualisert, tilpasset og komplett programvareløsning for å støtte opp om de ulike prosessene knyttet til eiendomsforvaltning. Dette basert på spesifikke behov knyttet til en organisasjon. Oversatt av Arne Johan Solesvik<sup>25</sup>

### **FDVU-Program**

Eiers krav til kvalitet og omfang av FDVU-ytelser som skal leveres ovenfor eiendommens kjernevirksomhet. Beskriver organisering av forvaltningsorganisasjonen, behov for dokumentasjon, bruk av IKT etc.<sup>18</sup>

### **FDVU-ytelser**

Samlebegrep for ytelser knyttet til FDVU som leveres av aktører i prosjekt- og overtagelsesfasene. I hovedsak dokumentasjon, opplæring av driftspersonalet og drifts- og serviceavtaler.<sup>18</sup>

### **Klassifikasjonssystem**

Klassifikasjonssystem er et overordnet system for systematisering og strukturering av ulike typer informasjon. Et klassifikasjonssystem for databaserte FDVU-systemer består av<sup>21</sup>: koder for klassifisering av lokalisering, merkesystem for bygningsdeler og tekniske anlegg, struktur for lagdeling og nummerering av tegninger, leverandørkoder, kodelstruktur for nummerering av dokumenter og elektroniske filer.

### **Som – bygget dokumentasjon**

Dokumentasjon som beskriver bygningens oppbygging og virkemåte gjennom tegninger og beskrivelser oppdatert for endringer i byggeprosessen. (også beskrevet som "As built" dokumentasjon)<sup>18</sup>

## **1.7.3 Livssyklus kostnader**

### **Livssyklus kostnad**

Kapitalkostnader pluss årlige kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU)<sup>22</sup>

### **Life Cycle Costs (LCC)**

Eng. betegnelse for Livsyklus kostnader.<sup>21</sup>

### **Levetidskostnad, K**

Summen av kapitalkostnad og nåverdien av alle utgifter til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) i brukstiden, dvs nåverdien av livssyklus kostnadene<sup>22</sup>

### **Årlige kostnader**

Beregnete eller registrerte kostnader for de enkelte år. Kostnadene stilles opp iht NS 3454<sup>22</sup>, og er delt i FDV og U.

### **Årskostnader**

Tilsvarende annuitet (like årlige kostnader) av levetidskostnaden.<sup>22</sup>

### **Restkostnad, $R_T$**

Avhendingskostnaden ved utgangen av brukstiden T for å rive/ fjerne byggverket.<sup>22</sup>

### **Prosjektkostnader**

Tilsvarende total investering ved anskaffelsestidspunktet. Kostnadsoppstillingen er gitt i NS 3453.

#### **1.7.4 BygningsInformasjonsModell/ BygningsInformasjonsModellering (BIM)**

Står både for BygningsInformasjonsModell - når man snakker om produktet og BygningsInformasjonsModellering - når man snakker om prosessen. De to viktigste bokstavene her er I og M for informasjonsmodellering. De tingene man vil modellere (i vårt tilfelle bygninger og andre byggverk med arealer, bygningsdeler, installasjoner og utstyr) opprettes som objekter (f.eks en dør, IfcDoor), som kan tildeles egenskaper (f.eks brannklasse EI-60) og ha relasjoner (denne branndøren tilhører vegg ABC123 som er med å avgrense rom C456) mellom seg. Når man modellerer, er det sentrale hva slags informasjon det er snakk om (f.eks at det er en branndør i brannklasse EI-60), og ikke hvordan noe rent visuelt ser ut med bruk av streker og symboler på en todimensjonal (2D) plantegning. Etter hvert som man prosjekterer med BIM, vil man hele tiden berike modellen med ny informasjon (f.eks at branndøren skal ha farge RAL 3020 og lydklasse R'w 35 dB). Som rapport fra modellen kan man hente ut f.eks 2D plantegninger, 3D-visualiseringer, 4D framdrift, 5D-kostnad-framdrift – men også "0D"-mengdelister, dørskjemaer osv.

#### **Hovedelementer**

For å klare å bruke BIM i praksis, er det tre hovedelementer som må på plass, gjerne kalt BIM-trekanten. Det er mulig å bygge alle de tre elementene på åpne, internasjonale standarder/ spesifikasjoner.

- Omforent lagringsformat (IFC- Industry Foundation Classes)
- Enighet om terminologi (IFD – International Framework for Dictionaries)
- Koble BIM-en til relevante forretningsprosesser (IDM - Information Delivery Manual)<sup>21</sup>

#### **IAI**

IAI International Alliance for Interoperability, <http://www.iai-international.org>.<sup>19</sup>

#### **buildingSMART**

"branding" av IAIs aktiviteter for å "bygge smart", <http://www.buildingsmart.com>.<sup>19</sup>

#### **BARBi**

Norsk bygg og anlegg referansebibliotek etter IFD-standard, <http://www.barbi.no>.<sup>19</sup>

#### **BIM-prosessen i Statsbygg<sup>15</sup>**

- Krav-/ programmeringsBIM (omtales i denne oppgaven som Krav-BIM )
- ProsjekteringsBIM (omtales også som løsningsBIM)
- UtførelsesBIM
- As built-BIM



- DriftsBIM (I henhold til BIM-prosessen kalles BIM i driftsfasen for "Drifts BIM". Det blir i denne oppgaven brukt FDVU-BIM om BIM til bruk i FM-prosessen)

### Tynn BIM

Med "tynn BIM" menes en BIM som ikke har blitt utviklet fra programmering, skisseprosjekt osv, men generert fra et ferdig oppsatt bygg<sup>26</sup>.

### 2D

Tilsvarende tegning eller håndskisse Arkitektens tegning 2D data grafikk handler primært om geometriske enheter som punkter, linjer planer etc. Kopier, konstruksjonsdokumenter eller tegninger på papir er 2D. <sup>13</sup>

### 3D

Tilsvarende en skulptur. Før dataverktøy laget arkitekten modeller av forskjellige materialer for å presentere prosjektets design. I dag kan modeller designes på data.<sup>13</sup>

### 4D, virtual building modell with scheduling

BIM med tillegg av tidsaspektet.<sup>13</sup>

### 5D, virtual building modell with cost and project management

BIM med tillegg av tidsaspektet, konstruksjonsinformasjon, prosjektledelse og kostnader.<sup>13</sup>

### GUID

Global Unique Identifier, et helt éntydig, unikt, autogenerated "fødselsnummer" som lages for hvert objekt i en IFC-modell, og som aldri skal endres eller gjenbrukes<sup>19</sup>.

## 1.8 Programvare

Aktuelle software programmer omtalt i forbindelse med oppgaven er listet i tabellen under.

Software/ dataprogrammer	Forhandler:	Hjemmeside:
Microsoft Word 2008 for Mac, v.12.2.4	Microsoft corporation	<a href="http://www.microsoft.com">http://www.microsoft.com</a>
Microsoft Excel 2008 for Mac, v.12.2.4	Microsoft corporation	<a href="http://www.microsoft.com">http://www.microsoft.com</a>
ArchiCAD (v.12)	Graphisoft	<a href="http://www.graphisoft.com">http://www.graphisoft.com</a>
Revit Architecture	CAD-Q Norge	<a href="http://www.autodesk.com">http://www.autodesk.com</a>
NavisWorks	CAD-Q Norge	<a href="http://www.cad-q.com">http://www.cad-q.com</a>
Solibri Modell Checker	Data Design System	<a href="http://www.solibri.com">http://www.solibri.com</a>
Solibri Viewer		<a href="http://www.solibri.com">http://www.solibri.com</a>
DDS-CAD Viewer		<a href="http://www.dds.no">http://www.dds.no</a>
LCCWEB	Statsbygg	<a href="http://www.lccweb.no">http://www.lccweb.no</a>
LCProfit	Statsbygg	<a href="http://www.lcprofit.com">http://www.lcprofit.com</a>
dRofus	Nosyko AS	<a href="http://www.drofus.no">http://www.drofus.no</a>
TIDA	Nosyko AS	<a href="http://www.drofus.no">http://www.drofus.no</a>
ISY Eiendom, ByggOffice, Calcus, G-PROG	Norconsult Informasjonssystemer AS	<a href="http://www.nois.no">http://www.nois.no</a>
HOLTE PROSJEKT FDV-NØKKELEN, HOLTE BYGGSAFE VERSUS, LCCA FREE	Holte byggsafe AS	<a href="http://www.holtebyggsafe.no">http://www.holtebyggsafe.no</a>
Plania Facility Management Systems	Plania AS	<a href="http://www.plania.no/">http://www.plania.no/</a>
Lydia Facility Management System	Lydia AS	<a href="http://www.lydia.no/">http://www.lydia.no/</a>
FDV WEB	CuroTech AS	<a href="http://www.fdvweb.no">http://www.fdvweb.no</a>
EndNote X3	Thomson Reuters	<a href="http://www.endnote.com">http://www.endnote.com</a>

Tabell 2, Oversikt over Software, programmer til bruk i oppgave

## 2. Metode

Kapittelet er delt i fire deler. Først presenteres egen bakgrunn, deretter framdriftsplanen for arbeidet, det gis en detaljert gjennomgang av informasjonsinnhenting og til sist reises aktuelle momenter knyttet til kvalitative metoder.

### 2.1 Forforståelse

Denne studien er en mastergradsoppgave innen NTNUs Erfaringsbasert masterprogram i Eiendomsutvikling og -forvaltning. Jeg er bygningsingeniør fra Hærens Ingeniørhøgskole med 3,5 års studier og 3 års arbeidspraksis vesentlig ved EBA – avdelingen ved Kjevik leir, Kristiansand. Jeg har deretter jobbet 2 år som prosjektleder i betong- og murerfirmaet Verdal & Trysnes AS. Fra 30. november 2009 har jeg arbeidet i Kruse Smith Entreprenør AS (KS) ved hovedkontoret i Kristiansand. Jeg har dermed hatt erfaring fra bestiller og eiersiden i byggefaget fra Forsvaret og arbeider nå på entreprenørsiden. Min interesse for BIM og bygg- og eiendomsforvaltning ble vakt under forelesninger på NTNU i Trondheim samt under flere samtaler med faglærer Svein Bjørberg og veiledere Ina Grieg Eide og Thor Ørjan Holt. Jeg har hatt gleden av å arbeide med denne oppgaven ved Multiconsult AS i Oslo høsten 2009. Fra mai 2010 har jeg vært med i strategigruppen for BIM satsning i KS. Det teoretiske grunnlaget for oppgaven er utarbeidet sammen med faglig veileder. Det har vært fokus på å finne eksisterende normer og klassifikasjonssystemer innen FDVU. Det har vært et mål for arbeidet i seg selv å øke egen kunnskap om BIM. Oppgaven har gitt mulighet for fordypning i faget gjennom intervjuer med sentrale aktører og undersøkelser av dataprogrammer. Oppgaven vil ende opp med en hypotese som vil kreve videre forskning og metodeutvikling.

### 2.2 Studieform og framdrift

Denne studien er en empirisk undersøkelse. Arbeidet har vært utført i fire faser:

- 1.) Det er gjort en studie av teori i tilgjengelig litteratur i bøker, dokumenter og over nettadresser.
- 2.) Det er foretatt fire intervjuer og en casestudie som ledd i datainnsamling.
- 3.) Det er gjort en analyse av den samlede innhentede informasjon.
- 4.) Det er arbeidet med rapportskrivning.

Studieprogresjonen er gjengitt i en framdrifts- og aktivitetsplan, se tabellen under.

NTNU 100 skapende år											
Mastergradoppgave: <i>Hvordan kan BIM bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning?</i>											
Framdrifts- og aktivitetsplan											
Magnus Høyem											
Dato: 12-08-2009											
Rev.1: 04-01-2010											
Periode: August 2009 - Juni 2010											
Måned	August	September	Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni
<b>FASE 0 - Oppgave formulering</b>											
Oppstartsmøte med veiledere. 11. aug	x										
Planlegging, Forberedende arbeider.	x										
Utkast til forskningsdesign og tema til Masteroppgave til fagansvarlig. 25. aug	x										
Levere endringsmelding til NTNU, 1. sept.	x										
<b>FASE 1 - Litteratursøk</b>											
Litteratur gjennomgang	x	x	x								
Forberede case arbeid		x									
<b>FASE 2 - Case Universitetet i Stavanger</b>											
Oppstart case arbeid. Prosjekt Universitetet i Stavanger.			x	x	x						
<b>FASE 3 - Analyse av resultater</b>											
Analyse av den samlede innhentede informasjon						x	x	x			
<b>Fase 4 - Rapportskrivning</b>											
Rapport skrivning									x	x	x
Gjennomlesning, utskrift											x
Levere Masteroppgave til NTNU											x

Tabell 3, Framdrifts- og aktivitetsplan for Mastergradsoppgave

Arbeidet med mastergradsoppgaven har i Fase 0, 1 og 2 (perioden august til november 2009) vært gjennomført ved Multiconsult AS sitt hovedkontor i Oslo på fulltid. Nærhet til fagansvarlig og veiledere har vært svært verdifullt for å få tilgang til relevant litteratur og veiledning for gjennomføring av intervjuer og undersøkelser. I fasene 3 og 4 er det jobbet med oppgaven på deltid ved siden av kalkulatorstilling i Kruse Smith Entreprenør AS. Det har i de siste fasene vært en god dialog med faglærer og veiledere.

## 2.3 Informasjonsinnhenting

For å besvare de fire hovedspørsmålene innen FDVU, BIM, FDVU-BIM og suksesskriterier for implementering av BIM i FDVU-prosesser er ulike metoder for informasjonsinnhenting benyttet. For å få ny kunnskap om temaene er det søkt råd hos veiledere og rådgivere. Ved deltakelse på kurs og seminarer er det innhentet ny kunnskap. Gjennom intervjuene med sentrale personer har det framkommet informasjon om pågående arbeid innen temaene. Casestudiet har gjort det mulig å utføre forskjellige konkrete undersøkelser. Det er gjennomgått aktuell litteratur som har gitt kunnskap om BIM og bygg- og eiendomsforvaltning.

### 2.3.1 Veiledning

#### **Fagansvarlig:**

Svein Bjørberg er professor II ved NTNU og forskning og utviklingsleder ved Multiconsult AS. Han har vært faglærer og gitt råd og veiledning underveis i prosessen med oppgaveskrivningen.

#### **Veiledere:**

Thor Ørjan Holt er leder for BIM utvikling i Multiconsult AS og har rollen som BIM koordinator i prosjekt UiS. Han har vært veileder spesielt innen BIM og prosjekteringsledelse og case UiS.

Ina Grieg Eide er rådgiver i Multiconsult AS ved avdeling Spesialrådgivning Bygg- og Eiendomsforvaltning. Hun har vært veileder innen faget Bygg- og eiendomsforvaltning og case UiS.

#### **Andre Rådgivere:**

Post. doc. Nils Olsson, seniorforsker ved SINTEF har vært faglærer for faget Vitenskaplige metoder ved NTNU våren 2009. Nils Olsson har gitt råd om oppsett, strukturering og valg av metode for innhenting av informasjon.

Christian André Listerud, rådgiver Bygg- og eiendomsforvaltning i Multiconsult AS, har gitt råd og veiledning innen livssykluskostnadsberegninger og programmet LCCWEB.

Trond Stupstad, prosjektutvikler i Kruse Smith Entreprenør AS, har vært nærmeste sjef i perioden november 2009 til juni 2010. Han har gitt innspill og råd innen prosjektering med fokus på BIM for entreprenører og prosjektutvikling med fokus på LCC og kalkulasjon.

### 2.3.2 Seminarer og kurs

#### **NTI Nestors MagiCAD Brukerdag**

NTI Nestor ved Salgssjef AEC Arve Sævik arrangerte brukerdag hos Multiconsult AS ved Nedre Skøyen vei 2 i Oslo den 25. juni 2009. Den tidlige versjonen av MagiCAD for Revit MEP ble presentert. Prosjektet: "Ny barneavdeling ved Ålesund sjukehus" ble presentert av Ingrid Alvsåker fra COWI og prosjekt UiS ble presentert av Thor Ørjan Holt og Lars Chr. Christensen.

### ***Norges Bygg- og Eiendomsforening og buildingSMART Norge Seminar: "BIM for byggherrer"***

Norges Bygg- og Eiendomsforening (NBEF) og buildingSMART Norge var arrangører av LCC og BIM seminar den 22. september 2009. Seminaret ble arrangert i forbindelse med Bygg Reis Deg messen 2009 på Lillestrøm. Temaet for seminaret var LCC og BIM samt introduksjon av nytt webbasert verktøy for LCC-beregninger. Statsbygg ved Mai Ahn Thi Lê holdt en presentasjon: "LCC for bygget – Fra vugge til grav"<sup>27</sup>. Lê hadde fokus på Statsbyggs sitt krav til bruk av den åpne BIM standarden IFC i prosjekteringsoppdrag. Etterfulgt av Statsbygg demonstrerte Brynjulf Skjulsvik fra Pro Teknologi AS en webløsning for LCC som skal støtte import og eksport basert på IFC. Pro Teknologi AS har på oppdrag av Statsbygg utviklet en webløsning for LCC- beregninger. Brynjulf Skjulsvik fra Pro Teknologi AS holdt presentasjonen: "LCCWEB fra tidligfase til drift. IFC vil lette informasjonsutveksling!"<sup>28</sup> LCCWEB ble også demonstrert i bruk under presentasjonen.

### ***Byggekostnadsprogrammet: Seminar "Nyttig, stolt og lønnsomt"***

Byggekostnadsprogrammet holdt sitt seminar "Nyttig, stolt og lønnsomt" på Bygg Reis Deg messen 23. september 2009. Seminaret gav oppdatert kunnskap om praktiske forhold knyttet til det å planlegge, styre, bygge og overlevere byggeprosjekter. Byggekostnadsprogrammets resultater ble presentert.

### ***Lean Construction NO, Nettverk for prosjektbasert produksjon***

Lean Construction NO arrangerte nettverksmøte den 25.11.2009 med temaet: "Prosjektering med fokus på BIM og prosjekteringsledelse". På nettverksmøtet ga Didrik Haug informasjon om Statsbyggs satsning på BIM og bruk av BIM som strategi for bedre kvalitet og større forutsigbarhet. Videre ga Kai Håkon Kristensen informasjon om praktisk bruk av BIM i Skanska. Veidekke ved Kjetil Nyseth holdt en presentasjon: "Prestasjon gjennom involvering", hvor erfaringer med bruk av BIM ved byggeprosjekter i Nydalen ble gjennomgått.

### ***Kruse Smith Entreprenør AS – Fagsamling***

KS hadde den 28. - 29. april 2010 fagsamling for kalkulasjons-, prosjekterings- og markedsavdelingen. Det ble forelest om endringer i Plan- og bygningsloven av Anders Kirkhus, Sintef, og Byggherreforskriften ved Kåre Tveiten, prosjektleder i KS. Lean satsning med pilotprosjekter i KS ble gjennomgått av Solveig Yndesdal. Arbeid med BIM-strategi i KS ble gjennomgått av Oddbjørn Wornæs. Trond Stupstad presenterte energi og miljø-satsning i KS.

### ***NTNU Samlinger***

#### ***Studentsamlinger ved NTNU***

Har i perioden deltatt på arrangerte studentsamlinger ved NTNU. Ved samlingene er oppgaven presentert og det er gitt konstruktive tilbakemeldinger fra medstudenter og lærere.

#### ***Kollokviegruppen i Oslo***

Har i forbindelse med arbeid med mastergradsoppgaven hatt faste kollokviesamlinger med andre medstudenter.

### ***Norconsult Informasjonssystemer AS: Kurs i kalkulasjonsprogrammer***

Har i perioden deltatt på følgende kurset Grunnkurs i ISY ByggOffice Kalkyle (nov. 2009) og Grunnkurs i ISY Calcus (3. og 4. feb 2010)

### **Kurs i ArchiCAD 12 og EcoDesigner i regi av Graphisoft Norge**

Det er i perioden september - november 2009 gjennomført kurs i ArchiCAD versjon 12 med fokus på øvelsesheftene Grethes Hus 1-3<sup>29</sup>. Graphisoft EcoDesigner er forsøkt i forbindelse med energianalyser.

#### **2.3.3 Intervjuer, rekruttering av informanter**

For å løse oppgaven er det valgt å gjennomføre en dokumentgjennomgang og intervju med nøkkelpersoner. Arbeid med oppdraget startet ved å ta utgangspunkt i oppgaveformuleringen, prosjektet Universitetet i Stavanger og temaene bygg- og eiendomsforvaltning, LCC og BIM.

##### **Intervju 1: Statsbygg**

Nøkkelperson i Statsbygg er valgt ut med bakgrunn i kunnskaper om BIM og LCC. På bakgrunn av foredrag<sup>27</sup> på Bygg Reis Deg messen 2009 samt utvelgelse gjort i samarbeid med veiledere, ble Mai Ahn Thi Lê fra Statsbygg spurt om å la seg intervju. Mai Ahn Thi Lê jobber med bygg- og eiendomsforvaltning i Statsbygg.

##### **Intervju 2: Forsvarsbygg**

Asbjørn Lambertsen fra PROKAN AS er engasjert av Forsvarsbygg for å bistå med utvikling innen LCC og LCCWEB i Forsvarsbygg. Han har på vegne av Forsvarsbygg samarbeidet med Statsbygg for å legge premisser for utvikling av LCCWEB.

##### **Intervju 3: Pro Teknologi AS**

Pro Teknologi AS er valgt som software utvikler for videreutvikling av programmet LCProfit. Daglig leder Brynjulf Skjulsvik i Pro Teknologi AS er kontaktet for å få informasjon og tilgang til programmet LCCWEB. Det er gjennomført et intervju med Brynjulf Skjulsvik angående LCCWEB.

##### **Intervju 4: Norconsult Informasjonssystemer AS**

Et av prosjektene i regi av Byggekostnadsprogrammet heter: "Nøkkeltall, verktøy og metodeverk for beregning av livsløpskostnader". Prosjektet er ledet av Holte Byggsafe ved Bjørn Brunstad. Resultatene er beskrevet i sluttrapporten "Bygg Bedre Billigere"<sup>30</sup>. Sluttrapporten inkluderer resultater fra Norconsult sitt prosjekt: "Livssyklus kostnader som en del av beslutningsgrunnlaget i tidlig fase av byggeprosjekter". Koordinator og delansvarlig i prosjektet har vært Øyvind N. Jensen, som jobber med marked og forretningsutvikling i Norconsult Informasjonssystemer AS. Øyvind N. Jensen har blitt intervjuet angående LCC og BIM med tanke på tidligere arbeid og framtidsutsikter innen fagområdet.

#### **2.3.4 Case Universitetet i Stavanger, gjennomgang av undersøkelsene**

*"21. april 2008 er en merkedag i Statsbygg og norsk byggenæring. For første gang er det lagt ut en anbudsinnbydelse med krav om at den nye BIM-teknologien skal benyttes. Det er ved to nybygg ved Universitetet i Stavanger at det er krav om BIM."*<sup>31</sup>

Prosjekt Nybygg ved Universitetet i Stavanger er valgt som casestudie i denne oppgaven for å belyse det første byggeprosjektet i Norge som har krevet full implementering av BIM i prosjekteringsfase, byggefase og driftsfase av et byggs livssyklus.

### **Undersøkelse 1: Krav til BIM og FDVU leveranser i forbindelse med prosjekt UiS**

Det skal i undersøkelse 1 ses på krav gitt i Forprosjekt Bygg 302 og Bygg 900 ved UiS<sup>32</sup> til FDVU-leveranser. Det skal også undersøkes hvordan prosjektet er organisert og hvordan krav til bruk av BIM er løst i Forprosjektet. Programvare benyttet i undersøkelsen:

- dRofus/ Tida, Klientprogram for Windows: dRofus versjon 0.9.0<sup>33</sup>. Tilgang til dRofus/ Tida for prosjekt: Statsbygg - UiS Bygg 302 og Bygg 900 er gitt av prosjekteringsgruppen ved Thor Ørjan Holt, Multiconsult AS, den 12. okt. 2009. Brukerveiledning dRofus og Tida<sup>34</sup> er funnet på nettsiden [www.drofus.no](http://www.drofus.no).
- Solibri Modell Checker er benyttet for å undersøke modellen: ARK Modell, RIB modell, RIV modell, RIE modell og LARK modeller.

Tilgang til programmet Solibri Modell Checker er gitt av Multiconsult AS ved Thor Ørjan Holt, 9. okt. 2009. Det er gitt tilgang til følgende filer (\*.ifc filer):

<b>Modeller av Bygg 302:</b>	<b>Modeller av Bygg 900:</b>	<b>Utomhus modell:</b>
118576_302_ARK Fagmodell ARK	118576_900_ARK Fagmodell ARK	118576_000_LARK Fagmodell LARK
118576_302_RIB Fagmodell RIB	118576_900_RIB Fagmodell RIB	118576_000_LARK_FJELL Fagmodell Geoteknikk
118576_302_RIV Fagmodell RIV	118576_900_RIV Fagmodell RIV	118576_000_LARK_TERRENG Terreng
118576_302_RIE Fagmodell RIE	118576_900_RIE Fagmodell RIE	

### **Undersøkelse 2: Plania Facility Management systems**

Plania Facility Management systems (Plania) er et modulbasert FDVU-system som benyttes for å kontrollere og effektivisere alle aspekter ved forvaltning, drift og vedlikehold av bygninger og produksjonsutstyr. Ved Universitetet i Stavanger stilles krav til bruk av Plania. Det er ved bedriftsbesøk hos Plania AS den 11. november 2009 gitt opplæring i programmet. Opplæringen ble gitt av daglig leder Bjørn Økland. I forbindelse med opplæringen ble det gjennomgått programmets moduler og funksjonalitet og programmets utvikling i framtiden. Det ble i bedriftsbesøket gitt tilgang til klientprogrammet Plania for videre undersøkelse. Innsamling av informasjon til Plania fra byggeprosjektet utføres i dag ved 1.) Direkte input i klientprogrammet Plania, 2.) Excel regneark "FDV innsamling" og 3.) Plania WEB. Det er i undersøkelsen sett nærmere på hvilke data som skal registreres i programmet og hvordan data skal registrering inn i programmet. Det er også stilt spørsmål til programmets videreutvikling og forhold til krav om bruk av BIM. Programvare benyttet i undersøkelsen er Microsoft Word og Excel og Plania Facility Management systems.

### **Undersøkelse 3: LCCWEB identifisering og vurdering av parametere**

LCProfit er navnet på beregningsmodellen som i dag kan lastes ned fra hjemmesiden [www.lcprofit.com](http://www.lcprofit.com). LCProfit er et program som består av en Excelfil med beregningsmodellen og en brukermanual. LCProfit er under utvikling etter krav fra Statsbygg og Forsvarsbygg. LCCWEB er navnet på det nye programmet.

Undersøkelsen er to delt:

Del 1 skal undersøke hvilke parameter som er viktig å vurdere for å kunne utføre LCC - beregning på overordnet og detaljert nivå. Samtlige parametere skal identifiseres. Det skal vurderes hvor informasjon kan hentes fra. Informasjonen kan hentes fra flere kilder. Det skal i undersøkelsen anslås om prosjekteier, arkitekt eller rådgiver innehar informasjonen om parameterne som brukes i LCC -beregningene. Det skal vurderes om informasjon om bygningen kan finnes i IFC/ BIM.

Del 2 av undersøkelsen skal vise hvor nødvendig informasjon om prosjektet kan finnes i IFC modeller. Det er i framtiden aktuelt å importere informasjon direkte fra IFC/ BIM via IFC format.

Programvare benyttet i undersøkelsen:

Microsoft Word og Excel, ArchiCAD, Solibri Model Checker, dRofus, Versjon 0.9.0, LCProfit, LCCWEB

Det er gitt tilgang til følgende bygningsinformasjonsmodeller (\*.ifc filer):

IFC filer Bygg 302 og 900: ARK, LARK, RIB, RIV, RIE

Det er gitt tilgang til følgende programmer av Multiconsult AS og Statsbygg:

Prosjekt i dRofus/ TIDA: 10797 Bygg 302 UiS og 11485 Bygg 900 UiS

### 2.3.5 Litteraturstudier

Det er foretatt studier i aktuell faglitteratur. Utgangspunktet for disse studiene har vært en rekke skriftlige kilder og nettbaserte kilder. Forelesningsfoiler, hovedoppgaver, lærebøker, manualer og ulike nettadresser har vært brukt. Kildene framgår av referanselisten. Sammendrag av aktuell teori for oppgavens hovedspørsmål er tatt med i Kapittel 3 Teoristudier vedrørende bygg- og eiendomsforvaltning og BIM.

## 2.4 Drøfting av metodologiske problemer

### 2.4.1 Aristoteles

Epistemologi er læren om sikker viten. Ordet epistemologi er avledet av det greske ordet episteme som betyr viten og logos som i denne sammenheng betyr lære. Aristoteles' epistemologi eller erkjennelsesteori tar utgangspunkt i vår sansning, i våre

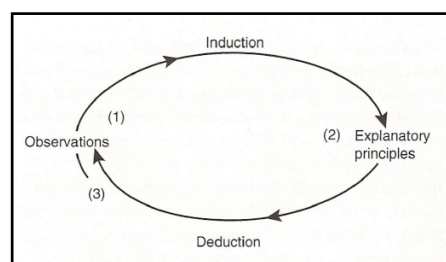
observasjoner og våre erfaringer ved at vi ved vår hukommelse får kjennskap til "det enkelte"<sup>35</sup>. Den som har erfaring vet at noe forekommer eller opptrer på en bestemt måte, men kan ikke forklare hvorfor det er slik. Overgangen fra erfaring til viten forutsetter en evne til å abstrahere, til å skille ut en vesentlighet. Denne vesentligheten kaller Aristoteles for "det allmenne" eller viten eller episteme. Den som har viten kan redegjøre for hvorfor den observerte erfaring forholder seg på en bestemt måte.

Fellows og Liu<sup>5</sup> refererer Losee som anfører at Aristoteles' induktive- deduktive metode er en overgang fra kunnskap om observasjoner til en viten om forklaringsprinsipper, se figur 2-1. Fra forklaringsprinsippene kan man ved deduksjon eller hypotesetesting etterprøve om forklaringsprinsippene eller hypotesene kan verifiseres eller falsifiseres.

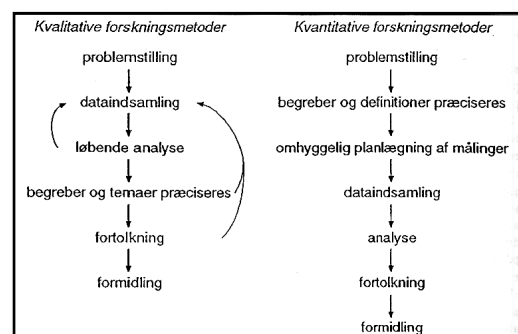
Denne studien har hatt til hensikt å samle informasjon i form av en rekke enkeltobservasjoner fra litteratur, intervjuer og undersøkelser for å utkrystallisere nye forklaringsprinsipper. Den nye viten vil danne basis for råd og forslag, men også hypoteser for videre utforskning. Studien er således induktiv og deskriptiv fra en rekke "enkeltilfeller" til allmenn gyldighet.

### 2.4.2 Kvalitativ metode

Studiens informasjonsgrunnlag og datainnsamling har bygget på kvalitative metoder. For de fire problemstillingene innen FDVU, BIM, FDVU-BIM og suksesskriterier for implementering av FDVU-BIM er det foretatt datainnsamling fra litteraturstudier, veiledere, intervjuer og undersøkelser.



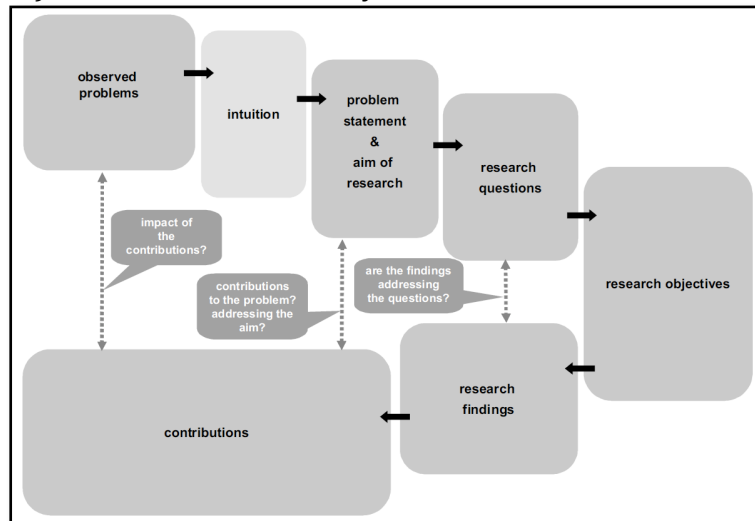
Figur 2-1, Aristoteles' induktive-deduktive metode, Losee<sup>5</sup>



Figur 2-2, Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode<sup>7</sup>

Det er foretatt en løpende analyse med presisering av temaer. Ved fortolkninger av ny informasjon har ny datainnsamling vært nødvendig slik at en syklisk arbeidsmåte har vært anvendt, jfr. Figur 2-2 fra Andersen<sup>7</sup>.

Denne sykliske arbeidsmetode er helt i tråd med Anita Moums referanse til "Horse shoe approach", jfr. doktorgradsavhandlingen "Exploring Relations between the Architectural Design Process and ICT"<sup>36</sup>, hvor Center for Integrated Facilities and Engineering (CIFE) ved Stanford University siteres.



Figur 2-3, Hestesko tilnærning ved kontroll av forskningsmetoden etter Moum<sup>36</sup>

### 2.4.3 Analyse av kvalitative data

Fellows og Liu<sup>5</sup> og Andersen<sup>7</sup> forklarer R. Tesch's klassifisering av metodene til analyse av kvalitative data. Den analytiske prosessen er listet opp i følgende trinn<sup>7</sup>:

- 1) Ved bruk av kvantitative metoder vil analysen være siste etappe i bearbeiding av dataene. Ved kvalitative metoder vil dataanalysen ikke være siste fase i forskningsprosessen. Analysen vil foregå samtidig med datainnsamlingen og analysen vil kunne kreve nye data. Således vil analysen foregå syklisk i prosessen, se Figur 2-2 Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetoder, over.
- 2) Analyseprosessen er systematisk og omfattende, men ikke rigid. Den er først ferdig når all informasjon har gitt data tilgjengelige for analyse.
- 3) Data analysen bygger på refleksjon som samles i notater.
- 4) Det er viktig å få oversikt over helheten.
- 5) Dataene splittes så opp i enheter.
- 6) Enhetene kategoriseres.
- 7) Den sentrale idemessige prosess er sammenligning. Det gjøres en sammenligning av litteraturstudier, intervjuer, undersøkelser, veiledning og annen læring for deretter å kontrastere, katalogisere og sammenholde fortolkninger og teori med egne data.
- 8) Kategorier og datasegmenter kan være tentative og endres i prosessen, jfr. syklisitet ovenfor.
- 9) Det kan være behov for flere former for analyse, se triangulering nedenfor.
- 10) Analysen er krevende og ikke så mekanisk som ved kvantitative metoder.
- 11) Analysen skal ende med en syntese av kunnskap på et høyere nivå enn der man begynte i form av at det er dannet en hypotese, en teori, en ny beskrivelse av fenomener, kvaliteter eller mønstre.



Spesielt for denne oppgavens fire hovedspørsmål kan anføres: Kunnskapssøk i litteraturen har kunnet besvare FDVU-delen av oppgaven. Kunnskapssøk i litteraturen og intervjuene har dannet basis for BIM-utgreiingen. Vedrørende FDVU-BIM har kunnskapstilegningen ligget i eget arbeide i intervjuer og undersøkelser. Implementering av BIM og suksesskriterier er drøftet på bakgrunn av samlet informasjonstilfang. Drøftingsdelen i kapittel 5 forsøker å gi en syntese på et nytt kunnskapsnivå. Det er trukket konklusjoner for framtidig arbeid.

#### 2.4.4 Triangulering

Triangulering er opprinnelig en metode fra landmålerfaget. Man kan ved hjelp av vinkelmåling kartlegge terrenget. Innen forskningsmetode benyttes ordet triangulering for en metode som ønsker å anskueliggjøre forskningsresultater fra forskjellige synsvinkler<sup>5, 7, 16, 37</sup>. Triangulering er ingen metode for å analysere om dataene er korrekte. Triangulering er en kombinasjon av metoder ved studiet av samme fenomen. Man skiller gjerne mellom fire former for triangulering:

- 1) Metodetriangulering: Anvendelse av forskjellige metoder i samme undersøkelse. Ved å kombinere kvalitative og kvantitative metoder kan en se om resultatene er kongruente eller støtter hverandre.
- 2) Kildetriangulering: Ved anvendelse av mange datakilder for eksempel ved flere intervjuer om samme problemstilling, kan samsvar i synsmåter styrke resultatenes gjennomslagskraft.
- 3) Observatørtiangulering: Flere observatører eller analytikere studerer samme fenomen.
- 4) Teoritriangulering: Flere teoretiske perspektiver brukes til å fortolke samme datamateriale.

Kildetriangulering har vært en viktig analyseform under arbeidet med denne studien.

#### 2.4.5 Validitet

Med validitet menes vanligvis gyldighet, det vil si hvorvidt en studie undersøker de fenomener det var meningen å studere. Å validere, å undersøke gyldigheten av en studie, vil si å stille spørsmål ved om resultatene for en undersøkelse faktisk gir riktige kunnskaper. Er kunnskapen man kommer fram til sann? Vanligvis er det sjelden mulig å måle validiteten ved kvalitative undersøkelser, det foreligger ingen gullstandard, i stedet må validiteten drøftes. Med indre validitet forstås forhold ved selve studien som utvalg, datainnsamling og analyse. Med ytre validitet forstås undersøkelsens forhold til ytre kriterier som andre datakilder med samme tema eller resultatenes prediktive verdi. Det skal ses på fire vanlige dimensjoner i drøftingen av validitet<sup>7</sup>.

- 1) Relevans. I studien er antatt relevant litteratur hentet fram selv om tilfanget her er enormt og litteraturlisten aldri vil bli dekkende. Vi må også erkjenne sannhetenes korte levetid. Det er intervjuet kompetente og vel ansatte personer i BIM-miljøet i Norge.
- 2) Valid analyse betyr å sannsynliggjøre at fortolkninger av dataene er riktige og dekkende. En må kritisk vurdere valgte begreper, kategorier, korrespondens at det er samsvar innen hver kategori, utbredelse av kategoriene er vurdert og at det er gjort undersøkelse av sammenhengen mellom begreper (koherens).
- 3) Kommunikativ validitet Det er høy kommunikativ validitet hvis dataene erkjennes av andre. Høy grad av intersubjektivitet vil si at dataene erkjennes av

andre. Andre skal forstå hva som er gjort og forstå at det valg som er gjort er ett mulig valg blant flere.

- 4) Med pragmatisk validitet forstås at den utviklede kunnskap, episteme, kan anvendes og oppskattes av andre.

#### 2.4.6 Reliabilitet

Med reliabilitet forstås pålitelighet og i forskningssammenheng menes om en har unngått tilfeldige feil i dataene. I kvantitativ forskning vil reliabilitet nesten alltid være synonymt med reproduserbarhet. Med reproduserbarhet forstås at undersøkelsen kan gjentas av en annen utprøver med samme resultat. Reliabilitet er vanskeligere å bruke i kvalitative undersøkelser der formålet er å få fram innsikt, forståelse, helhet og beskrivelse av fenomener. Høy reliabilitet for et intervju vil kunne være at informanten er korrekt gjengitt fra lydbånd eller skrevne notater, informanten har godkjent utskriften, det er felles begrepsforståelse hos intervjuer og informant. Høy grad av intersubjektivitet det vil si at resultatene også erkjennes av andre aktører vil styrke reliabiliteten.

Moum refererer "Case Study Research-Design and Methods" av Robert K. Yin i sitt doktorarbeide. Indre validitetsvurdering består av hvordan flere data som trekker mot likelydende funn kan styrke validiteten i en studie, "converging on the same set of results or findings". Hun viser videre kjeden av bevis i en syklisk måte å arbeide på, jfr. "Horse shoe approach". Hun poengterer at informantenes gjennomgang av dataene kan styrke validiteten. Vedrørende ytre validitet nevner Moum Yin og replikasjon av data, dvs. at samme resultater gjenfinnes i flere undersøkelser. Johanssons betraktning av publikums generalisering ("abductive mode of reasoning") av data som gyldige kan bekrefte viktige aspekter av en studies validitet. Disse aspektene av validitetsvurderingene er sammen med reliabilitet brukt i en tabell for vurdering av de avholdte intervjuer og undersøkelsene i forbindelse med UiS. Se tabellene validitet- og reliabilitetsvurdering for de fire intervjuene og de tre case-undersøkelsene.

#### 2.4.7 Generaliserbarhet

God forskning enten den er kvalitativ eller kvantitativ vil gi resultater som rekker ut over tid og sted. Det vil si at resultatene har fått gyldighet for andre over tid. Innen kvantitativ forskning vil statistisk analyse kunne vise generaliserbarhet. Innen kvalitativ forskning vil allmennforståelse være viktigst. Et generaliserbart resultat som gir helt ny forståelse, det vil si at vi har fått ny viten om hvorfor de observerte fenomener forholder seg på en bestemt måte, kan representere et paradigmeskifte.

#### Intervju som metode

Intervjuene i studien har vært avholdt som to strukturerte intervjuer med 12 identiske spørsmål til to informanter (Statsbygg og Forsvarsbygg). Intervjuene har vært avholdt ved personlig kontakt. Et intervju ble avholdt som telefonintervju med 8 forhåndsavtalte spørsmål (Pro Teknologi AS). Det fjerde intervjuet med Norconsult ble organisert som et semi-strukturert intervju med et fastlagt tema og enkelte forberedte spørsmål. Tre veiledere var til stede på intervjuet.

I forkant av intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide. Alle spørsmål ble oversendt til informantene før intervjuene. Intervjuene har fulgt de nedenstående faser.

- 1) Utarbeide spørsmål til informant
- 2) Oversende spørsmål til veileder for kontroll

- 3) Eventuelle rettinger gjøres
- 4) Utarbeide en intervjuguide med spørsmål
- 5) Oversende spørsmålene til informant samt avtale intervjutidspunkt
- 6) Avholde intervju med konkrete spørsmål. Skriver inn svar i selve intervjuet på en bærbar PC.
- 7) Renskrive svarene inn i intervjuuskjemaet
- 8) Oversende svar for godkjenning
- 9) Tilbakemelding fra informant om eventuelle rettinger
- 10) Korreksjoner gjøres og godkjent intervju benyttes som resultat i oppgaven i samråd med veileder.

De fire intervjuene er tatt inn i resultatdelen i kapittel 4 av oppgaven i sin helhet.

Validitet- og reliabilitetsvurdering av intervjuene er satt opp tabellarisk nedenfor.

<b>Intervjuer</b>	Statsbygg Om LCC for byggherren	Forsvarsbygg Om LCC for byggherren	Pro Teknologi AS Om utvikling av LCCWEB	Norconsult Informasjons- systemer AS Om Forskning og utvikling: LCC standardisering
<b>Indre validitet</b>				
<i>Samsvarende resultater i samme studie (converging on the same set of results etter Yin, 2003)</i>	Svarene peker i samme retning. Helt ny kunnskap innen krav til LCC og bruk av LCCWEB	Svarene peker i samme retning. Helt ny kunnskap innen krav til LCC og bruk av LCCWEB	Helt ny kunnskap om LCCWEB. Ny utvikling og satsning på buildingSMART	LCC innspill til standardiserings arbeidet til bulidingSMART
<i>Syklisitet (kfr. Moum "Horse Shoe Approach")</i>	LCCWEB annonsert på Bygg Reis Deg, intervju med utdypninger, undersøkelse.	LCCWEB annonsert på Bygg Reis Deg, intervju med utdypninger, undersøkelse.	LCCWEB annonsert på Bygg Reis Deg, intervju med utdypninger, undersøkelse.	Litteraturstudie, intervju, undersøkelse
<i>Informantrevisjon</i>	Revidert av informant	Revidert av informant	Revidert av informant	Oversendt med svar.
<b>Ytre validitet</b>				
<i>Replikasjon, et positivt resultat gjenfinnes i andre studier (replication logic etter Yin, 2003)</i>	Kompetanseavhengig	Kompetanseavhengig	Ja, internt hos utvikler.	Ja, internt i prosjektet
<i>Abduksjon/ naturlig generalisering av andre (abductive mode of reasoning etter Johansson, 2005)</i>	LCCWEB vil bli et byggherrekrav i framtiden	LCCWEB vil bli et krav der det er hensiktsmessig, samt et krav internt.	LCCWEB vil bli tilgjengelig for brukere i 2010/ 2011.	Innspill til standarden er gitt til buildingSMART
<b>Reliabilitet</b>				
<i>Etterprøvbare data, reproduserbarhet</i>	Det er benyttet spørsmålsguide. Strukturert intervju. Personlig møte.	Det er benyttet spørsmålsguide. Strukturert intervju. Personlig møte.	Strukturert intervju, telefonintervju.	Semistrukturert intervju med veiledere fra Multiconsult AS tilstedet.

Tabell 4, Validitet- og reliabilitetsvurdering av intervju, etter Moum<sup>36</sup>

#### 2.4.8 Case som metode

Bent Flyvbjerg forsvarer i "Qualitative Research Practice"<sup>8</sup> case studien som kvalitativ metode. Han omtaler fem vanlige feiloppfatninger om case studier i forskningsmiljøene. Kvalitet og kredibilitet ved en case studie kan forsvares ved en god utvalgsstrategi. Man kan velge case ut fra to hovedkriterier: tilfeldig seleksjon eller informasjonsrettet seleksjon, se Figur 2-4.

Case UiS er valgt på grunn av informasjonen den tilfører oppgaven. Flyvbjerg nevner fire informasjonsrettede (Information-oriented) utvalgsmuligheter: 1) case som representerer ekstreme/avvikende varianter, 2) case som viser maksimal variasjon mellom tilfeller som kategoriseres i samme enhet, 3) caser med kriterier som inkluderer eller utelukker fra en kategori og 4) paradigmatisk caser som vil danne skole for det forskningsfelt eller det studerte forhold som casen belyser. Ved innføring av BIM i alle faser av byggets levetid vil oppgaven argumentere for at UiS representerer et paradigmeskifte i byggenæringen i Norge.

Type of selection	purpose
A. Random selection	To avoid systematic biases in the sample. The sample's size is decisive for generalization.
1 Random sample	To achieve a representative sample that allows for generalization for the entire population.
2 Stratified sample	To generalize for specially selected sub-groups within the population.
B. Information-oriented selection	To maximize the utility of information from small samples and single cases. Cases are selected on the basis of expectations about their information content.
1 Extreme/deviant cases	To obtain information on unusual cases, which can be especially problematic or especially good in a more closely defined sense.
2 Maximum variation cases	To obtain information about the significance of various circumstances for case process and outcome, e.g. three to four cases that are very different on one dimension: size, form of organization, location, budget, etc.
3 Critical cases	To achieve information that permits logical deductions of the type, 'if this is (not) valid for this case, then it applies to all (no) cases'.
4 Paradigmatic cases	To develop a metaphor or establish a school for the domain that the case concerns.

Figur 2-4, Klassifisering av case studier etter Bent Flyvbjerg<sup>8</sup>

Gjennom arbeid med case UiS er det gjort tre selvstendige undersøkelser som er omfattende gjennomgått i resultatdelen i Kapittel 4.

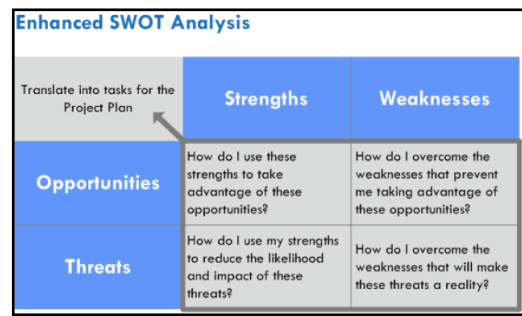
Validitet- og reliabilitetsvurdering av intervjuene er satt opp tabellarisk nedenfor.

Case	Undersøkelse 1: Om Krav til BEF og BIM	Undersøkelse 2: Om PLANIA FM System	Undersøkelse 3: Om LCCWEB (import/eksport)
<b>Indre validitet</b>			
<i>Samsvarende resultater i samme studie (converging on the same set of results etter Yin, 2003)</i>	Nye krav hos Statsbygg som offentlig byggherre, krav til bruk av BIM i prosjekter. Nye krav blir gjeldende i framtiden. Krav til buildingSMART teknologi. Krav til Plania spesielt i dette prosjektet.	Plania er et kjent FM system i Norge og har også brukere i utlandet.	LCCWEB utvikles og skal tas i bruk i 2010/ 2011
<i>Syklisitet (kfr. Moum "Horse Shoe Approach")</i>	Litteraturstudie, Prosjektdokumenter, nye myndighetskrav.	Litteraturstudie, Prosjektdokumenter, nye byggherrekrav, myndighetskrav.	Litteratur om LCProfit, Intervju med byggherrene, intervju med softwareleverandører, undersøkelse av krav til nytt software, utprøving av LCCWEB
<i>Informantrevisjon</i>	Data verifisert av Prosjektledelsen Statsbygg, Multiconsult AS og Link.	Daglig leder i Plania AS	Veileder BEF
<b>Ytre validitet</b>			
<i>Replikasjon, et positivt resultat gjenfinnes i andre studier (replication logic etter Yin, 2003)</i>	UiS er det første byggeprosjektet i Statsbygg regi som krever bruk av BIM. Innen 2010 skal alle nybygg bygges med buildingSMART teknologi.	Plania er under utvikling og skal tilpasses ny teknologi som buildingSMART.	LCProfit er under utvikling og LCCWEB blir påkrevd i framtiden i alle faser av byggeprosjektet.
<i>Abduksjon/ naturlig generalisering av andre (abductive mode of reasoning etter Johansson, 2005)</i>	Statsbygg vil være førende og andre byggherrer vil følge utviklingen.	Plania AS utvikler Plania FM systems og er markedsledende i Norge med over 4000 brukere med en kundeportefølje på 8,5 millioner kvadratmeter byggareal.	Undersøkelse viser av LCProfit er lastet ned for bruk av 1000 brukere per august 2008
<b>Reliabilitet</b>			
<i>Etterprøvbare data, reproduserbarhet</i>	Data fra UiS er tilgjengelige og relevante for andre aktører.	Plania FM system er tilgjengelig på markedet.	LCCWEB er under utvikling og bygger på LCProfit.

Tabell 5, Validitet- og reliabilitetsvurdering av case UiS, etter Moum<sup>36</sup>

### 2.4.9 SWOT - analyse

Det er foretatt en SWOT analyse av hvorvidt FDVU-BIM kan erstatte dagens krav til FDVU-dokumentasjon. FDVU-BIM er da satt inn i det vanlige brukte SWOT-skjema. S står for Strengths, styrker. W står for Weaknesses, svakheter. O står for Opportunities, muligheter og T står for Threats, trusler. Styrker og Svakheter beskrives for FDVU-BIM, Muligheter og Trusler er gjerne ytre omstendigheter som kan fremme eller true gjennomføringen. Ofte brukes PEST som huskeliste for analysen av muligheter og trusler, nemlig politiske, økonomiske, sosiale og tekniske forhold som kan påvirke studieobjektet.



Figur 2-5, SWOT - analyse

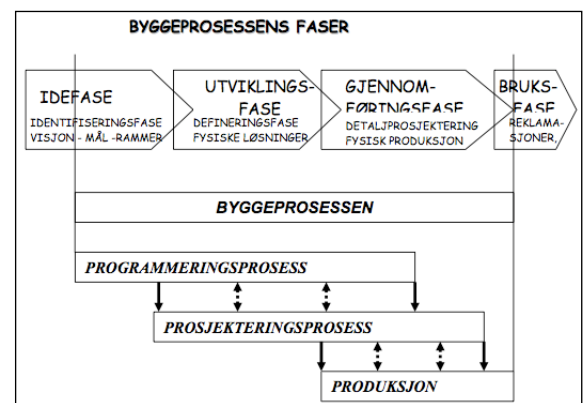
## 3. Bygg- og eiendomsforvaltning og BIM

I dette kapittelet skal kravene som stilles til dagens FDVU-dokumentasjon belyses. Disse kravene er gjennomgått ut fra myndighetskrav gjeldende fra 1. juli 2010. Gjeldende klassifikasjonssystemer skal gjennomgå. Det er i løpet av studieperioden arbeidet med BIM teori og verktøy. Det gjengis hovedfunn innen BIM status vedrørende FDVU og BIM teknologi i Norge våren 2010. Det skal gjennomgå metoder og verktøy for vurdering av livssykluskostnader (LCC) og FM Systemer som støtter BIM som produkt og prosess.

### 3.1 Byggeprosessens faser

"Bygningen i et livssyklusperspektiv" ble beskrevet under definisjoner i kapittel 1. Haugen<sup>1</sup> beskriver at livssyklusen for et byggeprosjekt går fra idé til programmering og prosjektering, til produksjonsfasen og overlevering av bygningen. Da starter bruksfasen som omfatter forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygningen.

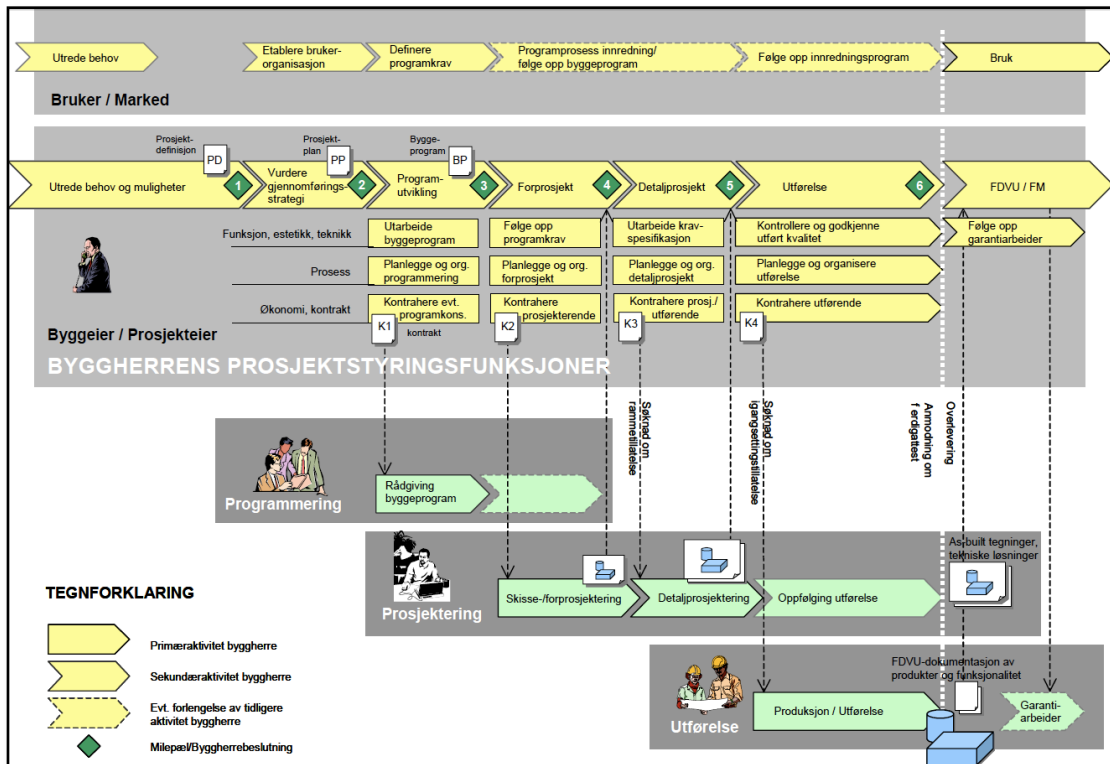
Eikeland<sup>17</sup> inndeler også byggeprosessen i faser for å gi en overordnet og helhetlig kontroll med prosjektet på kritiske stadier. Han sier at begrepet faser ofte benyttes til å karakterisere byggeprosessens faktiske forløp på ulike stadier. Eikeland presenterer fire hovedfaser for et byggeprosjekt: Fase 1 – Idefase, Fase 2 – Utviklingsfase, Fase 3 – Gjennomføringsfase og Fase 4 – Bruksfase. Denne faseinndelingen beskriver faktiske grunnleggende felles trekk ved forløpet av byggeprosessen. Disse fire fasene er generiske i den forstand at de vil finnes i alle byggeprosjekter. Figur 3-1 viser de fire hovedfasene.



Figur 3-1, Byggeprosessens faser<sup>17</sup>

Prosjekteiere, byggherrer og prosjektledere vil ha sine egne faseinndelinger tilpasset arten og størrelsen av egne prosjekter, prosjekteiers egen organisasjonsstruktur og øvrige rammevilkår.

Norsk byggforskningsinstitutt presenterte i oppdragsrapporten "Byggherrens prosjektstyringsnøkkel"<sup>38</sup> forslag til modell for hvordan byggherrer kan organisere sine styringsredskaper i form av prosessbeskrivelser, rutiner og hjelpemidler i forhold til en aktivitetsbasert struktur som følger plan- og byggeprosessens vanlige faser. Modellen er vist i figuren under.



Figur 3-2, Byggherrens prosjektstyringsmodell <sup>38</sup>

Figuren viser hovedfaser til bruk i byggherrens prosjektstyring. Faseinndelingen av et byggeprosjekt er delt i 7 faser nemlig: 1) utrede behov og muligheter, 2) vurdere gjennomføringsstrategi, 3) programutvikling, 4) forprosjekt, 5) detaljprosjekt, 6) utførelse og 7) FDVU/ FM fasen.

Brukernes oppgaver er vist øverst i figuren og er adskilt fra byggherrefunksjonen. Byggherrens prosjektstyringsfunksjon er markert med lys grå bakgrunn.

Det skal i de neste kapitlene ses nærmere på krav til utarbeidelse av FDVU-dokumentasjon, krav til vurdering av livssyklus kostnader og krav til bruk av BIM i prosjekter.

### 3.2 Dagens krav til FDVU - dokumentasjon

Det skal i dette kapitlet gis en oversikt over lover og forskrifter som gjelder FDVU-dokumentasjon per 1. juli 2010. Det skal videre gis informasjon om den reviderte standarden NS 3456 FDVU-dokumentasjon for byggverk. Det skal presenteres retningslinjer for FDVU-dokumentasjon for bygninger samt retningslinjer for utarbeidelse av klassifikasjonssystemer.

#### 3.2.1 Lover og forskrifter

En rekke lover og forskrifter inneholder bestemmelser som angår FDVU-arbeidet. Noen av de mest sentrale er i følge Max Ingar Mørk, Svein Bjørberg, Olav Egil Sæbøe og Ove Weisæth<sup>21</sup> : Arbeidsmiljøloven, Avhendingsloven, Brann- og eksplosjonsvernloven, Forskrift om brannforebygging, Eierseksjonsloven, Forurensingsloven, Avfallsforskriften, Forvaltningsloven, Husleieloven, Internkontrollforskriften, Kulturminneloven, Naboloven, Offentlighetsloven, Plan- og bygningsloven m/ forskrifter

I dette kapitlet vil norske krav som stilles til FDVU-dokumentasjon per 1. juli 2010 belyses nærmere:

“Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)”<sup>39</sup>, fastsatt av Kommunal- og regionaldepartementet 26. mars 2010 med hjemmel i lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven) trer i kraft 1. juli 2010. Byggteknisk forskrift setter krav til dokumentasjon i Kapittel 4. Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold, se under.

**Kapittel 4. Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold**

**§ 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.

”Forskrift om byggesak (Byggesaksforskriften)”<sup>40</sup>, fastsatt av Kommunal- og regionaldepartementet 26. mars 2010 med hjemmel i lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven) trer i kraft 1. juli 2010. Byggesaksforskriften setter krav til Overlevering av dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold i Kapittel 8. Ferdigstillelse.

**Kapittel 8. Ferdigstillelse**

**§ 8-2. Overlevering av dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold**

Søker skal senest ved søknad om ferdigattest påse at nødvendig dokumentasjon for driftsfasen som angitt i byggteknisk forskrift § 4-1, er fremlagt av de ansvarlige foretak innenfor sine ansvarsområder. Søker skal overlevere dokumentasjonen til byggverkets eier mot kvittering.

Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (Byggherreforskriften)<sup>41</sup>, fastsatt av Arbeids- og inkluderingsdepartementet 3. august 2009 med hjemmel i lov 17. juni 2005 nr. 62 om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (Arbeidsmiljøloven) trådte i kraft 1. januar 2010. Byggherreforskriften setter krav til dokumentasjon for framtidige arbeider i Kapittel 2. Byggherrens plikter.

**Kapittel 2. Byggherrens plikter**

**§ 12. Dokumentasjon for fremtidige arbeider**

Byggherren skal sørge for at det utarbeides dokumentasjon for bygningen eller anlegget om de forhold som kan ha betydning for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved fremtidige arbeider. Dokumentasjonen skal beskrive bygget eller anleggets konstruksjon og utforming, samt de byggeprodukter som er brukt. Beskrivelsen skal være i det omfang som er nødvendig for å ivareta sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved drift, vedlikehold, endring og riving.

### 3.2.2 Standarder

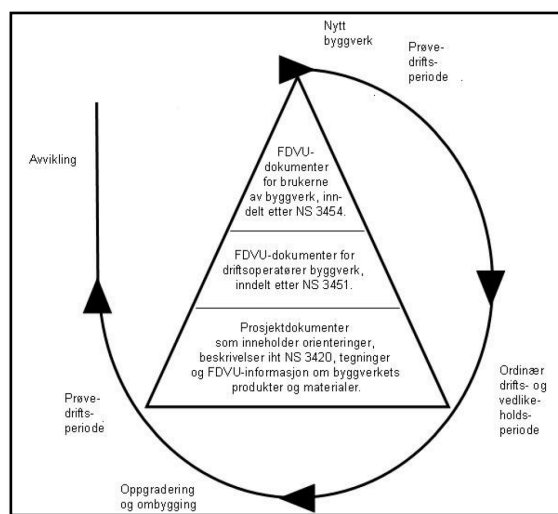
Mange standarder for byggenæringen har også relevans for bygningsforvaltningen. Noen er imidlertid laget spesielt for dette formålet<sup>21</sup>:

- NS 3423 Tilstandsanalyse for fredede og verneverdige bygninger (2004)
- NS 3424 Tilstandsanalyse for byggverk – Prinsipper og gjennomføring (1995)
- NS 3451 Bygningsdelstabell (2006)
- NS 3453 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt (1987)
- NS 3454 Livssyklus-kostnader for byggverk – Prinsipper og struktur (2000)
- NS 3455 Bygningsfunksjonstabell (1993)
- NS 3457 Bygningstypetabell (1995)
- NS-EN 15221-1 Fasilitetsstyring – Del 1:Termer og definisjoner
- NS-EN 15221-2 Fasilitetsstyring – Del 2:Veiledning for utarbeidelse av avtaler om fasilitetsstyring

En standard som ikke er listet over, men som er relevant for FDVU-dokumentasjon er NS 3456 - Mønster for dokumentasjon og bruksanvisning for bygninger<sup>42</sup>. Denne standarden kom første gang i 1989. I dag er standarden revidert og den vil ifølge faglig ansvarlig i Standard Norge Kristoffer Polak publiseres i juli 2010<sup>43</sup>. Standarden NS 3456 får en erstatning med tittelen: NS 3456: 2010 FDVU-dokumentasjon for byggverk<sup>44</sup>.

Den nye standarden er vesentlig omarbeidet, omformulert og supplert med nye elementer. De viktigste endringene i forhold til 1989-utgaven er<sup>4</sup>:

- Utgaven tar utgangspunkt i at all nødvendig dokumentasjon for forvaltning drift og vedlikehold endrer seg gjennom byggverkets livsløp herunder avviklingsfasen, se figur under.



Figur 3-3, FDVU-dokumentasjonen i hele byggverkets livsløp<sup>4</sup>

- Malen for dokumentasjon er uavhengig av byggverkets type og kompleksitet.
- Terminologien er harmonisert med gjeldende standarder innenfor FM-området.

Utarbeidelse av FDVU-dokumentasjon etter standarden vil forhåpentligvis på sikt bidra til en mer enhetlig oppbygd FDVU-dokumentasjon for ulike typer byggverk. I dag kan dette variere veldig mye. Alt fra en telefonliste over leverandører til flere ringpermer med driftsrutiner for ulike fag. Ved å sørge for at alle endringer på byggverket nedfelles i FDVU-dokumentasjonen, vil risiko for å påføre byggverket utilsiktede skader eller funksjonsforringelse reduseres gjennom byggverkets levetid. Endringer kan være: reparasjon, utskifting, oppgradering og større ombygginger.

Standarden tar utgangspunkt i et samspill mellom byggverkets livssyklus og FDVU-dokumentasjonen, vist som vist i figuren over. Diagrammet illustrerer byggverkets livsløp til og med avvikling, mens trekanten representerer FDVU-dokumentasjonen som består av følgende elementer:

- dokumentasjon som er mest relevant for den daglige bruken av byggverket.
- dokumentasjon som er mest relevant for driftsoperatøren som drifter byggverket.
- dokumentasjon i form av tegninger, beskrivelser og beregninger som ligger til grunn for byggverket.

For å opprettholde byggverkets formål, uttrykk, funksjonskrav må FDVU-dokumentasjonen oppdateres ved endringer av byggverket.

Standarden legger NS 3454 og NS 3451 til grunn for redigering av FDVU-dokumentasjonen. Et eget tillegg til standarden illustrerer hvordan FDVU-



dokumentasjonen kan struktureres og bygges opp for byggverk med ulik kompleksitet. FDVU-dokumentasjonen som er rettet mot driftsoperatøren av byggverket, skal være harmonisert med inndelingen i NS 3454:

renhold, energi, vann og avløp, avfallshåndtering, vakt og sikring, utendørs og diverse.

FDVU-dokumentasjonen som er rettet mot driftsoperatøren av byggverket skal være harmonisert med inndelingen i NS 3451 Bygningsdelstabellen.

Hoved inndeling	Bygningsdel	Tiltak (eksempler)
2 Bygning	25 Dekker	Polering av gulvbelegg
	23 Yttervegger 24 Innevegger	Maling
	26 Yttertak	Måking Rensing av takrenner
3 VVS- installasjoner	31 Sanitær	Rensing av sluk og avløp Skifte av pakninger
	32 Varme	Tilsyn med byggverkets varmesentral Kontroll av reguleringsfunksjoner
	33 Brann - slokking	Kontroll av brannslukningsapparater og –anlegg
	36 Ventilasjon	Skifte av filter, rengjøring, Tilsyn av reguleringsautomatikk
4 Elkraft	44 Lys	Skifte av lyskilder/armaturer
	45 Elektrisk varme	Kontroll av termostater
5 Tele og auto- matisering	53 Telefoni og person- søkning	Rens av telefon
	54 Alarm og signal	Kontroll av brannalarmsystem Skifte av batterier
6 Andre installasjoner	65 Avfall og støvsuging	Ettersyn av beholdermaterieill Tømming av beholder, evt. skifte av filter

Tabell 6, FDVU-dokumentasjon strukturert etter NS 3451<sup>4</sup>

### NS 3431 Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser

Kontraktsstandarden NS 3431 - Totalentrepriser stiller krav om at det utarbeides drifts- og vedlikeholdsinstruks.

**Pkt. 35.3.2 i standarden sier:**

Senest ved påbegynnelse av overtagelsesforretningen skal totalentreprenøren overlevere drifts- og vedlikeholdsinstruks til byggherren. Driftsinstruks skal beskrive anleggenes oppbygging og funksjon og gi anvisninger for den operative bruk og utnyttelse. Vedlikeholdsinstruks skal fastsette rutiner for å bevare den tekniske standard og driftssikkerheten i installasjonene, og gi driftspersonalet det nødvendige underlagsmateriale for reparasjoner og utskiftninger.

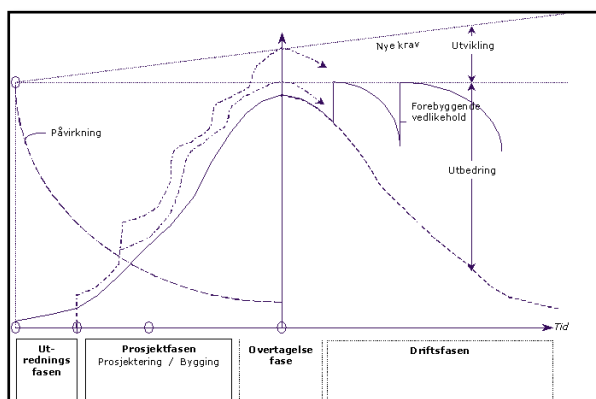
### 3.2.3 Retningslinjer for FDVU-dokumentasjon for bygninger

Retningslinjer for å lage FDVU-dokumentasjon for bygninger med tilhørende tekniske anlegg og utomhus er gitt i boken: "FDVU-dokumentasjon for bygninger : veiledning for eiendomsforvaltere, byggherrer, tiltakshavere og rådgivere"<sup>45</sup>. Denne boken er utarbeidet for Rådgivende ingeniørers forening (RIF) av Multiconsult AS ved professor Svein Bjørberg og siv. ing Geir Juterud i januar 2001. Boken er to deler hvor Bok 1 er en anvisning for FDVU – dokumentasjon og Bok 2 inneholder maler for innsamling av FDVU – dokumentasjon.

Formålet med anvisningen er å gi retningslinjer for hvordan aktørene i byggeprosjekter skal bidra til å utarbeide FDVU – dokumentasjon for bygninger tilpasset eiendomsforvalterens behov i driftsfasen og for å sikre en ressurseffektiv og bærekraftig eiendomsdrift. Anvisningen kan benyttes for både nybygg og ombygging/rehabilitering.

Deler av anvisningene egner seg også for utarbeidelse av dokumentasjon for eksisterende bygningsmasse.

I anvisningen er det definert tre hovedfaser i et normalt byggeprosjekt og en etterfølgende driftsfase. Se figuren under.

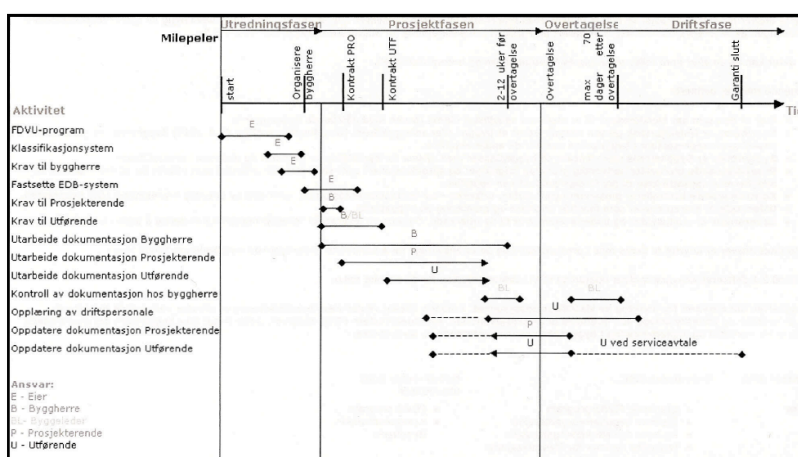


Figur 3-4, Faser i byggets levetid og påvirkningsmulighet<sup>18</sup>

Figuren illustrerer fasene i bygningers levetid: Utredningsfase, Prosjektfase, Overtagelsesfasen og Driftsfase. Fasene er vist i relasjon til kvalitet og funksjon for det ferdige byggverket. Muligheten for å påvirke kvaliteten på FDVU - dokumentasjon som underlag for framtidig drift er størst i tidlig fase av prosjektet.

Utredningsfasen defineres som den kreative fasen hvor de funksjonelle rammebetingelser for det framtidige byggverket skapes. Utredningsfasen pågår fram til oppstart for prosjektering og bygging. Prosjektfasen er definert fra kontrakt inngås med de prosjekterende fram til overlevering av byggverket. Overtakelsesprosessen starter før formell overtakelsesforretning og varer til forvalteren har overtatt driften av hele eiendommen. Driftsfasen defineres fra det tidspunkt forvalteren overtar driftsansvaret for eiendommen.

FDVU-aktiviteter i de ulike fasene etter "FDVU – dokumentasjon for bygninger"<sup>45</sup> er presentert under, se også framdriftsplan for dokumentasjonsarbeidet.



Figur 3-5, Framdriftsplan for dokumentasjonsarbeidet<sup>18</sup>

### Utredningsfasen

Milepeler i utredningsfasen: I utredningsfasen skal eier legge premisser for FDVU-arbeidet i prosjektet. Premissene for FDVU videre formidles til prosjektet gjennom to dokumenter: FDVU-program og FDVU-kravspesifikasjon for byggherren

## Prosjektfasen

Milepeler i prosjektfasen: I prosjektfasen skal byggherren og de prosjekterende utarbeide krav til FDVU-dokumentasjon. Prosjekterende og utførende skal utarbeide dokumentasjon i henhold til retningslinjer i byggherrens krav. Kravene til struktur og innhold formidles til prosjektet gjennom fire dokumenter:

1. Klassifikasjonssystem
2. Kravspesifikasjon for prosjekterende
3. Kravspesifikasjon for utførende
4. Kravspesifikasjon for FDVU-system

FDVU – dokumentasjon kan deles i to hovedtyper:

### 1) Forvaltnings- og utviklingsdokumentasjon

Benyttes på strategisk og taktisk nivå i forvaltningsorganisasjonen, se figur.

### 2) Drifts- og vedlikeholdsdokumentasjon

Benyttes på taktisk og operativt nivå i driftsorganisasjonen, se figur.



Figur 3-6, Ulike nivåer i eiendomsadministrasjon. Ref. Multiconsult AS<sup>3</sup>

## Overtakelsesfasen

Milepeler i overtakelsesfasen: I overtakelsesfasen er målsettingen å overføre relevant informasjon fra prosjektet til eiers driftsorganisasjon. Til hjelp for å styre prosessen utarbeides to styrende dokumenter:

- Framdriftsplan for overtagelse
- Rutiner for kontroll av dokumentasjon

## Driftsfasen

Følgende tre hovedaktiviteter i driftsfasen relateres til FDVU-dokumentasjonen:

- Garanti- og servicearbeider
- Utarbeidelse av forvalterens FDVU - dokumentasjon
- Ajourføring, komplettering og oppdatering av dokumentasjon i driftsfasen

RIF beskriver hvilke dokumenter som minimum bør vedlegges FDVU-dokumentasjonen i tillegg til FDVU-data som registreres i regneark eller direkte i ett FDVU-system.

- 1) Juridiske dokumenter / Offentlige dokumenter
- 2) Byggesak
- 3) Diverse tekniske dokumenter
- 4) Forvaltnings dokumentasjon
- 5) As-built dokumentasjon
- 6) Prosjekteringsforutsetninger
- 7) Statikk og bæreevne
- 8) Funksjonsbeskrivelse iht NS 3451
- 9) Teknisk dokumentasjon/rapporter
- 10) Garantier
- 11) Forsikringspolise
- 12) Brannokumentasjon for § 22-bygg
- 13) Miljødokumentasjon
- 14) Andre relevante dokumenter

Metoder for innsamling av FDVU- dokumentasjon kan være ved manuell innsamling, innsamling ved bruk av registreringsmal og ved direkte implementering i FDVU-system.

### 3.2.4 Retningslinjer for utarbeidelse av klassifikasjonssystem

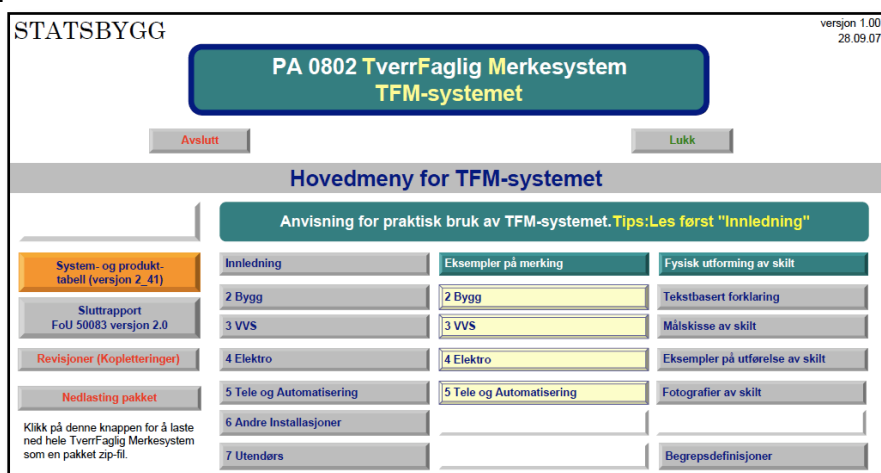
”FDVU-dokumentasjon for bygninger : veiledning for eiendomsforvaltere, byggherrer, tiltakshavere og rådgivere”<sup>18</sup> er basert på at det utarbeides et klassifikasjonssystem for prosjektet. Et slikt system skal beskrive oppbygging, arkivering og mulighet til å finne informasjon, spesielt med tanke på at informasjonen skal lagres i en database.

Et klassifikasjonssystem for FDVU- dokumentasjon bør inneholde følgende hoveddeler<sup>18</sup>:

1. Koder for klassifisering av lokalisering
2. Merkesystem for bygningsdeler og tekniske anlegg
3. Struktur for lagdeling og nummerering av tegninger
4. Leverandørkoder
5. Kodestruktur for nummerering av dokumenter og elektroniske filer

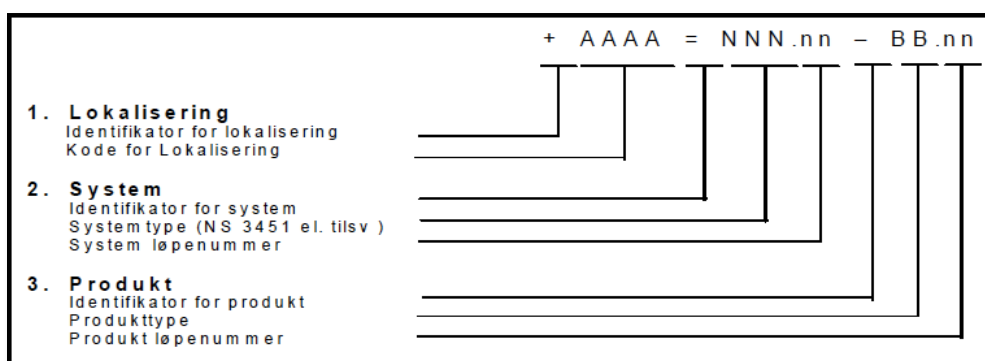
Som merkesystem kan enten Statsbyggs Tverrfaglig merkesystem for bygninger<sup>46</sup> eller RIFs merkesystem benyttes, se figurer under.

Tverrfaglig merkesystem angir koder for angivelse av system basert på en omarbeiding av NS 3451 Bygningsdelstabellen på 3-sifret nivå og egendefinerte koder for angivelse av produkt.



Figur 3-7, PA 0802 Tverrfaglig merkesystem TFM-systemet<sup>47</sup>

RIFs merkesystem angir koder for system basert på NS 3451 Bygningsdelstabellen på 2-sifret nivå og NS 3420 for angivelse av produkt.



Figur 3-8, Strukturert merking: lokalisering, system, produkt <sup>18</sup>

### 3.2.5 Prosjekteringsanvisning for drift og vedlikehold

Statsbygg har sin prosjektanvisning for drift og vedlikehold, PA 9001<sup>48</sup>. PA 9001 er styrende for utarbeidelse av FDVU-dokumentasjon.

Følgende dokumentasjon skal leveres på papirformat og elektronisk ved overlevering av bygg:

- Tegninger og tegningslister
- Orienteringer (Merkesystem, bruk av digital FDV-dokumentasjon(CD))
- Drift og systeminformasjon. Funksjonsbeskrivelser.
- Teknisk dokumentasjon/Produktinformasjon.
- Generelt om tilsyn og vedlikehold.
- Vedlikeholdsavtaler. Innreguleringsrapporter. Kontrolldokumentasjon.

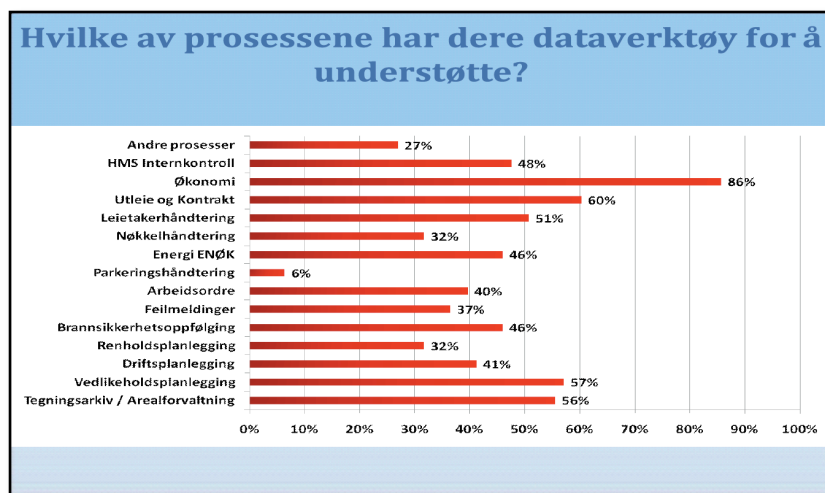
### 3.2.6 IT-verktøy i bygg- og eiendomsforvaltning

Grostøl<sup>49</sup> har identifisert 11 generiske prosesser i bygg- og eiendomsforvaltning, dette ved spørreundersøkelse av aktører i bransjen basert på 63 respondenter og en to-tredjedelsbetragtning. Se liste over de 11 generiske prosessene under:

1. Tegningsarkiv/Arealforvaltning
2. Vedlikeholdsplanlegging
3. Driftsplanlegging
4. Brannsikkerhetsoppfølging
5. Feilmeldinger
6. Arbeidsordre
7. Energi ENØK
8. Leietakerhåndtering
9. Utleie og Kontrakt
10. Økonomi
11. HMS Internkontroll.

Det er i samme undersøkelse sett på hvilke av prosessene innen Bygg- og eiendomsforvaltning som organisasjoner/ bedrifter har IT-verktøy for å understøtte. Det var i undersøkelsen 105 respondenter som ble spurt og totalt 63 ga svar på spørsmålene (svarprosent på 60%). Av de som svarte var det respondenter fra Kommuner og kommunale foretak 26 stk (41 %), Fylkeskommuner 10 stk (16 %), Studentsamskipnader 17 stk (27 %) og Andre aktører 10 stk (16 %).

Prosentvis oversikt over hvilke prosesser organisasjoner/ bedrifter har IT-verktøy for å understøtte i bygg- og eiendomsforvaltning, se figur under.



Figur 3-9, Organisasjoners bruk av IT-verktøy.

### 3.3 Vurdering av livssyklus kostnader (LCC)

Dette kapittelet skal gi en oversikt over lover og forskrifter som er gjelder livssyklus kostnader samt NS 3454 Livssyklus kostnader for byggverk - Prinsipper og struktur.

#### 3.3.1 Lover og forskrifter

I dette kapittelet vil norske krav som stilles til livssyklus kostnader belyses nærmere. Lov om offentlige anskaffelser<sup>50</sup>, fastsatt av Fornyings-, administrasjons- og kirke departementet, jfr. EØS-avtalen art 65, har til formål å bidra til økt verdiskapning i samfunnet ved å sikre mest mulig effektiv ressursbruk ved offentlige anskaffelser basert på forretningsmessighet og likebehandling. Regelverket skal også bidra til at det offentlige opptrer med stor integritet, slik at allmennheten har tillit til at offentlige anskaffelser skjer på en samfunnstjenlig måte. Større kontrakter skal utlyses over hele EU/EØS-området.

#### **§ 6. Livssyklus kostnader, universell utforming og miljø**

Statlige, kommunale og fylkeskommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal under planleggingen av den enkelte anskaffelse ta hensyn til livssyklus kostnader, universell utforming og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen.

Forskrift om offentlige anskaffelser<sup>51</sup>, Fastsatt ved kgl.res. 15. juni 2001 med hjemmel i lov av 16. juli 1999 nr. 69 om offentlige anskaffelser setter følgende krav til livssyklus kostnader:

#### **Del II. Anskaffelser over EØS-/WTO-terskelverdiene Kapittel 5. Grunnlaget for konkurransen § 5-1. Krav til konkurransegrunnlaget og Del III. Anskaffelser under terskelverdiene og uprioriterte tjenester Kapittel 12. Grunnlaget for konkurransen § 12-1. Krav til konkurransegrunnlaget**

(1) Konkurransegrunnlaget skal opplyse om:

a. hvilken ytelse som skal anskaffes. Anskaffelsen bør spesifiseres ved en behovsspesifikasjon eller angivelse av funksjonskrav. Ved utformingen av kravene skal det legges vekt på livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen. Det skal så langt det er mulig stilles konkrete miljøkrav til produktets ytelse eller funksjon. Dersom det kan inngis tilbud på deler av oppdraget eller med alternative frister, skal dette opplyses.

#### 3.3.2 Standarder

Standard Norge beskriver i sin sluttrapport: "Standarder for fasilitetsstyring"<sup>4</sup> at felles kalkulasjonsnøkler er sentrale dersom BAE-næringen skal bygge opp erfaringsbanker som omhandler kostnader og kvalitet og som gjelder hele byggets livsløp. Livsløpskostnadene omfatter både anskaffelseskostnader og kostnader gjennom hele bruksperioden til og med riving. Gjeldende standard NS 3454 gjelder for alle typer byggeprosjekter og for bygningsdeler. Standarden kan brukes ved budsjettering til å beregne kostnader i en rekke sammenhenger, for eksempel planlegging, programmering og prosjektering, bygging og bruk. Resultatet av kostnadsberegningene kan brukes til vurdering av alternative investeringer, for eksempel ved valg mellom alternative hovedutforminger eller detaljutforminger, valg mellom alternative materialer, komponenter og systemer, ombygginger, påbygg eller tilbygg og ved forbedret eller endret drift.

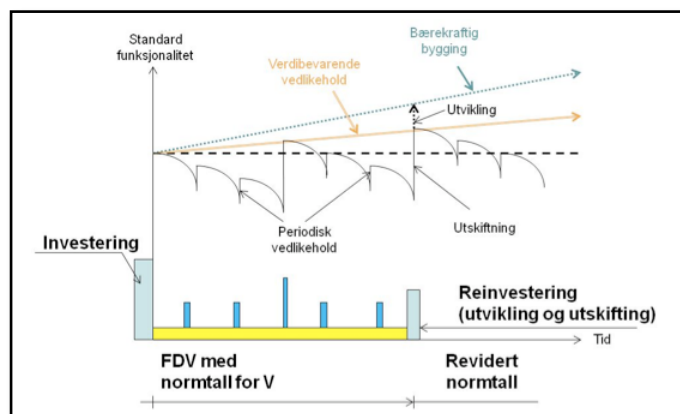
Det er igangsatt et revisjonsarbeid av standarden NS 3454 Livsløpskostnader fra år 2000. Revisjonsarbeidet har som ambisjon å samordne kontoplaner og kodestrukturer som i dag er etablert i ulike standarder og i ulike deler av FM-næringen. Enhetlige kontoplaner og strukturer er bl.a. nødvendige for å kunne utvikle erfaringsbanker og

LCC- betraktninger. Komiteen som nå reviderer NS 3454 skal tilpasse den nasjonale standarden til et nordisk klassifikasjonssystem som er noe utvidet i forhold til dagens system i NS 3454. Videre skal komiteen se om NS 3454 lar seg tilpasse til standarden prEN 15221-4 Taxonomy. Revisjonen kan medføre at antall bruksområder for NS 3454 kan utvides til å gjelde for eksempel sammenlikning av kostnader (benchmarking) og kostnadsføring. Samt at antall konti utvides slik at strukturen for eksempel blir:

NR:	KONTI:
1.	Kapitalkostnader
2.	Forvaltningskostnader
3.	Driftskostnader
4.	Vedlikehold
5.	Utviklingskostnader
6.	Forsyningskostnader
7.	Renholdskostnader
8.	Servicekostnader – vertskapstjenester
9.	Servicekostnader – kjernevirksomhetstjenester (mot virksomheten)

Tabell 7, Rev. NS 3454- Eksempel konti strukturen <sup>4</sup>

Multiconsult AS ved Svein Bjørberg gav i sin presentasjon: “Livssyklus kostnader (NS 3454) Standardens bakgrunn og utvikling”<sup>52</sup> forklaring på et annet moment i standarden NS 3454 nemlig ny modell for livssyklus kostnader. Den nye modellen tar hensyn til bærekraftig bygging, det vil si utvikling av standard og funksjonalitet over tid. Den nye figuren tar høyde for at bygninger vil gjennomgå ombygninger/ utskiftninger, da med ulik frekvens. Figuren er vist under.



Figur 3-10, Modell livssyklus kostnader, Multiconsult AS - Svein Bjørberg<sup>52</sup>

Den norske standardiseringskomiteen SN/K 511 Livssyklus kostnader for byggverk skal revidere NS 3454: 2000 Livssyklus kostnader for byggverk - Prinsipper og struktur. Komiteen, som ledes av daglig leder i NBEF Thomas Førland, tar sikte på å sende ut revidert standard på høring i 2010. Revidert utgave av standarden NS 3454 er planlagt tilgjengelig for byggenæringen i løpet av våren 2011.

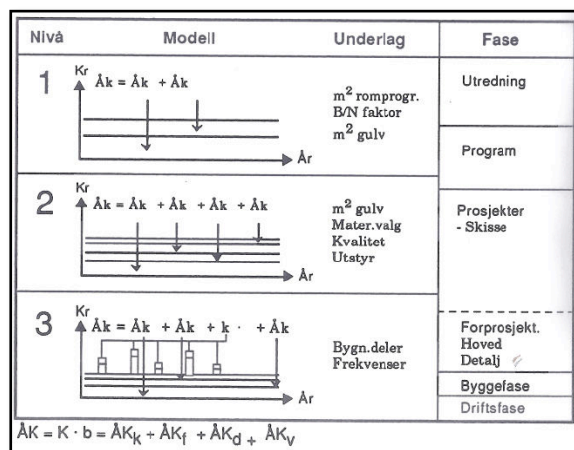
### 3.3.3 Beregningsanvisning for bygninger

Økonomistyring er en sentral del av eiendomsforvaltningens oppgaver i både privat og offentlig sektor. Kalkyler gjøres på flere nivåer avhengig av hvilken fase av prosjektet en befinner seg i. Det skal under presenteres 3 ulike nivåer for årskostnadsberegninger.

Ved en beregning av årskostnader vil detaljeringsgrad og informasjon som er tilgjengelig, være bestemmende. Hovedprinsippet for nivå på beregning av årskostnader er tilsvarende detaljeringsgrad som en benytter ved beregning av prosjektkostnaden/

investeringskostnaden. Svein Bjørberg et al. beskrev i 1993 i boken: "Beregningsanvisning for bygninger" at underlagets detaljeringsgrad kan deles i tre nivåer, mens fasene kan deles i fem hovedfaser hvorav prosjekteringsfasen igjen kan underdeles.<sup>53</sup>

Det er definert 3 ulike nivåer for årskostnadsberegninger. Disse er gitt en utvidet presisjon i 2003 i Bjørbergs "Livssyklus kostnader for bygninger"<sup>54</sup>. Se figur under:



$\dot{A}k$  = årskostnaden  
 $\dot{A}k_k$  = årskostnadene til kapital  
 $\dot{A}k_f$  = årskostnadene til forvaltning  
 $\dot{A}k_d$  = årskostnadene til drift  
 $\dot{A}k_v$  = årskostnadene til vedlikehold  
 K = levetidskostnaden  
 b = annuitetsfaktoren

Figur 3-11, Beregningsmodeller Nivå 1-3 relatert til fase i byggeprosessen<sup>53</sup>

### Beregningsmodell Nivå 1 - Grovtallsnivå

(Fase: utredning og program)

Målsetting: Få en grov størrelsesorden på levetidskostnader og derved årskostnader for prosjektet. Resultater kan benyttes som input ved en investeringsanalyse og for boliger kan en finne størrelsen på kostnadene.

Presisering: Dette nivå brukes helt innledningsvis, dvs. en vet stort sett bare hva som skal bygges, brutto areal etc. På basis av anslått entreprisekostnad kan total FDV-kostnad anslås. Nivå 1 blir nå lite brukt fordi man har fått bedre nøkkeltall på tosiffer nivå iht. kontooppstillingen i NS 3454. Investeringsanslaget og FDV-anslaget vil til sammen gi antatt levetidskostnad. For å få årskostnaden legges antatt levetidskostnad ut som annuitet med vedtatt tidshorisont og kalkylerente.

### Beregningsmodell Nivå 2 - Nøkkeltallsnivå

(Fase: program og skisseprosjekt)

Målsetting: På dette kalkylenivået søker en å finne prosjektløsninger som ligger innenfor de rammer som er fastlagt i utredningsfasen. Endelig fastsettelse av kostnader bør gjøres på grunnlag av skisseprosjektkalkyler, samt omforming til budsjetter for ulike ansvarsområder.

Presisering: Benyttes også innledningsvis, men en bør vite litt mer om kvalitet, materialbruk, omfang av tekniske anlegg, energiløsninger etc. Dette gir grunnlag for tosiffernivå på FDVU-kostnadene. Nivå 2 gir et godt bilde av framtidig FDVU-kostnad. Nøkkeltall på tosiffer nivå finnes tilgjengelig fra flere kilder. Noen store byggforvaltere opererer med egne nøkkeltall, mens andre benytter de som finnes tilgjengelig. Sammen med FDVU-tallene må investeringskostnaden tas med over en vedtatt tidshorisont og kalkylerente for å få den totale årskostnaden.

### Beregningsmodell Nivå 3 - Bygningsdelsnivå.

(Fase: hovedprosjekt, detaljprosjekt, byggefase og driftsfase)



Målsetting: Hensikten med årskostnadsberegninger i denne fasen er å kontrollere beregningene i tidligere faser, samt finne og vurdere alternative løsninger for å bedre prosjektets totaløkonomi på kort og lang sikt.

Presisering: Dette er det mest detaljerte nivået hvor alle mengder etc. er kjent. Benyttes i prosjektering, bygging og drift. Kalkylen forutsetter at hver bygningsdel har kjent investering, frekvenser for levetid og vedlikehold. For ressursforbruk kalkuleres som for nivå 2 eller basert på grundig energianalyse etc. Nivå 3 gir et detaljert bilde av konsekvensene av investeringen totalt og for de enkelte bygningsdeler spesielt. Når mengdeberegningen er delt opp på en driftsmessig god måte (etasjer, avsnitt, bygninger etc.), får man et forventet kostnadsbilde over tid, dvs. et FDVU- budsjett.

Behov for informasjon for å gjennomføre beregninger er ulik for de forskjellige beregningsnivåene som vist i tabellen under:

Beregningsmodell, nødvendig informasjon om prosjektet:		
Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Lokalisering	Lokalisering	Konstruksjoner, materialer og installasjoner må i hovedsak være fastlagt
Byggkategori/ krav til bygningfunksjon	Byggkategori Skisser og arealer	Mengdeopplysninger for de ulike bygningsdeler må være målbare i kalkyleunderlaget
Arealstørrelse	Byggeprogram med spesifisert teknisk standard og hovedsystemvalg	Relativt sikre og detaljerte prisopplysninger må være tilgjengelige
Kalkylerente		Kalkylerente og brukstid må være fastlagt
Brukstid	Kalkylerente og brukstid (som ved utredning/ programmering)	Intervaller for periodisk vedlikehold/ utskiftinger Driftsorganisasjonens størrelse Energibehovet

Tabell 8, Nødvendig informasjon for beregningsmodell 1-3<sup>53</sup>

### 3.3.4 Verktøy for beregning og analyse av LCC

Prosjektet 14305-Nøkkeltall, verktøy og metodeverk for beregning av livsløpskostnader og prosjekt 14310-livssyklus-kostnader som en del av beslutningsgrunnlag i tidlig fase av byggeprosjektet har utarbeidet rapporten "Bedre Bygg Billigere"<sup>30</sup>. Rapporten beskriver at det ble gjennom en undersøkelse spurt 3000 firmaer i byggenæringen om kunnskaper om LCC. Det viser seg at 1/3 av de spurte firmaer ikke kjenner til begrepet i det hele tatt. De firmaene som kjente til begrepet trekker fram at LCC vurderinger er nyttig for å velge kvalitativt gode og bærekraftige løsninger i et helhetsperspektiv. Det viser seg at byggherrer vanligvis ikke etterspør LCC analyser og at det ikke blir honorert. Prosjektet har undersøkt tilgjengelige verktøy og ved prosjektets start ble det kun funnet ett utbredt verktøy i Norge på beregning av livssyklus-kostnader for byggebransjen. LCProfit er et Excel-baset verktøy utarbeidet av Statsbygg, programmet er lastet ned av totalt 1000 brukere. LCProfit gir ikke mulighet for å gjøre vurderinger av ulike alternativer opp mot hverandre. Et utklipp fra Statsbyggs LCProfit brukerveiledning: "Årskostnadsanalyse Beskrivelse og brukerveiledning for beregningsmodellen"<sup>55</sup> fra 2003 er følgende beskrevet:

På det tidspunkt hvor husleien beregnes og kontrakt inngås har man liten detaljkunnskap om bygningens utforming og løsninger. Årskostnadene beregnes derfor på grunnlag av grove erfaringstall fra andre prosjekter. Det er derfor på et senere tidspunkt under prosjekteringen nødvendig for Statsbygg å kontrollere av om husleien er kostnadsdekkende i forhold til de faktiske årskostnadene, og om vi ligger an til å tjene eller tape penger på prosjektet. **Dette er faktisk viktigere enn om den fastsatte kostnadsrammen holder, og avgjørende for om Statsbygg kan overleve som selvfinansiert eiendomsselskap på lengre sikt.**

Statsbyggs brukerveiledning oppgir at hovedformålet med LCProfit er å beregne grunnlaget for husleien og ikke nødvendigvis finne de mest optimale løsningene.

Prosjektet konkluderer i "Bedre Bygg Billigere"<sup>30</sup> med at byggebransjen i Norge har behov for brukervennlige verktøy som støtter beslutningsprosessen ved å velge mellom ulike alternativer og ikke bare finne laveste årskostnad for de valgene som allerede er tatt. Som del av prosjektet har Holte Byggsafe utviklet et program som heter "LCCA FREE". Holte Byggsafe har i den siste tiden videreutviklet programmet og vil i 2010 kunne tilby programmet "Versus" for analyse og beregning av livssyklus kostnader.

Det er en pågående utvikling for å etablere verktøy for LCC vurderinger. Statsbygg skal videreutvikle LCProfit og det nye programmet som heter LCCWEB og vil være tilgjengelig fra 2010/2011. Norconsult Informasjonssystemer AS tilbyr programmet ISY Calcus for blant annet tidligfasevurderinger.

### 3.4 BygningsInformasjonsModellering – BIM

BIM er et begrep som omfatter en kombinasjon av framgangsmåter, prosesser og teknologier som til sammen utgjør en metodikk for å håndtere en bygnings design og informasjon gjennom dens livsløp i et digitalt format.<sup>56, 57</sup>

Med BIM-teknologi kan man konstruere en nøyaktig digital modell av en bygning. Når modellen er ferdig skal den ideelt inneholde presis informasjon om geometri og relevante data som trengs for å gjennomføre konstruksjon, fabrikasjon og innkjøp. Med andre ord skal modellen inneholde all den informasjonen som trengs for å realisere et byggeprosjekt. Eastman oppsummer at BIM teknologi er<sup>58</sup>:

Digital,

Romlig (3D),

Målbar (Kvantifiserbar, dimensjonerbar, spørbar),

Forståelig (Design ment for å omforene og kommunisere, bygningsytelse, gjennomførbarhet, inneholder sekvensielle og økonomiske aspekter ved metoder og ressurser),

Tilgjengelig (For hele bygg- og anleggsbransjen gjennom et interoperabelt og intuitivt grensesnitt) og

Varig (Brukbar gjennom alle faser i prosjekters livssyklus).

I følge Eastman kan man si at en bygningsinformasjonsmodell skal inneholde<sup>58</sup>:

- Bygningsdelene skal være representert i modellen som intelligente digitale objekter som "vet" hva de er og som det kan tilknyttes en grafisk representasjon, dataattributter og parametriske regler.
- Modellen skal inneholde komponenter med data som beskriver komponentenes egenskaper. For eksempel skal en vegg kunne gis en brannklasse eller en u-verdi. Dette skal senere kunne brukes i analyser eller i andre deler av arbeidsprosessen.
- En endring av en komponents egenskaper skal være gjeldende i alle visninger av komponentene automatisk.

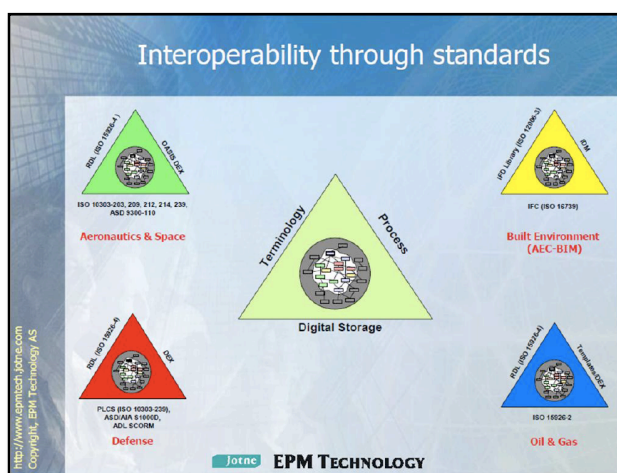
- Data skal samordnes slik at alle visninger av modellen inneholder de samme data. En oppdatering gjort i en visning skal automatisk bli gjeldende i alle andre visninger.

I innledningen ble IAI og buildingSMART samt BIM trekanten presentert og vil i dette kapittelet beskrives nærmere.

Statsbygg har i BIM maunal - Versjon 1.1<sup>15</sup> vist BIM trekanten som er laget av Jotne EPM Technology. Figuren viser hvordan de tre sidene i BIM-trekanten har klare paralleller i andre bransjer enn BAE. Det er vist andre bransjer som olje/gass, romfart, forsvar og flyindustri.

Det er mulig å bygge de tre elementene "Lagringsformat", "Terminologi", og "Prosess" på åpne, internasjonale standarder og spesifikasjoner. buildingSMART har utarbeidet:

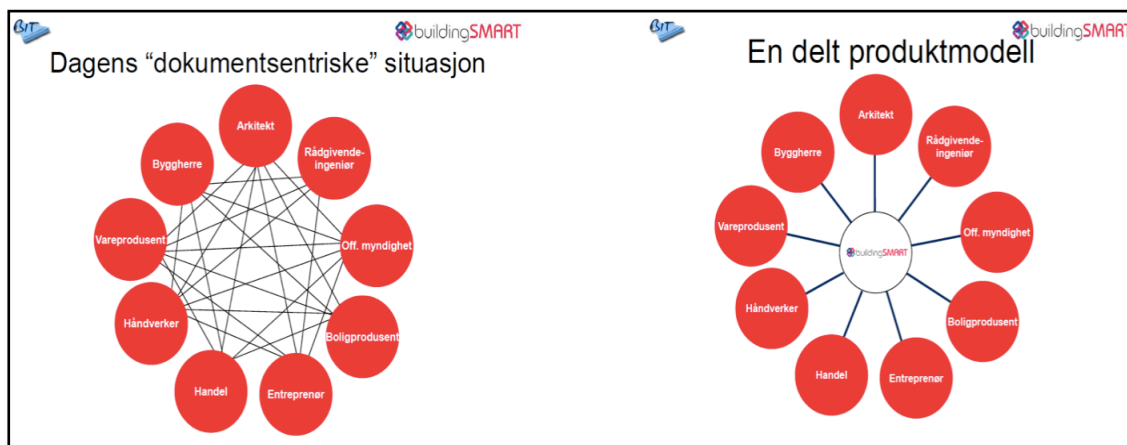
- Et omforent lagringsformat: IFC - Industry Foundation Classes
- En standard for terminologi: IFD - International Framework for Dictionaries
- Kobling av BIM til relevante forretningsprosesser: IDM - Information Delivery Manual



Figur 3-12, "BIM-TREKANTEN" MED LAGRINGSSTANDARD-TERMINOLOGI-PROSESS<sup>15</sup>

Når man over tid får de tre grunnelementene for åpen BIM=IFC+IFD+IDM på plass, er det tanken å kunne bruke dette for å "bygge smart".

I 1995 ble organisasjonen International Alliance for Interoperability (IAI) stiftet. Den har til hensikt å bedre informasjonsutvekslingen mellom ulike programmer i byggebransjen. Etterhvert som programvarene har utviklet seg, har man sett behovet for å kunne bruke informasjonene flere ganger. Informasjonsflyten mellom de ulike aktørene kan gå på kryss og tvers, men med en felles BIM og et felles utvekslingsformat vil man kunne få en bedre og en mer effektiv prosess. Figurene under laget av buildingSmart gir et godt bilde på utviklingen.



Figur 3-13, Informasjonsflyt med og uten felles utvekslingsformat

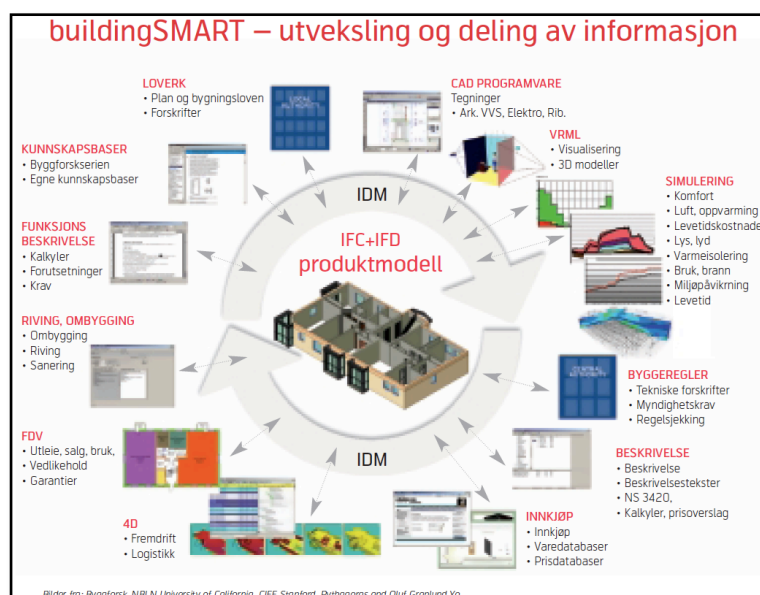
For å bruke den samme informasjonen flere ganger kreves det at ulike program kan kommunisere med hverandre. Det vil si at applikasjoner som støtter denne typen teknologi, kan nytte seg av informasjon som er lagt inn i et annet program. IFC muliggjør informasjonsutveksling mellom ulike aktører i alle faser i byggeprosessen og hele bygningens levetid uavhengig av anvendte systemer og applikasjoner.

buildingSMART er et merkenavn som ble etablert i 2005. buildingSMART er i prinsippet firedelt: en idé - effektiv informasjonsflyt er nøkkelen for å utnytte mulighetene som ligger i moderne IKT, et sett standarder - standarder som muliggjør effektiv informasjons-logistikk, en organisasjon - buildingSMART International som er ansvarlig for å fremme og forvalte standardene og til sist prosjekter - arenaer hvor standardene brukes.

IAI Forum Norge ble stiftet i 1997 og i 2008 skiftet organisasjonen navn til buildingSMART Norge. Organisasjonen er en non-profit, medlemsturt organisasjon med 60 medlemmer. Strategiplanen til for 2010 – 2011<sup>59</sup> har nedfelt følgende målsetninger:

- Utvikle og vedlikeholde åpne internasjonale standarder for digital modellering av byggverk (OpenBIM).
- Sikre at buildingSMART-standardene blir implementert i programvare og tatt i bruk i alle deler av norsk byggenæring og i offentlig forvaltning.
- Identifisere og løse problemer som hindrer en bred implementering av buildingSMART-standardene.
- Sikre at det blir utviklet og satt i drift felleskomponenter som er nødvendig for en buildingSMART-basert IKT-arkitektur.
- Utvide buildingSMART-teknologien og prosessene til å omfatte hele det bygde miljø, i hele dets levetid og innen ledelse, produksjon, drift og vedlikehold.

Figuren under viser hvordan buildingSMART konseptet er tenkt. Figuren viser hvordan standardene er ment å fungere i en BIM prosess. IFC er standarden for hvordan en BIM skal utformes. IDM, illustrert med piler i figuren, handler i følge Didrik Haug om hvilke aktører som skal levere hvilken informasjon i IFC modellen til hvem av de andre aktørene og når det skal skje.

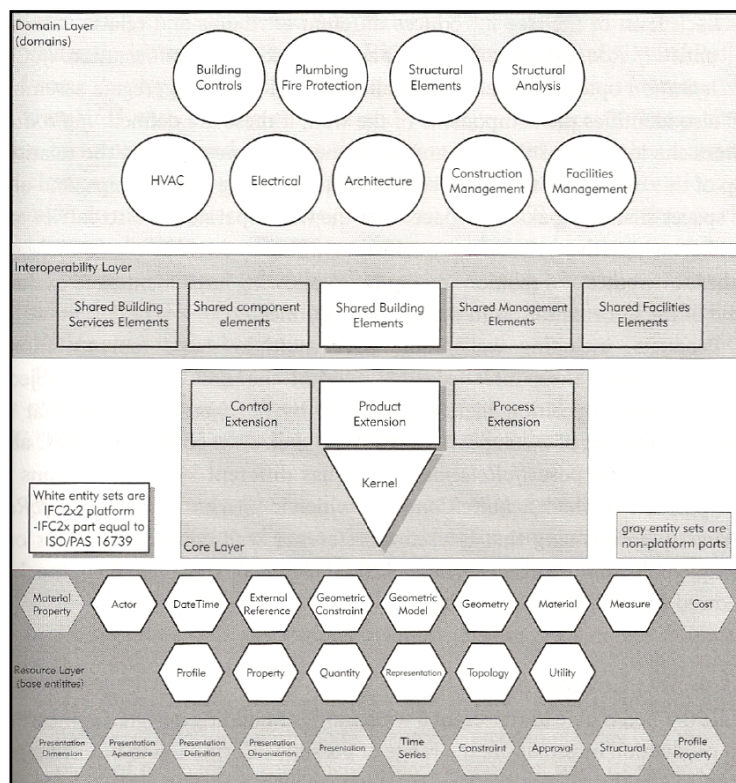


Figur 3-14, Illustrasjon av konseptet buildingSMART<sup>60</sup>

### 3.4.1 IFC Industry Foundation Classes, lagringsformater

IFC er forkortelsen for Industry Foundation Classes og er en datamodell for bygningsprodukter<sup>58</sup>.

IFC modellen representerer både fysiske objekter som dører, vegger og møbler samt mer abstrakte konsepter som planer, aktiviteter og områder som går under fellesbetegnelsen entiteter. Alle entiteter kan ha et antall egenskaper som navn, geometri, materialer, relasjoner som kalles attributter.



Figur 3-15, Beskrivelse av IFC Skjema<sup>58</sup>

Ordforklaringer:

Resours Layer:  
- Ressurslaget

Core Layer:  
- Kjernelag

Interoperability Layer:  
- Interoperabilitetslag

Domain Layer  
- Domene lag

Entitet =  
Et unikt IFC objekt

Attributter =  
Egenskaper eller kjennetegn ved et IFC objekt

Lachmi Khemlani fra AECbytes beskriver IFC Skjema som følger<sup>61</sup>:

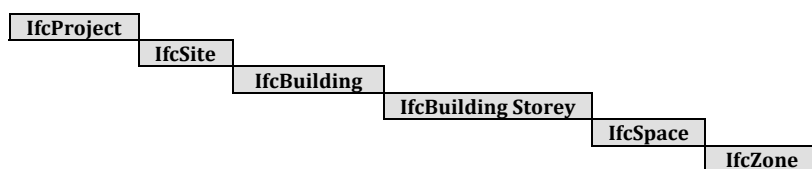
Ressurslaget er det nederste laget i modellen og inneholder kategorier av entiteter som representerer grunnleggende egenskaper som geometri, materialer, kvantitet, mål, dato og tid, kostnad osv. Dette er generiske egenskaper som ikke er spesifikt for bygninger. I praksis består laget av ressurslagklasser som benyttes for å definere egenskaper til entiteter i de øvrige lagene.

Kjernelaget inneholder entiteter som representerer generelle konsepter som ikke er unike for byggebransjen. Kjernelaget styrer klassene objekt, egenskaper og avhengigheter som alle de andre øvre lagene bygger på. Kjernelaget består av kjernen og kjerneutvidelsene. Kjernen "Kernel" definerer kjernekonsepter som aktør, gruppe, prosess, produkt, relasjon osv. Kjerneutvidelsen består av kontroll, produkt og prosess.

Interoperabilitetslaget inneholder objekter som deles av flere fag. Hovedobjekter i bygninger som vegger, tak, bjelker, søyler og trapper tilhører ikke et bestemt fag og settes da i "Shared Building Elements". På samme måte har man "Shared Building Services Elements" skjema som inneholder egenskaper for lyd, VVS dimensjonering, "Shared Facilities Elements" skjema, osv.

Domenelaget er IFC-modellens øverste lag og inneholder entitetdefinisjoner for fagspesifikke domener som arkitektur, konstruksjonsteknikk, brannteknikk, produksjonsstyring, VVS, elektro og fasilitetsstyring.

Statsbygg stiller gjennom BIM manualen<sup>15</sup> krav til IFC-data som for eksempel til ARK-modellen i forprosjektet. Det stilles krav til de romlige elementbeholdere som vist i figuren under. IFC-formatet legger grunnlaget for oppbygging og identifisering av prosjektet. Dette bygges opp etter reglene i IFC og får da sin bestemte GUID. Denne beholdes gjennom hele prosjektets levetid og er nøkkelen i all videre opplasting og nedlasting av hele eller deler av modellen.



Figur 3-16, IFC-treet PropertySet som knyttes til IfcProject

## IFC-data i forprosjektmodellen:

### *IfcProject*

Innhold: Name, Description, Object type, Phase, ConstructionMode, BuildingPermitId (rammesøknad) og GrossAreaPlanned

### *IfcSite*

Innhold: Name, BuildableArea (disponibelt areal innenfor byggegrensen), TotalArea (tomtas totale areal), BuildingHeightLimit (Reguleringsplanens byggehøyde)

### *IfcBuilding*

Innhold: Name, MainFireUse (byggningsbrannklasse), SprinklerProtectionAutomatic, OccupancyType, GrossAreaPlanned, NetAreaPlanned, NumberOfStoreys

### *IfcBuilding Storey*

Innhold: Name (etasjenavn), Description (for eksempel bibliotek + tilleggsfunksjoner), Composit type, EntranceLevel, AboveGround, SprinklerProtectionAutomatic

### *IfcSpace*

Innhold: Name (rom program nummer), Long name (romnavn), Composit type, Internal/External, PubliclyAccessible, HandicapAccessible, FireExit, SprinklerProtectionAutomatic.

### *IfcZone*

Innhold: Name (branncelle) – gruppere spacer som ligger innenfor en branncelle,

## De bygnigselementerne som det må gis informasjon om er:

### *IfcWall*

Innhold: Name (bare med angivelse av materialtype), AcousticRating, FireRating, IsExternal (True or false – må slås på i ArciCAD), ThermalTransmittance (Yttervegger), Compartmentation (branncellebegrensende vegg – true/false)

### *IfcWindow*

Innhold: Name (innervindu, yttervindu eller annet), AcousticRating, FireRating, IsExternal (True or false – må slås på i ArciCAD), ThermalTransmittance (Yttervinduer),

#### *IfcOpening*

Innhold: Name (åpning i murverk), IsExternal (True or false – må slås på i ArciCAD),

#### *IfcDoor*

Innhold: Name (innerdør, ytterdør eller annet), AcousticRating, FireRating, IsExternal (True or false – må slås på i ArciCAD), HandicapAccessible, FireExit (Dører fra branncelle til rømningsvei og dører i rømningsvei), ThermalTransmittance (Ytterdører)

#### *IfcSlab*

Innhold: Name (dekke/himling), ThermalTransmittance (Yttertak)

#### *IfcBeam*

Innhold: Name (resten angir RIB),

#### *IfcColumns*

Innhold: Name (resten angir RIB)

#### *IfcStair*

Innhold: Name (Trapp + nr.), Type (ihht ifc-standarden) IfcStairTypeEnum; NumerOfRiser, NumberOfTreads, RiserHeight, TreadLength, IsExternal (True or false – må slås på i ArciCAD), HandicapAccessible, FireExit,

#### *Distribution Elements*

Innhold: Name (Toalett, servant), Discription (for eksempel vegghengt klosettskål)

### 3.4.2 IFD International Framework for Dictionaries, terminologistandard

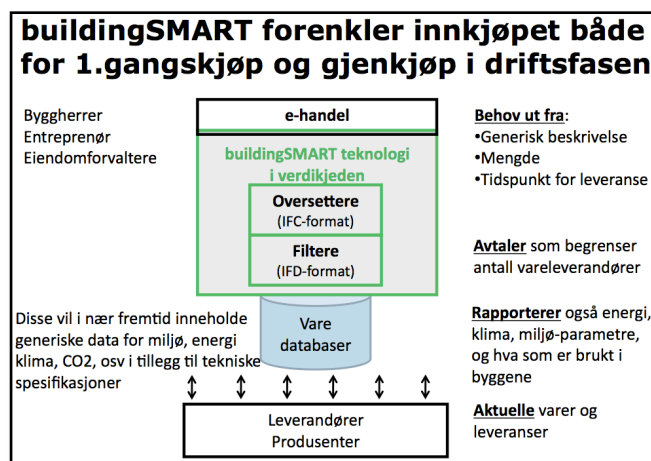
IFD står for International Framework for Dictionaries som omfatter standardisert terminologi for byggfagene. IFD gjør at de begreper som benyttes i BIM-en éntydig blir forstått og presist beskriver det man ønsker å uttrykke. For dette formålet finnes IFD Library som er bygd opp basert på ISO 12006-3-standarden for referansebiblioteker<sup>62</sup>.

Ved hjelp av IFD kan man knytte IFC- elementene opp mot eksterne databaser som Sintef Byggforsk, Norsk Byggtjeneste AS/ Norsk Byggevarerbase NOBB, Norske Rørgrossisters Forening NRFs Databaser, Elektroforeningen EFO. Norsk Byggtjeneste, EFO og NRF har gått sammen om å utvikle en felles kommunikasjonsplattform for de tre produktbasene EFObasen, NRF-basen og NOBB-basen. "IFD SignOn" er inngangsportal til bygg- og anleggsbransjens produkter og kan ifølge prosjektleder Morten Berger tilby 1,1 millioner produkter med grunndata og 67000 stk FDV-dokumenter<sup>63</sup>.

For å kunne identifisere all informasjonen i BIM har man utviklet GUID. GUID er et internasjonalt identifiseringsnummer som knyttes opp mot informasjonen i IFD Library. Forskjellig informasjon får forskjellig GUID. Dette gjør at BIM kan gjenkjenne informasjonen uansett hvilken programvare eller språk man jobber på og enkelt knytte denne informasjonen opp i mot BIM.

Byggevarerene er grunnsteinene i alle bygg og er de objekter som også må legges inn i bygningsinformasjonsmodellene.

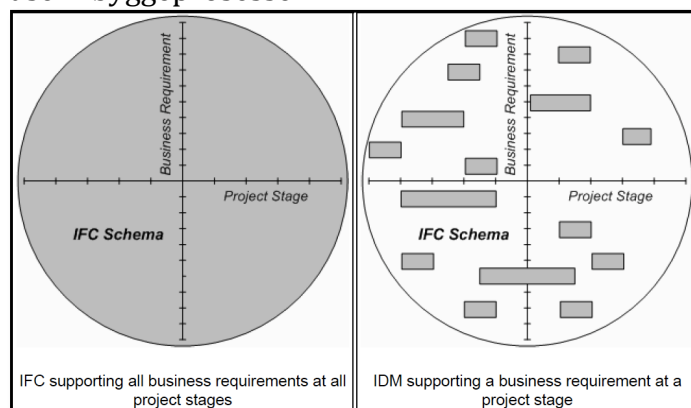
Forsvarsbygg, Innovasjon Norge og Norsk Byggtjeneste AS inngikk den 28. mai 2008 en OFU-kontrakt med mål om å utvikle en kommunikasjonsplattform som gjør det mulig for Forsvarsbygg å etablere en e-handelsportal som håndterer de merkantile prosessene både i bygge- og driftsfasen. Kommunikasjonsplattformen sørger for koblinger mellom varedatabaser, bygningsinformasjonsmodeller og e-handelsløsninger. Plattformen er en viktig komponent i utviklingen av buildingSMART-teknologien. Gjennom OFU-kontrakten ønsker en å utvikle løsninger som både kan berike og lese data fra en bygningsinformasjonsmodell. Arkitekter, rådgivende ingeniører og entreprenører må endre og effektivisere sine arbeidsprosesser for på denne måten å kunne lage bestillings-underlag av materialister for hele bygg. Løsningen innebærer at de merkantile prosessene kan gjøres lokalt og bidrar til å forenkle innkjøpet både for førstegangskjøp og ved senere gjenkjøp i driftsfasen<sup>64</sup>.



Figur 3-17, e-handel i Forsvarsbygg<sup>65</sup>

### 3.4.3 IDM Information Delivery Manual, forretningsprosesser

IDM står for Information Delivery Manual og er en avgrenset del av IFC som skal hjelpe til med utvekslingen av relevante IFC-data. IDM bestemmer hvilken informasjon som skal utveksles i de enkelte situasjonene. Hvis all informasjon man trenger er tilgjengelig og pålitelig, vil også byggeprosessen tjene på dette. IFC er utviklet til å støtte alle prosesser gjennom alle byggefasetene. Dette er relevant når all informasjon i BIM skal utveksles. Det normale i en byggeprosess er at man utveksler den relevante informasjonen til en enkelt prosess. IDM skal utveksle informasjon til en enkelt prosess over en eller flere faser i byggeprosessen<sup>66</sup>.

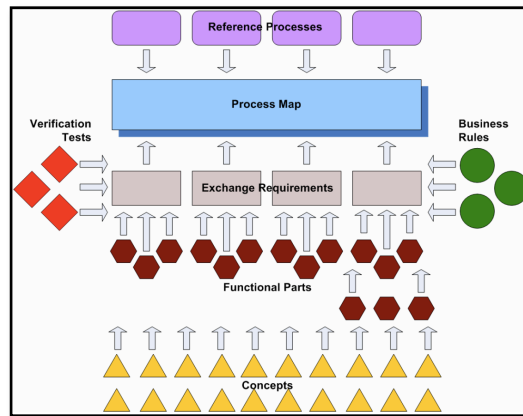


Figur 3-18, Illustrerer bruken av IDM<sup>66</sup>

Figuren over viser prinsippet til en IDM hvor man har hele IFC filen som er full av informasjon til venstre og en IDM til høyre hvor man ønsker å hente spesifikk informasjon til støtte for en enkelt prosess ved å trekke ut den relevante informasjonen.

Den tekniske arkitekturen over IDM viser hvordan de forskjellige komponentene i IDM henger sammen, se figuren under.





Figur 3-19, Teknisk arkitektur for IDM<sup>66</sup>

Teknisk arkitektur for IDM er forklart nærmere i "Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods"<sup>66</sup>.

**Reference Processes** er referanseprosess og er en avgrenset aktivitet i prosesskartet.

**Process Map** kan oversettes med prosesskart og beskriver utviklingen av informasjon for aktiviteter og beslutninger gjennom prosjektets livstid. Hvert prosesskart identifiserer kravene til informasjonsutveksling og definerer roller i prosjektet. Hver prosess er knyttet opp mot en fase i en valgt referanseprosess.

**Exchange Requirement** er utvekslingskrav som er den informasjonen man trenger for å utføre en enkelt aktivitet på et spesifikt punkt i prosjektet. Utvekslingskrav er ment å gi ikke- teknisk informasjon om kravene. Mange aktiviteter kan ha de samme utvekslingskravene.

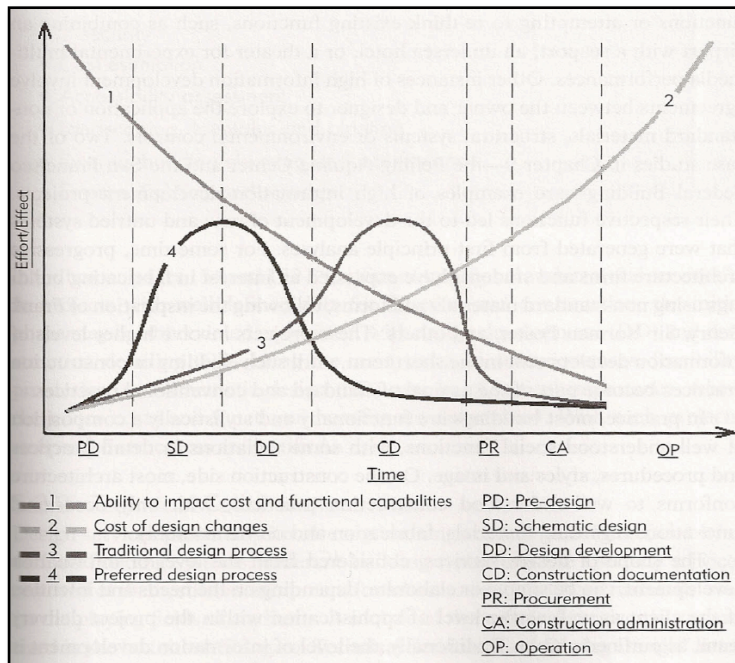
**Funksjonal Parts** er funksjonelle deler som er den tekniske beskrivelsen av utvekslingskravene. Disse gjør det mulig for dataprogrammet å hente inn den informasjonen som er relevant for den enkelte aktivitet.

**Business Rules** beskriver operasjoner, definisjoner og begrensninger som er påført informasjon som skal benyttes i en prosess

**Verification Tests** er tester som blir gjort på de forskjellige softwareprogrammene som skal støtte Exchange Requirements.

#### 3.4.4 Hvorfor bruke BIM?

"Byggherrens prosjektstyringsnøkkel" er som tidligere beskrevet en modell for hvordan byggherrer kan organisere sine styringsredskaper. Byggeprosjekt faseinndeles i 7 faser nemlig: 1) utrede behov og muligheter, 2) vurdere gjennomføringsstrategi, 3) programutvikling, 4) forprosjekt, 5) detaljprosjekt, 6) utførelse og 7) FDVU/ FM fasen. Eastman viser i BIM Handbook<sup>58</sup> en figur over investeringskostnader og påvirkningsmuligheter i et tiltak og hvordan BIM vil påvirke prosessen. Byggeprosjektet er delt i 7 faser på tidslinjen fra PD: Skissedesign til OP: Drift, se figur under.



Figur 3-20, Foretrukket prosjekteringsprosess (CURT 2007)<sup>58</sup>

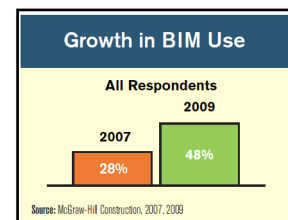
Ordforklaringer:

- 1: Mulighet til å påvirke kostnad og funksjonalitet
- 2: Kostnader som følge av design endringer
- 3: Tradisjonell designprosess
- 4: Foretrukket designprosess

- PD: Skissedesign
- SD: Foreløpig design, realisering av skissedesign
- DD: Detaljert design
- CD: Detaljerte planer for produksjon
- PR: Kontrahering
- CA: Prosjektoppfølgning
- OP: Drift

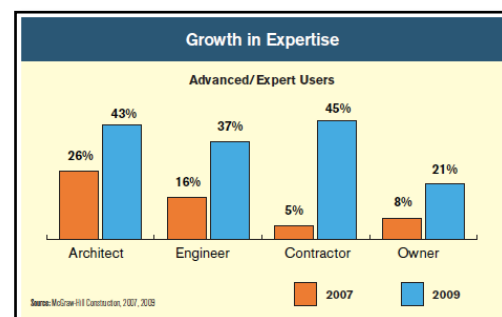
Figuren viser sammenheng mellom påvirkningsmulighet og kostnader. I prosjektets tidligste faser vil påvirkningsmulighetene være størst. Dette henger naturlig sammen med at prosjektets detaljfang enda er begrenset. Muligheten for å kunne foreta endringer uten at dette får store konsekvenser er også størst i de tidligste fasene. Figuren over viser hvordan en byggeprosess ved bruk av BIM som hjelpemiddel vil kunne føre til at man på et tidligere tidspunkt vil ha informasjon tilgjengelig slik at beslutninger kan tas på et bedre grunnlag. Sammenlignet med en tradisjonell prosess ser man at den tilgjengelige informasjonen som skal danne grunnlag for beslutninger, kommer på et senere tidspunkt. Figuren viser tydelig fordelene med bruk av BIM og tidligfasens viktighet.

Undersøkelser gjort av McGraw Hill<sup>6</sup> viser at nesten 50% av aktørene i arkitekt-, ingeniør- og bygningsindustrien (AEC-industry) i Nord-Amerika bruker BIM. Alle brukere ønsker økt bruk av BIM i fremtiden og et stort flertall av brukerne forventer økonomiske fordeler ved bruk av BIM. Figuren "Økning i bruk av BIM" viser at det har skjedd en vekst i antall BIM-brukere i Nord-Amerika i perioden 2007 til 2009. BIM er fortsatt i vekst og trenden er at det vil bli flere brukere som mestrer IT-verktøy og softwareleverandører utvikler stadig verktøyet.



Figur 3-21, Økning i bruk av BIM<sup>6</sup>

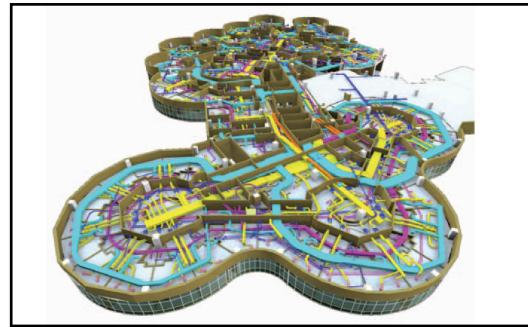
På tross av nedgangstider i USA ble det i undersøkelsen funnet at 2/3 av BIM-brukere så at det var økonomisk gevinst ved å investere i BIM. 87% av ekspertbrukerne opplever positiv gevinst ved bruk av BIM. 93% av BIM-brukere antar det er potensiale for å øke økonomisk gevinst i fremtiden ved bruk av BIM. BIM gir økonomisk gevinst fordi man ikke trenger å gjøre arbeidet flere ganger. BIM øker produktiviteten i arbeidet og reduserer konflikter og forandringer i byggeprosessen. Bruk av BIM gir effektiv tidsbruk og gir økonomiske gevinster.



Figur 3-22 Erfaringer med bruk av BIM i AEC næringslivet<sup>6</sup>

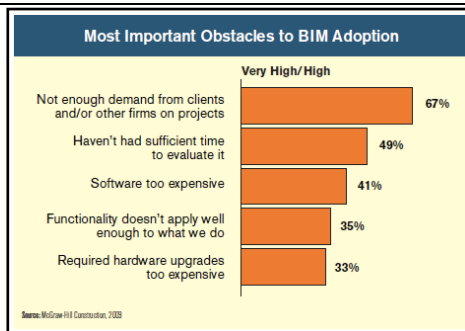
McGraw Hill<sup>6</sup> har undersøkt utviklingen og erfaringer ved bruk av BIM i BAE-næringen i Nord-Amerika sett i forhold til de forskjellige rollene, se figur under. BAE- næringen har utviklet kunnskap og erfaring om BIM i løpet av de to siste år. Det viser seg at entreprenørene har økt sin kunnskap og erfaring mest i denne perioden. Fra 2007 til 2009 er andelen brukere av BIM på ekspert nivå økt fra 5 - 45% for entreprenørene og er blitt like stor som hos arkitektene som er på 43%.

Det 102 år gamle firmaet PCL Construction fra Denver i Colorado bruker BIM i byggeprosjekter og bygger nå byggene to ganger<sup>2</sup>. En gang i den virtuelle verden og en gang i virkeligheten. Det handler nå om å bruke god tid i planleggingsfasen og mindre tid på å "slukke branner" i byggeperioden. PCL ser store fordeler ved bruk av BIM fordi de oppdager prosjekteringsfeil ved kollisjonstester i en tidlig fase noe som reduserer kostnadene i stor grad. Målet er å eliminere minst 90 % av prosjekteringsfeilene før de når byggeplass. PCL ser BIM som et konkuransefortrinn og de vinner kontrakter grunnet bruk av BIM, dette spesielt fordi utbyggere får et bedre innblikk i prosjekteringsfasen. Figuren over viser PCLs virtuelle modell av byggeprosjektet Memorial Hospital i Colorado.

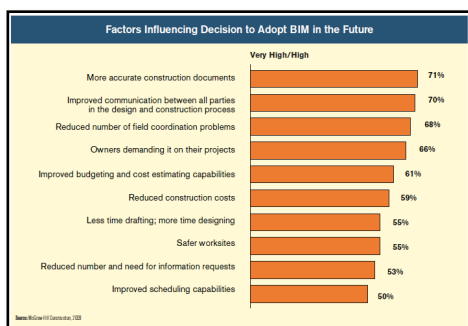


Figur 3-23, Modell av Memorial Hospital Colorado<sup>2</sup>

Undersøkelser gjort av McGraw Hill<sup>6</sup> viser de største barrierene og de største fordeler for å ta i bruk BIM i byggeprosjektene i framtiden. Figurene under lister hovedargumentene i undersøkelsen.



- For liten etterspørsel etter BIM fra kunden
- Ikke nok tid til å evaluere BIM
- Software er for dyrt
- Ser ikke nytteverdien
- For dyrt å oppgradere hardware

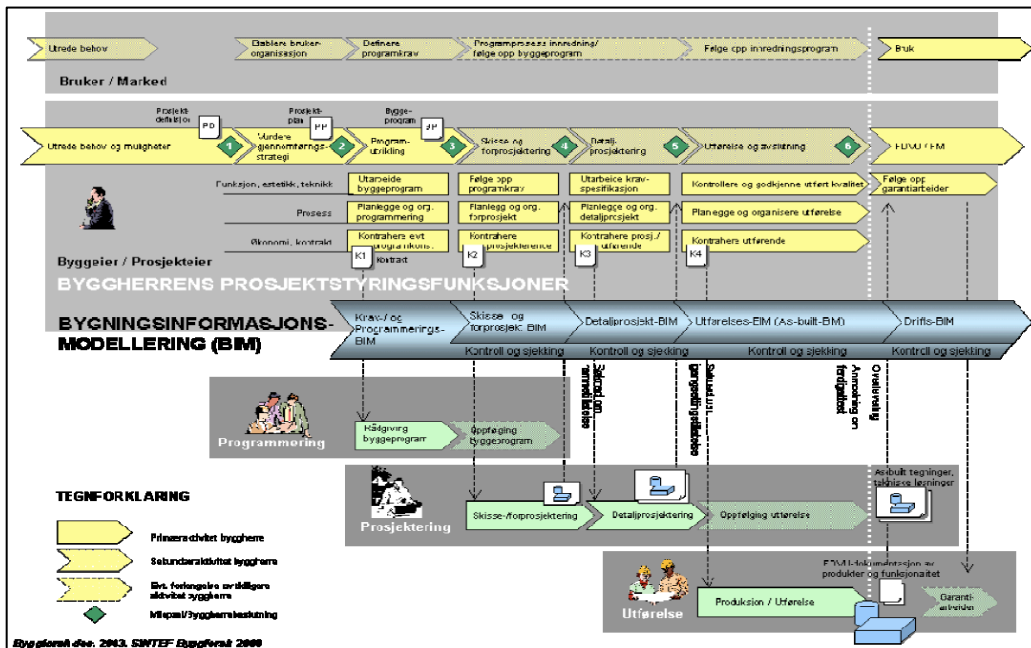


- Mer presise byggebeskrivelser
- Forbedret kommunikasjon mellom aktører i byggeprosjektet
- Forbedret operativt samarbeid
- Byggherre krever bruk av BIM i prosjekter
- Forbedret budsjettering og kostnadsestimering
- Reduserte byggekostnader
- Mindre tid på tegninger, mer tid til design
- Tryggere byggeplasser
- Redusert informasjonsbehov
- Forbedret tids- og ressursplanlegging

Figur 3-24, Fordeler og barrierer med implementering av BIM<sup>6</sup>

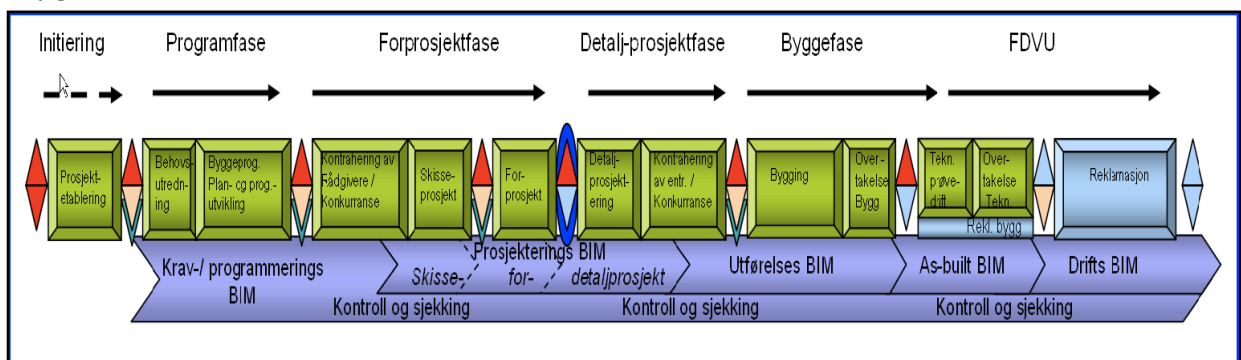
### 3.4.5 BIM i byggherrens styringssystemer

SINTEF Byggforsk har på oppdrag fra buildingSMART med støtte fra Byggekostnadsprogrammet og Innovasjon Norge utarbeidet en oppdragsrapport i forbindelse med buildingSMART prosjektet "Endrede Forretningsprosesser". Oppdragsrapporten heter "buildingSMART Endrede forretningsprosesser"<sup>26</sup> og har fokus på endringer i "samhandlingsgrensesnitt" samt hvilke muligheter og utfordringer slike endringer setter. Det er i rapporten beskrevet endrede foretningsprosesser i aktør-, prosess- og produkt/objektperspektiv. Rapporten viser en figur for hvordan man i et byggherreperspektiv kan se bygningsinformasjonsmodellene i forhold til de tradisjonelle prosjektstyringsfunksjonene.



Figur 3-25, Byggherrens prosjektstyringsmodell med bruk av BIM<sup>26</sup>

I løpet av 2010 skal BIM benyttes som hovedregel i alle Statsbyggs bygg og byggeprosesser<sup>11</sup>. Statsbygg benytter en prosessmodell som vil bli brukt som kart over den samlede prosessen fra ide til forvaltning og drift. Den detaljerte oppdelingen skyldes Statsbyggs ønske om å vise oppgaver, milepæler og leveranser i prosjektets utvikling. BIMen bygges opp fra Krav-BIM, ProsjekteringsBIM, UtførelsesBIM, As built-BIM og FDVU-BIM.



Figur 3-26, BIM Prosessmodell, <sup>15</sup>

Krav til bruk av BIM får konsekvenser også for metode for beregning og analyse av LCC. Ved å sette krav til bruk av BIM så langt det er mulig medfører det at informasjon skal kunne utveksles via IFC.

### 3.4.6 Bruk av dRofus

dRofus<sup>34</sup> er et program som skal brukes til å spesifisere krav og funksjoner til rom, seksjoner og avdelinger i en bygning. Programmet fokuserer på planlegging av hva som må være til stede for at brukeren skal få sine behov dekket med tanke på funksjoner og utstyr. Nosyko AS står bak programmet som har vært i bruk siden 1992. Fra programmet kan man generere rapporter for romoversikt, standardrom og rommaler, oversikt over utstyr, kostnadskalkyler, prioritet og ansvarsgruppe. dRofus støtter eksport av artikler i henhold til NS 3459 for kalkyler i andre programmer.

Programmet skal gi muligheten for gjenbruk av maler og standardiserte løsninger innad i prosjektet og mellom prosjekter. I programmet jobber man opp mot en kontinuerlig oppdatert database som er tilgjengelig via internett for alle relevante parter. Programmet logger endringer som blir dokumentert og kan spores.

#### *Eksportering av informasjon til MS-Excel og MS-Word*

Følgende data kan eksporteres til Excel: Romfunksjonsprogram, Funksjonsprogram, Artikkelspesifikasjoner, Utstyr i rom, Rombehandlingskjemaer for rom, Alle lister i programmet. På samme måte som lister kan eksporteres til Excel kan de også eksporteres til tabeller i MS-Word.

#### *Import fra MS Excel*

Rom, romfunksjonsstruktur og romkjerneinformasjon kan importeres fra Excel til dRofus. For at importen skal fungere må Excel-arket følge en viss struktur. På samme måte som rom kan importeres kan også lister med artikler importeres til dRofus. Dette kan være hensiktsmessig når det er mange nye artikler som skal opprettes.

#### *Eksportering til XML*

Rapportene framstilles på bakgrunn av XML, slik at alle data som er i rapportene også vil kunne hentes ut i XML format. XML egner seg for importering til andre datasystemer.

#### *Eksport til NS 3459*

dRofus støtter eksport av artikler til NS 3459<sup>67</sup>. Eksporter kan benyttes i programmer som G-PROG og Focus Anbud. Eksporten egner seg best hvis man benytter muligheten for NS 3420 koding av artikler.

#### *Om IFC og eksportering til IFC*

dRofus kan eksportere en del nøkkeldata som kan brukes til import i andre programmer og til konsistensjekker med andre data i byggeprosjektet. Data som eksporteres fra dRofus, skal kunne brukes med alle programmer som støtter IFC.

Det mest spennende bruksområdet for slike sjekker er kontroll og oppdatering av plandata i dRofus mot tegninger i CAD i løpet av prosjekteringsperioden. Dette kan omfatte kontroll av at rom er tegnet ut, at prosjektert areal i dRofus er oppdatert mot det som er tegnet og at utstyr som skal tegnes er i overensstemmelse med planen. dRofus kan importere data fra IFC-filer (STEP part 21 format) og utføre slike kontroller og oppdateringer.

#### *Bruk av dRofus i Statsbygg*

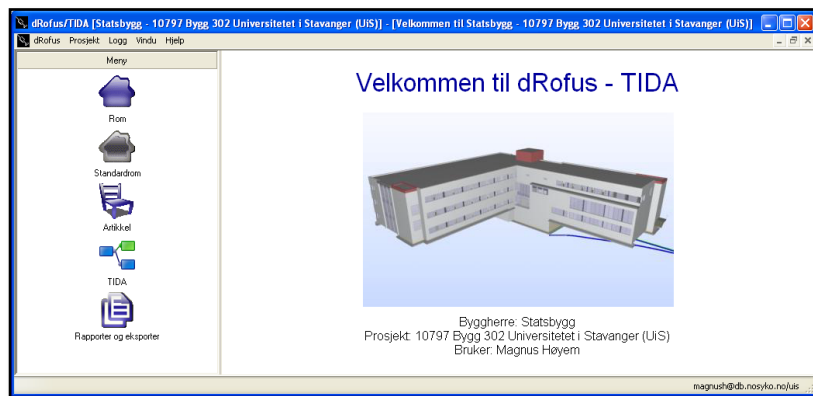
Statsbygg<sup>15</sup> innførte i 2009 kravdatabasen dRofus som benyttes til å registrere og ajourholde de programkrav som inngår i "produktene" a, b, og c.

Statsbyggs vanlige "produkter" i programfasen er:

- a) I de aller fleste tilfeller et romprogram med programkrav til rom/arealer med angitt funksjon og programmert areal (nettoareal for angitt funksjon).
- b) Ofte et funksjonsprogram som resultat av en gjennomført funksjonsanalyse, som angir krav til funksjonelle sammenhenger, herunder nærhetskrav, sambruk, kommunikasjon mv.
- c) I de aller fleste tilfeller byggeprogram som samler romprogram og funksjonsprogram sammen med faglige teknisk/ funksjonelle krav til bygget på ulike nivåer (overordnet, pr hovedfunksjon, del funksjon, romgruppe, rom, byggutstyr, FDV-krav mv) – normalt strukturert etter NS 3451 Bygningsdelstabellen.

Denne databasen er i stand til å eksportere Krav-BIM i IFC-format (inklusive romobjekter – IfcSpace – med Romfunksjonsnr), importere ProsjekteringsBIM i IFC-format fra de prosjekterendes CAD/DAK-systemer og foreta sammenligninger av en del forhold mellom Krav-BIM og ProsjekteringsBIM. Det er et mål at programfasen normalt skal avsluttes med Statsbyggs leveranse av en Krav-BIM i IFC-format og at denne inngår som forutsetning ved oppstart prosjektering.

dRofus er benyttet ved programmering av prosjekt Universitetet i Stavanger.

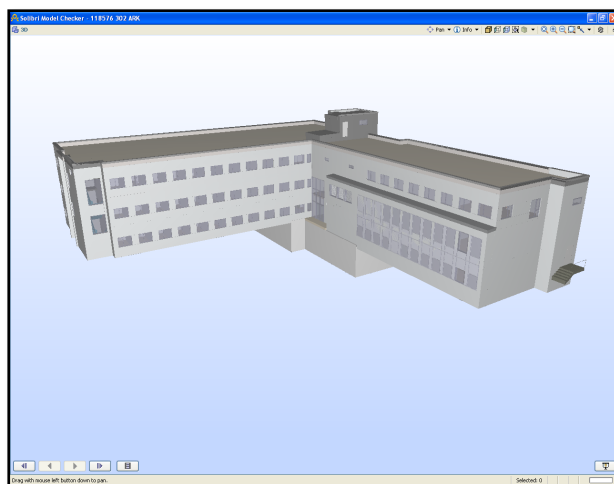


Figur 3-27, Valgmeny for UiS Bygg 302, dRofus – TIDA

Undersøkelse i Kapittel 4 vil beskrive anvendelse av programmet dRofus relatert til case Universitetet i Stavanger.

### 3.4.7 Verktøy for analyse av IFC-modeller

Solibri Model Checker er et visualiseringsprogram som kan analysere IFC-modeller for dataintegritet, kvalitet og fysisk sikkerhet. I programmet kan man visualisere den prosjekterte bygningen med "walk-in" funksjonalitet. Programmet scanner modellen og viser potensielle feil og svakheter i design. Programmet kan vise bygningskomponenter som kolliderer. Med Solibri Model Checker kan det kontrolleres at modellen av bygningen overholder bygningskodene og organisasjonens regler.



Figur 3-28, UiS bygg 302, Solibri Modell Checker

### 3.4.8 Nye verktøy for vurdering av livssyklus kostnader

Prosjektet "LCC for byggverk"<sup>68</sup> ble etablert i regi av Nordisk Industrifond og målet for prosjektet var å implementere en felles LCC-metode for de nordiske land. Det forutsettes at metoden dekker et felles behov og lett kan tilpasses nasjonale forhold. Følgende hovedmål kan listes opp:

- Tilpasning av LCC-metoden til nasjonale forhold og implementere den i egen bransje.
- Utvikle IT-verktøy
- Utvikle database for nøkkeltall og system for innsamling
- Etablere et fast nettverk for videreutvikling av fagområdet

Prosjektet anbefalte at det ble utviklet IT-verktøy for LCC-vurderinger som skal kunne brukes i daglig prosjektering og bygging. Selve utarbeidelsen av verktøyet bør overlates til rådgivere og dataleverandører som kan integrere LCC i Facilities Management programmer.

Byggekostnadsprogrammet så på LCC i Prosjektet "Bedre Bygg Billigere"<sup>30</sup>. Prosjektet hadde som mål å utvikle nye verktøy for beregning av livssyklus kostnader.

Hovedleveransen fra prosjektet var verktøyet LCCA FREE samt en håndbok<sup>69</sup> som gir innføring i bruk av LCC-analyser. Programmet har vært tilgjengelig siden 2008 og har dannet en plattform for alle som vil lage denne type verktøy og kommunisere via IFC. Holte Prosjekt har videreutviklet programmet under det nye programnavnet Versus.

Statsbygg gjennomførte en anbudskonkurranse for videreutvikling av beregningsprogrammet LCProfit. LCProfit består av en Excelfil med beregningsmodellen og en brukermanual. I anbudets "Kravspesifikasjonen LCC dokumentsystem"<sup>70</sup> stilles krav til teknisk plattform og integrasjonsmuligheter i det nye programmet. Statsbygg krever at løsningen baseres på bruk av åpne standarder, ref rapporten "Bruk av åpne IT-standarder og åpen kildekode i offentlig sektor" som er utarbeidet av en arbeidsgruppe nedsatt av Moderniseringsdepartementet. Det skal legges til rette for bruk av åpne standarder i grensesnittet mot andre relevante prosesser og tilhørende IT-systemer. Relevante prosesser kan være programmering, prosjektering og forvaltningsplaner.

Det i Statsbygg krav til at den åpne BIM-standarder IFC skal benyttes i prosjekteringsoppdrag, og løsningen må derfor støtte import/eksport basert på IFC (eller ifcXML). Det vil si at relevant informasjon må kunne hentes "der de skapes" og når

beslutninger fattes gjennom LCC-analyser må informasjonen kunne skrives tilbake til prosesser/verktøy der det har konsekvenser.

*LCProfit er under utvikling, LCC WEB er framtiden*

LCProfit er navnet på beregningsmodellen som i dag kan lastes ned fra Internett, se hjemmesiden [www.lcprofit.com](http://www.lcprofit.com).

LCProfit er under utvikling etter krav fra Statsbygg og Forsvarsbygg og LCCWEB er navnet på det nye programmet. LCCWEB bygger på LCProfit og det vil komme krav om at programmet skal benyttes i byggeprosjekter i regi av Statsbygg og Forsvarsbygg. Figuren under viser forsiden av programmet LCCWEB ([www.lccweb.no](http://www.lccweb.no)) og gir en oversikt over de mange modulene som finnes i programmet.



Figur 3-29 LCCWEB Nytt LCC – beregningsprogram<sup>28</sup>

### 3.4.9 Nye verktøy for fasilitetsstyring

Norsk standard beskriver utfordringen i forhold til fasilitetsstyring og bygningsinformasjonsmodellering som følger<sup>4</sup>: Utfordringen er å få til samhandling mellom planleggerne av nye bygg og ombygginger og driftsfasens aktører. Det er viktig å ta fasilitetsstyrerne med i programmerings- og planprosessen for å videreføre intensjonen med byggverkene til driftsfasen. Sentralt i en slik samhandling ligger BIM. Informasjon kan flyte fra planleggerne til drifterne og vice versa basert på objektrelatering. Ved utvikling av fasilitetsstyringsstandarder og tilhørende klassifikasjonsstandarder bør denne form for kommunikasjon tas hensyn til.

I dag finnes få FM Systemer på markedet som kan importere informasjon fra en IFC-modell. De systemene som finnes på markedet i dag er i følge BIM Handbook<sup>58</sup>:

- 1) ActiveFacility ([www.activefacility.com](http://www.activefacility.com))
- 2) ArchiFM ([www.graphisoft.co.uk/products/archifm](http://www.graphisoft.co.uk/products/archifm))
- 3) Autodesk® FM Desktop™ ([www.autodesk.com](http://www.autodesk.com))
- 4) ONUMA Planning System™ ([www.onuma.com/products/OnumaPlanningSystem.php](http://www.onuma.com/products/OnumaPlanningSystem.php))
- 5) Vizelia suite of FACILITY management products ([www.vizelia.com](http://www.vizelia.com))

Ingen av disse FM systemene er aktive i Norge. De 10 mest vanlige FM systemer i bruk i Norge per juli 2008 er listet opp av Gissingen<sup>71</sup>, se tabell under.



Leverandør	Kilde	Aktiv i Norge	DV	Arealforvaltning	Økonomi
Facility Management AS	FDV	JA	X		
Curo Tech AS	FDV	JA	X		
Itema AS	FDV	JA	X		
NOIS AS	FDV	JA	X	X	
Datec Norge AS	FDV	JA	X	X	
5D Systemkonsulent AB	FDV	JA	X		X
Lydia AS	FDV	JA	X	X	
Plania AS	FDV	JA	X	X	
REPAB AB	FDV	JA	X		X
Uni Pluss AS	FDV	JA	X		X

Tabell 9, FM-system leverandører 2008<sup>71</sup>

### 3.5 FDVU-BIM

I avsnittet om "BIM i byggherrens styringssystemer" er "Byggherrens prosjektstyringsmodell" og Statsbyggs "BIM Prosessmodell" vist.

Statsbygg sier i BIM Manualen at: "For Statsbyggs del tror vi effektene av BIM vil bli større jo flere prosesser vi kan ta dette i bruk for og ønsker å benytte BIM allerede i de tidlige planleggingsprosessene, dvs plan- og programmering, via prosjektering og bygging fram til vi kan levere en As built-BIM til forvaltning. Deretter ser vi for oss at relevante deler av BIM ajourholdes i FM-prosessene gjennom hele byggverkets levetid – dvs en "fra unnfangelse til reinkarnasjon"-tankegang med henhold til bruk av BIM".

#### 3.5.1 Grunnlaget for en FDVU-BIM

Statsbygg sier i BIM Manualen<sup>15</sup> at: "Gjennom byggingen er det aktuelt å berike BIM med reell produktinformasjon fra entreprenør/leverandør (fabrikat, type, lenke til monteringsanvisning, produktdatablad, HMS-datablad, DV-instruks, miljødeklarasjon osv). Entreprenør innhenter produktinformasjon for sine tilbudte produkter via e-handelssystemer og varedatabaser som bruker IFD-koder (IFD-GUID-er). Det kan være flere måter å "fange" denne informasjonen på – enten direkte inn i en "beriket BIM" som egenskapsinformasjon ved objekter eller via registreringsmodul inn mot egnet database/server. Når bygget er ferdig er det et mål at selve bygget og As built-BIM skal være så like som mulig når forvalter overtar."

Det vil si at ved byggeprosjektets ferdigstillelse leveres en As built-BIM fra utførende entreprenør/leverandør til bruk i Statsbyggs bygg og eiendomsforvaltning. Statsbygg ser for seg at relevante deler av BIM ajourholdes i FM-prosessene. I henhold til BIM-prosessen kalles BIM i driftsfasen for "Drifts BIM". Det blir i denne oppgaven brukt FDVU-BIM om BIM til bruk i FM-prosessene

#### 3.5.2 Fra UtførelsesBIM via As built-BIM til FDVU-BIM

BIM Manualen sier videre at: "Gjennom FDVU-prosessene vil det være en lang rekke muligheter til å bruke og ytterligere berike BIMen, f.eks holde orden på utleiearealer, planlegge (og simulere) brannrømning, visualisere status på komponenter (f.eks spjeld) i automasjons-/SD-anlegg, planlegge investeringer, renhold, vedlikehold, utskiftninger mv, registrere hendelser (feilretting, branttilløp, tagging, innbrudd, fuktskader osv), registrere resultater fra tilstandsanalyser, registrere kulturminnestatus, planlegge og følge opp miljøsanering osv, basert på informasjon i BIM-en, og oppdatering av denne via egnet brukergrensesnitt for forvalter (f.eks PDA/smartphone, DV-applikasjon osv)."

### 3.6 FDVU-ansvaret og de ulike rollene i byggeprosjekt

Haugen beskriver hovedrollene i bygg- og eiendomsforvaltning<sup>72</sup> som eier, forvalter og bruker. Figur 3.6 "Ulike nivåer i eiendomsadministrasjon" er tidligere vist i avsnitt 3.2.3. Figuren viser eiendomsadministrasjon inndelt i 3 nivåer. Strategiske oppgaver dreier seg om langsiktig planlegging og utarbeidelse av strategier for utvikling av eiendomsporteføljen og supportfunksjoner i forhold til virksomhetens overordnede strategi og målsetning. Taktiske oppgaver omfatter planlegging av konkrete endringer i eiendomsporteføljen og supportfunksjoner. De operative oppgavene omfatter den daglige driften av eiendommene og supportfunksjonene.

De ulike aktørene eier, bruker og forvalter vil ha ulike hovedinteresser og målsetninger<sup>73</sup>:

Eiers og dermed eiendomsforvaltningens hovedinteresse vil primært være å ivareta bygningsmassens verdi, å få riktig avkastning på investert kapital der dette er aktuelt, at lover og forskrifter overholdes og å legge til rette for å få gjennomført eventuelle politiske mål. Brukers hovedinteresse vil være å til enhver tid ha tilstrekkelig med egnede lokaler, at innemiljøet er tilfredsstillende, at de tekniske installasjonene fungerer, at lokalene ser pene ut, dvs. at overflater innvendig og utvendig er bra vedlikeholdt, at BEF- og servicetjenester er lett tilgjengelig, at det er riktig pris på arealer og tjenester og at bygget gir god totaløkonomi.

Rollen som FDVU-ansvarlig i byggeprosjekt dreier seg om å ivareta eier, forvalter og brukers interesser sett opp mot nivåsorteringen strategisk, taktisk og operativt nivå i byggeprosjektet.

Etter forskrift om godkjenning for ansvarsrett finnes følgende roller i et byggeprosjekt: eier, byggherre, byggeleder, prosjekterende, kontrollerende, utførende og leverandør<sup>45</sup>. Disse rollene er beskrevet nærmere i kapittel 1.

Etter Byggherreforskriften skal byggherren sørge for at det utarbeides dokumentasjon for bygningen eller anlegget, se kapittel 3.2, noe som naturlig tillegges FDVU-ansvarlig i byggeprosjektet.

Basert på "FDVU-dokumentasjon for bygninger: veiledning for eiendomsforvaltere, byggherrer, tiltakshavere og rådgivere"<sup>45</sup> kan man si at FDVU-ansvarlig må:

FDVU-ansvarlig i eier rollen må utarbeide FDVU-program, fastsette rammer for klassifikasjonssystemet i byggeprosjektet samt stille krav til dokumentasjon fra byggherreorganisasjonen.

FDVU-ansvarlig i byggherrerrollen må utarbeide retningslinjer for klassifikasjonssystem for dokumentasjon og fysisk merking i byggeprosessen, utarbeide kravspesifikasjon for prosjekterende, utførende og leverandør med utgangspunkt i FDVU-program, definere forutsetninger for årskostnadsberegninger, kontrahere FDVU-ytelser, framskaffe juridiske dokumenter og være ansvarlig for at dokumentasjon blir kontrollert og å bestemme hvem som skal utføre kontrollen.

FDVU-ansvarlig i byggelederrollen skal følge opp framdrift i dokumentasjonsarbeidet og være ansvarlig for mottak og kontroll av dokumentasjon samt implementering av dokumentasjon hos driftsorganisasjonen.

FDVU-ansvarlig i rollen som prosjekterende skal utvikle og detaljere klassifikasjons-system for prosjektet, oppdatere og levere tegninger ”som bygget”, utføre årskostnadsberegninger etter byggherrens anvisning, utarbeide dokumentasjon i henhold til kravspesifikasjon og å lære driftspersonalet å bruke dokumentasjonen.

FDVU-ansvarlig i rollen som kontrollerende skal organisere faglig kontroll av dokumentasjon fra byggesaken, følge opp framdrift i dokumentasjonsarbeidet fram til overlevering, foreta sluttkontroll av dokumentasjonen og bistå ved implementering hos driftsorganisasjonen.

FDVU-ansvarlig i rollen som utførende leverandør skal registrere avvik i forhold til prosjekteringsgrunnlag, utarbeide og samle dokumentasjon og lære opp driftspersonell i bruk av anlegget.

Rollen som FDVU-ansvarlig i et byggeprosjekt er som vist over svært viktig for å ivareta myndighetskrav og FM-krav hos eier (hovedsakelig strategisk), forvalter rollen (taktisk/administrativ og noe operativ) og bruker (for det meste operativ).

Det skal i under ses på konsekvens for FDVU-ansvarlig i de ulike rollene: eier og byggherre ved å innføre BIM som produkt og prosess i byggeprosjektet.

FDVU-ansvarlig sitt oppfølgingsansvar i et byggeprosjekt er avhengig av rollen som skal oppfylles nemlig eier, byggherre, byggeleder, prosjekterende, kontrollerende, utførende og leverandør. Det skal ses nærmere på de prosesser som skal gjennomføres i et byggeprosjekt hvor BIM er benyttet som produkt og prosess. buildingSMART har i sitt prosjekt ”Endrede Forretningsprosesser” fått bistand fra Sintef for utarbeidelse av en oversikt over endrede foretningsprosesser ved BIM, se tabell under.

SINTEF		SINTEF Byggforsk						
Bygningsinformasjonsmodellering og endrede forretningsprosesser. Oversikt								
Aktører	Faser	Utredning	Programmering	Skisseprosjekt	Forprosjekt	Detaljprosjekt	Produksjon	Forvaltning og drift
Byggherre, investor, eiendomsutvikler		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utnytte bruk og gjenbruk av BIM. Kriever at byggherren kontraktfester leveransen og ansvaret, tar tilretteleggings og initieringskostnaden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Byggherren starter ”sjekking” av ulike forhold, og bygger opp programmerings BIM’en krav og kontrollgrunnlag.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beslutte valg av alternativ som skal utredes/prosjekteres videre, og brukes som grunnlag for forhåndskonferanse. Grunnlag for estimat/kalkyle.</li> <li>• Stadfeste (ev. etablere) prosjektets fellesmodell (på modellserver) som grunnlag for arkitekten og øvrige faglige aktørers arbeid.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Følge opp nødvendig detaljering fram til Søknad om rammetillatelse. Her vil man ønske å gjøre en kalkyle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekvirere ev. sette ut konkurranse om videreutvikling av detaljprosjekt-BIM. Her vil man gjøre et mer kvalitativt budsjett basert på mengdeuttak.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overføre BIM’en til videre bruk for de utførende.</li> <li>• Mottar Utførelses-BIM’en som AS- built-BIM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overføre AS-built-BIM som grunnlag for forvaltning og drift.</li> </ul>
Byggeier, forvalter, drifter		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfaringer fra FDV utredes og begrunnes som forutsetninger og krav.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FDV-erfaringene innarbeides i programmerings-BIM’en – input fra FDV-system.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulering av ulike drifts- og forvaltningssituasjoner.</li> <li>• Sjekke modellen mot FDV-krav på ulike stadier i prosjekteringsprosessen</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellere omdisponering og ”omprosjektering” av lokaler/deler av bygget.</li> <li>• Output til FDV-system</li> </ul>

Figur 3-30 BIM og endrede forretningsprosesser

## 4. Resultat

Dette kapittelet presenterer resultatene av fire intervjuer med sentrale aktører innen BIM arbeidet i Norge og tre undersøkelser knyttet til casestudien Universitetet i Stavanger.

### 4.1 Intervjuer vedrørende LCC-vurderinger i byggeprosjekter

Egne resultater fra intervjuene med Statsbygg, Forsvarsbygg, Pro Teknologi AS og Norconsult Informasjonssystemer AS følger nedenfor.

#### 4.1.1 Intervju 1: Statsbygg

Nedenfor gjengis godkjent intervju med Mai Anh Thi Lê fra Statsbygg avholdt 09.10.2009. Intervjuet ble gjennomført hos Statsbygg, Stensberg gate 25, Oslo. Lê fortalte innledningsvis litt generelt om organisasjonen. Internettsiden til Statsbygg, [www.statsbygg.no](http://www.statsbygg.no), ble vist. Intervjuet var et strukturert intervju med konkret intervjuguide og forberedte svar.

#### Spørsmål 1

Kjenner Statsbygg til om det finnes LCC beregningsprogrammer som støtter IFC og BIM i dag?

#### Svar

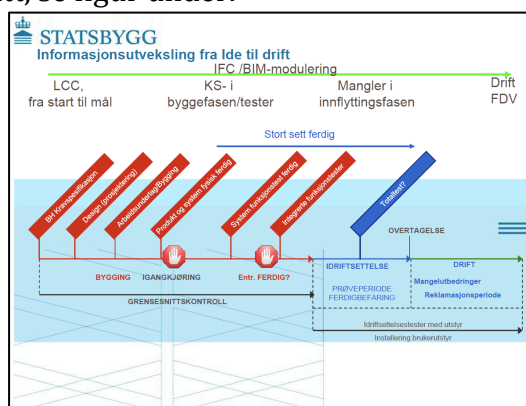
Statsbygg har som mål å videreutvikle Excel programmet LCProfit til et nytt web-basert program. Statsbygg i samarbeid med Forsvarsbygg har gjennomført en anbudskonkurranse der fem leverandører ga tilbud basert på en kravspesifikasjon til LCC dokumentsystem. Det ble i kravspesifikasjonen beskrevet at programmet måtte støtte import/eksport basert på IFC (eller ifcXML). De som ga tilbud og som leverte etter kravspesifikasjonen var firmaene: Rambøll, Bouvier, Integrate, Norconsult og Pro Teknologi AS. Statsbygg kjenner også til at Holte Prosjekt kan tilby programmer for beregninger og analyser av livssyklus kostnader. Pro Teknologi AS ble valgt i anbudskonkurransen og arbeider med utvikling av programmet LCCWEB.

#### Spørsmål 2

Vil Statsbygg kreve LCC-beregninger utført med et verktøy som støtter den åpne internasjonale standarden "Industry Foundation Classes" (IFC) og BIM i framtiden?

#### Svar

Ja, Statsbygg vil kreve dette. Informasjonsutveksling fra Ide til Drift med fokus på LCC i Statsbygg ble gjennomgått, se figur under.



Figur 4-1, Informasjonsutveksling fra Ide til Drift med IFC/ BIM<sup>27</sup>

#### Spørsmål 3

Vil Statsbygg kreve LCCWEB som verktøy i framtiden?

#### Svar

Ja. Statsbygg i samarbeid med Forsvarsbygg utvikler et nytt web basert program for beregning og analyse av livssyklus kostnader. Programmet heter i utviklingsfasen LCCWEB. Statsbygg vil kreve at programmet: LCCWEB benyttes i alle sammenhenger hvor det stilles krav til beregninger og analyser av livssyklus kostnader.

#### Spørsmål 4

Har Statsbygg gjennomført noen pilotprosjekter hvor overføring av informasjon fra BIM til et LCC-beregningsprogram er utprøvd?

## Svar

Nei, det er ikke utprøvd per dags dato.

## Spørsmål 5

Hvilke nye muligheter gir LCCWEB?

## Svar

LCCWEB er under utvikling. Brynjulf Skjulsvik fra Pro Teknologi AS holdt en presentasjon<sup>28</sup> på Bygg Reis Deg 2009 den 22. september 2009 hvor LCCWEB ble demonstrert. Presentasjonen er lagt ut på hjemmesiden til Norges Bygg- og Eiendomsforening (NBEF), se [www.nbef.no](http://www.nbef.no). Lå gjennomgikk mulighetene LCCWEB gir basert på denne presentasjonen.

Nye moduler og rapporter:

LCCWEB dekker de samme funksjoner som LCProfit i tillegg til en rekke nye moduler og rapporter. Tabellen under viser nye faser, moduler og rapporter i det nye programmet. Tabellen ble gjennomgått i tillegg kommenterte Lå at det i LCCWEB kommer en ny fase som kalles initieringsfasen. Tabellen viser hvilke faser, moduler og rapporter som er nye, se nye funksjoner som er uthevet i tabellen.

FASER, MODULER OG RAPPORTER		
FASER	MODULER	RAPPORTER
Programmering	Prosjektinformasjon	Forside
Skissefase	20 Forvaltning	FDV
Forprosjektfase	31 Lepende drift	Beregningsdetaljer
Detaljeringsprosjektfase	33 Energi	30 Drift
Reklamasjonsfase	34 Vann og avløp	40 Vedlikehold
Driftsfase	35 Avfall	Faktorer
	36 Vakt og sikring	Statistikk interne nøkkeltall
	37 Utendørs	Statistikk eksterne nøkkeltall
	50 Utvikling	Statistikk normaltall
	70 Virksomhetskostn.	Alternativsvurdering, 2 eller flere prosjekter
	Invest.kostn. Cash flow	Veldringer, kontaktinformasjon og hjelp
	CO2 regnskap	Adresselister
	Husleiemodul	
	Risikoanalyse	
	Energidokumentasjon	
	Driftsidsregistrering	

Tabell 10, Faser, moduler, rapporter i LCCWEB<sup>28</sup>

Tilgjengelig på Internet:

LCCWEB er et browserbasert verktøy tilgjengelig på Internet og krever ingen ekstra installasjon av programvare.

Nye arbeidsmetoder:

LCCWEB gir muligheten til å jobbe med flere prosjekter samtidig i samme database.

Intern nøkkeltallsdatabase:

LCCWEB gir muligheten til å generere egen intern nøkkeltallsdatabase for sammenligning av reelle prosjekter beregnet i verktøyet.

Bruk av åpne standarder:

LCCWEB tilbyr eksport av alle relevante data for eksempel til statistikkformål eller videre analyse via IFC/ BIM.

## Spørsmål 6

Hva er fordelene med å utvikle og ta i bruk LCCWEB?

## Svar

- Statsbygg stiller krav til at den åpne BIM standarden IFC skal benyttes i prosjekteringsoppdrag. LCCWEB løsningen støtter import/eksport basert på IFC (eller ifcXML)
- Synliggjør totale kostnader forbundet med en investering
- Muliggjør sammenligning av alternativer som grunnlag for å velge
- Beskriver hva som gir mest kostnadseffektiv balanse mellom kapital- og driftskostnader
- Beskriver hva som kan vinnes på driftssiden mot hvilken investering på kapitalsiden
- Få utarbeidet kostnadsrammer, FDVU-budsjetter
- Areal kostnader/ grunnlag for husleie, etablere nøkkeltall, avdekke forbedringsmuligheter, benchmarking etc
- I Lov om offentlige anskaffelser §6 stilles krav til LCC og miljø
- LCCWEB skal være forberedt for en tjenesteorientert arkitektur

### Spørsmål 7

Hvilke utfordringer står Statsbygg overfor når det gjelder innføring av LCCWEB?

#### Svar

- Få egne ansatte til å ta i bruk LCC og forstå nytten av dette.
- Bedre og mer sikre tall for levetider.
- Pålitelige beregningsresultater, især mht vedlikehold, utskifting og utvikling.
- Bedre opplæring av konsulenter.

### Spørsmål 8

LCCWEB henter informasjon fra en BIM. Hvem har ansvaret for å legge inn FDVU-data om produktene og bygningsdeler i en BIM?

#### Svar

Ansvar i byggeprosjekter er beskrevet gjennom kontrakter i hvert enkelt prosjekt. Ansvar er ikke endret i forhold til at BIM skal brukes som produkt og prosess. For prosjektering gjelder "Grønnboka - Statsbyggs generelle og spesielle kontraktsbestemmelser for prosjektering", mal godkjent 04.05.2009<sup>74</sup>. For entrepriser gjelder "Blåboka - Statsbyggs generelle og spesielle kontraktsbestemmelser for entrepriser basert på NS 8405", mal godkjent 11.05.2009<sup>75</sup> eventuelt "Blåboka - Statsbyggs generelle og spesielle kontraktsbestemmelser for entrepriser basert på NS 3430", mal godkjent 01.04.2009<sup>76</sup>.

### Spørsmål 9

I en LCC beregning brukes nøkkeltall. I LCCWEB er det en kobling til nøkkeltall gitt av NBEF.

Hvilke kvalitetskrav stilles til nøkkeltall?

Er det mulig å importere andre nøkkeltall, for eksempel fra Holte prosjekt, til LCCWEB?

#### Svar

I en LCC beregning brukes nøkkeltall fra Statsbygg egne Vedlikeholdsstatistikk. LCCWEB skal inneholde Statsbygg sine egne nøkkeltall. Pro Teknologi AS har gitt Statsbygg en opsjon på utvikling av LCCWEB slik at programmet kan kobles til nøkkeltall gitt av NBEF.

Kvalitetskrav som stilles til nøkkeltall er at de er godkjent av Statsbygg.

Ja, det er mulig å importere andre eksterne nøkkeltall til LCCWEB.

### Spørsmål 10

Levetider kan hentes fra Byggforsk. Hvilke krav stilles til levetider i LCCWEB?

### Svar

Levetid på produkter og komponenter vurderes i det enkelte tilfellet.

### Spørsmål 11

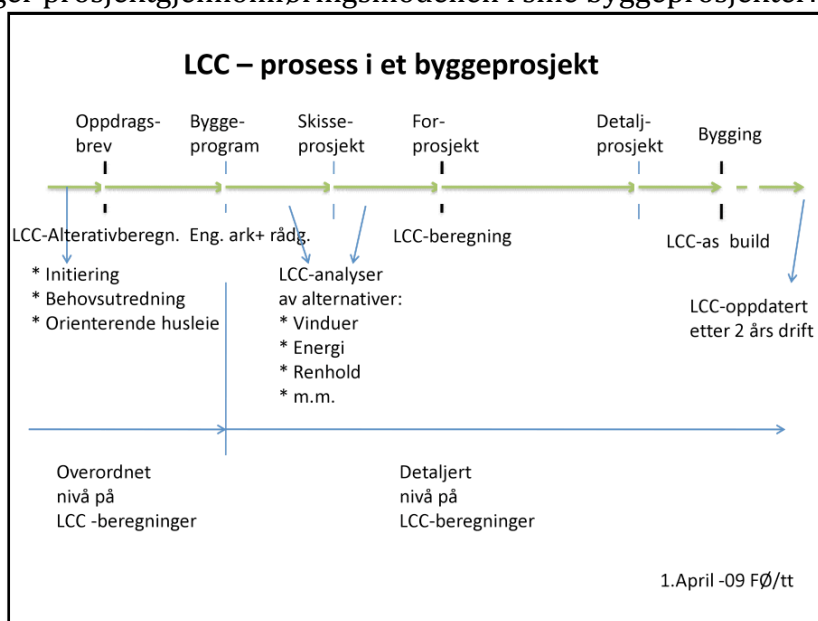
Hva krever Statsbygg av beregninger og analyser av livssyklus kostnader i prosjekteringsfasene:

Grad av detaljeringsnivå i skisseprosjekt, forprosjekt og detaljprosjekt?

### Svar

Gjeldende krav er under utarbeidelse og oppdatering.

Statsbygg følger prosjektgjennomføringsmodellen i sine byggeprosjekter:



Figur 4-2, Statsbygg. LCC prosess i byggeprosjekter<sup>77</sup>

### Spørsmål 12

Hva krever LCCWEB av informasjon fra IFC-modellen i de ulike fasene? Skisseprosjekt, forprosjekt og detaljprosjekt?

### Svar

- Geometriske data blir hentet fra BIM.
- Rom funksjoner blir hentet fra dRofus. dRofus er et program for å støtte arbeidsprosessen rundt funksjonsprogrammering, utstyrsplanlegging og prosjektering i komplekse byggeprosjekter.
- FDVU-data blir hentet fra ED/ erfaringsdata.

#### 4.1.2 Intervju 2: Forsvarsbygg

Nedenfor gjengis godkjent intervju med Asbjørn Lambertsen fra Forsvarsbygg avholdt 23.10.2009. Intervjuet ble gjennomført hos Forsvarsbygg, Grev Wedels plass 5, Oslo. Intervjuet var et strukturert intervju med konkret intervjuguide og forberedte svar.

### Spørsmål 1

Kjenner Forsvarsbygg til om det finnes LCC-beregningsprogrammer som støtter IFC og BIM i dag?

### **Svar**

Forsvarsbygg undersøkte i desember 2008 tilgjengelige programmer for beregning og analyse av livssyklus kostnader. Det ble ikke funnet programmer i markedet som støtter eksport/ import via IFC. Forsvarsbygg er med i et felles prosjekt med Statsbygg for utvikling av et nytt program som støtter IFC. Det nye programmet LCCWEB utvikles av Pro Teknologi AS og skal være klart til bruk i desember 2009. Forsvarsbygg kjenner til at andre aktører også utvikler programmer for beregning og analyse av livssyklus kostnader som støtter IFC, det kan nevnes Holte prosjekt Versus og NOIS ISY Calcus G-prog.

### **Spørsmål 2**

Vil Forsvarsbygg kreve LCC beregninger utført med et verktøy som støtter den åpne internasjonale standarden "Industry Foundation Classes" (IFC) og BIM i framtiden?

### **Svar**

Utgangspunktet er at Forsvarsbygg ønsker bruk av nytt verktøy. Per i dag har ikke Forsvarsbygg kommet langt nok til at det kan stilles et slikt krav. Forsvarsbygg er positive til bruk av BIM og er med i utviklingsprosjekter. Forsvarsbygg skal bruke BIM i byggeprosjekter der det er hensiktsmessig fra 2010.

### **Spørsmål 3**

Vil Forsvarsbygg kreve LCCWEB som verktøy i framtiden?

### **Svar**

Det vil i begynnelsen bli et internt krav i Forsvarsbygg om bruk av programmet LCCWEB. Framtiden vil vise om man krever at programmet LCCWEB skal benyttes av eksterne leverandører.

Beregning av livssyklus kostnader brukes internt til å beregne husleie og vurdere alternativer i tidlig fase som kjøp av bygg, leie av bygg eller bygging av nytt bygg.

Forsvarsbygg vil kunne kreve at eksterne leverandører gjør fornuftige materialvalg. Materialvalg skal dokumenteres med hjelp av en LCC analyse.

### **Spørsmål 4**

Har Forsvarsbygg gjennomført noen pilotprosjekter hvor overføring av informasjon fra BIM til et LCC beregningsprogram er utprøvd?

### **Svar**

Nei, det er ikke testet ut. Forsvarsbygg er med på utviklingene av LCCWEB.

### **Spørsmål 5**

Hvilke nye muligheter gir LCCWEB?

### **Svar**



LCCWEB under utvikling

Brynjulf Skjulsvik fra Pro Teknologi AS holdt en presentasjon<sup>28</sup> på Bygg Reis Deg 2009 den 22.09.2009 hvor LCCWEB ble demonstrert. Presentasjonen er lagt ut på hjemmesiden til Norges Bygg- og Eiendomsforening (NBEF), se [www.nbef.no](http://www.nbef.no). Lambertsen gjennomgikk mulighetene LCCWEB gir basert på denne presentasjonen jfr. tabellen "Faser, moduler, rapporter i LCCWEB" vist i kapittel 4.1.1.

Nye moduler og rapporter

LCCWEB dekker de samme funksjoner som LCProfit i tillegg til en rekke nye moduler og rapporter. Tabellen under viser nye faser, moduler og rapporter i det nye programmet. Tabellen ble gjennomgått. I LCCWEB kommer en ny fase som kalles initieringsfasen.

Tilgjengelig på Internet:

LCCWEB er et browserbasert verktøy tilgjengelig på Internet og krever ingen ekstra installasjon av programvare.

Nye arbeidsmetoder:

LCCWEB gir muligheten til å jobbe med flere prosjekter samtidig i samme database.

Intern nøkkeltallsdatabase:

LCCWEB gir muligheten til å generere egen intern nøkkeltallsdatabase for sammenligning av reelle prosjekter beregnet i verktøyet.

Bruk av åpne standarder:

LCCWEB tilbyr eksport av alle relevante data for eksempelvis statistikkformål eller videre analyse, BIM/IFC.

Viktig for Forsvarsbygg:

Forsvarsbygg skal i byggeprosjekter beregne kostnadsdekkende husleie.

Forsvarsbygg ser at LCCWEB gir større mulighet til å ta vare på informasjon over tid.

Erfaringer kan føres tilbake i systemet.

LCCWEB har flere og gode rapport muligheter. Rapport for alternativsvurdering av løsninger er meget aktuelt. Sammenligningsrapporter gir muligheter for å sammenligne flere prosjekter. Programmet gir mulighet til å sammenligne byggekostnader og FDVU - kostnader for byggtypen som f. eks. kontorbygg og forlegningsbygg. Benchmarking av faktiske LCC kostnader i byggets levetid blir viktig.

Modulen "risikoanalyse" blir spesielt viktig. Analyser som kan knytte usikkerhet til tallene er meget relevant for Forsvarsbygg. Modulen "risikoanalyse" er et stort framskritt.

Modulene "CO2 regnskap" og "Energidokumentasjon" vil Forsvarsbygg ikke benytte. Andre programmer ivaretar energibetraktninger.

## **Spørsmål 6**

Hva er fordelene med å utvikle og ta i bruk LCCWEB?

## **Svar**

Forsvarsbygg bruker i dag et excel regneark som fungerer greit, men det finnes svakheter. Nytt program er etterlyst av flere i Forsvarsbygg. Forsvarsbygg og Statsbygg samarbeider for å videreutvikle regnearket: LCProfit. LCCWEB er under utvikling. Web løsninger gir mulighet for å ta vare på informasjon i programmet, sammenligne

prosjekter og standardisere beregningsverktøyet. Det er et håp om at verktøyet skal bli mer brukervennlig. Det er en fordel å benytte et felles verktøy i en stor organisasjon som Forsvarsbygg der det er mange brukere.

### **Spørsmål 7**

Hvilke utfordringer står Forsvarsbygg overfor når det gjelder innføring av LCCWEB?

#### **Svar**

Forsvarsbygg må gjennom en prosess for å implementere systemet i egen organisasjon. Utfordringer med å kreve at leverandører/ eksterne skal bruke systemet.

Utfordring med å finne rette tall som beregningsverktøyet krever. Har ikke alltid gode tall å legge inn i systemet.

Utfordring med å følge med på levetider på nye produkter.

Utfordring med å bygge opp kompetanse internt.

Usikkerhet kan virke hemmende. Det må gjøres skjønnsmessig vurdering og man må ta stilling til ting man ikke vet noe om.

Generell utfordring med å få aktørene til å tenke litt annerledes. Se kostnader i et lengre perspektiv.

En Web løsning gir ikke den samme fleksibiliteten som i et excel program. Må stole på at verktøyet er riktig.

Det er flere forskjellige LCC analyseprogrammer på markedet i dag. Det er vanskelig for Forsvarsbygg å kunne pålegge våre leverandører å benytte et spesielt datasystem. Leverandørene kan pålegges å levere LCC-beregninger og analyser som del av sin leveranse.

### **Spørsmål 8**

LCCWEB henter informasjon fra en BIM. Hvem har ansvaret for å legge inn FDVU-informasjon om produkter, bygningsdeler i en BIM?

#### **Svar**

I dag hentes ikke informasjon fra BIM.

### **Spørsmål 9**

I en LCC beregning brukes nøkkeltall. Hvilke nøkkeltall skal Forsvarsbygg benytte i LCCWEB?

Hvilke kvalitetskrav stilles til nøkkeltall?

Er det mulig å importere andre nøkkeltall, for eksempel fra Holte prosjekt, til LCCWEB?

#### **Svar**

Forsvarsbygg bruker egne erfaringstall og normtall som nøkkeltall.

Tallene er kvalitetssikret internt før de tas i bruk.

Forsvarsbygg vil benchmarke på tvers av egne nøkkeltall. Andre kilder som ønskes benyttet er NBEF, Statsbygg, Holte og Bygganalyse.

### **Spørsmål 10**

Levetider kan hentes fra Byggforsk. Hvilke krav stilles til levetider i LCCWEB?

## Svar fra

Forsvarsbygg skal selv bestemme hvilke levetider som legges til grunn. Levetid for bygninger følger overordnede retningslinjer i Forsvarsbygg. Normalt settes levetid for nye bygninger til 60 år. En levetid på 60 år kan imidlertid synes lenge.

## Spørsmål 11

Hva krever Forsvarsbygg av beregninger og analyser av livssyklus kostnader i prosjekteringsfasene:

Grad av detaljeringsnivå i:

Initieringsfasen, programmeringsfasen, skisseprosjekt, forprosjekt, detaljprosjekt, reklamasjonsfasen og driftsfasen?

## Svar

Krav er gitt i Forsvarsdepartementets retningslinjer for tjenestefeltet eiendom, bygg og anlegg<sup>78</sup>

Detaljeringsgrad avhenger av tilgjengelige nøkkeltall og informasjonstilgangen om prosjektet.

LCC-beregninger gjøres i tidlig fase fram til løsningsdokument for å velge mellom alternative løsninger på et overordnet nivå. Alternativer som vurderes er nybygg, kjøp, leie og rehabilitering.

LCC-beregninger benyttes i forprosjekter for å velge mellom tekniske løsninger for eksempel type yttervegg, energisystemer og ventilasjonsanlegg.

Nivåer for LCC beregninger i Forsvarsbygg ble gjennomgått. Det ble referert til tabellen LCC i Forsvarsbygg, se tabell under.

<b>LCC i Forsvarsbygg</b>					
Nivå	LCC-beregninger	Hensikt	Kapital kostnader	FDVU-kostnader	Status
1	Utredninger Helhetsplan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Overordnet planlegging</li><li>• Lokaliseringsvalg</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li></ul>	OK
2	Løsningsdokument	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alternativvurderinger</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li><li>• Registrerte utgifter</li></ul>	OK
3	Forprosjekt	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alternativvurderinger</li><li>• Valg av tekniske løsninger</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li><li>• Leverandørpriser</li><li>• Prosjekterings erfaring</li><li>• FB erfaring</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li><li>• Leverandørpriser</li><li>• Prosjekterings erfaring</li><li>• FB erfaring</li></ul>	Fokus 2008
4	Detaljprosjekt	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alternativvurderinger</li><li>• Valg av tekniske løsninger</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li><li>• Leverandørpriser</li><li>• Prosjekterings erfaring</li><li>• FB erfaring</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nøkkeltall</li><li>• Leverandørpriser</li><li>• Prosjekterings erfaring</li><li>• FB erfaring</li></ul>	Fokus 2008-2009

Tabell 11, LCC i Forsvarsbygg<sup>79</sup>

### 4.1.3 Intervju 3: Pro Teknologi AS

Nedenfor gjengis godkjent intervju med Brynjulf Skjulsvik fra Pro Teknologi AS avholdt 27.10.2009. Intervjuet var et strukturert telefonintervju med konkret intervjuguide og forberedte svar.

## Spørsmål 1

Statsbygg krever LCCWEB som verktøy i framtiden. Er akseptansetesten ferdig til desember 2009 som planlagt?

### Svar

Akseptansetesten skal være ferdig innen 6. desember 2009.

Pro Teknologi AS satser på at programmet LCCWEB skal være ferdig før fristen og kan benyttes på utvalgte prosjekter i slutten av november 2009.

Versjon tilgjengelig i dag 27.10.2009:	Program versjon 1.3.
Versjon tilgjengelig fra 30.10.2009:	Program versjon 1.4.
Versjon tilgjengelig fra 06.12.2009:	Program versjon 2.0, 1.Produksjonsversjon.

### Spørsmål 2

Har Pro Teknologi AS gjennomført pilotprosjekter med bruk av LCCWEB?

### Svar

Ja det er to pilotprosjekter som pågår:

- Prosjekt 1: Trønderhallen i Levanger i Nord-Trøndelag

Trønderhallen er et flerbruksanlegg med idrettshall, svømmehall og treningsstudio på høgskoleområdet Røstad i Levanger.

Ved kalkulering skal det vurderes ulike bygg kategorier og rom som er i samme bygning.

- Prosjekt 2: Operaen i Oslo

Rekalkulere livsløpskostnader for Operabygget.

### Spørsmål 3

Kan du si litt om de nye fasene, modulene og rapportene i LCCWEB?

### Svar

De modulene som er nye sammenlignet med LCProfit, er uthevet i tabellen: "Faser, moduler, rapporter i LCCWEB" vist i kapittel 4.1.1. Det mangler imidlertid en fase som kalles initieringsfasen.

For å kvalitetssikre beregningene som utføres innehar hver modul egne sjekklister. Hver modul får også mulighet for å legge inn merknader/ forutsetninger som ligger i programmet eller som kommer med i rapportene. Det er i LCCWEB mulig å dele en bygning opp i ulike areal eller romkategorier.

### Spørsmål 4

Statsbygg krever beregninger og analyser av livssyklus kostnader i de forskjellige fasene av en bygnings livssyklus. Ref figur: "Statsbygg. LCC prosess i byggeprosjekter i henhold til prosjektgjennomføring"<sup>77</sup>, se kapittel 4.1.1.

- 4 a) Hvordan ivaretar LCCWEB krav i de forskjellige fasene?
- 4 b) Hvilket detaljeringsnivå skal legges til grunn i fasene?
- 4 c) Eksport fra BIM til LCCWEB?
- 4 d) Eksport fra LCCWEB til BIM?

### Svar

4a)

LCCWEB inneholder fasene: Initieringsfasen, Programmeringsfasen, Skisseprosjektfasen, Forprosjekt, Detaljprosjekt, Reklamasjonsfasen og Driftsfasen. Beregninger kan gjøres i alle fasene.

4b)

LCCWEB har definert detaljeringsnivå for beregning fra nivå 0 til nivå 5. Nivå i denne sammenheng er detaljnivå på tilgjengelig informasjon.

Det kan bestemmes forskjellig detaljeringsnivå i alle fasene.

4c)

Informasjon som er planlagt å kunne importeres fra IFC Modellen til LCCWEB er:

- Geometrisk informasjon
- Informasjon om valgte materialer
- Informasjon om komponenter spesielt med fokus på vedlikehold og tilsyn
- Slitasje og belastning av ulike arealer i bygningen

4d)

Informasjon som er planlagt å kunne eksporteres fra LCCWEB til IFC modellen er resultatene, rapportene fra beregningene. Det kan dreie seg om kronebeløp.

Det vurderes om slitasje og belastning av ulike arealer i bygningen vurderes som en del av beregningen i LCCWEB.

### **Spørsmål 5**

Hvilke utfordringer står Pro Teknologi AS som utvikler overfor når det gjelder innføring av LCCWEB?

### **Svar**

Pro Teknologi AS er ikke et programvarehus. Det er viktig at Forsvarsbygg og Statsbygg driver utviklingen videre.

### **Spørsmål 6**

Hvem er bruker av LCCWEB?

### **Svar**

Statsbygg  
Forsvarsbygg  
Undervisningsbygg  
Konsulenter

### **Spørsmål 7**

I en LCC beregning brukes nøkkeltall.  
Hvilke nøkkeltall benyttes i LCCWEB?

### **Svar**

Nøkkeltall kan hentes fra:

- Statsbygg egne nøkkeltall
- Forsvarsbygg egne nøkkeltall
- Norges bygg- og eiendomsforening (NBEF)
- Undervisningsbygg egne nøkkeltall
- Håper at nøkkeltall fra Holte prosjekt også kan benyttes

### **Spørsmål 8**

Levetider kan hentes fra Byggforsk. Hvilke krav stilles til levetider i LCCWEB?

### **Svar**

Levetider må velges i hvert enkelt prosjekt.

#### 4.1.4 Intervju 4: Norconsult Informasjonssystemer AS

Nedenfor gjengis godkjent intervju med Øyvind Jensen fra Norconsult Informasjonssystemer AS/ NOIS av dato 28.10.2009. Intervjuet ble gjennomført hos Multiconsult AS ved Nedre Skøyen vei 2 i Oslo. Tilstede i intervjuet var: Øyvind Jensen, Magnus Høyem, Thor Ørjan Holt, Ina Grieg Eide og Christian André Listerud. Bakgrunn for intervjuet var prosjektet "Nøkkeltall, verktøy og metodeverk for beregning av livsløpskostnader" som er gjennomført i regi av Byggekostandsprogrammet. Prosjektet ble ledet av Holte Byggsafe ved Bjørn Brunstad. Resultatene i prosjektets sluttrapporten "Bygg Bedre Billigere"<sup>30</sup> inkluderer resultater fra Norconsult sitt prosjekt "Livssyklus-kostnader som en del av beslutningsgrunnlaget i tidlig fase av byggeprosjekter". Øyvind Jensen har vært koordinator og delansvarlig i prosjektet og forteller i sin presentasjon<sup>80</sup> om resultater og funn som ble gjort. Intervjuet ble lagt opp som et semistrukturert intervju

##### Spørsmål 1

Norconsult AS var med i prosjektet: "Bedre Bygg Billigere". Sluttrapporten er datert 1. august 2008. Et mål i prosjektet var å standardisere, systematisere og organisere LCC data slik at disse kunne danne basis for en utveksling av data via IFC. Kan du fortelle litt om bakgrunnen for prosjektet?

##### Svar

Prosjekt ble gjennomført i regi av Byggekostandsprogrammet og besto av representanter fra følgende firma/ organisasjoner: Holte Byggsafe, NOIS, SINTEF, NTNU, Bygganalyse, Statsbygg, Forsvarsbygg og Standard Norge. Bakgrunnen for prosjektet var at IFC standarden (ISO PAS 16739:2005)<sup>81</sup> ikke ivaretar LCC aspektet i gjeldende versjon. Et mål for prosjektet har vært å foreslå en metode for hvordan kunnskap om LCC kan systematiseres og gjøres tilgjengelig for hele bransjen. Metoden som prosjektet har kommet fram til er fremmet som forslag til buildingSMART International.

##### Spørsmål 2

Hvilke objekter i IFC modellen inneholder aktuell LCC informasjon?

##### Svar

Det kan være ulike objekter i forskjellige faser som inneholder LCC informasjon. Eksempler på type objekter som "bærer" LCC informasjon er:

ifc site – Hele byggverket/anlegget  
– Energi/forsyning, renovasjon/avfallshåndtering, løpende drift, forvaltning, utvikling, avhending.

ifc building – Bygning  
– energi/forsyning, renovasjon/avfallshåndtering, løpende drift, forvaltning, utvikling, avhending.

ifc storey – Etasje  
– Energi, rengjøring, renovasjon/avfallshåndtering.

ifc zone – Områder  
Med soner forstås: ulike bruksarealer, tekniske arealer, programareal/funksjonsareal og lignende.  
– Energi, rengjøring.

ifc space – Rom  
– Energi, rengjøring.

ifc bygningsobjektyper - Bygningsselementer

– Investering, løpende drift, vedlikehold, reparasjon, utskifting/fornyelse, oppgradering, rengjøring.

Funksjoner – Oppvarmingssystem, luftbehandling

– Energi, forsyning

Ressurser/materialer

– Byggekost, overflate glatthet for renhold, energitap, levetid.

– Investering, løpende drift, vedlikehold, reparasjon, utskifting/fornyelse, oppgradering, rengjøring.

### Spørsmål 3

Prosjektet: "Bedre Bygg Billigere" har foreslått metode for hvordan kunnskapen om LCC kan systematiseres. Kan du forklare litt nærmere hva denne metoden går ut på?

### Svar

Prosjektet skulle finne en fornuftig måte å lagre LCC-dataene på uavhengig av hvilken standard som velges. Prosjektet foreslår å legge til LCC informasjon i Property Set i en IFC-modell. Metode for innlegging av data følger under:

- 1) ifcProject
- 2) ifcSite
- 3) ifcBuilding
- 4) ifcZone
- 5) ifcSpace

#### 1) Data knyttet til byggeprosjektet under ifcProject

projectLccDefinition Et PropertySet som er knyttet til ifcProject

LccName Navn på standard og lignende

LccCategories Liste over kategorier som brukes. *Eksempel:*

LccCategory	1
LccCatName	Kapitalkostnader
LccCatDescription	Summen av prosjektkostnad og restkostnad

LccKeyInfo Valuta, kostnadsdato, neddiskonteringsrente (% pr år), beregningsperioden (antall år), avgift inkludert (true/false). *Eksempel:*

LccCurrency	NOK
LccCostDate	Beregnet dato
LccDisclInterest	6.7
LccPeriod	20
LccTaxIncluded	T

#### 2) Data knyttet til byggeprosjektet under ifcSite - lokasjon, anlegg

Data med underkategorier som skal kunne inngå er Kapital, Forvaltning, Drift, Vedlikehold, Utvikling, Forsyning, Renhold, Service, annet.

IfcLccAtSite PropertySet 1 som er knyttet til IfcSite

LccCategory	Referanse til kategorier som er definert under IfcProject
LccCost	

Kan forekomme flere ganger per Site med ulike kostnader, også samme kategori kan forekomme mer enn én gang.

IfcControlSumLccAtSite PropertySet 2 som er knyttet til IfcSite

LccCost	
---------	--

Kan kun forekomme én gang pr site (ikke obligatorisk)

Hovedprinsipp: samme kostnad lagres ikke to steder, men oppgis enten på dette nivået eller lavere nivåer (ifcZone, ifcSpace, ifcBuilding og bygningselementer)

- Det vil si at summen av alle kostnader slik de er lagret i IFC-modellen er lik total sum.
- Dette betyr for eksempel at kostnad for renhold av en overflate enten skal medtas under sone, rom eller bygningselement, men aldri på mer enn ett av dem.

#### 3) Data knyttet til byggeprosjektet under ifcBuilding - bygning, byggverk

PropertySet som er knyttet til IfcBuilding  
Forslag til navn IfcLccAtBuilding  
Innhold som for ifcSite

#### 4) Data knyttet til byggeprosjektet under ifcZone - soneareal

Sonene vil typisk være ulike bruksarealer, utleiearealer og lignende. Typisk bruk antas å være energi, renhold, renovasjon/avfallshåndtering.

IfcLccAtZone	PropertySet som er knyttet til IfcZone:
LccCategory	Referanse til kategorierene som er definert under IfcProject
LccCostLumpSum	Kostnad i valuta som er definert under IfcProject
LccCostPerUnit	Typisk renholdskostnad pr m <sup>2</sup> sone-areal

#### 5) Data knyttet til byggeprosjektet under ifcSpace - rom

Eksempler er renhold, vedlikehold av overflater og lignende i rom:

IfcLccAtSpace	PropertySet som er knyttet til IfcSpace:
LccCategory	Referanse til kategorierene som er definert under IfcProject
LccCostPerFloorUnit	(eks. renholdskostnad pr m <sup>2</sup> rom gulvareal)
LccCostPerCeilingUnit	(eks. vedlikeholdskostnad pr m <sup>2</sup> rom himlingsareal)
LccCostPerWallUnit	(eks. vedlikeholdskostnad pr m <sup>2</sup> rom veggareal)
LccCostLumpSum	(andre, uavhengig av areal)
LccFloorFrequence	(hvor ofte = hvert x. år)
LccCeilingFrequence	
LccWallFrequence	
LccLumpFrequence	

#### Spørsmål 4

Hvem er mottager av LCC-dataene i modellen og hva skal de brukes til?

#### Svar

- Driftsorganisasjonen
- En mottagende applikasjon, f.eks Plania, ISY Eiendom o.s.v
- Konsulent/byggherre om f. eks. 10 år når bygget skal videreutvikles

BIM'en og IFC blir utvekslingsformatet til FDVU-programmene.

#### Spørsmål 5

Norconsult har utviklet ISY Calcus/ G-PROG.

Hvordan fungerer eksport og import av IFC modeller i programmet?

#### Svar

Informasjon kan importeres i ISY Calcus og eksporteres til IFC eller et enkelt verktøy kan lese LCC - regneark og eksportere til IFC.

#### 4.2 Casestudie byggeprosjekt Universitetet i Stavanger

Det er foretatt tre undersøkelser i forbindelse med casestudiet Universitetet i Stavanger. Undersøkelse 1 belyser krav til bruk av BIM og bygg- og eiendomsforvaltning, undersøkelse 2 ser nærmere på Plania FM ssystem og undersøkelse 3 vurderer utvekslingskrav i forbindelse med bruk av LCCWEB.



#### 4.2.1 Undersøkelse 1: Bygg- og eiendomsforvaltning og bygningsinformasjonsmodeller

Det er denne undersøkelsen sett på case UiS. Det er sett på Krav-BIM og ProsjekteringsBIM i caset. Det er Identifisert krav til bygg- og eiendomsforvaltning i forprosjektet og sett på BIM arbeidsmetodikk og leveranser i forprosjektet. Selve undersøkelsen er gjennomført ved Multiconsult AS i Oslo i perioden fra september til november 2009 etterfulgt av en periode med resultatbearbeiding.

Programmer og litteratur benyttet i undersøkelsen:

- Klientprogram for Windows: dRofus, Versjon 0.9.0<sup>33</sup>
- Tilgang til dRofus/ Tida for prosjekt Statsbygg UiS Bygg 302 og Bygg 900
- Brukerveiledning dRofus og Tida<sup>34</sup>, [www.drofus.no](http://www.drofus.no)
- Forprosjekt Bygg 302 og Bygg 900 ved UiS<sup>32</sup>
- Statsbygg's BIM manual versjon 1.0 datert 14.04.2008<sup>82</sup>
- Presentasjon: "Energi og komfort optimalisering. Et eksempel på merverdi ved bruk av BIM Universitetet i Stavanger" Holt<sup>83</sup>

Statsbygg skal oppføre et nytt administrasjonsbygg for et fakultet, Bygg 302, og et nytt studenthus, Bygg 900, ved Universitetet i Stavanger på Ullandhaug. Prosjekteringsgruppen består av et samarbeid mellom LINK og Multiconsult. Prosjekteringsgruppen har utarbeidet et Forprosjekt<sup>32</sup>. Forprosjektet beskriver nybyggene: Bygg 302 på 3717m<sup>2</sup> BTA og Bygg 900 på 491m<sup>2</sup> BTA. Bygg 302 er planlagt bygget i tre hovedetasjer med en teknisk kjelleretasje og Bygg 900 er planlagt bygget i to plan.

Det er til sammen rundt 8000 studenter og 1000 tilsatte som har sitt daglig virke ved Ullandhaug. Det er flere enn 50 studentorganisasjoner ved UiS i dag.

Studenthuset skal fungere som samlingssted for alle studenter og studentorganisasjoner. Studenter skal kunne samles her i fritiden, med kafefunksjon og rom for fester og andre sammenkomster.

Bygg 302 skal inneholde kontorer, møterom for fakultetsansatte og stipendiater, samt noen generelle undervisningslokaler.

De nye byggene skal forvaltes av Statsbygg regionkontor Statsbygg Vest. Statsbygg Vest skal ha ansvaret for drift og vedlikehold av byggene, faste tekniske anlegg og utendørsanlegget. Statsbygg Vest har en egen driftsorganisasjon ved Universitetet i Stavanger. Statsbygg stiller overordnede krav og forutsetninger til FDVUS i prosjektet. Kravene til nybyggene er spesifisert i henholdsvis Byggeprogram Universitetet i Stavanger (UiS) datert 5. mars 2009<sup>84</sup> og Byggeprogram Universitetet i Stavanger (UiS) datert 11. mars 2009<sup>85</sup>.

Byggeprogrammene er tilgjengeliggjort i dRofus.

Byggeprogrammet for Bygg 302 og Bygg 900 sier at også Ytelsesbeskrivelse (YT), Prosjekteringsanvisninger (PA), BIM manual og Krav til merkesystem for driftsområde UiS, Ullandhaug, omtaler FDVU-dokumentasjon.



Figur 4-3, Illustrasjon av nybygg ved UiS av Link Signatur AS

Kontrakten for bygging av UiS stiller krav til bruk av BIM. Statsbygg's BIM manual versjon 1.0 datert 14.04.2008<sup>82</sup> ligger til grunn for modellene i forprosjektet. Det er i forprosjektet utarbeidet bygningsinformasjonsmodeller for fagene arkitekt, byggeteknikk, VVS og elektro. Det er også laget modeller for landskapsarkitektur og byggegrop.

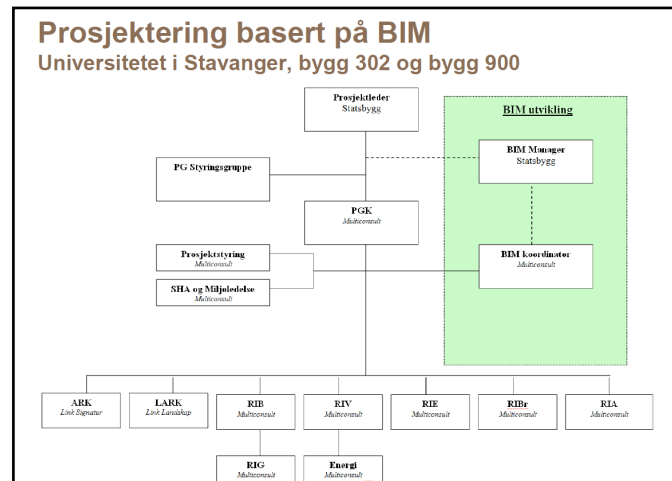
Det er i Forprosjektet utarbeidet en framdriftsplan som viser oppstart byggearbeider 2. kvartal 2010 og ferdigstilling 3. kvartal 2011.

## Identifisering av BIM arbeidsmetodikk og leveranser i Forprosjektet

### BIM prosjektering i Forprosjektet

Implementering av BIM i et prosjekt betyr at arbeidsmåter må endres. Byggherren, brukerne og prosjekteringsgruppen har merket at oppgaver, informasjon og leveranser er håndtert noe forskjellig fra tradisjonell prosjektgjennomføring.<sup>32</sup>

Figuren under viser organisering av prosjekteringsgruppen ved Universitetet i Stavanger. Prosjekteringsgruppen består av arkitekt og landskapsarkitekt samt rådgivere innen fagene Byggeteknikk/ Geoteknikk, VVS/ Energi, Elektro, Brann, Akustikk. PGK består også av en funksjon med prosjektstyring og en funksjon av sikkerhet, helse og arbeidsmiljø og miljøledelse. Prosjekteringsgruppen har også en BIM-koordinator funksjon. Prosjekt gruppen består av en prosjektleder, en prosjektgruppe styringsgruppe og en BIM-Manager. Byggherrens BIM-Manager og prosjekteringsgruppens BIM-koordinator her et tett samarbeid om BIM-utviklingen i prosjektet, se figur under.

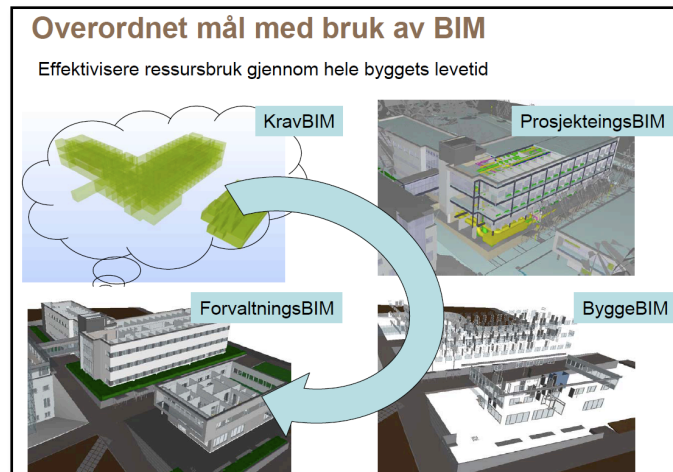


Figur 4-4, Prosjektering basert på BIM ved UiS av Multiconsult AS<sup>83</sup>

### Overordnet mål for bruk av BIM

BIM-manualen<sup>82</sup> har som formål å gi byggherren, arkitekt, prosjekterende, entreprenører og forvaltere veiledning i bygningsinformasjonsmodellering, det vil si å utvikle en modell som gradvis skal berikes med informasjon, som skal kunne utveksles og gjenbrukes i alle byggeprosjektets faser og senere i FM-prosessene.

Figuren under viser hvordan Multiconsult AS har definert overordnede mål for bruk av BIM for nybyggene ved Universitetet i Stavanger.



Figur 4-5, Overordnet mål med bruk av BIM ved UiS av Multiconsult AS<sup>83</sup>

## Oppbygging og innhold i IFC-modellene

### Romprogram

dRofus er introdusert for å kommunisere romprogram mellom bruker, byggherre og prosjekteringsgruppe.

Databasen er i stand til å eksportere Krav-BIM i IFC-format (inklusive romobjekter – IfcSpace – med Romfunksjonsnr), importere LøsningsBIM i IFC-format fra de prosjekterendes CAD/ DAK-systemer, og foreta sammenligninger av en del forhold mellom Krav-BIM og LøsningsBIM – herunder også for bruk ved ferdigbefaringer.<sup>15</sup>

### Arkitekt

Romprogram fra dRofus er importert som grunnlag for oppbygging av ARK-Modellen. Modellen består av Bygg 302 og studenthus Bygg 900 bygget opp som to IFC-filer.

### Byggeteknikk

RIB-modellen består av Bygg 302 og Bygg 900 bygget opp som to IFC-filer.

### Ventilasjon

RIV-modellen i forprosjektet består av to IFC-filer: Bygg 302 og Bygg 900.

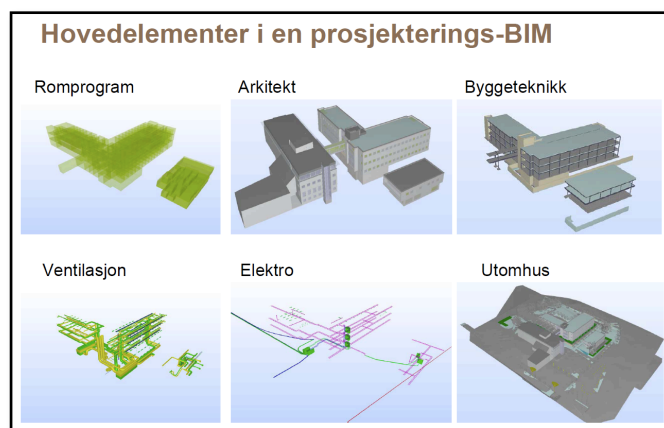
### Elektro

RIE-modellen i forprosjektet består av to IFC-filer: Bygg 302 og Bygg 900.

### Utomhus

IFC-modeller for landskapsarkitektur og byggegrop er utviklet i forprosjektet.

Figuren under viser hovedelementene i en prosjekterings BIM.



Figur 4-6, Hovedelementer i en prosjekterings BIM, Universitetet i Stavanger<sup>83</sup>

## Erfaringer med BIM-prosjektering UiS

Multiconsult AS ved BIM-koordinator Thor Ørjan Holt har følgende erfaringer med BIM prosjektering<sup>86</sup>:

### Organisasjon

#### – Prosjekteringsleder

- Avgjørende at prosjekteringsleder lærer seg og tar i bruk dRofus.
- Gir stor synergieffekt dersom prosjekteringsleder følger med i prosjektutviklingen ved bruk av Solibri/NavisWorks. Dette motiverer og bidrar til fokus hos andre i prosjektet

#### – Disiplinledere

- At Solibri/NavisWorks benyttes er sentralt. Dersom disiplinledere ber om kommunikasjon utenom "modellen", virker dette lite motiverende for øvrige prosjektmedarbeidere og verdien av "modellen" synker for disiplinene.

#### – BIM-koordinator

- kan ikke erstatte BIM kompetanse i øvrige ledd i organisasjonen, men kan bidra til strukturering og bidra til opplæring. På sikt ønsker vi ikke denne type posisjoner i organisasjonen

#### – Modellerere

- Uproblematiske og overraskende lite opplæring som skal til. Største utfordringen vi har opplevd er lite forståelse og engasjement fra linjeorganisasjonen.

### Kontrakt – timeforbruk – detaljeringsnivå/kvalitet

#### – Kontrakt

- Vi opplever ikke noen stor forskjell i gjennomføringen om kontrakten inneholder BIM-krav eller ikke. Dette skyldes at alle våre kunder fortsatt krever tradisjonelle leveranser i tillegg til BIM modellen. Selv ikke "overflødige" tegninger som lett kan erstattes med BIM modellen kan unnlates levert.

#### – Timeforbruk

- Vi opplever en økning på ca. 15% i timeforbruk ved å ta i bruk åpen BIM i skisse/forprosjekt. Videre ser vi ingen endring på timeforbruk i detaljprosjekt (kanskje en liten økning også her). Dette håper vi er forbigående etter som erfaringen øker.

#### – Detaljeringsnivå/Kvalitet

- Vi opplever at detaljeringsnivået i alle faser blir betraktelig høyere. Dette gjenspeiler ikke nødvendigvis kvalitetsnivået. Mye unødvendig detaljering gjøres for tidlig, dette medfører økt timeforbruk. Vi opplever ikke at beslutningsprosessen justeres, slik at denne detaljeringen blir hensiktsmessig. I enkelte tilfeller har vi opplevd at denne detaljeringen har vært godt mottatt og bidratt til beslutninger, men som oftest må "mye"

gjøres om igjen i detaljprosjekt pga "konseptuelle" endringer. Det er viktig å presisere at kvaliteten på detaljprosjekt, når det gjelder tverrfaglig koordinering blir betraktelig høyere. Vi har ikke mye erfaring med entreprenørens virkelige behov for detaljeringsnivå i modellen.

### **Software – Hardvare**

- I dagens situasjon er det nesten likegyldig hvilken kombinasjon av modelleringsverktøy som benyttes. Informasjonen som overføres via IFC blir ikke benyttet i stor grad. Dette vil selvfølgelig endres ettersom software og gjennbruk av IFC filer til andre formål blir mer funksjonelt.
- Riktig bruk av dRofus og fokus på tverrfaglig kontroll via Solibri/NW gir umiddelbar verdi og er langt viktigere enn detaljert informasjon i IFC formatet.
- Vi opplever at bruk av rom objekter gir stor verdi i kommunikasjonen og kvalitetssikringen.
- VVS modellen blir fort veldig store og uoversiktige i detaljeringsfasen. Det viser seg at ønske om .dwg utveksling blir stort. IFC filene fra tekniske fag som brukes for produksjon av tverrfaglig tegninger/snitt i detaljprosjekt. (eks. himlingsplaner) byr på utfordringer.
- Generering av ett sett IFC filer for ARK, RIB, RIV og RIE inkl utvekslingsprosessen av filene kan ta opp til 15 arbeidstimer. Viktig at hensiktsmessige rutiner implementeres.
- For store prosjekter anbefales 64bit maskiner for alle. Noen ganger har vi delt et fag inn i flere IFC filer, dette for å tilfredsstille datakraften. Dette fører til økt timeforbruk og mer administrasjon for å holde oversikt.

### **Identifisering av krav til bygg- og eiendomsforvaltning i Forprosjektet**

#### **Generelle krav**

Nybyggene, tekniske installasjoner og utomhusanlegg skal tilrettelegges for optimal drift, et effektivt vedlikehold og enkelt renhold. Hensyn til FDVU og miljø skal ivaretas i alle prosjektets faser. Planer og dokumentasjon på oppfølging skal framlegges.

#### **Overordnede krav og forutsetninger til FDVUS**

For å sikre optimal drift og vedlikehold må følgende forhold ivaretas ved prosjekteringen og i byggeprosessen:

- Det skal leveres ordinær FDVU-dokumentasjon.
- Det skal overleveres en As built-BIM som dokumentasjon/ underlag for FDVU-fasen.
- Det skal velges konstruksjoner, tekniske systemer, materialer og utstyr som er drifts-, vedlikeholds- og renholdsvennlige (standard, levetider, fleksibilitet, miljø).
- I rom med stor takhøyde må det tilrettelegges for/tas hensyn til behovet for tilsyn, renhold og vedlikehold av høyt monterte vinduer, lysarmaturer og andre installasjoner.
- Tekniske rom skal være lett tilgjengelige. Hensyn tas til ut- og inntransport av utstyr. Det må etableres god og sikker tilgjengelighet til tekniske rom/installasjoner plassert på loft og tak.
- Volum og areal som avsettes til tekniske rom og annet teknisk utstyr, rør og kanaler i sjakter, over himlinger mv. skal være stort nok til at vedlikehold, reparasjoner, utskiftninger, målinger og renhold skal kunne utføres på en enkel måte.

- Det skal benyttes merkesystem som ellers benyttes ved UiS. Krav er gitt i "Krav til merkesystem for driftsområde UiS, Ullandhaug".
- Før bygget ferdigstilles skal det foreligge FDVU-dokumentasjoner (tegninger, FDV-instrukser, brannokumentasjon, internkontroll).
- Bygget skal ha opplegg for systematisk forebyggende vedlikehold (IK-DV).
- Driftspersonellet skal gis nødvendig opplæring. For nærmere beskrivelse se PA-9001. Opplæringsplaner skal godkjennes av Statsbygg.
- FDVU- funksjonene skal ivaretas ihht. myndighetskrav og Statsbyggs prosjekteringsanvisninger (PA), spesielt gjelder PA 9001 Drift og vedlikehold, PA 0802 Merking, PA 0602 Tegningsnummerering, PA 0603 DAK og PA 0605 Romnummerering. Versjoner ved tidspunktet for kontraktsinngåelse gjelder.

### **Spesielle krav til FDVUS**

- Arealer for driftspersonell

Eksisterende lager og verksted i andre av UiS bygg forutsettes benyttet av Statsbyggs driftsavdeling.

- Arealer for renhold

Det må etableres nødvendige rom for renhold som renholdssentra og bøttekott m.m. Se romprogrammet.

- Brann og brannokumentasjon

Brannokumentasjonen skal tilpasses og implementeres i eksisterende system for brannokumentasjon ved universitetet. Dokumentasjonen skal utarbeides i nært samråd med Statsbygg.

- Merkesystem

Som ID-nummer system/merkesystem skal benyttes system beskrevet i Krav til merkesystem for driftsområde UiS, Ullandhaug.

Byggnummer:

Bygg nr. 302 har kompleksnummer 3481.

Bygg nr. 900 har Kompleksnummer 34821

I tillegg til det som er vanlig å merke i dag (utstyr i teknisk rom/el-skap osv.), skal følgende merkes:

Ventilasjon: Regulerings-, brannspjeld og faste målestasjoner merkes. Komponenter inne i aggregater merkes. Det skal være henvisningsskilt på luker. Inntaksrister/jetthetter merkes ute.

Varmeanlegg: radiatorer/ radioatorventil merkes med skilt. Alle strupeventiler og kjøleanlegg merkes.

Bygningsdeler skal merkes. Det skal benyttes varig merking for eksempel plastbelagt merking festet med strips, fastskrudde skilt eller lignende.

- FDVU-system

Det skal legges til rette for systematisk forebyggende vedlikehold FDVU-system.

FDVU-systemet skal tilpasses det eksisterende FDVU-systemet Plania ved UiS og skal utarbeides i nært samarbeid med Statsbygg Vest, driftspersonalet ved UiS og Statsbyggs drifts- og vedlikeholdsseksjon.

### **Konklusjon:**

Ved UiS stilles krav til bruk av BIM som produkt og prosess så langt det er mulig. Det skal leveres en As built-BIM ved overlevering til Statsbygg driftsavdeling Vest som forvalter bygningene ved UiS. Ved UiS benyttes Plania FM systems allerede og de to nybyggene skal inkluderes i gjeldende systemer. Prosjektanvisning PA 9002 årskostnadsberegninger og PA 9001 for drift og vedlikehold legges til grunn ved prosjektering av UiS.

#### 4.2.2 Undersøkelse 2: Plania Facility Management systems

Som undersøkelse 1 viste stilles det ved UiS krav om levering av informasjon til Plania FM systems. I denne undersøkelsen skal det ses nærmere på hvilken informasjon som kreves for å kunne implementere Plania. Det er ved undersøkelse vurdert utvekslingskrav. Denne undersøkelsen startet ved et oppstartsmøte hos Plania AS den 11. november 2009 i Stavanger. Daglig leder i Plania AS Bjørn Økland intrduserte programmet Plania Facility Management systems og programmet ble utlevert med lisens begrenset til oppgaveperiodens varighet. Programmets moduler og funksjonalitet ble gjennomgått. Rutine for innsamling av informasjon til Plania fra byggeprosjektet ble gjennomgått. Undersøkelseperioden har vært november 2009 til mars 2010.

#### Om Plania og moduler i programmet

Plania Facility Management systems (Plania) er et modulbasert FDVU-system som benyttes for å kontrollere og effektivisere alle aspekter ved forvaltning, drift og vedlikehold av bygninger og produksjonsutstyr. Systemet benyttes av små og store kunder innen eiendomsforvaltning og industri. Plania AS utvikler systemet selv og er markedsledende i Norge med mer enn 4000 brukere og en kundeportefølje på 8,5 millioner kvadratmeter. Plania gir en oversikt over aktiviteter, prosjekter, økonomi, energiforbruk, renholds- og serviceavtaler, internkontroller, kontrakter, tegninger, eiendomsporteføljer og arealsituasjoner.

Systemet har følgende moduler innen eiendomsforvaltning: arealforvaltning, utleie/kontrakter, innleie/ boligutleie, ordre/ fakturering. Moduler innen drift og vedlikehold er: grunnmodul, aktivitetsstyring, reservedeler, internkontroll, renhold, nøkkel og energi. I tillegg har systemet løsninger for digital brannbok, maskinutleie og system for medisinsk-teknisk utstyr samt en webløsning "Plania WEB".

Innsamling av informasjon til Plania fra byggeprosjektet utføres i dag ved 1) Direkte input i klientprogrammet Plania 2) Excel regneark "FDV innsamling" og 3) Plania WEB.

Følgende informasjon skal fylles inn:

- 1) Bygningsregister
- 2) Leverandørregister
- 3) Kontaktpersoner
- 4) Utstysregister
- 5) Komponenter
- 6) Periodiske rutiner
- 7) Dokumentregister

Det er i undersøkelsen sett nærmere på hvilke data som skal registreres i programmet og hvordan de skal registreres inn i programmet.

#### 1) Bygningsregister

Når en ny bygning skal opprettes i programmet må den aktuelle eiendommen den tilhører aktiveres. Bygget har et unikt identifikasjonsnummer, bygningens daglige navn registreres. Bygningskategori som dekker bygningens primære anvendelse. Koststed: her registreres det økonomiske senter (koststed), som er tilknyttet bygningen. Det registreres gnr/ bnr samt byggeår, materialet i hovedkonstruksjon og bygningens forsikringstakst.

Figuren under viser registrering av Rom. Her registreres et angitt bruttoareal og nettoareal for bygningen.

Figur 4-7, Plania faneblad for Rom.

## 2) Leverandørregister

For å registrere aktuelle leverandører i prosjektet fylles tabellen "Leverandørliste registrering" ut. Det er behov for informasjon om organisasjonsnummer, firmaopplysninger og kontaktinformasjon.

## 3) Kontaktpersoner

For å registrere kontaktpersoner må leverandøren være registrert. Registrerte leverandører framkommer i en liste når man aktiverer feltet "Firma navn". Man kan registrere flere kontaktpersoner for samme firma. Kontaktpersoner fylles inn i egen tabell: "kontaktperson registrering".

## 4) Utstysregister

Skjema for innfylling i utstysregisteret er vist i tabellen under. Tabellen viser hvilke data som skal registreres i Plania.

	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">← Tilbake til meny</span>								
2	Sys id	Del sys	Produktkode	Løpenr.	ID	Beskrivelse	Plassering	Leverandør	Kategori
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

Tabell 12, Utstysregistrering, Plania



I utstysregisteret registreres alt type unikt utstyr. For å registrere utstyr i Plania er det behov for å legge inn systemid. Gyldig systemid kontrolleres mot bygningsdelstabellen NS 3451. Registrering av produktkode på utstyr kontrolleres mot produktkodeliste i Tverrfaglig Merkesystem (TFM) merkesystem.

I forbindelse med registrering av utstyr legges det inn tekniske data som produksjonsår, installasjonsdato, garantidato og antall.

Tabell 13, Utstysregistrering tekniske data, Plania

### 5) Komponenter

Skjema for innfylling i komponentregisteret er vist i tabellen under. Tabellen viser hvilke data som skal registreres i Plania.

1	plania <span>Tilbake til meny</span>											
2	Produktkode	Lapennr.	Komp.id	Beskrivelse	Leverandør navn	Eiher	Pris	Fabrikat	Bestillings nr	Leveringstid i dager	Produkt type	Anbefalt lagerbeholdning
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

Tabell 14, Komponentregistrering, Plania

I komponentregisteret registreres typeunike komponenter. Gyldig Produktkode legges inn, produktkoden sjekkes mot produktkodelisten i TFM merkesystem.

### 6) Periodiske rutiner

Tabellen under viser registrerings skjema for anbefalte vedlikeholds rutiner. UtstyrId kommer fram som et valg og må først være registrert i utstyr. Beskrivelse av rutinen legges inn på kommentar/ tekst eller som et dokument i dokumentlisten.

1	plania <span>Tilbake til meny</span>					
2	Utstys ID	Utstys beskrivelse	Kort arbeidsbeskrivelse	Intervall	Intervall benevn.	Kommentar/ Tekstfelt
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Tabell 15, Vedlikeholds rutiner, Plania

### 7) Dokumentregister

For å ha oversikt på dokumenter i entreprisen må det etableres et dokumentregister. Tabellen under viser registrerings skjema for alle dokumenter som leveres i forbindelse med entreprisen.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	plania <span>Tilbake til meny</span>							
2	Dokument ID/Filnavn	Beskrivelse	Kategori	Ref utstyr	Ref komponent	Ref rutine	Leverandørmvan	Merknad
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

Tabell 16, Dokumentoversikt, Plania

Programmet setter ingen føringer for valg av dokumentets filnavn, men det velges kategori på dokumentet. Hvert dokument skal referere til gyldig utstyr for periodisk vedlikehold.

### Import/ eksport av data via IFC

Plania er i dag todelt med et klientprogram og et supplement til Plania-systemet som heter Plania web. Plania kan i dag kjøre en automatisk arealimport av geometrisk informasjon fra tegning via Autocad.

Plania AS jobber med videreutvikling av programmet i takt med nye krav fra sine kunder. Plania AS har som mål om å kunne levere Plania fullintegret med BIM. Det jobbes med en løsning for import/ ekstort av data via IFC. Det er et håp om å kunne levere Plania med mulighet for informasjonsutveksling med IFC/ BIM i løpet av 2010.

### Konklusjon

Plania FM systems stiller konkrete krav til informasjon som skal innsamles. 1) Bygningsregister 2) Leverandørregister 3) Kontaktpersoner 4) Utstysregister 5) Komponenter 6) Periodiske rutiner og 7) Dokumentregister. Programmet kan i dag ikke importere informasjon fra As built-BIM for UiS. Plania AS jobber med videreutvikling av programvaren og vil i løpet av 2010 kunne tilby fullintegrering mot IFC standarden.

#### 4.2.3 Undersøkelse 3: Utvekslingskrav ved LCC vurderinger

Det er denne undersøkelsen sett på case UiS og utvekslingskrav for å utføre LCC vurderinger. Selve undersøkelsen er gjennomført ved Multiconsult AS i Oslo i perioden fra september til november 2009 etterfulgt av en periode med resultatbearbeiding.

Programmer og litteratur lagt til grunn i undersøkelsen:

- buildingSMART standardene
- Bygningsinformasjonsmodell: Arkitekt- Fagmodell ARK ArchiCAD, Fil: 118576 302 ARK.ifc <sup>87</sup>
- Beregningsprogrammet LCProfit<sup>88</sup>
- Beregningsprogrammet LCCWEB<sup>89</sup>
- Klientprogram for Windows: dRofus versjon 0.9.0<sup>33</sup>
- Solibri Model Checker<sup>90</sup>
- Forprosjekt Bygg 302 og Bygg 900 ved UiS<sup>32</sup>
- Statsbygg PA 9002<sup>91</sup>
- NS 3451<sup>92</sup>
- NS 3454<sup>22</sup>
- NS 3457<sup>93</sup>
- Statsbygg LCC - dokumentssystem Kravspesifikasjon<sup>77</sup>
- Årskostnader Bok 1 Beregningsanvisninger for bygninger av Svein Bjørberg, Ina Grieg Eide og Eigil Stang<sup>53</sup>
- Livssyklus kostnader for bygninger Innføring og prinsipper av Svein Bjørberg, Anders Larsen, Håkon Øiseth<sup>94</sup>

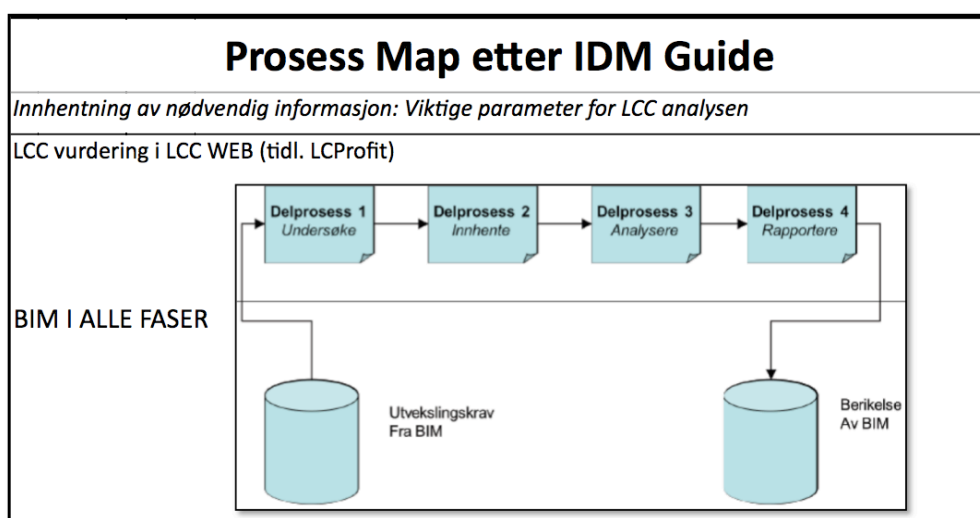
### Om undersøkelsen

Ved beregning og analyse av livssyklus kostnader i programmet LCCWEB må det gis forskjellig input-data om prosjektet. Programmet skiller mellom overordnet nivå og detaljert nivå for beregningene.

På overordnet nivå søker en å finne de prosjektløsninger som ligger innenfor de rammer som er fastlagt. Det beregnes byggekostnader og FDVU-kostnader for prosjektet. Byggekostnadene beregnes og oppgis på 1-siffer nivå eller 2-siffernivå ihht. NS 3451. FDVU-kostnader settes opp etter standarden NS 3454. Driftskostnader inndeles i energi-, renholds-, drifts- og tilsynskostnader. Vedlikeholdskostnader inndeles i vedlikeholds- og utskiftningskostnader. Nøkkeltall for utviklingskostnader og støttetjenester kan også medtas i beregningen. FDVU-kostnader beregnes med godkjente nøkkeltall gitt av Statsbygg.

På detaljert nivå blir beregningene fra overordnet nivå kontrollert. På detaljert nivå finnes og vurderes alternative løsninger for å bedre prosjektets totaløkonomi på kort og lang sikt. Byggekostnadene oppgis på 2-siffernivå ihht. NS 3451. FDVU –kostnader settes opp etter standarden NS 3454. Forvaltningskostnader utregnes på detaljert nivå og deles opp i skatter og avgifter, forsikring og administrasjon. Driftskostnader inndeles i løpende drift, renholdskostnader, energi, vann og avløp, avfall, vakt og sikring og utendørskostnader. For vedlikehold vurderes hver bygningsdel på 2-siffernivå ihht. NS 3451. For utviklingskostnader skal det vurderes løpende ombygning, ivaretagelse av offentlige krav og pålegg, oppgradering, utendørs og diverse.

For undersøkelsen er det laget et prosesskart for IDM for vurdering av LCC i byggeprosjekter, se figur under. Figuren viser gangen i delprosessene i en IDM. Relevant informasjon hentes fra BIM og benyttes sammen med informasjon fra eksterne kilder for å gjøre LCC beregninger og analyser. Delprosess 4 eksporterer LCC-dataene og resultatene tilbake til BIM.



Figur 4-8, Prosesskart for IDM, LCC vurderinger

Prosesskartet viser de fire delprosessene:

- Delprosess 1: Undersøke tilgjengelig informasjon i BIM.***
- Delprosess 2: Innhente informasjon fra eksterne kilder.***
- Delprosess 3: Analysere informasjonen.***
- Delprosess 4: Rapportere resultater tilbake til BIM***

LCC beregning og analyse er ikke utført for case UiS ref. Delprosess 3. Delprosess 4 er grundig gjennomgått i intervjuet med Øyvind Jensen, se kapittel 4.1.4.

Undersøkelsen er to-delt:

Undersøkelsens Del 1 ser nærmere på delprosess nr. 2 som omfatter behov for informasjon fra eksterne kilder. Det skal undersøkes hvilke parameter som er viktig å vurdere for å kunne utføre LCC -beregning på overordnet og detaljert nivå. Samtlige parametere for LCC -beregning metode på overordnet og detaljert nivå skal identifiseres. Det skal gjøres en vurdering på hvor informasjonen hentes fra. Informasjonen kan hentes fra flere kilder. Det skal i undersøkelsen anslås om prosjekteier, rådgiver eller arkitekt innehar informasjonen om parameterne som brukes i LCC -beregningene. Det skal vurderes om informasjon om bygningen kan finnes i IFC/ BIM.

Undersøkelsens Del 2 ser nærmere på delprosess 1 som omfatter tilgjengelig informasjon i IFC modellen. Det skal vises hvor nødvendig informasjon om prosjektet kan finnes i IFC modeller. Det er i framtiden aktuelt å importere informasjon direkte fra IFC/ BIM via IFC-format.

### **Undersøkelse Del 1**

Undersøkelse Del 1 identifiserer og viser og parametere for input data som benyttes i beregningsprogrammet LCProfit og i framtiden i LCCWEB.

Hver av parameterne er vurdert i forhold til hvor informasjon kan hentes og spesielt om informasjon kan importeres direkte via BIM/ IFC.

Det er vurdert parametere på nøkkeltallnivå (Beregningsmodell nivå 2) og bygningsdelsnivå (Beregningsmodell nivå 3).

Felles for begge beregningsnivåene er behovet for informasjon om prosjektet. Nødvendig informasjon må innhentes av Prosjekteier (Statsbygg), Rådgiver/ Prosjekterende (Multiconsult AS) og Arkitekt (Link).

Det er i undersøkelsen funnet utvekslingskrav på bakgrunn av input parametere i LCCWEB, tidligere LCProfit. Tabellen: "Exchange requirement etter IDM Guide" viser hvilke utvekslingskrav som er vurdert til sannsynlig å kunne finne i IFC-modellen.

<b>EXCHANGE REQUIREMENT etter IDM GUIDE</b>					
Uttekslingskrav IFC/ BIM til LCCWEB Beregningsprogram					
	Beskrivelse	Enhet	Behov for informasjon	Informasjon eksporteres fra IFC/BIM	Hvor kan data hentes fra?
	<b>Prosjekt informasjon</b>				
	Bruttoareal bygning	m <sup>2</sup>	v	x	ARK
	Bruksareal (NS 3490)	m <sup>2</sup>	v	x	ARK
30	<b>Driftskostnader</b>				
32	<b>Renholdskostnader</b>				
	Arealinndeling	type	v	x	ARK
	Renholdsareal	m <sup>2</sup>	v	x	Tiltakshaver/ FDVU-Rådgiver
	Angis for ulike golvtyper (areal).	type	v	x	FDVU-Rådgiver
33	<b>Energi</b>				
	<i>Energibudsjett (Elektrisk og Termisk) areal m<sup>2</sup> BTA og kWh/m<sup>2</sup> år. Dette bygger på NS 3031<sup>95</sup></i>				
1	Romoppvarming	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIE
2	Ventilasjon	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIV
3	Tappevann	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIV

4	Vifter og pumper	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIV
5	Belysning	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIE
6	Div utstyr	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIE/ RIV
7	Kjøling, vent +rom	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIV
	Kjøling proses	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIV
8	Gatevarme,snøsmelt	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIE
	Utelys	kWh/m <sup>2</sup> år	v	x	RIE
<i>Effektbudsjett (Elektrisk og Termisk) w/m<sup>2</sup> og samtidighetsfaktor. Dette bygger på NS 3031</i>					
1	Romoppvarming	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIE
2	Ventilasjon	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIV
3	Tappevann	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIV
4	Vifter og pumper	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIV
5	Belysning	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIE
6	Div utstyr	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIE/ RIV
7	Kjøling, vent + rom	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIV
	Kjøling proses	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIV
8	Gatevarme,snøsmelt	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIE
	Utelys	w/m <sup>2</sup>	v	x	RIE
<b>37</b>	<b>Utendørs</b>				
	Areal Park og plenarea.	m <sup>2</sup>	v	x	LARK/ ARK
	Areal Veg og parkering.	m <sup>2</sup>	v	x	LARK/ ARK
<b>40</b>	<b>Vedlikehold</b>				
	Informasjon sorteres på bygningsdel, etter NS 3451				
<b>2</b>	<b>Vedlikehold, Bygg</b>				
20	(Ledig)			x	FDVU-Rådgiver
21	Grunn og fundamenter			x	FDVU-Rådgiver
22	Bæresystemer	Material		x	FDVU-Rådgiver
23	Yttervegger			x	FDVU-Rådgiver
24	Innervegger	Antall		x	FDVU-Rådgiver
25	Dekker			x	FDVU-Rådgiver
26	Yttertak	Enhet		x	FDVU-Rådgiver
27	Fast inventar			x	FDVU-Rådgiver
28	Trapper, balkonger m.m.			x	FDVU-Rådgiver
29	Diverse.			x	FDVU-Rådgiver
<b>3</b>	<b>VVS</b>				
30	(Ledig)			x	FDVU-Rådgiver
31	Sanitær			x	FDVU-Rådgiver
32	Varme	Material		x	FDVU-Rådgiver
33	Brannslukking			x	FDVU-Rådgiver
34	Gass og trykkluft	Antall		x	FDVU-Rådgiver
35	Kulde			x	FDVU-Rådgiver
36	Luftbehandling	Enhet		x	FDVU-Rådgiver
37	Luftkjøling			x	FDVU-Rådgiver
38	Diverse			x	FDVU-Rådgiver
39	Spesialsystem			x	FDVU-Rådgiver
<b>4</b>	<b>Elkraft</b>				
40	Felleskostnader			x	FDVU-Rådgiver
41	Generelle anlegg			x	FDVU-Rådgiver
42	Høyspenning	Material		x	FDVU-Rådgiver
43	Fordeling			x	FDVU-Rådgiver
44	Lys	Antall		x	FDVU-Rådgiver
45	Elvarme			x	FDVU-Rådgiver
46	Driftsteknisk	Enhet		x	FDVU-Rådgiver
47	(Ledig)			x	FDVU-Rådgiver

48	(Ledig)		x	FDVU-Rådgiver
49	Spesialsystem		x	FDVU-Rådgiver
<b>5</b>	<b>Tele og automatisering</b>			
50	Felleskostnader	Material	x	FDVU-Rådgiver
51	Generelle anlegg		x	FDVU-Rådgiver
52	Datakommunikasjon		x	FDVU-Rådgiver
53	Telefon	Antall	x	FDVU-Rådgiver
54	Alarm og signal		x	FDVU-Rådgiver
55	Lyd og bilde		x	FDVU-Rådgiver
56	Automatisering	Enhet	x	FDVU-Rådgiver
57	Integrerte kommunikasjonsanlegg		x	FDVU-Rådgiver
58	Diverse installasjoner		x	FDVU-Rådgiver
59	Spesialsystem		x	FDVU-Rådgiver
<b>6</b>	<b>Andre installasjoner</b>			
60	(Ledig)	Material	x	FDVU-Rådgiver
61	Reservekraft		x	FDVU-Rådgiver
62	Heiser		x	FDVU-Rådgiver
63	Internttransport	Antall	x	FDVU-Rådgiver
64	Sammensatte enheter		x	FDVU-Rådgiver
65	Avfall og renhold		x	FDVU-Rådgiver
66	Brukes ikke	Enhet	x	FDVU-Rådgiver
67	Sikring		x	FDVU-Rådgiver
68	Skjerming		x	FDVU-Rådgiver
69	Spesialsystem		x	FDVU-Rådgiver
<b>7</b>	<b>Utendørs</b>			
70	Rigg og drift	Material	x	FDVU-Rådgiver
71	Terrengbehandling		x	FDVU-Rådgiver
72	Konstruksjoner		x	FDVU-Rådgiver
73	Utendørs VVS	Antall	x	FDVU-Rådgiver
74	Utendørs elkraft		x	FDVU-Rådgiver
75	Utendørs tele-og aut.		x	FDVU-Rådgiver
76	Veier og plasser	Enhet	x	FDVU-Rådgiver
77	Park og hage		x	FDVU-Rådgiver
78	Vann og avløp		x	FDVU-Rådgiver
79	Diverse		x	FDVU-Rådgiver
<b>50</b>	<b>Utviklingskostnader</b>			
<b>51</b>	<b>Løpende ombygning</b>			
	Bygg	Material	x	FDVU-Rådgiver
	VVS	Antall	x	FDVU-Rådgiver
	Elektro	Enhet	x	FDVU-Rådgiver
<b>52</b>	<b>Offentlige krav og pålegg</b>			
	Bygg	Material	x	FDVU-Rådgiver
	VVS	Antall	x	FDVU-Rådgiver
	Elektro	Enhet	x	FDVU-Rådgiver
<b>53</b>	<b>Oppgradering</b>			
	Bygg	Material	x	FDVU-Rådgiver
	VVS	Antall	x	FDVU-Rådgiver
	Elektro	Enhet	x	FDVU-Rådgiver
<b>57</b>	<b>Utendørs</b>			
	Bygg	Material	x	FDVU-Rådgiver
	VVS	Antall	x	FDVU-Rådgiver
	Elektro	Enhet	x	FDVU-Rådgiver
<b>59</b>	<b>Diverse</b>			
	Bygg	Material	x	FDVU-Rådgiver
	VVS	Antall	x	FDVU-Rådgiver
	Elektro	Enhet	x	FDVU-Rådgiver

Tabell 17, Vurdering av utvekslingskrav, IFC - LCCWEB

Som tabellen over viser er det undersøkt parametre som skal benyttes i beregningsmetodene på overordnet og detaljert nivå. Tabellen definerer parametre som skal oppgis ved beregning og analyse av livssyklus kostnader i et konkret prosjekt som bør eksporteres fra IFC modellen. De parameterne som skal vurderes nærmere i undersøkelse Del 2 er:

<b>Prosjektinformasjon</b>	<b>- Bygningsinformasjon</b>
<b>Driftskostnader</b>	<b>- Renholdskostnader</b>
<b>Driftskostnader</b>	<b>- Energikostnader</b>
<b>Vedlikeholdskostnader</b>	<b>- Sortert på bygningsdel, 2 sifernivå</b>
<b>Utviklingskostnader</b>	<b>- Bygg, VVS og Elektro</b>

Tabell 18, Parametre for utveksling

En parameter som ikke er listet er byggekostnader på to-sifernivå. IFC-modellen er til hjelp ved kalkulering av byggekostnadene da mengder kan hentes fra modellen. Byggekostnaden kan beregnes detaljert i for eksempel byggoffice. Byggekostnader blir ikke videre undersøkt her.

## Konklusjon

I denne undersøkelsen er samtlige parametre som kreves for å utføre en LCC vurdering i LCCWEB/ LCProfit vurdert. Av samtlige parametre er det funnet at enkelte parametre bør kunne utveksles via IFC-modellen og analyseverktøy. De parameterne som er identifisert er under kategorien prosjektinformasjon, renholdskostnader, energikostnader, vedlikeholdskostnader og utviklingskostnader. Det er også vurdert hvilken rolle i prosjektet det være seg arkitekt, prosjekterende eller eier som innehar informasjonene som kreves. Byggekostnader kan beregnes i egne programmer.

## Undersøkelse Del 2

Ved LCC beregning og analyse er det behov for informasjon om ulike parametre. Denne undersøkelsen viser hvor og hvordan informasjon om geometriske parametre kan hentes fram fra byggeprogrammet gjennom programmet dRofus Krav-BIM. Det er også vist hvordan informasjon om geometriske parametre kan finnes gjennom "rule set" i Solibri Model Checker ved å laste inn en IFC-modell.

Undersøkelsen ser konkret på Bygg 302 ved UiS prosjektet.

Følgende hovedkapitler vurderes:

- 1) Prosjektinformasjon
- 2) Beregning av Driftskostnader, Renhold
- 3) Beregning av Driftskostnader, Energikostnader
- 4) Beregning av Driftskostnader, Utendørs
- 5) Beregning av Vedlikeholdskostnader
- 6) Beregning av Utviklingskostnader

### 1) Prosjektinformasjon

Del 1 av undersøkelsen identifiserer parametre som er nødvendige for å gjennomføre LCC-vurderinger. Informasjon om geometriske parametre som bygningsarealer og romstørrelser er viktige parametre for beregning av livssyklus kostnader. Denne Del 2 av undersøkelsen skal forsøke å finne geometriske parametre for det prosjekterte nybygget Bygg 302 ved UiS. Undersøkelsen skal se nærmere på kravspesifikasjonen som er gitt av Statsbygg i dRofus og prosjektering gjort av Multiconsult og Link i Forprosjektet<sup>32</sup>.

Det skal i denne undersøkelsen ses på hvordan geometriske parametere kan finnes ved hjelp av programmene: "Solibri Model Checker" og "dRofus".

Multiconsult AS ved Thor Ørjan Holt har åpnet for bruk av programmet Solibri Model Checker, dRofus og gitt tilgang til IFC modeller laget for UiS forprosjekt. Solibri Model Checker er et program som analyserer en IFC modell og sjekker den i forhold til regler og BIM standarder. dRofus er et program som støtter arbeidsprosessen rundt funksjonsprogrammering, utstyrplanlegging og prosjektering i komplekse byggeprosjekter.

Det skal i Solibri Model Checker og dRofus ses på muligheter for å hente geometriske data om Bygg 302 ved UiS.

### Geometrisk informasjon Bygg 302, dRofus

I dRofus finnes "Byggeprogrammet" for Bygg 302 ved UiS<sup>84</sup>. Byggeprogrammet setter funksjonskrav til bygningen. Kapittel 2 "Funksjonskrav til bygning og uteområde" sier at: "For å dekke økt behov for kontorer og undervisningslokaler skal det oppføres nytt bygg på eksisterende parkeringsplass nord for Ellen og Axel Lunds hus (Hotellfaghøgskolen) på universitetsområdet på Ullandhaug. Bygget skal være på tre plan pluss delvis kjeller med totalt bruttoareal på ca 3.200 - 3.300 m<sup>2</sup>".

I denne undersøkelsen er det søkt å finne informasjon om rom og arealer for Bygg 302 ved UiS.

Det er i programmet dRofus i menyen: "Rapporter og eksporter" funnet en rapport som heter "Liste over rom gruppert". Denne listen er lik den listen som er gitt i rapporten "Byggeprogram datert 05.03.2009" side 12-13<sup>84</sup>.

STATSBYGG			
10797 Bygg 302 Universitetet i Stavanger (UIS)			
Liste over rom, gruppert			
Navn	Antall rom	Prog areal (m <sup>2</sup> )	Sum (m <sup>2</sup> )
<b>Sum</b>	<b>167</b>		<b>2 338</b>
<b>01 Fakultet - Administrasjon 407,3</b>			
Fellesareal, Fellesareal/steigruppe	1	43,4	43,4
Kjøkken, Tekjøløken	1	8,5	8,5
Kontor, Kontor med meteromsfunksjon	2	20,2	40,4
Kontor, Standardkontor 1p	23	10,7	246,1
Kontorstele, Kjøpprom	1	11,8	11,8
Lager, Lager for ansatte	1	12,0	12,0
Lager, Lager for studenter	1	19,0	19,0
Møte, Møterom	1	17,4	17,4
Rekvisita, Rekvisita	1	8,1	8,1
<b>02 Fakultet - Faglig 837,3</b>			
Bibliotek, Lydbibliotek	1	10,0	10,0
Fellesareal, Fellesareal/steigruppe	1	19,8	19,8
Kjøkken, Tekjøløken	2	8,5	17,0
Kontor, Standardkontor 1p	87	10,7	609,9
Kontor, Stort kontor	1	30,1	30,1
Kjøpprom, Kjøpprom	1	11,8	11,8
Lager, Lager/arkiv mediefag	1	11,8	11,8
Møte, Pause/møterom	1	31,5	31,5
Møte, Pause/møterom	1	22,3	22,3
Møte, Stort møterom 14p	1	38,8	38,8
Møte, Stort møterom 14p	1	31,2	31,2
Rekvisita, Rekvisita	1	8,1	8,1
Standardkontor 1p	2	0,0	0,0
<b>03 Fakultet - Stipendiater 160,5</b>			
Kontor, Standardkontor 2p	15	10,7	160,5
<b>04 Undervisning 359,3</b>			
Garderobe, Garderobe	2	15,0	30,0
Undervisning, Undervisningsrom A	1	102,6	102,6
Undervisning, Undervisningsrom B	1	62,7	62,7
Undervisning, Undervisningsrom C	1	51,8	51,8
Undervisning, Undervisningsrom D	1	79,9	79,9
Undervisning, Visningsrom	1	32,3	32,3
<b>07 Våtrom 87,3</b>			
Dusjrom, Dusj	2	2,4	4,8
Garderobe, Garderobe	2	6,5	13,0
Møppevaskeri, Møppevaskerom	1	13,8	13,8
Rengjøring, Bettekkott	3	2,9	8,7
Toilett, HC-toilett	1	8,4	8,4
Toilett, HC-toilett	2	4,9	9,8
Toilett, Toilett	2	2,4	4,8
Toilett, Toilett	12	2,0	24,0
<b>08 Teknisk drift mv 208,3</b>			
Datarom, Data	1	12,1	12,1
Datarom, Teleidata	3	1,8	4,8
Drift, Heisrom	1	0,0	0,0
Drift, VVS-teknisk rom	1	102,3	102,3
Lagerrom, Lager	1	57,0	57,0
Lagerrom, Lager	1	32,1	32,1
Uinnredet, Uinnredet areal	1	0,0	0,0
<b>09 Kommunikasjon mv 177,6</b>			
Brutto, Takoppbygg plan 4	1	20,0	20,0
Kontor, Kontorforbindelse nabobygg plan 1	1	78,8	78,8

STATSBYGG			
10797 Bygg 302 Universitetet i Stavanger (UIS)			
Liste over rom, gruppert			
Navn	Antall rom	Prog areal (m <sup>2</sup> )	Sum (m <sup>2</sup> )
Kontor, Kontorforbindelse nabobygg plan 2	1	78,8	78,8
Vindfang, Vindfang kafe	1	0,0	0,0
<b>10 Utendørs 100,0</b>			
<b>1 Bilparkering 100,0</b>			
Parkering, HC-parkeringsplass	4	25,0	100,0

Figur 4-9, Liste over rom, gruppert for Bygg 302, søk 21.10.2009, dRofus

### Geometrisk informasjon Bygg 302, Solibri Model Checker

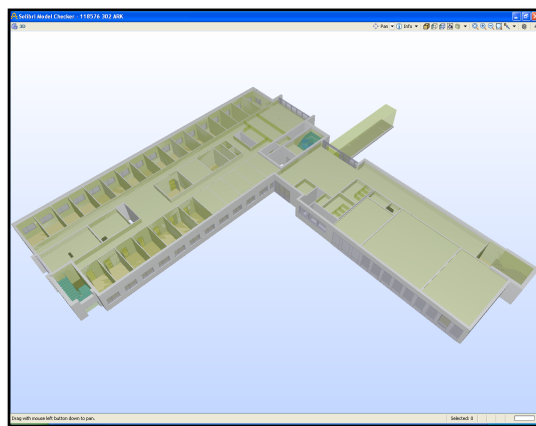
Det er i Solibri Model Checker åpnet IFC modellen av Bygg 302, filnavn: 118576 302 ARK IFC Files. Modellen viser Bygg 302 ved UiS. Når filen er lastet opp i programmet



kommer det opp informasjon om brutto areal av bygningen under "Info" og "Quantities". "Gross Area" eller bruttoareal (BTA) for Bygg 302 er oppgitt til å være 3730,94m<sup>2</sup>.

Floor	Space Area
U. etasje	351,43
1. etasje	935,51
2. etasje	959,18
3. etasje	910,64
<b>Total</b>	<b>3156,76</b>

Tabell 19, Bygg 302 Netto areal per etasje,



Figur 4-10, Bygg 302 - 2. etasje, Solibri Model Checker

Netto areal av Bygg 302 er funnet ved å utføre en "Checking". Regelen: "Total Space Area on Each Building Floor" gir netto arealet av bygningen fordelt på etasjene. Arealoversikt over hver etasje er vist i Tabell 19.

Det er i Solibri Model Checker funnet antall rom, rom typer og netto rom areal for Bygg 302. Ved å utføre en "Checking" ved bruk av regelen: "Quantity Take-off" og "Space Quantities" finnes informasjon om rommene i bygget. Tabellen under viser resultater fra testen.

Construction Type	Count	Area
BK	3	8.65
Broforbindelse	1	29.23
Data	1	11.75
Drift heisrom	1	3.93
EL hovedford.	1	13.11
EL.sjakt	6	9.72
Ekstra møterom	1	9.29
Evt. lagerrom	1	4.02
Fellesareal/sitegruppe	1	17.22
Fellesareal/sittegruppe	2	59.45
Gard., dusj	2	24.20
HC WC	3	15.84
Kontor med møteromsfunksjon	3	63.85
Kontorlandskap 4 pl	1	21.97
Kontorlandskap 6 pl	1	39.31
Kopierom	3	33.45
Korridorforbindels...	4	522.72
Korridorforbindelse	3	193.58
Lager ansatte	1	11.25
Lager studenter	1	19.71
Lager/arkiv mediefag	1	11.32
Lysbildebibliotek	1	13.70
Moppevaskeri	1	13.79
Møterom	2	23.26
Pause/møterom	4	87.83
Rekvisita	2	17.63
Sluse	2	5.06
Standardkontor 1p	80	834.72
Standardkontor 2p	10	109.51
Stort kontor	1	21.11
Stort møterom 14p	3	69.07
TOALETT FORROM	1	5.14
Tekjøkken	3	23.65
Tele/data	2	6.70
Tele/data hovedford.	1	11.76
Toalett forrom	2	13.59
Toalett, forrom	2	13.55
Trapp	7	108.76
Uinnredet	1	7.95
Undervisningsrom	4	292.94
V.F.	2	18.94
VVS-teknisk rom	1	287.65
Visningsrom	1	30.28
WC	16	16.47
<b>SUM:</b>	<b>190</b>	<b>3156.63</b>

Tabell 20, Liste over rom for Bygg 302, Solibri modell checker

### Kontroll av resultatet

Det er koblet til IFC-modellen av Bygg 302, filnavn: 118576 302 ARK IFC Files, til dRofus. Ved tilkobling må det velges Importkonfigurasjon. Modellen av Bygg 302 er laget i programmet ArchiCAD 12 og der derfor valgt. Når modellen er tilkoblet dRofus prosjekt: "Statsbygg – 10797 Bygg 302 Universitetet i Stavanger UiS" kan man kontrollere avvik mellom programmert og prosjektert. Under IFC rapporter vises noen avvikslister mellom modell og romprogrammet. Dette inkluderer liste med rom som kun er i program og ikke i modell, rom kun i modell og ikke i program og en egen liste for å finne rom i modell med duplikate romnummer. De rapportene som er utført er:

#### 1.) Rom kun i program

Denne avviksrapporten lister de rom som er programmerte i dRofus som ikke er prosjektert i arkitekt modellen.

#### 2.) Rom kun i modell

Denne avviksrapporten lister de rom som er prosjektert i arkitekt modellen som ikke er programmert i dRofus.

#### 3.) Rom i modell med duplikate romnummer

Denne avviksrapporten lister de rom i arkitektmodellen som har samme romnummer.

Målsettingen er at programmert romprogram med programkrav for UiS gitt i dRofus og arkitekt modellen til slutt oppnår et 1-1 forhold.

### Rom kun i program

<b>Rom</b>			
22. oktober 2009 - 09:29:01			
Generert fra dRofus, et produkt fra Nosyko AS			
<b>Romfnr:</b>	<b>Navn:</b>	<b>Programmert areal (m<sup>2</sup>):</b>	<b>Prosjektert areal (m<sup>2</sup>):</b>
1.02.080	Standardkontor 1p	0,0	10,35
1.02.081	Standardkontor 1p	0,0	10,35
1.03.002	Kontor, Standardkontor 2p	10,7	0,0
1.03.003	Kontor, Standardkontor 2p	10,7	0,0
1.03.015	Kontor, Standardkontor 2p	10,7	0,0
1.04.003	Garderobe, Garderobe	15,0	1,33
1.04.007	Garderobe, Garderobe	15,0	12,65
1.08.002	Lagerrom, Lager	57,0	0,0
1.08.003	Lagerrom, Lager	32,1	0,0
1.08.006	Datarom, Tele/data	1,6	0,0
1.09.001	Korridor, Korridorforbindelse nabobygg plan 1	78,8	0,0
1.09.003	Brutto, Takoppbygg plan 4	20,0	0,0
1.10.1.001	Parkering, HC-parkeringsplass	25,0	0,0
1.10.1.002	Parkering, HC-parkeringsplass	25,0	0,0
1.10.1.003	Parkering, HC-parkeringsplass	25,0	0,0
1.10.1.004	Parkering, HC-parkeringsplass	25,0	0,0
1.1.09.004	Vindfang, Vindfang kafe	0,0	0,0
		<b>351,6</b>	<b>34,68</b>

Tabell 21, Rom kun i program prosjekt UiS Bygg 302, dRofus

## Rom kun i modell

<b>Rom</b>			
22. oktober 2009 - 09:31:58			
Generert fra dRofus, et produkt fra Nosyko AS			
<b>Romfnr:</b>	<b>Navn:</b>	<b>Programmert areal (m<sup>2</sup>):</b>	<b>Prosjektert areal (m<sup>2</sup>):</b>
	EL.sjakt	0	1,57
	Fellesareal/sitegruppe	0	17,21
	EL hovedford.	0	13,11
	Pause/møterom	0	23,75
	EL.sjakt	0	1,64
	Tele/data hovedford.	0	11,75
	EL.sjakt	0	1,63
	EL.sjakt	0	1,66
	EL.sjakt	0	1,64
	EL.sjakt	0	1,55
1.01.0	V.F.	0	8,25
1.01.0	Korridorforbindels...	0	123,89
1.01.0	Trapp	0	17,32
1.01.0	V.F.	0	10,67
1.01.0	Trapp	0	11,48
1.01.0	Korridorforbindels...	0	196,58
1.01.026	Møterom	0	2,13
1.01.0??	Kontor med møteromsfunksjon	0	21,33
1.02.0	Korridorforbindels...	0	172,85
1.02.0	Trapp	0	17,32
1.02.0	Kopierom	0	9,87
1.02.0	Trapp	0	12,22
1.02.0	Korridorforbindels...	0	144,87
1.02.066	Stort møterom 14p	0	23,43
1.02.06?	Pause/møterom	0	9,55
1.02.0??	Ekstra møterom	0	9,28
1.03.0	Sluse	0	2,83
1.03.0	Korridorforbindelse	0	21,72
1.03.0	Korridorforbindelse	0	42,44
1.03.0	Trapp	0	12,22
1.03.0	Trapp	0	18,48
1.03.0	Korridorforbindelse	0	196,97
1.04.006	Sluse	0	2,22
1.04.0??	Evt. lagerrom	0	4,01
1.07.0	Toalett, forrom	0	6,69
1.07.0	Toalett, forrom	0	6,85
1.07.026	WC	0	0,89
1.08.0	Toalett forrom	0	6,75
1.08.0	Toalett forrom	0	6,83
1.0U.0	Trapp	0	21,18
		<b>0</b>	<b>1216,82</b>

Tabell 22, Rom kun i modell prosjekt UIS Bygg 302, dRofus

## Rom i modell med duplikate romnummer

<b>Rom</b>			
22. oktober 2009 - 09:41:25			
Generert fra dRofus, et produkt fra Nosyko AS			
<b>Romfnr:</b>	<b>Navn:</b>	<b>Programmert areal (m<sup>2</sup>):</b>	<b>Prosjektert areal (m<sup>2</sup>):</b>
	EL.sjakt	0	1,57
	Fellesareal/sitegruppe	0	17,21
	EL hovedford.	0	13,11
	Pause/møterom	0	23,75
	EL.sjakt	0	1,64
	Tele/data hovedford.	0	11,75
	EL.sjakt	0	1,63
	EL.sjakt	0	1,66
	EL.sjakt	0	1,64
	EL.sjakt	0	1,55
1.01.0	V.F.	0	8,25
1.01.0	Korridorforbindels...	0	123,89
1.01.0	Trapp	0	17,32
1.01.0	V.F.	0	10,67
1.01.0	Trapp	0	11,48
1.01.0	Korridorforbindels...	0	196,58
1.01.026	Møte, Møterom	17,4	20,87
1.01.026	Møterom	0	2,13
1.02.0	Korridorforbindels...	0	172,85
1.02.0	Trapp	0	17,32
1.02.0	Kopirom	0	9,87
1.02.0	Trapp	0	12,22
1.02.0	Korridorforbindels...	0	144,87
1.02.066	Møte, Stort møterom 14p	36,8	32,01
1.02.066	Stort møterom 14p	0	23,43
1.03.0	Sluse	0	2,83
1.03.0	Korridorforbindelse	0	21,72
1.03.0	Korridorforbindelse	0	42,44
1.03.0	Trapp	0	12,22
1.03.0	Trapp	0	18,48
1.03.0	Korridorforbindelse	0	196,97
1.04.006	Undervisning, Visningsrom	32,3	2,40
1.04.006	Sluse	0	2,22
1.07.0	Toalett, forrom	0	6,69
1.07.0	Toalett, forrom	0	6,85
1.07.026	Toalett, Toalett	2	1,74
1.07.026	WC	0	0,89
1.08.0	Toalett forrom	0	6,75
1.08.0	Toalett forrom	0	6,83
		<b>88,5</b>	<b>1208,46</b>

Tabell 23, Rom i modell med duplikate romnummer prosjekt UIS Bygg 302, dRofus

## Delkonklusjon, Bygg 302

Programmert romprogram fra Krav-BIM, dRofus:

Programmert romprogram (dRofus, Byggeprogram)

Programmert areal, netto:

2338,00 m<sup>2</sup>

Programmert antall rom:

167 stk

Ikke medtatt i modell (dRofus, tilkoblet IFC modell)  
 Antall rom ikke medtatt i modell: 17 stk  
 Totalt areal ikke medtatt i modell, netto:  $351.6 \text{ m}^2 - 34.68 \text{ m}^2 = 316,92 \text{ m}^2$

Rom prosjektert i modellen som også er programmert (utregnet)  
 Prosjektert areal, netto: 2021,08 m<sup>2</sup>  
 Prosjektert antall rom: 150 stk

Rom kun prosjektert i modellen: (dRofus tilkoblet IFC modell)  
 Prosjektert areal, netto: 1216,80 m<sup>2</sup>  
 Prosjektert antall rom: 40 stk

Rom prosjektert totalt: (utregnet)  
 Programmert areal, netto: 3238,60 m<sup>2</sup>  
 Programmert antall rom: 190 stk

*Prosjektert areal fra ProsjekteringsBIM, Solibri Model Checker:*  
 Rom prosjektert totalt:  
 Prosjektert areal, netto: 3156,63 m<sup>2</sup>  
 Prosjektert antall rom: 190 stk

#### Konklusjon

Bruttoareal, Bygg 302:  
 IFC modellen som foreligger i UiS Forprosjekt heter: "118576 302 ARK IFC Files".  
 Modellen er undersøkt i Solibri Model Checker. Det er funnet at det prosjekterte Bygg 302 har et samlet brutto areal på 3730,94m<sup>2</sup>. I byggeprogrammets funksjonskrav står det beskrevet at Bygg 302 skal være på tre plan pluss delvis kjeller med totalt bruttoareal på ca 3.200 - 3.300 m<sup>2</sup>. Det er et avvik mellom byggeprogrammets Funksjonskrav til bygning 302 og prosjektert bygg ref. Forprosjektet UiS. Bygget som er prosjektert er 431 m<sup>2</sup> større en hva som er funksjonskravet.

Netto areal, Bygg 302:  
 Det er funnet programmerte arealer i dRofus for Bygg 302. Kravet er at bygget skal inneholde 167 spesifiserte rom med samlet nettoareal på 2338 m<sup>2</sup>. Det er i Solibri Model Checker funnet at prosjektert bygg ref. UiS Forprosjekt inneholder 190 spesifiserte rom med samlet nettoareal på 3156,63 m<sup>2</sup>.  
 Det er et avvik mellom Byggeprogrammet - KravBIM og Forprosjektet UiS - LøsningsBIM. Bygget. Forprosjektet UiS inneholder flere rom en programmert.

Samsvar mellom programkrav og prosjektert løsning  
 Målet er at programmerte krav skal samsvare med prosjektert løsning. For å forklare avviket er det tatt utgangspunkt i prosjektert løsning. Det er utført en kontroll av modellen i dRofus. Det er kontrollert hvilke rom som er programmert og ikke i modellen og hvilke rom som kun i med modellen og ikke i programmet.

	Antall rom:	Areal, netto:
Programmert, (Byggeprogrammet)	167 rom	2338,00 m <sup>2</sup>
Programmert men ikke medtatt i modell (dRofus)	17 rom	316,92 m <sup>2</sup>
Programmert også i modell	150 rom	2021,08 m <sup>2</sup>
Prosjektert i modell men ikke programmert (dRofus)	40 rom	1216,80 m <sup>2</sup>
Prosjektert i modell (utregnet)	190 stk	3238,60 m <sup>2</sup>
Kontroll mot funn i Solibri Model Checker Prosjektert i modell	190 stk	3156,63 m <sup>2</sup>

Tabell 24, Kontroll prosjektert modell Bygg 302

Denne undersøkelsen viser at kontroll av IFC modell i dRofus har gitt riktig svar på antall rom, men det er et avvik på total størrelse i netto areal.

#### Kontroll av rom i modell med duplikate romnummer

Undersøkelse viser at det er prosjektert flere rom med samme romfunksjonsnummer. Prosjektering av flere rom med samme romfunksjonsnummer betegnes som avvik i dRofus og bør kontrolleres nærmere. Tabellen vist i "Tabell 6, Rom i modell med duplikate romnummer prosjekt UiS Bygg 302, dRofus" bør gjennomgås.

#### Bruk av riktig geometrisk informasjon i LCC vurderingen

Får å kunne gjennomføre en riktig beregning og analyse av LCC må de geometriske parameterne være korrekte og godkjente av tiltakshaver, Statsbygg. Det er i denne undersøkelsen funnet avvik mellom programmerte krav og prosjektert løsning. Det er viktig å ta forbehold og beskrive forutsetninger for de geometriske parameterne som velges ved gjennomføring av LCC-beregningen.

## 2) Beregning av Driftskostnader, Renhold

Ved utregning og analyse av livssyklus-kostnader må driftskostnadene beregnes. Renholdskostnaden er en vesentlig del av driftskostnadene.

#### Behov for informasjon:

For å beregne renholdskostnadene er det behov for informasjon om arealinndeling, renholdsareal og golvtype.

#### Informasjon eksporteres via BIM/ IFC:

Informasjon om rominndeling, gulvarealer, planlagt gulv belegget kan hentes ut fra BIM. Det er viktig å definere vaskbar flate som skal legges til grunn. Dette er informasjon som arkitekt og FDVU-Rådgiver sammen kan finne løsninger for.

#### Resultater:

Informasjon om rominndeling, gulvarealer, planlagt gulv belegget kan hentes ut fra BIM og overføres til LCC beregningsprogrammet.

## 3) Beregning av Driftskostnader, Energikostnader

For å beregne energikostnadene må det lages et energi og effektbudsjett. Dette gjøres normalt av rådgivende ingeniør Elektro.

#### Behov for informasjon

Det må lages et energibudsjett og et effektbudsjett. Budsjettene trenger informasjon om følgende parametere, se Tabellene under.

#### Energibudsjett

(Elektrisk og Termisk) areal  $m^2$  BTA og  $kWh/m^2$  år. Dette bygger på NS 3031

1	Romoppvarming	$kWh/m^2$ år
2	Ventilasjon	$kWh/m^2$ år
3	Tappevann	$kWh/m^2$ år
4	Vifter og pumper	$kWh/m^2$ år
5	Belysning	$kWh/m^2$ år
6	Div utstyr	$kWh/m^2$ år
7	Kjøling, vent +rom	$kWh/m^2$ år
	Kjøling proses	$kWh/m^2$ år
8	Gatevarme, snøsmelt	$kWh/m^2$ år
	Utelys	$kWh/m^2$ år

Tabell 25, Energibudsjett, parametere

## Effektbudsjett

(Elektrisk og Termisk) w/m<sup>2</sup> og samtidighetsfaktor. Dette bygger på NS 3031

1	Romoppvarming	w/m <sup>2</sup>
2	Ventilasjon	w/m <sup>2</sup>
3	Tappevann	w/m <sup>2</sup>
4	Vifter og pumper	w/m <sup>2</sup>
5	Belysning	w/m <sup>2</sup>
6	Div utstyr	w/m <sup>2</sup>
7	Kjøling, vent +rom	w/m <sup>2</sup>
	Kjøling proses	w/m <sup>2</sup>
8	Gatevarme,snøsmelt	w/m <sup>2</sup>
	Utelys	w/m <sup>2</sup>

Tabell 26, Effektbudsjett, parametere

### *Informasjon eksporteres via BIM/ IFC*

Det er planlagt at energi simuleringer utføres i programmet Riuska. Energibudsjetter er gitt i forprosjektet UiS.

### *Resultater:*

I forprosjektet er ikke energisimuleringer gjort ved bruk av programmet Riuska. Det ligger derfor ikke informasjon i BIM. Informasjon kunne vært eksporteres fra BIM til LCC beregningsprogrammet.

## **4) Beregning av Driftskostnader, Utendørs**

### *Behov for informasjon*

Det er behov for informasjon om areal park og plenareal og areal veg og parkering.

### *Informasjon eksporteres via BIM/ IFC*

Informasjon om størrelse på park og plenareal samt areal veg og parkering ligger inne i Lark sin IFC-modell. Informasjon kan hentes ut fra modellen.

### *Resultater:*

Informasjon om utomhus arealet tilknyttet Bygg 302 og Bygg 900 kan hentes i BIM og eksporteres til LCC-beregningsprogrammet fra LARK-modellen.

## **5) Beregning av Vedlikeholdskostnader**

### *Behov for informasjon:*

Får å beregne kostnader forbundet med vedlikehold er det nødvendig å vite noe om materialet som er planlagt benyttet, størrelse på bygningsdelen og enheten som benyttes. Det må hentes informasjon om samtlige bygningsdeler som er satt opp i NS 3451.

<b>2</b>	<b>Vedlikehold, Bygg</b>	<b>5</b>	<b>Tele og automatisering</b>
20	(Ledig)	50	Felleskostnader
21	Grunn og fundamenter	51	Generelle anlegg
22	Bæresystemer	52	Datakommunikasjon
23	Yttervegger	53	Telefon
24	Innervegger	54	Alarm og signal
25	Dekker	55	Lyd og bilde
26	Yttertak	56	Automatisering
27	Fast inventar	57	Integrerte kommunikasjonsanlegg
28	Trapper, balkonger m.m.	58	Diverse installasjoner
29	Diverse.	59	Spesialsystem
<b>3</b>	<b>VVS</b>	<b>6</b>	<b>Andre installasjoner</b>
30	(Ledig)	60	(Ledig)
31	Sanitær	61	Reservekraft
32	Varme	62	Heiser
33	Brannslukking	63	Intertransport
34	Gass og trykkluft	64	Sammensatte enheter
35	Kulde	65	Avfall og renhold
36	Luftbehandling	66	Brukes ikke
37	Luftkjøling	67	Sikring
38	Diverse	68	Skjerming
39	Spesialsystem	69	Spesialsystem
<b>4</b>	<b>Elkraft</b>	<b>7</b>	<b>Utendørs</b>
40	Felleskostnader	70	Rigg og drift
41	Generelle anlegg	71	Terrengbehandling
42	Høyspenning	72	Konstruksjoner
43	Fordeling	73	Utendørs VVS
44	Lys	74	Utendørs elkraft
45	Elvarme	75	Utendørs tele-og aut.
46	Driftsteknisk	76	Veier og plasser
47	(Ledig)	77	Park og hage
48	(Ledig)	78	Vann og avløp
49	Spesialsystem	79	Diverse

Tabell 27, Bygningsdeler

#### *Informasjon eksporteres via BIM/ IFC:*

All geometrisk informasjon kan hentes ut fra BIM. Det kan også hentes ut prosjekterte materialer fra BIM. For de tekniske fagene El og VVS kan tilleggsprogrammer være tilgjengelig.

#### *Resultater:*

Informasjon om mengder og materialer kan hentes fra BIM og eksporteres til LCC beregningsprogrammet.

## **6) Beregning av Utviklingskostnader**

### *Behov for informasjon*

Får å beregne kostnader forbundet med utvikling av bygningen er det nødvendig å vite noe om materialet som er planlagt benyttet, antall og enheten som benyttes. Det må hentes informasjon om utvikling av bygget, VVS installasjoner og Elektroniske installasjoner. Utviklingskostnadene blir spesifisert etter NS 3454 og deles i kostnader forbundet med løpende ombygning, offentlige krav og pålegg, oppgradering, utendørs og diverse.

### *Informasjon eksporteres via BIM/ IFC*

Geometrisk informasjon kan eksporteres fra BIM.

### *Delkonklusjon*

Parameteres som må innhentes for å beregne Utviklingskostnader kan hentes fra BIM.



## 5. Diskusjon

Diskusjonskapittelet skal belyse aktuelle forhold vedrørende BIM status i Norge. Deretter skal et avsnitt drøfte hvordan det i økende grad må tas hensyn til en FDVU-BIM i tidligfase av et byggeprosjekt. Det er vist en tabell med en historisk gjennomgang med krav til kostnadsanalyser/ LCC beregninger.

Avsnitt 5.3 belyser hvordan ulike byggherrer vil stille ulike krav til FDVU-dokumentasjon. Tilvirkere må i en tidligfase legge premissene for eiere og sluttbrukeres løsningsvalg. I avsnitt 5.4 skal den framsatte hypotesen: "Kan FDVU-BIM erstatte dagens krav til FDVU dokumentasjon?" drøftes etter en SWOT-modell, herunder vil sukseskriterier for implementering bli vist.

### 5.1 BIM

Dette avsnitte skal vise eksempler på BIM verktøy som er tatt i bruk i byggenæringen i Norge. Framtidige BIM-verktøy til bruk i driftsfasen av et byggs levetid er kalt FDVU-BIM, slik programvare er ikke kjent i bruk i Norge foreløpig. Det er nevnt programmer som er kjent fra litteraturen.

#### 5.1.1 Bruk av nye BIM-verktøy

Nye byggherrekrav skjerper hele den norske BAE-næringen. Nye kontrakter inngås med krav til bruk av bygningsinformasjonsmodellering. Det skal nå legges en BIM-manual til grunn for modellering og tverrfaglig kontroll.

Arbeidsmetoder må endres, nye forretningsprosesser oppstår. Endringene merkes for både byggherren, brukerne og prosjekteringsgruppen. Undersøkelser gjort av McGraw Hill<sup>6</sup> viser at nesten 50 % av "AEC-industry" i Nord-Amerika bruker BIM. Trenden er at BIM-brukerne ønsker økt bruk i framtiden og at flere og flere mestrer IT-verktøyet. Softwareleverandører utvikler stadig anvendbare BIM-verktøy og utviklingen skjer raskt. Undersøkelser viser at på tross av et strammere marked med økt konkurranse investeres det allikevel i teknologi. Det skal gi økonomisk gevinst ved å investere i BIM. 93 % av BIM-brukere antar det er potensiale for å øke økonomisk gevinst i framtiden ved bruk av BIM. BIM gir økonomisk gevinst fordi man ikke trenger å gjøre arbeidet flere ganger. BIM øker produktiviteten i arbeidet. BIM reduserer konflikter og forandringer i byggeprosessen. Bruk av BIM gir effektiv tidsbruk og gir økonomiske gevinster.

Det starter med byggherrens krav. dRofus er innført som kravdatabase i Statsbygg. Romprogram, funksjonsprogram og byggeprogram stilles gjennom databaser i dRofus. Denne databasen er i stand til å eksportere Krav-BIM i IFC-format.

Arkitekter og rådgivere må kunne tilfredstille nye krav, krav som stilt i en Krav-BIM.

Det er flere BIM-verktøy å velge mellom for arkitektene og rådgiverne for å utarbeide en ProsjekteringsBIM. Som et eksempel ble det ved utarbeidelse av Forprosjekt UiS benyttet ArchiCad av arkitekt- og landskapsarkitektene. Programmet MicroStation ble benyttet av rådgiverene i byggeteknikk. Rådgivere innen fagene VVS og elektro benyttet Magicad. All informasjon skal samles i en tverrfaglig modell og på en EDM Model Server som lagring- og kommunikasjonsdatabase i prosjektet.

For tverrfaglig kontroll og koodinering på tvers av fagene samarbeider rådgiverne. Nye verktøy for tverrfaglig prosjekteringssamarbeid er tilgjengelig på markedet. Solibri Modell Checker er visualiseringsprogrammet som kan analysere IFC-modeller for dataintegritet, kvalitet og fysisk sikkerhet. Programmet scanner modellene og viser potensielle feil og svakheter i designen. Programmet kan vise bygnings-

komponenter som kolliderer og kontrollere at modellen av bygningen overholder bygningskodene og fastsatte og definerte regelsett.

Felles for programmene er IFC utveksling basert på buildingSMART teknologien.

Utviklere av software jobber med nye markeder. All informasjon skal samles og framtidens utveksling baserer seg på åpne standarder.

Programmer under utvikling er LCCWEB og "Plania FM systems" Godt etablerte verktøy må nå oppdateres for ny og endret bruk. Byggherren setter nye krav og alle må følge med i utviklingen. Pro Teknologi AS videreutvikler det excelbaserte LCC beregningsverktøyet LCProfit på vegne av Statsbygg og Forsvarsbygg. LCCWEB skal støtte import/eksport basert på IFC/ ifcXML. Informasjon må kunne hentes der den skapes og når beslutninger fattes gjennom LCC analyser må informasjonen kunne skrives tilbake til prosesser/verktøy der det har konsekvenser heter det i kravspesifikasjonen<sup>70</sup>.

Daglig leder i Plania AS har startet et arbeid med videreutvikling av Plania FM systems. Statsbygg krever BIM og Statsbygg krever Plania FM systems. Dette skaper utvikling i bransjen. Kanskje e-handel også blir en del av FDVU-BIM sin framtid?

Det skal i neste kapittel ses nærmere på programmene i praktisk bruk realtert til casestudien UiS.

### 5.1.2 BIM i praktisk bruk

I løpet av studieperioden er BIM-verktøy som Solibri Modell Checker og dRofus prøvet ut. Nedenfor beskrives hvordan programmene er brukt i undersøkelsene.

#### *dRofus - Statsbyggs Krav-BIM*

dRofus er i Undersøkelse 1 benyttet for å hente ut byggeprogram og funksjonsprogram for Bygg 900 og Bygg 302. Ved prosjekt tilgang til dRofus er alle Statsbyggs krav til bygg- og eiendomsforvalning funnet. Det er videre undersøkt muligheter for utskrift av rapporter da spesielt i "Romoversikt" og "Oversikt over utstyr".

I undersøkelse 3 er dRofus benyttet for å kontrollere avvik mellom Krav BIM og Prosjektert BIM, også kalt løsnings BIM. Den Prosjekterte BIM en av Bygg 302 har fått filnavnet "118576 302 ARK IFC Files". IFC modellen av Bygg 302 er importert til dRofus. Når modellen er tilkoblet dRofus prosjekt: "Statsbygg - 10797 Bygg 302 Universitetet i Stavanger UiS" kan man kontrollere eventuelle avvik mellom programmert og prosjektert eller enkelt sagt: "krav mot løsning". Det kan lages IFC-rapporter og avvikslister kan skrives ut. De rapportene som er testet ut er: "rom som kun er i program og ikke i modell", "rom kun i modell og ikke i program", "rom i modell med duplikate romnummer". Det er i forbindelse med disse undersøkelsene funnet avvik. Målsettingen er at programmert romprogram med programkrav for UiS gitt i dRofus og arkitekt modellen til slutt oppnår et 1-1 forhold. Det vil si krav må tilpasses løsning og omvendt.

Prosjekteringsgruppen for UiS konkluderer i Forprosjektrapporten<sup>32</sup> med følgende angående dRofus: "Prosjektgruppen har positive erfaringer med dRofus. Denne måten å håndtere romprogram har et stort potensial for å forbedre samhandlingen mellom Byggherre og prosjekteringsgruppe, spesielt med tanke på dokumenterte endringer i prosjektet, både med tanke på krav og prosjekterte løsninger".

### *ArchiCAD - BIM verktøy ProsjekteringsBIM*

Har i forbindelse med studiet hatt tilgang til ArchiCAD versjon 12. ArchCAD regnes som det første prosjekteringsverktøyet i verden som lanserte ideene om å høste og berike tegninger ved hjelp av BygningsInformasjonsModellering. ArchiCAD er et komplett BIM-verktøy. Har gjennomført kurs for innføring i ArchiCAD som heter Grethes Hus. Som nybegynner i ArchiCAD og BIM bruker har dette vært med på å danne verdifull kunnskap i faget.

### *Solibri Model Checker*

Solibri Model Checker benyttes i BIM prosjekter og er et verktøy for visualisering, analyse, kvalitetssikring og effektiv samhandling mellom fag. I Undersøkelse 3 er Solibri Model Checker benyttet for å se nærmere på tilgjengelig informasjon i IFC modellene. Programmet har definerte regelsett satt opp for å generere rapporttabeller i form av arealberegninger, rombeskrivelser, dørskjema, mengdeuttak med mer. Undersøkelse av IFC modellen av Bygg 302, filnavn: 118576 302 ARK IFC Files. Er gjort for å vurdere arealet av det nye fakulteter ved UiS nemling Bygg 302. Når filen er lastet opp i programmet kommer det opp informasjon om bruttoareal av bygningen under "Info" og "Quantities". "Gross Area" eller bruttoareal (BTA) for Bygg 302 kan leses ut. Netto areal av Bygg 302 er funnet ved å utføre en "Checking". Regelen: "Total Space Area on Each Building Floor" gir netto arealet av bygningen fordelt på etasjene. Arealoversikt over hver etasje er eksportert til excel for videre bearbeidelse. Når brutto- og nettoarealet er funnet er det videre i undersøkelsen sett på rommene i det nye bygget. Arealet er viktig også her og det er i Solibri Model Checker funnet antall rom, romtyper og netto romareal for bygget. Ved å utføre en ny "Checking" ved bruk av regelen: "Quantity Take-off" og "Space Quantities" finnes informasjon om rommene i bygget. Tabell kan også her eksporteres. Se mer om resultater under undersøkelse 3 som vist i kapittel 4.

### **5.1.3 Framtidig BIM-verktøy anvendt i bruksfasen**

#### FM systemer

Byggherrer krever bruk av BIM så langt det er mulig i hele byggets livssyklus. Det har dessverre ikke vært mulig å undersøke BIM verktøy som ivaretar behovene som en FDVU-BIM trenger. Litteraturstudeier viser at det i dag finnes få FM Systemer på markedet som kan importere informasjon fra en As built-BIM. De systemene som finnes på markedet i dag er i følge BIM Handbook<sup>58</sup>: ActiveFacility, ArchiFM, Autodesk® FM DesktopTM, ONUMA Planning SystemTM, Vizelia suite of FACILITY management products.

#### LCCWEB

LCProfit er under utvikling etter krav fra Statsbygg og Forsvarsbygg og LCCWEB er navnet på det nye programmet. LCCWEB bygger på LCProfit og det vil komme krav om at programmet skal benyttes i byggeprosjekter i regi av Statsbygg og Forsvarsbygg.

### **5.2 Hensyn til FDVU-BIM i tidligfase**

"Ved BIM som prosjekteringskonsept, har man tilstrekkelig med beslutningsgrunnlag for de riktige avgjørelsene på riktig tidspunkt". Slik innledet Håkon Kvåle Gissinger fra Rambøll Norge AS foredraget "BIM for byggherrer" den 22. september 2009<sup>96</sup>. Gissinger beskrev byggherrens fokus som: "Byggherren i dag fokuserer på økonomi og framdrift. I en BIM-verden må byggherren fokusere på 1) Informasjon som beslutningsgrunnlag 2) Økonomiske virkninger basert på simulering av ulike løsninger og 3) Framdrift".

Tabell 28 viser en historisk gjennomgang av ulike stadier i utviklingen av krav til kostandskalkyler i et byggeprosjekt. Fire stadier er vist: 1993 RIF Årskostnader Bok 1, 1998 PA 9002, 2006 Statsbygg sin hjemmeside intro til LCProfit og 2009 krav til LCCWEB.

<i>Fase</i>	Hovedkilde: Årskostnader NBI, RIF, Bok1, 1993 <sup>53</sup> Livssyklus kostnader for bygninger 2003 <sup>54</sup>	Statsbygg krav: PA 9002, 1998 LCProfit brukerveiledning 2006 (etter bakgrunnskilde)	Statsbygg krav: Statsbygg hjemmeside: 2006 <sup>99</sup>	Statsbygg krav: Kravspesifikasjon for LCC – dokumentsystem i Statsbygg, 2009
<b>Oppdragsbrev</b>				LCC Alternativs- beregning. Initierting, behovsutredning og orienterende husleie
<b>Byggeprogram</b>	Estimere FDVU kost. Nøkkeltall på tosiftet nivå. Miljøregnskap.		I Statsbygg utføres de første beregninger i programmeringsfasen	Overordnet nivå på LCC – beregninger
<b>Skisseprosjekt</b>	Estimere FDVU kost. Nøkkeltall på tosiftet nivå. Miljøregnskap.			LCC-analyser av alternativer. Vinduer, Energi, Renhold, med mer.
<b>Forprosjekt</b>	Kalkyle av FDVU kostnadene iht. regneark. Forenklet nivå 3 kalkykle. Miljøregnskap.	Årskostnadsanalyse inn som en naturlig del av prosjektering, beregningnivå 3 etter bygningsdels tabellen NS 3451.	Hovedregelen er at det utføres en "overordnet beregning med nøkkeltall i forprosjektet",	detaljert nivå på LCC – beregninger
<b>Detaljprosjekt</b>	Alternativskalkyler Nivå 3 kalkyle Fleksibilitet, Generalitet Miljøvalg		Hovedregelen er at det utføres en "detaljert beregning i detaljprosjekteringen.	detaljert nivå på LCC – beregninger
<b>Bygging</b>	Livsløpskalkyle nivå 3			LCC – as build
<b>Drift</b>	Livsløpskalkyle nivå 3 ajurholdes.	FDVU-budsjett. Kontroll mot regnskap etter 2. driftsår.	Beregningene skal stemme med virkeligheten. korrigeringer utføres.	LCC – oppdatert etter 2-års drift.

Tabell 28, Endrede krav til LCC-vurderinger

Statsbygg må i sine prosjekter følge "Lov om offentlige anskaffelser"<sup>97</sup>. Statsbygg satte som krav allerede 01.09.1998 gjennom prosjektanvisning for årskostnader PA 9002<sup>91</sup>, at det skulle beregnes årskostnader på alle prosjekt i forprosjektfasen. Prosjekterende er kontraktsforpliktet til å levere en årskostnadsberegning sammen med det øvrige forprosjekt materialet.

Mai Anh Thi Lê fra Statsbygg holdt en presentasjon på Bygg Reis Deg 22.09.2009 hvor temaet var pågående LCC-arbeid i Statsbygg<sup>98</sup>. Statsbygg arbeider med revisjon av sine retningslinjer for beregning av årskostnader. De vesentlige endringene som ble presentert var krav om bruk av BIM i byggeprosjekter fra 2010 og krav til bruk av et nytt beregningsprogram for LCC-vurderinger med navnet: LCCWEB.

I intervjuet med Mai Anh Thi Lê ble Statsbyggs krav til LCC-vurderinger gjennomgått. Statsbygg utvikler LCCWEB som skal tilpasses figuren "LCC-prosess i et byggeprosjekt" datert 1. april 2009, se figuren vist i kapittel 4.

Den nye figuren stiller nye krav. Nye krav vil bli revidert i Statsbyggs prosjekt-anvisninger i løpet av 2010. Tabellen under forsøker å illustrere utviklingen av Statsbyggs krav til LCC-beregning med hovedkilden som er beregningsanvisninger for bygninger fra 1993, som danner grunnlag for NS 3454 og PA 9002 . Det kan nå se ut som at Statsbygg ønsker å utføre LCC alternativsvurderinger allerede ved oppdragsbrevet og det skal gjennomføres LCC beregninger på overordnet nivå i programfasen, noe som er et nytt krav i forhold til PA 9002.

Tilgjengelig informasjon gjør det mulig å utføre mer nøyaktige beregninger tidligere. Statsbygg krever BIM og buildingSMART-teknologi som prosess og produkt i byggeprosjekter. Framtidens LCC-verktøy skal kunne kommunisere med BIM via IFC.

#### Krav til LCCWEB

Krav til bruk av BIM får konsekvenser også for metode for beregning og analyse av LCC. Ved å sette krav til bruk av BIM så langt det er mulig medfører det at informasjon skal utveksles mellom BIM og et program for beregning og analyse av LCC. Dagens beregningsprogram LCProfit har ikke mulighet til å importere eller eksportere data via åpen standard IFC. Statsbygg krever LCCWEB i framtiden.

Programmet LCCWEB er under utvikling og en testversjon foreligger. Programmet legger Norsk Standard 3454 "Livssyklus kostnader for byggverk – prinsipper og struktur" fra 2000 til grunn. NS 3454 er under revisjon. Hvilke konsekvenser dette får er ikke kartlagt.

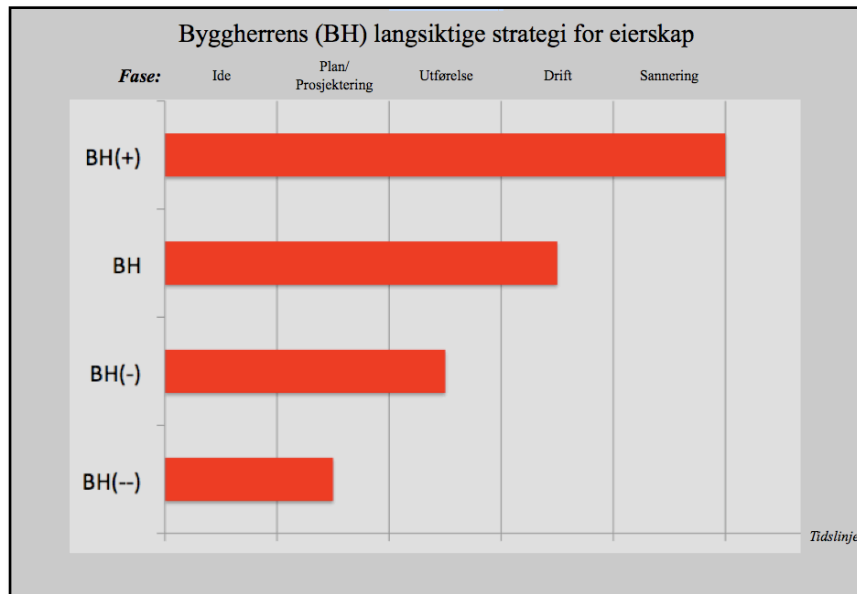
LCCWEB er ikke testet i praksis i Statsbyggs nybyggprosjekter. Om UiS kan benyttes som pilotprosjekt er ikke undersøkt, men det kan virke det som det er en god mulighet for Statsbygg, Multiconsult AS og eventuell entreprenør å prøve ut programmet.

### 5.3 Krav til FDVU-dokumentasjon

I denne delen av diskusjonskapittelet skal krav til FDVU-dokumentasjon drøftes med tanke på dagens lovverk i Norge samt krav som stilles i et reelt byggeprosjekt nemlig nybygg ved Universitetet i Stavanger.

#### 5.3.1 Byggherren setter krav?

På seminaret "Nyttig, stolt og lønnsomt"<sup>101</sup> illustrerte adm. direktør Jon Sannes fra Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA) byggherrens langsiktige planlegging. Jon Sannes delte byggherrene (BH) i 4 type kategorier fra BH (- -), BH (-), BH til BH (+). Figuren under gjengir Jon Sannes' illustrasjon over byggherrens langsiktige strategi for eierskap.



Figur 5-1, Byggherrens langsiktige strategi for eierskap

Figuren viser en tidslinje med inntegnet 5 faser, nemlig ide-, plan-, utførelse-, drift- og saneringsfase. Fasene følger et bygg fra "vugge til grav". En BH (--) vil kun eie byggeprosjektet i idefasen samt tidlig plan- og prosjekteringfase før prosjektet selges. En BH(+) vil eie byggeprosjektet gjennom ide-, plan- og utførelsesfasen samt gjennom hele byggets driftsfase fram til saneringsfasen.

Figuren over reiser noen spørsmål. Sett opp mot eier og FDVU-ansvarlig sitt arbeid er det relevant å stille seg spørsmålene:

"Er BH (--) opptatt av god FDVU-dokumentasjon fra byggeprosjektet for optimal driftsfase?" og "Hvilket fokus har en BH (+) på riktige material og konstruksjonsvalg i planleggingsfasen for å få bygd et optimalt økonomisk bygg sett i et livssyklusperspektiv?"

Det er i kapittel 3 presentert krav til leveranse av FDVU-dokumentasjon i § 4-1 og § 4-2 i "Byggteknisk forskrift", § 8-2 i "Byggesaksforskriften" og § 12 i "Byggherreforskriften".

Etter "Byggherreforskriften" plikter byggherren å utarbeide dokumentasjon for bygningen eller anlegget. "Byggteknisk forskrift" sier at 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. "Byggesaksforskriften" krever at søker skal overlevere dokumentasjonen til byggverkets eier mot kvittering.

"Byggherreforskriften" setter krav til byggherren om å utarbeide dokumentasjon, mens "Byggteknisk forskrift" og "Byggesaksforskriften" krever at ansvarlig søker sørger for at eier skal få tilstrekkelig dokumentasjon om sitt byggverk.

"Byggherreforskriften" beskriver videre at dokumentasjonen skal beskrive bygget eller anleggets konstruksjon og utforming samt de byggeprodukter som er brukt. Beskrivelsen skal være i det omfang som er nødvendig for å ivareta sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved drift, vedlikehold, endring og riving.

”Byggherreforskriften” stiller krav til byggherren, det være seg om byggherren kategoriseres som BH(--) eller BH(+).

### 5.3.2 Byggherrens strategiske krav

Både offentlig og private byggherrer må tiltredstille krav gitt i lover og forskrifter som vist over. Byggherrens egne strategiske FDVU-krav til prosjekterende (PRO) og utførende (ENT) kan nok variere stort. En byggherre BH (--) kan være mer opptatt av en rask fortjeneste og mindre opptatt av driftsfasen enn BH (+) som må se langsiktig på investeringen i bygget. En BH(+) vil stille krav for å oppnå optimal drift av bygget da med spesielt fokus på store driftsutgiftsposter som energi, renhold og løpende driftskostnader. Videre er fokuset på kvalitet med å påvirke vedlikeholdskostnader i driftsfase. En BH(+) må vurdere bruken av bygningsen og vurdere investeringen i bygget etter prinsippene for tilpasningsdyktighet, generalitet, fleksibilitet og elastisitet<sup>20</sup>.

I kapittel 4 er det sett på et byggeprosjekt i regi av Statsbygg. På vegne av Staten eier og forvalter Statsbygg over 2300 bygninger fordelt på 610 eiendomskomplekser i Norge og utlandet. I Statsbygg sin årsmeldingen for 2009<sup>102</sup> beskrives nøkkeltallene og brutto forvaltningsareal er 2,6 millioner kvadratmeter bygningsareal med leieinntekter på 3,21 milliarder kroner i 2009. Statsbygg kan i denne sammenheng ses på som BH (+). De nye byggene ved Universitetet i Stavanger skal bygges og forvaltes av Statsbygg. Statsbygg stiller krav og ser byggeprosjektet i et livssyklusperspektiv i form av langsiktig planlegging. Kravene er nedfelt i Byggeprogrammet, ref. kapittel 4, og kan deles i 4: 1) Overordnede føringer FDVU 2) FDVUS, generelt 3) Overordnede krav og forutsetninger og 4) Spesielle krav.

Punkt 1) ”Overordnede føringer” beskriver at Statsbygg Vest skal ha drifts- og vedlikeholdsansvars for de nye byggene. Det beskrives videre at nybyggene skal følge det merkesystem som gjelder for driftsområdet på Ullandhaug. Det skal leveres ordinær FDVU-dokumentasjon samt overleveres en As built-BIM som dokumentasjon og underlag for FDVU-fasen.

Punkt 2) ”FDVUS generelt” beskriver at byggene, tekniske installasjoner og utomhusanlegget skal tilrettelegges for optimal drift, effektivt vedlikehold og enkelt renhold. FDVU og miljø skal ivaretas i alle prosjektets faser. Planer og dokumentasjon på oppfølging skal framlegges.

Punkt 3) ”Overordnede krav og forutsetninger” stiller krav for å sikre en optimal drift og optimalt vedlikehold. Det stilles krav om at FDVU-funksjonene skal ivaretas ihht. myndighetskrav og Statsbyggs prosjekteringsanvisninger (PA), spesielt gjelder PA 9001 Drift og vedlikehold, PA 0802 Merking, PA 0602 Tegningsnummerering, PA 0603 DAK og PA 0605 Romnummerering.

Det stilles krav i Punkt 4) ”Spesielle krav” om at Ytelsesbeskrivelse (YT), Prosjekteringsanvisninger (PA), BIM-manual og Krav til merkesystem for driftsområde UiS, Ullandhaug skal følges, men ved motstrid skal Byggeprogrammet gjelde foran PA-ene.

Byggeprosjektet ved Universitetet i Stavanger er det første<sup>31</sup> hvor Statsbygg krever at arkitekter og rådgivere leverer i henhold til rutinene beskrevet i BIM-manualen. Ved endt prosjektering vil Statsbygg kreve at entreprenør tar BIM med videre og bruker

denne i selve byggeprosessen og gir en "Som bygget"-BIM tilbake til Statsbygg ved overdragelse av ferdig bygg, se også BIM-prosess modellen som vist i Kapittel 3.

Statsbygg sin prosjekteringsanvisning PA 9001 er styrende for utarbeidelse av FDVU-dokumentasjon. PA 9001 er utarbeidet med utgangspunkt i RIFs FDVU-dokumentasjon for bygninger som er beskrevet i Kapittel 3.

### 5.3.3 Varierende krav til FDVU

Byggherrens langsiktige strategiplan for eierskapet til bygget vil antagelig ha innvirkning på hvilke krav som stilles til FDVU-dokumentasjon. De to spørsmålene som er stilt i kapittelet over illustrerer hvor forskjellig tankegang byggherren kan ha på et byggeprosjekt.

På spørsmål om BH (--) er opptatt av god FDVU-dokumentasjon fra byggeprosjektet for optimal driftsfase, kan man si at:

- En BH(--) vil ikke eie bygget lengre enn plan- og prosjekteringsfase.
- En byggherre må forholde seg til myndighetskrav som stilt i f.eks. "Byggherreforskriften" hva gjelder utarbeidelse av dokumentasjon.
- Det kan være flere grunner for at en eier selger byggeprosjektet. En BH(--) vil ikke ha et langsiktig eierperspektiv.
- Manglende langsiktig planlegging kan påvirkre prosjekteringsfasen. Krav og behov som byggherren gir prosjekterende kan være preget av manglende langsiktig planlegging.
- Manglende langsiktig planlegging kan føre til feil beslutninger hva gjelder behov og rammer, design, konstruksjonsmessige løsninger, tilpasningsdyktighet, kvalitet, energiløsninger, økonomi i byggets livssyklus.
- Riktig beslutning på feil tidspunkt er feil beslutning.
- Det er fare for at initiativet for å bygge bygget for en optimal driftsfase er lav, spesielt hvis det ikke lønner seg økonomisk på kort sikt.
- En BH(--) vil ikke ha eierskap til driftsoppgaver noe som kan medføre at krav til FDVU-dokumentasjon blir nedprioritert i tidligfase.

På spørsmål om hvilket fokus en BH(+) har på riktige material og konstruksjonsvalg i planleggingsfasen for å få bygd et optimalt økonomisk bygg sett i et livssyklusperspektiv, kan man si at:

- En BH(+) vil eie bygget fra "vugge til grav" og vil dermed ha en livssyklustankegang i alle faser.
- En byggherre må forholde seg til myndighetskrav som stilt i f.eks. "Byggherreforskriften" hva gjelder utarbeidelse av dokumentasjon.
- En BH(+) vil i tidligfase kreve at bygget blir prosjektert i forhold til krav til livssyklusplanlegging, tilpasningsdyktighet og framtidig bruk.
- En BH(+) vil ha fokus på brukstiden som er definert for bygget, noe som vil påvirke kvalitet.
- En BH(+) vil ha gode energiløsninger.
- En BH(+) vil ha fokus på livssyklusosntader det vil si byggekost samt FDVU kostnader.
- Ivareta brukers interesser med hensyn til Facilities Management.



- FDVU-dokumentasjon fra byggeprosjektet vil være svært viktig for byggherrens eiendomsadministrasjon i bruksfase på strategisk, teknisk og operativt nivå.

#### 5.4 Hypotese: "Kan FDVU-BIM erstatte dagens krav til FDVU-dokumentasjon?"

Statsbygg<sup>15</sup> har som mål å kunne utnytte BIM fullt ut også i byggets løpende forvaltning, drift, vedlikehold, omgjøring og avhending. Målet med BIM i FDVU-fasen er å få As built-BIM til å "leve" og holdes løpende oppdatert i samspill med de øvrige "dataeiere". Systemet er basert på åpne standarder slik at hvert system kan skiftes ut uavhengig av hverandre. Flere byggherrer vil følge Statsbygg sine anbefalinger i framtiden.

Grunnlaget for FDVU-BIM er As built-BIM som skal inneholde produktspesifikk informasjon fra entreprenørens leveranser.

RIFs veileder for FDVU-dokumentasjon<sup>18</sup> gir vanligvis retningslinjer for overføring av data fra byggeprosjektet til FM-organisasjonen. Eliassen anfører i en mastergrads oppgave fra 2008<sup>3</sup> at mye er gjort når det gjelder overføring av As built-dokumentasjon fra byggeprosjektet til FM-organisasjonen. Han hevder at kunnskap om og forståelsen for å få riktig dokumentasjon er fraværende i mange virksomheter. Mye er tilfeldig og dokumentasjonen anses ikke som en del av leveransen. Dette er i forandring og med Statsbygg krav om BIM i anbudsinnbydelsen til nybygg ved UiS er en ny era i bygg og anleggsbransjen i anmarsj.

Under arbeidet med denne oppgaven er det ikke funnet eksempler på operative FDVU-BIM i praktisk bruk fra prosjekteringsfase til driftsfase i Norge i dag. På sikt kan en tenke seg FDVU-BIM med egne løsninger etter bruker, forvalter og eiers ulike behov.

Det skal gjennom en SWOT-analyse drøftes hypotesen: "Kan FDVU-BIM erstatte dagens krav til FDVU-dokumentasjon?"

##### 5.4.1 Styrker

Hva kan tale for at en FDVU-BIM kan erstatte dagens krav til FDVU-dokumentasjon? Det er i denne analysen vist ulike suksesskriterier for implementering av BIM innen FDVU.

- Digitalt medium gir en delt tilgang til alle data samlet om bygget As built. Data fra alle fagområder foreligger integrert<sup>58</sup>.
- Tidligfasevurderinger gir bedre grunnlag for valg som påvirker FDVU i bruksfasen<sup>58</sup>.
- Oversikt over kapitalkostnader og et integrert system for beregning av driftskostnader gir sikrere overslag og reduserer livssyklus-kostnader<sup>58</sup>.
- Livssyklus-kostnadene kan løpende oppdateres i byggets bruksfase.
- FDVU-BIM på standardiserte formater vil effektivisere innkjøp og muliggjør effektiv e-handel<sup>103</sup>.
- Driftsprosedyrer med hensyn til alarmsystem, brann, nødlys, nøkler, overvåkning, inneklime, ventilasjon, oppvarming og lys oppgraderes og kontrolleres mot nye krav og forskrifter.
- 75% av alle arkitekter arbeider nå med 3D modeller i større eller mindre grad<sup>58</sup>.

##### 5.4.2 Svakheter

Hva kan tale mot at en FDVU-BIM kan erstatte dagens krav til FDVU-dokumentasjon?

- Det finnes ikke tilgjengelige digitale løsninger. Foreløpig finnes ikke integrerte løsninger som tar hensyn til alle aspekter av behov i bruksfasen. Det finnes ikke løsninger som sikrer "multi user access", tilgang for mange brukere.
- Det vil kunne være motstand mot implementering av fullskala FDVU-BIM fra arbeidstakere hvor arbeidsverktøyet er ukjent.
- Allerede valgt FM System leverandør. Nybygg som etableres ved større etablisementer eller campus hvor FM system allerede er etablert kan være en barriere mot å ta i bruk en FDVU-BIM. Hvis valgt system ikke er utviklet for mottak av data fra As built-BIM kan full integrering virke komplisert.

#### 5.4.3 Muligheter

Finnes gevinster utenfor selve produktet FDVU-BIM?

- Økt forståelse av samarbeide mellom enkeltaktørene på mikronivå; prosjekteringsteam, byggeteam og driftsteam på mesonivå og samhandling mellom byggfag, vareleverandører, offentlige etater og internasjonale organisasjoner på makronivå<sup>36</sup>.
- Gunnstige effekter på offentlig privat samarbeid.
- Det er vist økonomiske gevinster av BIM-impementering selv om BIM-verktøy ikke er brukt fra starten av prosjekteringsfasen<sup>58</sup>.

#### 5.4.4 Farer og trusler

Finnes ytre trusler mot FDVU-BIM? Det kan i følge Eastman være prosessuelle hindre og tekniske hindre.

Med prosessuelle hindre forstås økonomiske, juridiske og organisatoriske barrierer.

Med tekniske hindre forstås manglende dataoperabilitet for flere brukere og manglende standarder.

## 6. Konklusjon

Hvordan kan BIM bidra til bedre bygg- og eiendomsforvaltning?

Denne oppgaven er forsøkt besvart ved datainnsamling fra en rekke skriftlige og nettbaserte kilder. Det er arbeidet syklisk innen rammen av kvalitative forskningsmetoder. Etter innhenting og bearbeiding av data er det reist nye spørsmål som har krevet ny datainnsamling. På flere områder er teksten revidert helt fram til juni 2010, det gjelder særlig revisjon av forskrifter og standarder.

Arbeidet med oppgaven har gitt økt kunnskap om BIM. I kapittel 3 er det gitt oppdaterte framstillinger av byggherrens prosjektstyringsfunksjoner med bruk av BIM i byggeprosjektet, se figur 3-25. Statsbyggs BIM-prosessmodell blir brukt som et kart over den samlede byggeprosessen fra ide til forvaltning og drift. BIMen bygges opp fra Krav-BIM, ProsjekteringsBIM, UtførelsesBIM, As built-BIM og FDVU-BIM se figur 3-26. Det er presisert at buildingSMART representerer en ideologi som arbeider for effektiv informasjonsflyt, international standardisering og utvikler nye arenaer for anvendelse.

Dagens krav til FDVU-dokumentasjon endres per 1. juli 2010. Endringene er belyst i avsnitt 3.2.1. FDVU-klassifikasjonssystemer er gjennomgått i kapittel 3. Det er medtatt standarder som NS 3454, NS 3456, NS 3451, NS 3420, RIFs FDVU-dokumentasjon for bygninger, samt Statsbyggs FDV-prosjektanvisning med tverrfaglig merkesystem.

I oppgaven er betegnelsen FDVU-dokumentasjon og FDVU-BIM brukt. Nettopp i forbindelse med utvikling av eiendommer i bruksfasen av et byggs levetid vil den virtuelle datamodellen i en bygningsinformasjonsmodell bli et nyttig redskap i framtiden. En aksellererende innovativ utvikling vil sannsynligvis gi aktuell oppdatert programvare i nær framtid. Kravet om dette fremmes i økende grad av store flergangsbyggere som Statsbygg, Forsvarsbygg, StatoilHydro, Helsebygg MidtNorge og Oslo Lufthavn.

Rollen som FDVU-ansvarlig vil ikke tillegges en person. Tanken om introduksjon av FDVU-BIM i tidlig fase av et byggeprosjekt vil gjøre at arkitekter, prosjekterende, entreprenører, leverandørene, eier, byggherre, brukere og forvaltere vil gi bidrag til beslutningsgrunnlaget i tidlig fase. Beslutningsgrunnlaget blir avgjørende for funksjon og kostnader i bruksfasen, se LCC-beregninger i avsnitt 3.3.3. Se også drøftelsen av byggherre(-) til byggherre(+) som vil kunne sette nye etiske standarder og mer presise krav til LCC-vurderinger og FDVU-dokumentasjon.

Suksessfaktorer for implementering av BIM til erstatning for dagens FDVU-dokumentasjon er drøftet som "Styrker" i en SWOT-analyse i kapittel 5.4. Fullskala utnyttelse av BIM verktøy vil erkjennes og etterspøres av eierne når den faglige og økonomiske gevinsten er åpenbar. Verktøyet er fortsatt i støpeskjeen. Fra USA mener "expert users" at BIM-teknologien er et konkurransefortrinn i et stramt bygge- og anleggsmarked for alle tilvirkere, arkitekter, prosjekterende og entreprenører.

Hovedkonklusjonene er samlet i tre punkter:

- 1) Med BIM prosjektering får byggherren et best mulig beslutningsgrunnlag for å velge mellom alternative løsninger. Konsekvensen av valgt løsning i tidligfase synliggjøres umiddelbart i byggets livssykluskostnader.
- 2) As built-BIM levert med komplett FDVU-dokumentasjon vil tilfredsstille bruker, forvalter og eiers informasjonsbehov til driftsfasen.
- 3) En fullskala implementering av FDVU-BIM blir avgjørende for optimal bygg- og eiendomsforvaltning.

## Referanser

1. Haugen TI. FDVU-FM - Introduksjon, AAR 6020 Ombygging. Drift og vedlikehold. 2005 24.08.05.
2. McGraw-Hill C. Building Information Modeling (BIM) Smart Marked Rapport. 2008 2008.
3. Eliassen A. Overføring av som bygget-dokumentasjon fra byggeprosjektet til FM-organisasjonen-praksis og behov. 2008 02.05.2008.
4. NorskStandard. Byggekostnadsprogrammet, standarder for fasilitetsstyring, prosjekt 14287 Sluttrapport for perioden 2005-2009. 2010 10.01.2020.
5. Fellows R, Liu A. Research methods for construction. Chichester: Wiley-Blackwell; 2008.
6. McGraw-Hill C. The Business Value of BIM - Getting Building Information Modeling to the Bottom Line. 2009 2009;SmartMarket Report - Design & Construction Intelligence:1-52.
7. Andersen D, Havsteen B, Riis P, Almind G, Bock E, Hørder M. Sundhedsvidenskabelig Forskning En Introduksjon, 5 udgave 1999 1999.
8. Seale C. Qualitative research practice. London: Sage; 2004.
9. Espelien A, Reve T. Hva skal vi leve av i fremtiden?  
En verdiskapende bygg-, anlegg- og eiendomsnæring Forskningsrapport 5/2007. 2007 2007.
10. Bjørberg S. Veien til riktig utførte bygg Sluttrapport. 2008 februar 2008.
11. Statsbygg. Statsbygg går for BIM, Publisert: 15.05.2007. 2007.
12. TekniskUkeblad, Strande M. Forsvarsbygg krever IT-modeller. 2009.
13. Jernigan FE. Big BIM little BIM: the practical approach to building information modeling :integrated practice done the right way! Salisbury, Md.: 4Site Press; 2007.
14. NorskForeningforProsjektledelse. prosjektledelse Nr. 4 Desember 2009. 2009 Desember 2009.
15. Statsbygg. BIM-MANUAL 1.1. 2009 04.02.2009.
16. Olsson N. Praktisk rapportskrivning. 2009 23.3.2009.
17. Eikeland PT. Teoretisk analyse av byggeprosesser. Trondheim: SiB; 1998.
18. Bjørberg S. FDVU-dokumentasjon for bygninger: veiledning for eiendomsforvaltere, byggherrer, tiltakshavere og rådgivere. Oslo: Rådgivende ingeniørers forening; 2001.
19. Haug D, Eberg E, Heieraas T, Olsen J, Eidissen S-H, Eriksen S, et al. Erfaring med utvikling og bruk av en digital bygningsinformasjonsmodell (BIM) iht IFC-standardene ved byggeprosjekt Høgskolen i Tromsø (HITOS) etter avsluttet forprosjektfase. 2006 26.10.2006.
20. Bjørberg S, Larsen A. Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet i bygninger. Rapport: Innføring og prinsipper. Temahefte KOBE. Utarbeidet av Multiconsult AS. 2007 01.09.2007.
21. Mørk MI, Bjørberg S, Sæbøe OE, Weisæth O. ORD og UTTRYKK innen Eiendomsforvaltning - Fasilitetsstyring 2008.
22. NorskStandard. NS 3454 Livssyklus-kostnader for byggverk Prinsipper og struktur 2. utgave mars 2000. 2000 mars 2000.
23. NorskStandard. NS-EN 15221-1:2006 Fasilitetsstyring - Del 1: Termer og definisjoner Utgave: 1 (01.02.2007). 2007 01.02.2007.
24. May M. IT im Facility Management erfolgreich einsetzen: das CAFM-Handbuch. Berlin: Springer; 2006.
25. Solesvik AJ. Masteroppgave. "Implementering av arealforvaltningssystem for eiendomsforvaltere" NTNU, 2008. 2008 10.04.2008.
26. Berg TF, Karud OJ. SINTEF Byggforsk Prosjektnr.: B 22447 Oppdragsrapport buildingSMART Endrede forretningsprosesser. 2008 17.06.2008.
27. Lê MAT. LCC for bygget "Fra vugge til grav". 2009 22.09.2009.
28. Skjulsvik B. Informasjonsutveksling LCC WEB fra tidligfase til drift, Pro Teknologi AS. Presentasjon 22.09.2009 (publisert på [http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2009/950060/NBEF Bygg reisdeg 2009 Bsk Komp.pdf](http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2009/950060/NBEF_Bygg_reisdeg_2009_Bsk_Komp.pdf)). Søk utført 15.10.2009. 2009 22.09.2009.
29. Sundfør I, Gaudernack GH. Grethes hus 1. 2008.
30. Brunstad B. Holte byggsafe, "Bedre Bygg Billigere - Sluttrapport". 2008 01.08.2028.
31. Statsbygg. BIM for første gang, Artikkel. 2008 21.04.2008.

32. Statsbygg-Forprosjekt-UiS. Forprosjekt Prosjekt 10797 UiS Bygg 302 og Prosjekt 11485 UiS Bygg 900 Studenthus 2009 02.06.2009.
33. NosykoAS. Klientprogram for Windows dRofus versjon 0.9.0. 2009.
34. NosykoAS. Brukerveiledning dRofus versjon 0.9.0. 2009 08.07.2009.
35. Tollefsen T, Syse H, Nicolaisen RF. Tenkere og ideer: filosofiens historie fra antikken til vår egen tid. Oslo: Ad notam Gyldendal; 1997.
36. Moum A. Exploring Relations between the Architectural Design Process and ICT. 2008 August 2008.
37. Larsen AK. En enklere metode, Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode. 2007 2007.
38. Arge K. Byggforsk Norsk byggforskinstitutt, Prosjektnr.: O 13152, Oppdragsrapport Byggherrens Prosjektstyringsnøkkel. 2003 november 2003.
39. Kommunal-ogregionaldepartementet. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). 2010 09-04.2010.
40. Kommunal-ogregionaldepartementet. Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften). 2010 09.04.2010.
41. Arbeidsdepartementet. Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften). 2009 07.08.2009.
42. NorskStandard. NS 3456:1989 Mønster for dokumentasjon og bruksanvisning for bygninger Utgave: 1. 1989 01.06.1989.
43. Røine JE. Ny standard for FDVU-dokumentasjon. 2010 08.06.2010.
44. NorskStandard. Standard prNS 3456 FDV- dokumentasjon for byggverk. 2010 2010.
45. Bjørberg S, Multiconsult AS, Rådgivende ingeniørers forening. FDVU-dokumentasjon for bygninger : veiledning for eiendomsforvaltere, byggherrer, tiltakshavere og rådgivere. Oslo: Rådgivende ingeniørers forening; 2001.
46. Statsbygg. Tverrfaglig merkesystem for bygninger revidert sluttrapport, FoU-prosjekt nr 50083, versjon 2.00, 30.01.1998 1998 30.01.1998
47. Statsbygg. PA 0802 Tverrfaglig Merkesystem TFM-systemet Versjon 1.00. 2007 28.09.2007.
48. Statsbygg. PA 9001, Prosjektanvisning for drift og vedlikehold Versjon 3.1.2002. 2002 09.09.2002.
49. Grostøl A. Generiske prosesser i CAFM  
Undersøkelse av generiske prosesser i bygg- og eiendomsforvaltning. 2008 04.06.2008.
50. Fornyings-administrasjons-ogkirke departementet. Lov om offentlige anskaffelser LOV-1999-07-16-69. 1999.
51. Nærings-oghandelsdepartementet. Forskrift om offentlige anskaffelser FOR-2001-06-15-616. 2001.
52. Bjørberg S. Presentasjon; Livssyklus kostnader (NS 3454)  
Standardens bakgrunn og utvikling (Multiconsult AS 4. oktober 2009) 2009 04.10.2009
53. Bjørberg S, Eide I, Stang E. Beregningsanvisning for bygninger; 1993.
54. Bjørberg S, Øiseth H, Larsen A, RIF ANS, Multiconsult, Norges bygg- og eiendomsforening, et al. Livssyklus kostnader for bygninger : innføring og prinsipper, beslutningsprosessen, kalkyleanvisning, eksempler. Oslo: RIF - Organisasjonen for rådgivere : Norges Bygg- og Eiendomsforening; 2003.
55. Statsbygg. Årskostnadsanalyse Beskrivelse og brukerveiledning for beregningsmodellen Versjon 3,2C - 1.8.2003 Brukerveiledning. 2003 01.08.2003.
56. Succar B. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. 2009.
57. Qviller A. Implementering av BIM hos entreprenør med fokus på mengdeuttak i kalkulasjonsprosessen. 2010 mai 2010.
58. Eastman CM. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, N.J.: Wiley; 2008.
59. buildingSMART Norge. Strategiplan buildingSMART Norge 2010 – 2011. 2010 03.02.2010.
60. Sjøgren J. Vi bygger smartere Effektivt og lønnsomt - en status på buildingSMART i Norge.

61. Khemlani L. The IFC Building Model: A Look Under the Hood Artikkel. 2004 30.03.2004.
62. Mehus J. Sluttrapport buildingSMART i Byggekostnadsprogrammet. 2009.
63. Berger M. IFD SIGN ON. 2009 22.09.2009.
64. Rosland A. Artikkel: Offentlige utviklingsmidler til epokegjørende fremtidsprosjekt i bygg- og anleggsbransjen. 2009 28.05.2009
65. Mohn K. Presentasjon ved Nordisk Forsvarsbygg 26. feb 2009: "buildingSMART OFU - prosjekt e-handel og Klimagass energi bruk SMART 2020" Forsvarsbygg. 2009 26.02.2009.
66. buildingSMART, Interoperability IAF, Norway b. Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods.
67. NorskStandard. NS 3459:2009 Elektronisk overføring av prosjektdata Utgave: 1 (01.12.2009). 2009 01.12.2009.
68. Statsbygg. LCC for byggverk - Rapport fra kartleggingsprosjektet i de fem nordiske land. 2001 08.01.2001.
69. HOLTEBYGGSAFE. Håndbok LCCA, Utskriftsdato 06.11.09. 2009 06.11.09.
70. Statsbygg-LCC-Dokumentsystem. LCC - dokumentsystem Kravspesifikasjon versjon 2.0. 2009 15.04.2009.
71. Gissinger HK. Veileder FDVU (FM) dataløsninger for store byggeiere. 2008 31.07.2008.
72. Haugen T. Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygninger. Trondheim: Tapir akademisk forl.; 2008.
73. Bjørberg S, Larssen AK. Bygg og eiendom som strategisk virkemiddel for effektive helsetjenester Sluttrapport fra Delprosjekt 1 Rollen som strategisk bygg- og eiendomsforvalter FOU Prosjekt nr. 174314/I40 Norges Forskningsråd 2008 Desember 2008.
74. Statsbygg. GRØNNBOKA STATSBYGGS GENERELLE OG SPESIELLE KONTRAKTSBESTEMMELSER FOR PROSJEKTERING. 2009 04.05.2009.
75. STATSBYGG. Blåboka (basert på NS 8405) BLÅBOKA STATSBYGGS GENERELLE OG SPESIELLE KONTRAKTSBESTEMMELSER FOR ENTREPRISER. 2009 11.05.2009.
76. STATSBYGG. BLÅBOKA STATSBYGGS GENERELLE OG SPESIELLE KONTRAKTSBESTEMMELSER FOR ENTREPRISER BASERT PÅ NS 3430. 2009 01.04.2009.
77. Statsbygg. LCC -DOKUMENTSYSTEM Kravspesifikasjon Versjon: 2.0. 2009 15.04.2009.
78. Forsvarsdepartementet. Forsvarsdepartementets retningslinjer for tjenestefeltet eiendom, bygg og anlegg. 2008 29.12.2008.
79. Dobloug OQ. Arkitektbedriftene i Norge Næringskonferansen 2009-Krevende byggherrer forventer kompetanse, presentasjon ved Forsvarsbygg. 2009.
80. Jensen ØN. Presentasjon i møte 28.10.2009: "Møtenotat 08. des 2006 - LCC Tilstede: Knud Fredrik Mohn, Guri Krigsvoll, Otto Liebe, Øyvind N. Jensen". 2008 28.10.2009.
81. ISO/PAS16739:2005. Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform). 2005.
82. Statsbygg. BIM-manual – Versjon 1.00. 2008 14.04.2008.
83. Holt TØ. Presentasjon: "Energi og komfort optimalisering Et eksempel på merverdi ved bruk av BIM Universitetet i Stavanger". 2009 24.08.2009.
84. Statsbygg. Byggeprogram - 10797 Bygg 302 Universitetet i Stavanger (UiS). 2009 05.03.2009:1-54.
85. Statsbygg. Byggeprogram - 11485 Studenthus (Bygg 900) Universitetet i Stavanger (UiS). 2009 11.03.2009:1-48.
86. Holt TØ. Presentasjon: "Praktiske erfaringer med åpen BIM". 2010 28.04.2010.
87. LINKSIGNATUR. Bygningsinformasjonsmodell: Arkitekt- Fagmodell ARK ArchiCAD, Fil: 118576 302 ARK.ifc 2009.
88. Statsbygg-[www.lcprofit.com](http://www.lcprofit.com) v. Statsbyggs informasjonsside for beregninger av livssyklus-kostnader. beregningsprogrammet LCProfit. versjon 5.01 datert 13.03.2007. . 2007 13.03.2007.
89. ProTeknologiAS. LCCWeb.no webapplikasjon for LCC-beregninger. Utviklet av Statsbygg og Forsvarsbygg. 2009.
90. Solibri. Solibri Model Checker™ 2009.

91. Statsbygg-PA9002. PA 9002 ÅRSKOSTNADSANALYSE, Foreløpig versjon 1.0 - 01.09.98. 1998 PA 9002 ÅRSKOSTNADSANALYSE PA 9002" Årskostnadsanalyse, Foreløpig versjon 1.0 - 01.09.98.
92. NorskStandard. NS 3451 Bygningsdelstabell Utgave: 3. 2006 10.01.2006.
93. NorskStandard. NS 3457 Bygningstypetabell Utgave: 1. 1995 13.12.1995.
94. Bjørberg S, Øiseth H, Larsen A, RIF ANS, Multiconsult, Norges forskningsråd, et al. Livssyklus kostnader for bygninger : innføring og prinsipper, beslutningsprosessen, kalkyleanvisning, eksempler / elektronisk ressurs. Oslo: RIF - Organisasjonen for rådgivere : Norges bygg- og eiendomsforening; 2003.
95. NorskStandard. NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. 2007 15.10.2007.
96. Gissing HK. Presentasjon: "BIM for Byggherrer". 2009 22.09.2009.
97. Fornyings- a-o. Lov om offentlige anskaffelser LOV-1999-07-16-69. 1999.
98. Statsbygg-Mai\_Anh\_Thi\_Lê. LCC for bygget "Fra vugge til grav", Presentasjon 22.09.2009 (publisert på [http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2009/950060/May\\_Ahn\\_Presentation\\_22\\_9\\_2009\\_rev\\_Bsk.pdf](http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2009/950060/May_Ahn_Presentation_22_9_2009_rev_Bsk.pdf). Søk utført 15.10.2009. 2009 22.09.2009.
99. Statsbygg. Publikasjon: Livssyklus kostnader på [www.statsbygg.no](http://www.statsbygg.no). 2006 22.11.2006.
100. Byggeri DD.
101. Sannes J. Presentasjon: "Byggherren i hovedrollen", ifm. Byggekostnadsprogrammets seminar "Nyttig, stolt og lønnsomt". 2009 23.09.2009.
102. Statsbygg. Årsmelding 2009 2010 mars 2010.
103. Statsbygg, Skanska. e-handel med bruk av BIM (byggningsinformasjonmodeller) Rapport fra et ByggeBIM - prosjekt, et samarbeid mellom Statsbygg og Skanska. 2009.