Bygnings Informations Modellering og Facilities Management

Eksamensprojekt udarbejdet ved Danmarks Tekniske Universitet
af Helle Juul Bak, juli 2009

Danmarks
Tekniske Universitet

Titelblad

Titel:

Bygnings Informations Modellering og Facilities Management

Forfatter:

Helle Juul Bak

Dato:

22. juli 2009

Vejledere:

Flemming Vestergaard

Lektor ved DTU Byg, Sektionen for Bygningsdesign

og

Per Anker Jensen

Professor ved DTU Management, Sektionen for Planlægning og Ledelse af Byggeprocesser

Forord

Denne rapport er resultatet af mit eksamensprojekt, udarbejdet i forbindelse med afslutning af min uddannelse til civilingeniør ved Danmarks Tekniske Universitet, DTU. Projektet er udført i et samarbejde mellem institutterne DTU Byg og DTU Management. Projektet er vægtet med 30 ECTS-point og udført fra januar til juli 2009.

Projektet omhandler digital håndtering af dataudveksling mellem en driftsherre og de projekterende og udførende parter i et byggeprojekt. Hertil er det valgt, at fokusere på Facilities Management (FM) og Building Information Modeling (BIM).

Jeg vil gerne rette en stor tak til min hovedvejleder lektor Flemming Vestergaard og medvejleder professor Per Anker Jensen. Begge har deltaget i arbejdet med Det Digitale Byggeri, Flemming Vestergaard i udvalg under Det Digitale Fundament og Per Anker Jensen i DACaPo-konsortiet. I kraft heraf og deres øvrige erfaring inden for henholdsvis CAD/BIM og FM, har de således bidraget med god kompletterende vejledning igennem forløbet. Yderligere vil jeg gerne takke Asbjørn Levring fra Teknologisk Institut og Byggeriets Match for lån af 3D modellen Energy Flex House samt for sparring i forbindelse med opstart af projektet. Endeligt vil jeg gerne takke alle der har medvirket i interviews.

Resume

Denne rapport undersøger hvordan udveksling af data mellem en driftsherre og de projekterende og udførende parter i et byggeprojekt kan forbedres. Der tages udgangspunkt i driftsherren og Facilities Management (FM) hvorudfra muligheder med Building Information Modeling (BIM) vil blive identificeret. Baggrunden for rapporten består i en opfattelse af, at digitale værktøjer og arbejdsmetoder indeholder et potentiale for driftsherren som ikke udnyttes i særlig høj grad i dag.

Der er udført en række interviews med drifts- og bygherrer hvoraf det fremgår hvilke behov og ønsker disse har til digital håndtering af driftsdata samt udveksling af driftsdata mellem parterne. Hertil er det blevet undersøgt hvilke standarder der vedrører afleveringen af driftsdata ved overlevering af det færdige byggeri til driftsherren samt hvordan digital aflevering er behandlet i Det Digitale Byggeri.

Der er udført interviews med forskellige udbydere af FM-systemer og dermed analyseret hvordan disse systemer understøtter digitale arbejdsmetoder. FM-systemerne er blevet analyseret i forhold til om de er i stand til at efterleve bygherrekravene under Det Digitale Byggeri samt i hvor høj grad de kan indgå i et byggeprojekt der forløber som BIM.

Af analyserne fremgår, at det er en fordel at arbejde med driftsdata i en digital form frem for i en analog form. FM-systemerne har dog kun lille mulighed for import af digitale data hvilket betyder at brugeren af systemerne begrænses i sit arbejde. Ligeledes betyder det, at systemerne ikke kan integreres med BIM. Til gengæld er der opstillet en analyse af hvordan et nyt FM-system vil kunne integreres med BIM og dermed igennem hele byggeriet og driftsfasen gøre aktiv brug af en BIM-model.

Abstract

English version of *Resume* on page II.

This report examines how to improve the exchange of data between a facilities manager and the designers and contractors in a construction project. The perspective of the facilities manager will form the basis from where opportunities with Building Information Modeling (BIM) will be identified. The background to the report is a perception that digital tools and methods include untapped potentials for the facilities manager.

A series of interviews have been carried out with facilities managers and builders from which their needs and wishes for digital handling of operational data and the exchange of operational data between the parties appear. Moreover, a study has been made of which standards that relates to the delivery of operational data at the hand-over of the completed building to the facilities manager and also how digital delivery is addressed in the Digital Construction.

Interviews with various providers of FM systems have been carried out to analyze how these systems support digital work methods. The FM systems have been analyzed in relation to their ability to comply with the client demands under the Digital Construction and the extent to which they can engage in a construction project conducted as BIM.

Of the analysis it shows that working with operational data in a digital form rather than in an analog form is preferable. The FM systems, however, have little opportunity for importing digital data, which means that the user of the systems is limited in his work. Also it means that the systems are not able to integrate with BIM. In turn, an analysis of how a new FM system could be integrated with BIM has been depicted, and thus how to make active use of a BIM model throughout the building project and operation phase.

Indholdsfortegnelse

1 Indledning 1
1.1 Baggrund 2
1.2 Problemstilling 3
1.3 Metode 4
1.4 Læsevejledning 8
2 Byggeprocessen 9
2.1 Et byggeprojekt 10
2.2 Facilities Management 19
2.3 Building Information Modeling 23
2.4 FM i en BIM-sammenhæng 28
3 Standardisering og politisk tiltag 31
3.1 Standarder der vedrører digital aflevering 32
3.2 Det Digitale Byggeri 36
4 Drifts- og bygherrers perspektiver 47
4.1 Casebeskrivelse 48
4.2 Præsentation af de interviewedes holdninger 50
4.3 Sammenligning 61
4.4 Krav og ønsker fra drifts- og bygherrer 69
5 Teknologi og processer inden for digital aflevering der anvendes i dag 71
5.1 Casebeskrivelse 72
5.2 Introduktion af hvert FM-system 74
5.3 Analyse i forhold til bygherrekrav nr. 8 - 10 80
5.4 Analyse i forhold til BIM 90
6 Model for integration af BIM og FM 93
6.1 Kriterier for opstilling af model 94
6.2 Før aflevering 95
6.3 I forbindelse med aflevering 97
6.4 Efter aflevering 101

7 Diskussion 105
8 Konklusion 107
9 Litteraturliste 109
10 Bilag 113

1 Indledning

I dette kapitel beskrives problemstillingen der danner udgangspunkt for denne rapport samt baggrunden herfor. Efterfølgende beskrives metoden der er anvendt ved udarbejdelsen af rapporten, herunder også de begrænsninger der er gjort. Til slut er angivet en læsevejledning der præsenterer opbygningen af de resterende kapitler i rapporten.

1.1 Baggrund

Digitalisering, og fordele herved, er udnyttet i høj grad i mange erhverv, men en udnyttelse af digitalisering i byggebranchen, virker til at være mindre effektiv. Der er mange tiltag i branchen i retning af øget digitalisering og også flere virksomheder som er langt med anvendelse af digitale værktøjer. Til gengæld er variationen blandt virksomhederne stor i forhold til hvilke digitale redskaber der anvendes og hvor stor erfaring der er hermed. Betragtes dette i lyset af, at hvert byggeprojekt involverer mange forskellige aktører samt at disse skifter fra projekt til projekt, vil de virksomheder der allerede anvender digitale værktøjer, muligvis ikke kunne udnytte disse fuldt ud. Det tyder derfor på, at et fokus på implementering af digitale arbejdsmetoder der går på tværs af alle parter og faser i et byggeri, vil være nødvendig for at udnytte det fulde potentiale ved digitalisering.

Driftsperioden for et byggeri er langt længere end perioden for projektering og udførelse. Dette indikerer, at der kan opnås fordele ved at tænke totaløkonomi og dermed i designfasen at inddrage overvejelser om fremtidig drift og vedligehold samt Facilities Management (FM) generelt. Alligevel praktiseres dette ikke i særlig høj grad i dag. I løbet af projektering og udførelse af et byggeri, opbygges yderligere en stor datamængde og denne indeholder informationer der kan anvendes i driftsfasen. Arbejdes der ikke digitalt, kan et overblik over dette materiale være svært at opnå. Arbejdes der til gengæld digitalt, udgør denne datamængde et stort potentiale for optimering af driften.

Building Information Modeling (BIM) er et koncept og en arbejdsmetode der først for nyligt er begyndt at blive afprøvet og anvendt i den danske byggebranche. Konceptet lægger fokus på digital dataudveksling og et tættere samarbejde mellem byggeriets parter. Et tættere samarbejde kan skabe mulighed for inddragelse af FM i designfasen og effektiv dataudveksling kan skabe mulighed for at data afleveres på en form således, at det kan anvendes aktivt i driftsfasen. Building Information Modeling kan dermed være en måde at udnytte de tidligere beskrevne potentialer, men der kan også være en risiko for at konceptet i sig selv forbliver et potentiale.

1.2 Problemstilling

I afsnit 1.1 er netop beskrevet hvordan digitalisering indeholder potentielle fordele for byggeriet. Denne rapport afsøger disse fordele set fra en driftsherres synsvinkel. Der lægges fokus på udvekslingen af data mellem en driftsherre og de projekterende og udførende parter i et byggeprojekt. Det undersøges hvordan denne dataudveksling kan forbedres ved brug af digitale værktøjer og tilsvarende nye arbejdsmetoder. Data der afleveres til driftsherren ved overdragelse af det færdige byggeri, udgør grundlaget for den fremtidige drift og det er derfor væsentligt at disse data kan overføres på en måde og i en form således at det kan anvendes aktivt i arbejdet med Facilities Management (FM). Rapporten undersøger både hvilke behov for data som en driftsherre har og hvilke teknologiske muligheder der er til rådighed for driftsherren i form af digitale FM-systemer. Det undersøges yderligere hvordan Building Information Modeling (BIM) som nyt koncept kan skabe nye muligheder for forbedringer af FM generelt og udvekslingen af driftsdata.

Årsagen til den valgte problemstilling ligger i en opfattelse af, at teknologiske muligheder og nye arbejdsmetoder, såsom BIM, indeholder et stort potentiale for FM og at dette kun i meget ringe grad udnyttes i byggebranchen i dag. Med analysen af problemstillingen søges at fremme udbredelsen af digitalisering inden for FM igennem hele byggeriets livstid.

Til at belyse problemstillingen behandles følgende spørgsmål.

- Hvilke processer og aktører er involveret i aflevering af et byggeri?
- Hvilke standarder og juridiske rammer skal der arbejdes indenfor i forbindelse med aflevering og dermed også digital aflevering?
- Hvilke tiltag inden for FM og digital aflevering er der gjort i Det Digitale Byggeri?
- Hvilke behov og ønsker til digital aflevering har drifts- og bygherrer?
- Hvordan håndterer digitale FM-systemer import af FM-relateret data?
- Hvordan kan BIM indgå som et middel til at forbedre dataudveksling mellem en driftsherre og de projekterende og udførende parter i et byggeprojekt, løbende igennem projektet og ved aflevering?

1.3 Metode

Tilgangen til afsøgning af problemstillingen har været, at betragte følgende tre segmenter.

- Byg- og driftsherrer, dvs. deres behov og ønsker
- Udbydere af IT-systemer til FM, dvs. teknologiske muligheder
- Ideologi og teori inden for BIM og FM

Metoden har været en kombination af litteraturstudie, kvalitative interviews samt analyse af udvalgte FM-systemer. Digital udveksling af FM-data er et område i udvikling og derfor er det valgt at udføre kvalitative interviews, da det giver mulighed for indsamling af dybdegående og nuancerede udtalelser.

1.3.1 Litteraturstudie

Det teoretiske grundlag består, inden for FM, af Per Anker Jensens *Håndbog i Facilities Management* (Jensen, Håndbog i Facilities Management 2006). Denne giver en dybdegående gennemgang af hvad FM dækker og hvordan der arbejdes med FM på både strategisk, taktisk og operationelt niveau. Inden for BIM er, som teoretisk grundlag, anvendt *BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling* skrevet af Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks og Kathleen Liston (Eastman, et al. 2008). Heri gennemgås hvordan BIM kan anvendes af forskellige parter i et byggeprojekt, herunder blandt andet drifts- og bygherrer. Yderligere er indsamlet varierende og mere specialiseret materiale der dækker øvrige områder af rapporten.

1.3.2 Udvælgelse af interviewpersoner

Der er udført interviews med udvalgte personer. Begrundelser for udvælgelse af hver af de interviewede, er beskrevet nedenfor. Generelt kan de interviewede personer opdeles i to grupper: drifts- og bygherrer samt udbydere af IT-systemer til FM. De interviewede er behandlet som casestudier og udgør således ikke repræsentative udsnit af de samlede aktører på markedet inden for hverken drifts- og bygherrer eller udbydere af IT-systemer til FM. Det er til gengæld vurderet at de udvalgte personer giver et interessant og detaljeret indblik i branchen.

Tabel 1 Oversigt over interviewede personer fra drifts- og bygherreorganisationer.

Interviewperson	Stilling	Virksomhed/organisation
Kjeld Nielsen,arkitekt	Faglig koordinator	Dansk Facilities Management Netværk
	FM rådgiver	FAM-consult
Michael Friis Ørsted, ingeniør	Afdelingsleder, Dokumentation	Københavns Lufthavne
Clars Danvold, arkitekt	IT-koordinator, IT-afdeling	Slots- og Ejendomsstyrelsen

Der er udført tre interviews med repræsentanter inden for drifts- og bygherrer. Disse repræsenterer henholdsvis en interesseorganisation inden for FM, en privat driftsorganisation og en statslig drifts- og bygherre. De interviewede er opstillet i Tabel 1 ovenfor og referater af interviews findes i bilag A-C.

Kjeld Nielsen fra Dansk Facilities Management Netværk (DFM-net) er valgt pga. hans lange erfaring inden for FM og i kraft af hans medlemskab af DFM-net, der er en interesseorganisation inden for FM. Kjeld Nielsen har været involveret i mange frontløber projekter inden for FM og var med til at stifte DFM-net. Michael Ørsted fra Københavns Lufthavne har til daglig ansvar for modtagelse, opbevaring og vedligeholdelse af al dokumentation om København Lufthavnes ejendomme. Han er således involveret i driften og har derfor et forretningsmæssigt syn på sagen. Han har yderligere selv givet udtryk for stor interesse for at forbedre den daglige drift ved øget brug af digitalisering. Clars Danvold fra Slots- og Ejendomsstyrelsen repræsenterer en statslig bygherre og er derfor underlagt de statslige bygherrekrav, om blandt andet digital aflevering. Derudover sidder han i bygherreforeningens digitaliseringsudvalg og er selv meget interesseret i digitalisering i forhold til drift.

Tabel 2 Oversigt over hvilke FM-systemer der er undersøgt og de repræsentanter herfor der er interviewet.

FM-system	Udbyder	Interviewperson	Stilling
Caretaker	COWI	Anne Munch Andersen, teknisk assistent og merkonom i markedsføring	Konsulent, Driftsrådgivning
		Poul Henrik Due, cand.scient. i geologi	Senior projektleder, Driftsrådgivning
		Jørgen Emborg, ingeniør	Udviklingschef, Divisions Management (Byggeri og Drift)
Rambyg	Rambøll	Peter Friis Jensen, ingeniør	Projektleder, Renovering D&V
CoreFM	Byggeweb	Jakob Hermansen, ingeniør	Solution Manager FM, Rådgivning

Det er valgt at undersøge FM-systemerne Caretaker, Rambyg og CoreFM og derfor at udføre interviews med repræsentanter fra udbyderne af disse programmer. Caretaker udbydes af COWI,

Rambyg af Rambøll og CoreFM af Byggeweb. De interviewede er opstillet i Tabel 2 ovenfor og referater af interviews findes i bilag D-F.

Caretaker er et meget udbredt program blandt især kommuner og COWI deltog desuden i DACaPo-konsortiet under Det Digitale Byggeri, der udviklede bygherrekravene vedrørende digital aflevering. Rambyg er et af de få programmer i Danmark der kan anvende IFC-formatet til import af data, hvilket er et åbent format og et format der indgår i bygherrekravene. CoreFM er udviklet af et softwarefirma frem for en rådgivende ingeniørvirksomhed, som det er tilfældet med Rambyg og Caretaker.

1.3.3 Planlægning og udførelse af interview

Før hvert interview er en spørgeramme blevet fremsendt til interviewpersonen for detaljeret information omkring indholdet af interviewet. Spørgerammen for alle tre interview med udbydere af FM-systemer har været identiske af hensyn til at kunne sammenligne programmerne på et lige grundlag. Der har dog været et enkelt spørgsmål der ikke har fremgået skriftligt ved et af interviewene, men dette blev i stedet stillet mundtligt. Spørgerammen for de øvrige interview har varieret i indhold, da de interviewede hver har repræsenterede forskellige aspekter i analysen. Disse forskellige aspekter fremgår af det forrige afsnit 1.3.2, hvor udvælgelsen af de interviewede begrundes.

Alle interview er udført hos de respektive interviewpersoner for at opleve den interviewede i en kontekst og at sikre at den interviewede føler sig tilpas i interviewsituationen. Yderligere har der dermed været faciliteter til rådighed der gør demonstration af programmerne muligt. Det er valgt at anvende diktafon ved hvert interview, med undtagelse af et telefonisk interview med Jørgen Emborg (Bilag D-3), en samtale med Poul Henrik Due (Bilag D-2) og ved overværelse af kursus i digital aflevering holdt af Rambøll (Bilag F). Referater af interviews er sendt retur til interviewpersonen således at denne har haft mulighed for at komme med indvendinger. Herefter er referaterne vurderet at være godkendt af interviewpersonerne. Referater af alle interviews findes, som nævnt, i bilag A-F.

1.3.4 Analyse af FM-systemer

Ved udførelse af interview med repræsentanter for de tre FM-systemer, har den interviewede tillige givet en demonstration af programmet. Demonstration af Rambyg er dog i stedet foregået ved deltagelse i et kursus i digital aflevering, afholdt for underentreprenører involveret i opførelse af Rambølls nye domicil i Ørestaden. Der har efterfølgende været adgang til CoreFM og Rambyg via et log-in på internetportaler. Dette har ikke været muligt for Caretaker, da dette program ikke er internetbaseret.

Analysen af programmerne baseres således på en kombination af interviews, demonstration og egen afprøvning af programmerne. Det er væsentligt at bemærke, at det er udbyderne af programmerne der selv har demonstreret deres eget program. Disse kan således have en egeninteresse i at præsentere programmet i et overvejende positivt lys. Omvendt har udbyderne netop et indgående kendskab til alle funktioner i programmet og kan dermed komme med detaljerede beskrivelser.

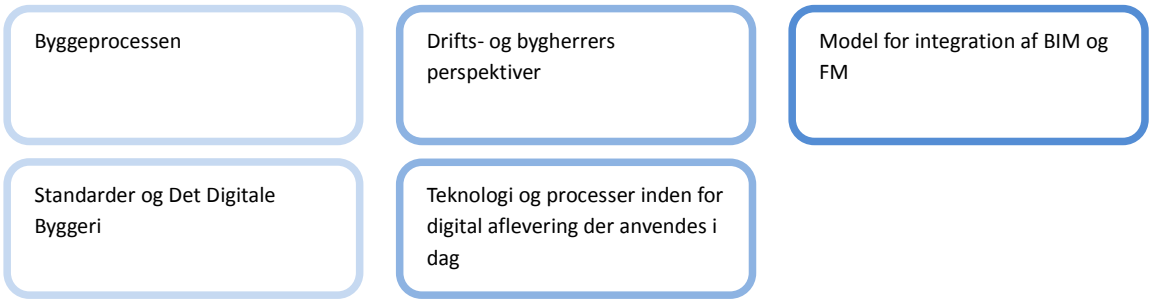
1.3.5 Afgrænsning

Denne rapport betragter FM-systemer ud fra deres funktionalitet for brugeren og går ikke i dybden med de tekniske detaljer. Et helt centralt aspekt ved analyse af afleveringsprocessen, er mulighederne for import af data i FM-systemerne og hertil kan der analyseres på en del tekniske detaljer i form af egenskaber ved forskellige udvekslingsformater. Kompetencer på dette område er ikke til stede ved udarbejdelsen af denne rapport, men i et fremtidigt arbejde vil det være yderst interessant at få en sådan ekspertise ind over problemstillingen.

Beskrivelser og analyser i denne rapport er set i et dansk perspektiv. Danmark udgør kun et lille marked som aftager af software til brug i byggebranchen og dette betyder at forbrugerindflydelse i forhold til udvikling af software, kan være begrænset. Udvikling af software har en stigende indflydelse på byggebranchen i takt med øget digitalisering. Denne rapport lægger ikke stor vægt på dette aspekt, så ved brug af analyserne skal dette tages i betragtning. Årsagen til denne afgrænsning ligger i en afpasning af opgavens omfang imod de krediterede ECTS-point og dermed den givne tidsperiode.

1.4 Læsevejledning

Efter dette kapitel følger fem hovedkapitler, som illustreret i Figur 1 nedenfor. De første to er primært udarbejdet som et litteraturstudie og beskriver processer i byggeriet, standarder og Det Digitale Byggeri, set i forhold til afleveringsprocessen. De følgende to kapitler er baseret på en række interviews og behandler perspektiver fra drifts- og bygherrer samt analyserer teknologi og processer inden for digital aflevering der anvendes i dag. Baseret på disse fire kapitler opstilles til slut en model for integration af Building Information Modeling og Facilities Management. Endeligt gives en diskussion og konklusion på hovedspørgsmålet i problemstillingen.



Figur 1 Illustration af opbygningen af hovedkapitlerne i denne rapport.

2 Byggeprocessen

Dette kapitel giver en karakteristik af den samlede byggeproces. Kapitlet tager udgangspunkt i en generel beskrivelse af et byggeprojekt og de forhold der har en indvirkning på den efterfølgende driftsperiode. Begreberne FM og BIM vil herefter blive uddybet og til slut beskrives hvordan FM kan betragtes i en BIM-sammenhæng.

2.1 Et byggeprojekt

I dette afsnit fremstilles en række aspekter der karakteriserer et byggeprojekt. Afsnittet berører mange forskellige områder, herunder hvilke aktører og faser et byggeprojekt gennemgår, hvordan der kommunikeres og udveksles data samt hvordan der kan opsamles erfaring og inddrages hensyn til FM i designfasen.

2.1.1 Mange og skiftende aktører

At opføre en bygning, er et projekt der karakteriserer sig ved at involvere mange forskellige aktører, da der oftest kræves specialviden på flere områder. Nedenfor er listet nogle af disse forskellige typer af aktører der kan indgå i et byggeprojekt. Listen er ikke udtømmende, men søger at illustrere omfanget. Bygherren kan ifølge (Jensen, Facilities Management - Fra bygherre og driftsherre til strategisk Facilities Management 2006) beskrives som værende den juridiske person der står som bestiller af et byggearbejde imens driftsherren står for driften af det færdige byggeri. Denne enkle opdeling er dog i nogle situationer ikke dækkende. En bygherre kan både bygge med henblik på salg eller udlejning eller han kan bygge til sig selv og dermed både være byg- og driftsherre. En bygherre der sælger eller lejer de byggede ejendomme, har ofte stor erfaring som bygherre. En virksomhed der eksempelvis vil bygge et nyt domicil til sig selv, har ingen erfaring som bygherre, men står over for en stor byggesag. Der er således forskellige typer bygherrer, hvilket har en indflydelse på flere aspekter i byggeprocessen, som vil fremgå igennem dette afsnit.

Forskellige aktører der indgår i et byggeprojekt:

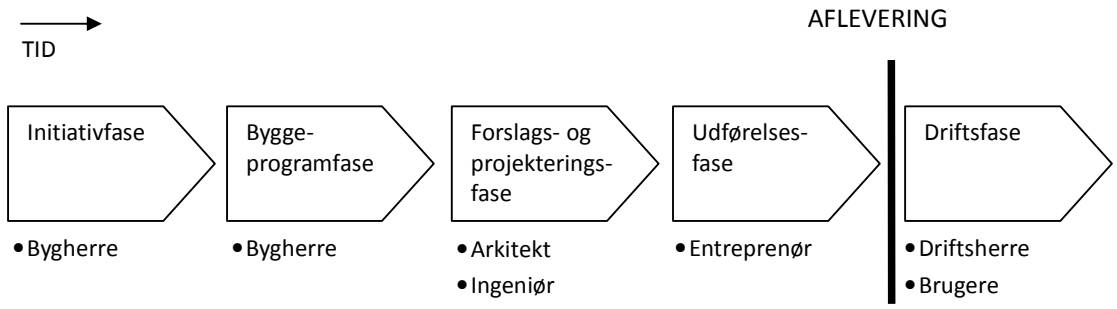
- Bygherre
    - Bygherrerådgiver
- Brugere af ejendommen
- Myndigheder
- Arkitekter
    - Landskabsarkitekter
    - Bygningsarkitekter
- Ingeniører
    - Konstruktionsingeniører
    - Installationsingeniører
- Eventuelle specialister

- Entreprenører
    - Underentreprenører
    - Håndværkere
- Producenter og leverandører af byggematerialer
- Driftsherre
    - Underleverandører af FM-ydelser

2.1.2 Faseopdeling

Et byggeprojekt gennemgår forskellige faser i takt med projektets fremgang. Ifølge (Erhvervs- og Boligstyrelsen 2003) angives disse faser som vist i Figur 2 nedenfor. Et byggeri går således fra ide, over projektering og udførelse, til drift. I hver fase deltager forskellige aktører som angivet på punktform under hver fase. Faseopdelingen er general og traditionel hvilket betyder at eksempelvis særlige entrepriseformer eller partnering ikke er repræsenteret i figuren. I sådanne situationer er opdelingen ikke helt så skarp. Yderligere findes andre lignende fasemodeller beskrevet i litteraturen, eksempelvis i *ABR89* hvor forskellen på denne og den viste i Figur 2 dog er lille. (ABR 89 - Almindelige bestemmelser for teknisk Rådgivning og bistand 1989)

I initiativfasen defineres et behov for byggeriet og bygherren organiserer sig, herunder knytter en bygherrerådgiver på projektet. Derefter udarbejdes et program for byggeriet hvori bygherren skriftligt definerer ønsker og krav til sit byggeri hvilket danner grundlag for de projekterende og udførendes arbejde. Forslags- og projekteringsfasen kan underinddeles i dispositionsforslag, projektforslag, forprojekt og hovedprojekt. I denne fase foregår en del iterative processer mellem arkitekter og forskellige typer ingeniører. I udførelsesfasen foregår den konkrete opførelse af bygningen hvor en byggeleder koordinerer alle underentreprenører og håndværkere på pladsen. Til slut afleveres byggeriet til bygherren og driftsfasen kan begynde.

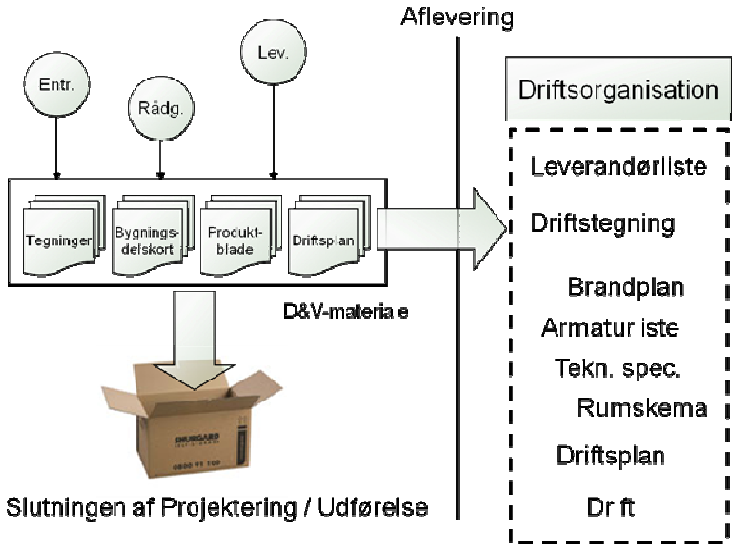


Figur 2 Et byggeprojekt kan opdeles i faser, her angivet i henhold til EBST's bygherrevejledning 2003 (Erhvervs- og Boligstyrelsen 2003). Yderligere er angivet hvilke aktører der deltager i de forskellige faser. Driftsfasen er den længste af alle faser et byggeri gennemgår.

Driftsfasen er klart den længste af alle de øvrige faser tilsammen, hvilket betyder at driftsfasen er væsentlig, selvom den ofte ikke tillægges stor relevans af de øvrige aktører i byggeriet. Som tommelfingerregel anslås driftsomkostningerne af en konkret bygning over en 30 års periode i Danmark at være de samme som omkostningerne ved projektering og udførelse af bygningen. (Tjell og Bak 2009, Bilag E)

2.1.3 Aflevering

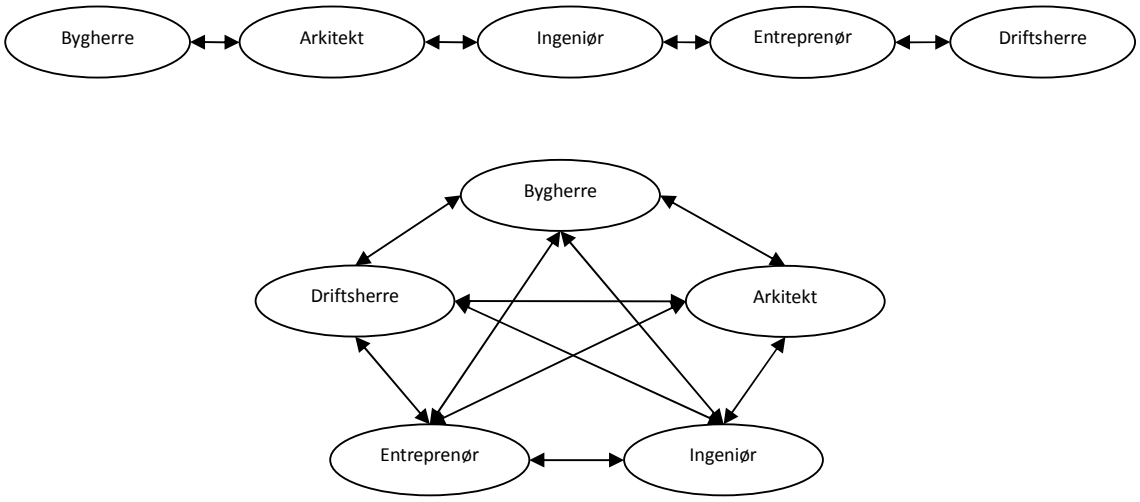
Processen forbundet med overlevering af den færdige bygning til driftsherren, kan foregå som illustreret i Figur 3. Indholdet i afleveringen består, foruden den fysiske bygning, af tilhørende beskrivelse af bygningen som den er bygget (as-built information) og af dokumentation for den efterfølgende drifts og vedligehold. Dette kan som vist være sammensat af tegninger, bygningsdelskort, produktblade og en driftsplan, hvortil der er flere forskellige aktører der leverer informationer. Eksempelvis kan en af underentreprenørerne være ansvarlig for information om et sprinklersystem der indgår i brandsikring af bygningen, hvilket må anses som værende kun en lille del af den samlede bygning. Som beskrevet i (COWI 2009, 33) foregår overførsel af as-built information samt drifts- og vedligeholdsdokumentation hovedsagligt gennem aflevering af en række ringbind suppleret med de samme informationer i digital form. Der kan være tendens til at de aktører der leverer informationen afleverer mere materiale end nødvendigt for at sikre sig at der ikke er udeladt noget. Dette kan bestå i produktkataloger over samtlige produkter fra en leverandør frem for blot de produkter der er anvendt i det aktuelle byggeri. Der en del juridiske forhold der påvirker indhold og omfang af det afleverede. Dokumentationen skal indeholde forskrifter om vedligehold der af driftsherren skal være fulgt op til 1- og 5-års gennemgang for at denne i tilfælde af fejl kan kræve erstatning fra eksempelvis en leverandør eller entreprenør, jævnfør (ABR 89 - Almindelige bestemmelser for teknisk Rådgivning og bistand 1989). Standarder og aftaler inden for aflevering vil yderligere blive beskrevet i kapitel 3.



Figur 3 En mulig måde hvorpå aflevering af D&V-vejledninger kan foregå. Kilde: (Hermansen 2009).

2.1.4 Kommunikation

I kraft af, at et byggeprojekt består af mange aktører og forskellige faser, kan et byggeprojekt og byggebranchen generelt beskrives som værende fragmenteret. Dette stiller store krav til kommunikations- og samarbejdsformer mellem parterne. Som Figur 2 tidligere viste, er de forskellige aktører stort set placeret i hver sin fase hvilket kan betyde at kommunikationen og informationsudveksling vil foregå parvis mellem aktørerne ved overgangene fra en fase til en anden. Dette er illustreret i Figur 4 nedenfor. Ligeledes er illustreret en anden model hvor hver aktør kommunikerer på tværs med alle de øvrige aktører. Udviklingen af et byggeprojekt gennem de forskellige faser kan virke lineær, men der foregår, som tidligere nævnt, især i forslags- og projekteringsfasen, en del iterative processer. Her vil mere tværgående kommunikation være hensigtsmæssig. Bygherrens rolle kan både opfattes at fungere i den lineære model såvel som den tværgående model. På den ene side kan bygherren ønske blot at fremlægge sit byggeprogram og derefter ikke fokusere på hvordan bygningen bliver til, men kun være interesseret i det færdige produkt. På den anden side kan en bygherre have behov eller interesse for at være mere kontrollerende og involveret igennem hele processen, hvorfor han har direkte kontakt med alle aktørerne. Som nævnt i starten af dette afsnit, er der forskellige typer bygherrer og disse vil derfor have forskellige behov.



Figur 4 To modeller for kommunikation og informationsudveksling mellem de involverede aktører i et byggeprojekt. Øverst vises en lineær model hvor kommunikation primært foregår parvis mellem aktørerne. Nederst vises en tværgående model hvor alle aktører kommunikerer direkte med hinanden.

2.1.5 FM i designfasen

Fra et driftssynspunkt vil det være interessant med den nederste model i Figur 4 og dermed være en integreret del af de tidligere faser, frem for først at blive inddraget når bygningen står færdig. Ved inddragelse af folk med ekspertise inden for Facilities Management, kan dette medføre at designet af bygningen udformes med henblik på at tage hensyn til FM. Det ændrede design kan betyde at bygningen bliver nemmere og mere effektiv at drive og vedligeholde for FM-medarbejdere, hvilket også kan betyde bedre service fra FM-leverandøren over for brugerne af bygningen. Der kan ligeledes være overvejelser om totaløkonomi i form af materialevalg og levetid af bygningsdele. At foretage totaløkonomiske overvejelser er desuden påkrævet af alle statslige bygherrer. I følge(Building Research Establishment Ltd 2001) kan der opstilles en række fordele når FM integreres I designfasen. Disse er listet nedenfor, frit oversat fra engelsk.

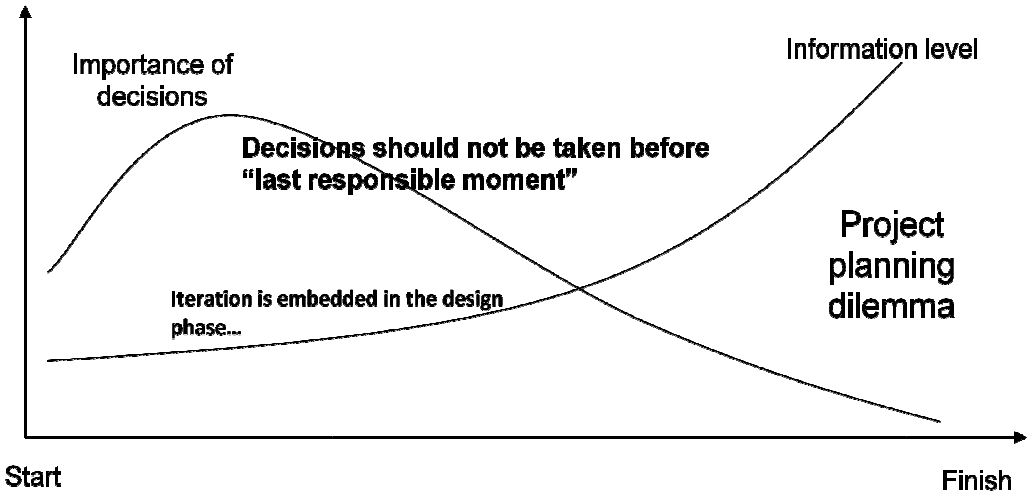
- Bedre rustet til at imødegå virksomhedens behov
- Mere attraktiv over for ejeren
- Nemmere at sætte i drift og vedligeholde
- Nemmere at overvåge og administrere
- Mere økonomisk fordelagtig i drift
- I bedre stand til at reagere på behov fra brugerne

For at FM integreres i designfasen, må der først og fremmest ligge et ønske eller krav herom fra bygherren. Hele designprocessen tager udgangspunkt i bygherrens program og derfor må der heri indgå kommentarer om driftsovervejelser, for at de projekterende parter kan forventes at lægge fokus på det. Bygherren kan dog have forskellige hensigter med byggeriet og derfor i nogle situationer mangle et åbenlyst incitament til at fremsætte sådanne krav. Disse situationer kan være når bygherren ikke også er den efterfølgende driftsherre eller slutbruger af byggeriet. Udover manglende incitament, kan der også være tale om at bygherren simpelthen ikke er opmærksom på muligheden for at inddrage FM i designfasen eller også har han ikke kendskab til de særlige ønsker og behov der er nødvendige for at kræve at FM integreres. Det er altså relevant at trække på erfaring fra folk der arbejder med FM. Man kunne forestille sig at FM som rådgiverfunktion blev sidestillet med bl.a. arkitekt, statiker og installationsingeniør. I en ældre rapport omhandlende planlægning af driftsvenligt byggeri, (BUR 1985), beskrives konkret hvordan et byggeprojekt kan planlægges således at der tages hensyn til driften. Heri nævnes ligeledes at hensyn til drift skal komme til udtryk i bygherrens ønsker og krav samt at flere parter skal inddrages i beslutningsprocessen. Det er bemærkelsesværdigt at denne rapport blev udgivet i 80'erne og at integration af FM stadig i dag ikke er blevet standard.

Der er dog en tendens til at bygherrer er begyndt at tænke mere på FM hvilket kan ligge i tråd med en bæredygtig ideologi. Klima, miljø og bæredygtighed er emner der ofte er på den politiske dagsorden verden over. Dette afspejles i byggebranchen i form af blandt andet minimering af energiforbrug i bygningens driftsperiode. I bogen *Cradle to Cradle* (Braungart og McDonough 2009) beskrives en vugge-til-vugge tankegang og forfatterne udtrykker at genbrug af materialer, i et tidsperspektiv der er længere end blot vugge-til-grav, er hvad man bør stræbe efter. De mener at *waste equals food* i den forstand at affald kan genbruges og gøre gavn. En bygning i dette perspektiv, vil således bidrage positivt til miljøet og ved nedrivning kunne omdannes til at gøre gavn i andre funktioner. At integrere FM og dermed at tænke langsigtet, indeholder således både politiske og økonomiske incitamenter samt innovative aspekter.

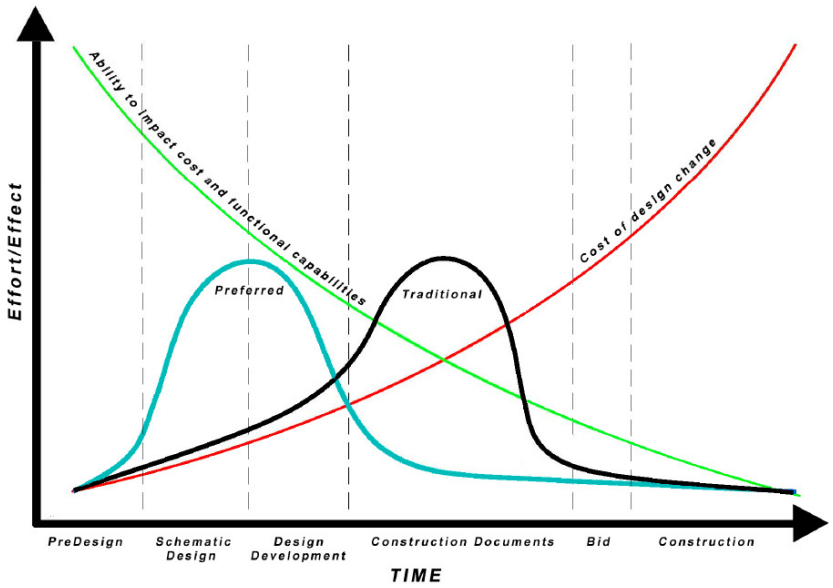
2.1.6 Beslutningstagning

Igennem et byggeprojekt stiger informationsniveauet og byggeriet udvikles mod en stadig større kompleksitet. Dette har en indflydelse på den måde der træffes beslutninger på. Der er to aspekter ved beslutningstagning der er interessant, hvilket er illustreret i Figur 5 og Figur 6. Den løbende stigning i informationsniveau for et byggeri, kan udtrykkes eksponentielt som vist i Figur 5. Figuren udtrykker at ethvert projekt ofte indeholder et dilemma imellem niveauet af information der er opnået og vigtigheden af en truffen beslutning. Alle parter vil gerne så tidligt som muligt have klare beslutninger at arbejde videre på. Omvendt må en beslutning vurderes at være bedst funderet hvis det størst mulige informationsgrundlag danner base herfor og dette informationsgrundlag opbygges løbende i takt med projektets fremskreden. Derfor drejer det sig ideelt om at vente med at træffe en beslutning til sidste ansvarlige øjeblik. Hvis FM integreres i designfasen vil det give et større informationsgrundlag hvilket kunne lede til mere velovervejede beslutninger.



Figur 5 I ethvert projekt kan opstå et dilemma i forbindelse med beslutningstagning. Beslutninger der træffes tidligt har stor indflydelse på byggeriet, men informationsniveauet der danner grundlag for beslutningen opbygges eksponentielt over tid. Kilde: (Thyssen 2008).

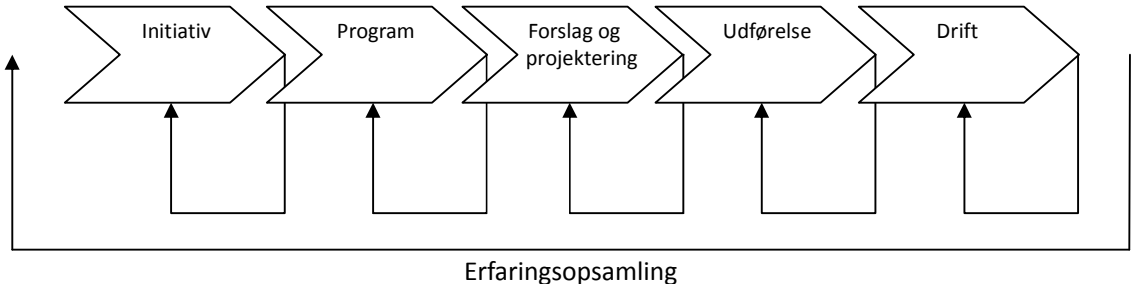
Figur 6 fremhæver mekanismerne forbundet med vigtigheden af at træffe beslutninger tidligt. Beslutninger medfører ofte ændringer i design og designændringer er forbundet med stigende omkostninger jo længere projektet er skredet frem. Derfor illustrerer figuren at beslutninger om designændringer bør rykkes frem i processen for at minimere omkostninger herved, som den blå kurve viser. Som Figur 5 dog netop har vist kan det være svært at rykke beslutninger frem i processen og derfor træffes beslutninger traditionelt som den sorte kurve viser. Simulering af forskellige designforslag kan være et værktøj til at fremskynde beslutninger da simuleringer tidligt i processen kan synliggøre konsekvenser af forskellige designforslag. I afsnit 2.3 vil der blive beskrevet hvordan BIM som projekteringsform kan medføre gode muligheder for simuleringer og dermed mulighed for tidligere beslutninger.



Figur 6 Omkostninger ved designændringer stiger i takt med at projektet skrider frem og muligheden for at påvirke omkostninger mindskes. Det foretrækkes derfor at beslutninger om designændringer rykkes frem i processen for at minimere omkostninger herved. I forhold til Figur 2, anvendes i denne illustration en anden faseinddeling. Kurven er opstillet af Patrick MacLeamy, BuildingSMART.

2.1.7 Erfaringsopsamling

Sammenlignes et byggeprojekt med projektforløb i øvrige produktionserhverv, er den mest markante forskel, at sammensætningen af aktører fra projekt til projekt er forskellig stort set hver gang. Dette kan medføre samarbejdsvanskeligheder og brug af ekstra ressourcer på opbygning af et nyt samarbejde hver gang. Det kan i høj grad også være en udfordring i forbindelse med erfaringsopsamling. Enhver virksomhed har behov for at lære af sin erfaring, men i et projekt der involverer mange virksomheder og hvor ejeren af projektet, i form af bygherren, muligvis ikke har planer om nye byggeprojekter, foretages der sjældent en samlet erfaringsopsamling. Årsagen hertil kan være manglende incitament, manglende villighed til at bruge tid og ressourcer herpå eller blot manglende kendskab til effektive procedurer hertil. Ønskes en erfaringsopsamling på samarbejdet og på den samlede proces for byggeprojektet, kræves respons fra alle aktører og at disse omdannes til et samlet billede. Hvem der skal fungere som ansvarlig for denne erfaringsopsamling er uklar. Hertil kommer om den opsamlede erfaring kun skal deles mellem de involverede parter i det konkrete projekt eller om hele byggebranchen skal have adgang hertil, i kraft af at aktørerne er forskellige fra projekt til projekt. Det er i Figur 7 illustreret at både en entydig afsender og modtager af erfaring kan være svær at definere. Dog illustreres at erfaringsopsamling fra delprocesser i et byggeprojekt kan være nemmere. Hvis der fra driftsfasen ikke opsamles erfaring vil det være svært at integrere FM i designfasen, som beskrevet tidligere. Manglende brug af erfaring, kan medføre gentagelse af eksempelvis dårlig tilgængelighed for rengøringspersonale eller unødig besværlig adgang til tekniske installationer, hvilket i sidste ende betyder dårligere service over for brugerne af bygningen.



Figur 7 Erfaringsopsamling for et samlet byggeprojekt kan være svært, da det ikke er umiddelbart hvem der skal fungere som hverken opsamler eller modtager af erfaringen. Erfaringer fra FM er væsentlige at inddrage i programfasen.

2.2 Facilities Management

Facilities Management som fagområde har efterhånden vundet indpas på det danske marked og arbejdet med drift og vedligehold af bygninger tildeles således større opmærksomhed og anerkendelse. Det er dog stadig et bredt fagområde og det er stadig under udvikling. Dette afsnit giver en nærmere beskrivelse af FM og de arbejdsområder der er omfattet heraf.

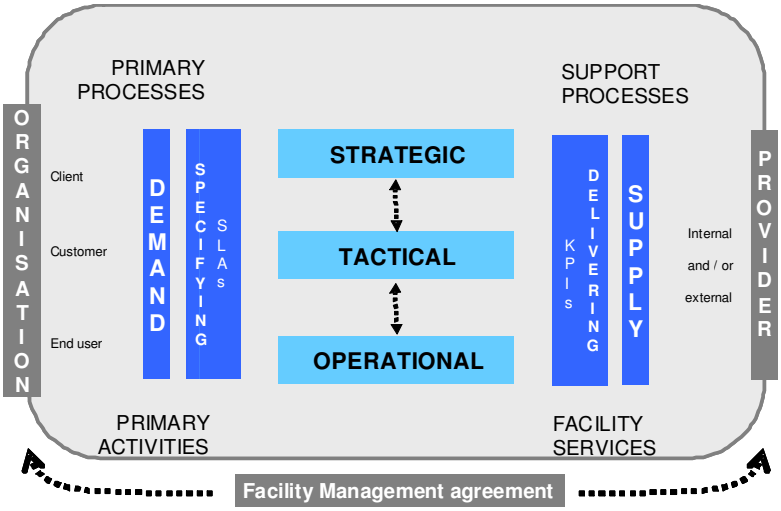
2.2.1 Formål med FM

Definitionen af FM, som anvendes i Per Anker Jensens bog *Håndbog i Facilities Management*, udtrykker, at FM drejer sig om en række aktiviteter der alle har til formål at understøtte virksomhedens kerneopgave. Definitionen er citeret nedenfor.

> Definition af FM:
>
> *Den integrerede planlægning, gennemførelse og ledelse af ejendomme samt serviceforanstaltninger og hjælpemidler, som bidrager til en effektiv indarbejdelse af virksomhedens mål*.
>
> (Jensen, Håndbog i Facilities Management 2006, 10)

I driftsfasen står bygningen færdig og anvendes af en gruppe brugere, eksempelvis i form af en virksomhed. Denne virksomhed har et sæt primære opgaver at udføre samt et behov for servicefunktioner der kan understøtte disse opgaver. Figur 8 nedenfor viser denne opdeling med *primary processes* i venstre side af figuren og *support processes* i højre. Facilities Management er således et arbejdsområde der beskæftiger sig med, at understøtte de primære processer der foregår i en virksomhed, ved både at sørge for vedligeholdelse af de bygninger der udgør de fysiske rammer for virksomheden samt at udføre øvrige administrative opgaver, hvilket uddybes senere i forbindelse med Figur 9. Virksomheden og leverandøren af FM indgår en serviceaftale som illustreret nederst i Figur 8 hvori virksomheden kan specificere sine krav i form af *Service Level Agreements*. Til kontrol af om FM-leverandøren leverer den aftale service, kan anvendes *Key Performance Indicators* hvilket er målbare faktorer der kan udtrykke om det aftalte serviceniveau er opnået og vedholdes.

Figur 8 udtrykker yderligere at FM kan indgå på både strategisk, taktisk og operationelt niveau. Det varierer dog fra virksomhed til virksomhed i hvor høj grad FM indgår på alle disse niveauer, hvilket kan skyldes at der er stor variation i prioritering og strukturering af FM i forskellige virksomheder. FM som profession har de seneste år fået større anerkendelse og er blevet styrket og der ses en udvikling i retning af større og større brug af FM også på strategisk niveau. Denne udvikling kan være et led i det stigende politiske fokus på bæredygtighed, som tidligere beskrevet i afsnit 2.1.5.



Figur 8 FM understøtter en virksomheds primære opgaver og indgår både på strategisk, taktisk og operationelt niveau. Virksomheden definerer sine krav til FM-udbyderen i form af Service Level Agreements (SLA) og den leverede service fra FM-udbyderen vurderes ved brug af Key Performance Indicators (KPI). Kilde: (Alexander 2009).

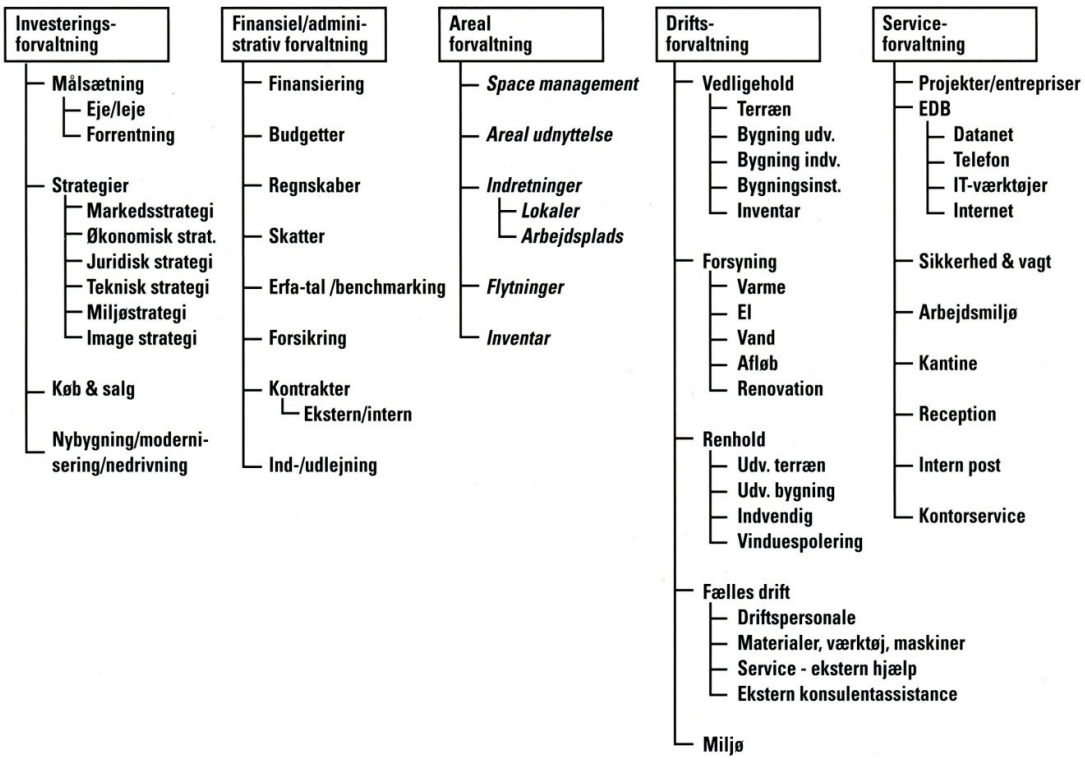
2.2.2 Leverandører af FM-ydelser

De virksomheder der fungerer som leverandører af FM-ydelser, kan i følge (Jensen, Håndbog i Facilities Management 2006, 21) opdeles i fem forskellige typer, hvilket er opstillet på punktform nedenfor. Der findes en række mindre virksomheder der leverer enkelte ydelser, eksempelvis rengøring. Derudover er der virksomheder inden for blandt andet bygnings- og installationsvedligehold som er begyndt at udvide deres ydelser til også at dække andre dele af FM og således leverer kombinerede ydelser. Leverandører af totale FM-koncepter er ikke nært så udbredt i Danmark, men kan opstå ved at en ejendomsadministrator, der traditionelt har administreret udlejningsejendomme, går ind på markedet som FM-leverandør til andre virksomheder. Flere rådgivende ingeniørvirksomheder har ligeledes udvidet deres ydelser til også at omfatte rådgivning inden for FM og i takt med øget digitalisering leverer softwarefirmaer også FM-ydelser.

- Leverandører af enkeltydelser
- Leverandører af kombinerede ydelser
- Leverandører af totale FM-koncepter
- Leverandører af softwareløsninger
- Leverandører af rådgivningsydelser

2.2.3 FM-opgaver

Definitionen af FM er bred og der er derfor mange forskellige opgaver knyttet til FM. I Figur 9 er angivet hvilke FM-opgaver der typisk vil indgå i en større virksomhed. Opgaverne kan variere afhængigt af størrelse og type af virksomhed og den måde opgaverne organiseres på kan ligeledes variere. (Jensen, Håndbog i Facilities Management 2006, 13) Nogle opgaver kan løses in-house imens andre kan outsources. Det er væsentligt at bemærke at vedligehold, her nævnt under driftsforvaltning, er en del af FM og at FM således er bredere end blot den fysiske vedligehold af en bygning. Dette fremgår ligeledes af, at FM kan kategoriseres i blød og hård FM, hvor hård FM primært omfatter driftsforvaltning og blød FM omfatter de øvrige overskrifter i Figur 9. Opgaverne under investeringsforvaltning omhandler den overordnede målsætning for virksomheden og hvilke strategier der følges. Disse opgaver bør løses på strategisk niveau og har indflydelse på de øvrige forvaltningsområder. Finansiel forvaltning omhandler alle økonomiske opgaver samt håndtering af kontrakter med eksempelvis virksomheder der varetager opgaver der er outsourcet. Arealforvaltning indebærer strukturering af de kvadratmetre der er til rådighed i bygningen. Ved at have fokus på dette, kan en virksomhed optimere sin udnyttelse af arealer. Opgaver under driftsforvaltning omhandler daglig vedligehold af bygningen, forsyning af blandt andet vand og varme samt renhold. Endeligt er der serviceforvaltning der blandt andet dækker kantine, reception og IKT-faciliteter.



Figur 9 Opgaver vedrørende FM der typisk vil indgå i en større virksomhed. Kilde: (Jensen, Håndbog i Facilities Management 2006, s. 13)

2.2.4 FM-data

På trods af, at Figur 9 viser hvilke opgaver FM omhandler, er der en vis uklarhed om hvilke data der kræves for at udføre disse opgaver. Dette vil blive berørt nærmere i kapitel 4 hvor tre drifts- og bygherrer fremstiller deres synspunkter på blandt andet dette område. Som beskrevet i afsnit 2.1.3, danner as-built materialet og driftsvejledninger grundlag for FM. Dette betyder at indholdet af det materiale der afleveres og måden hvorpå det afleveres er væsentlig for driftsherren.

Generelt kan FM-data defineres som de informationer der netop kræves for at udføre opgaverne inden for alle punkterne i Figur 9. Drejer det sig om driftsforvaltning af en konkret bygningsdel, kan FM-data hertil bestå af information om hvad der skal gøres for at vedligeholde bygningsdelen, hvor ofte dette skal gøres og hvilken garanti der eventuelt er fra producenten. Information om levetid af bygningsdelen vil ligeledes være relevant med henblik på at kunne vurdere omkostninger ved udskiftning i forhold til omkostninger ved vedvarende vedligehold. Er der tale om tekniske installationer, er det yderligere relevant at have information om samtlige serviceaftaler knyttet hertil.

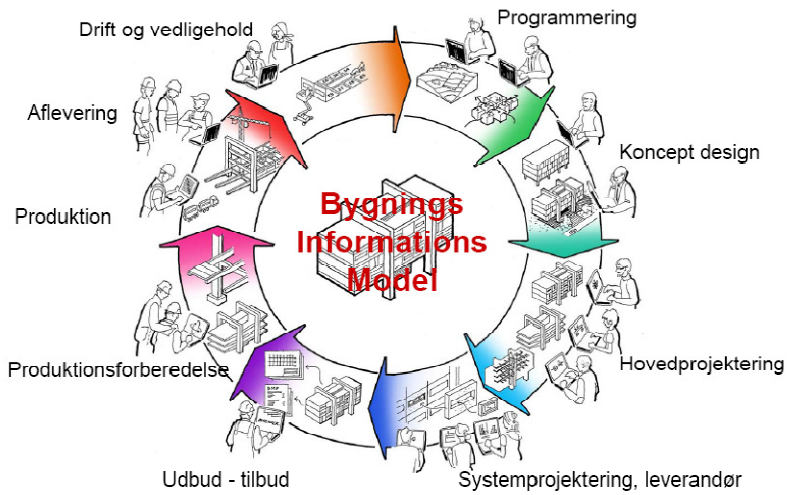
FM-data til arealforvaltning kan bestå af informationer om hvilket formål forskellige arealer anvendes til. Her kan der være tale om at nogle arealer er lejet ud, nogle udgør gangarealer og at nogle anvendes til kontorlokaler. En grafisk repræsentation af denne fordeling af arealer kan være aktuel da dette kan give et overblik.

2.3 Building Information Modeling

Building Information Modeling kan være svær at give en entydig definition på, da det er et nyt koncept i byggebranchen og et koncept der på det danske marked endnu ikke er stor erfaring med. Brugen af BIM er dog under stigende udbredelse og støttes af regeringen i the BIM Umbrella Statement og Det Digitale Byggeri. Dette afsnit vil opstille forskellige karakteristika af BIM og beskrive omfanget af konceptet.

2.3.1 Mere en blot en model

Building Information Modeling er ikke blot en model, men en måde at arbejde på. Brugen af en model er dog helt central da måden der arbejdes på, udfolder sig omkring en samlet fælles model. Den fælles model føres igennem alle faser i et byggeri, fra program til drift, som illustreret i Figur 10 nedenfor.



Figur 10 Alle faser i et byggeprojekt udfolder sig omkring en fælles model og konceptet BIM. Dataudveksling foregår således igennem modellen. Kilde: (Vestergaard, Anvendelse af bygningsmodeller i byggeprocessen, Metoder og værktøjer 2008).

I bogen *BIM Handbook* fremstilles for hver part i byggeriet muligheder og barrierer ved BIM. Bogens definition af BIM fremhæves ikke i særlig høj grad og der lægges mere vægt på en undersøgelse af hvad der er BIM og hvad der ikke er. Det tætteste bogen kommer på en egentlig definition af BIM, er gengivet nedenfor.

> *(…) we define BIM as a modeling technology and associated set of processes to produce, communicate, and analyze building models.* (Eastman, et al. 2008, 13)

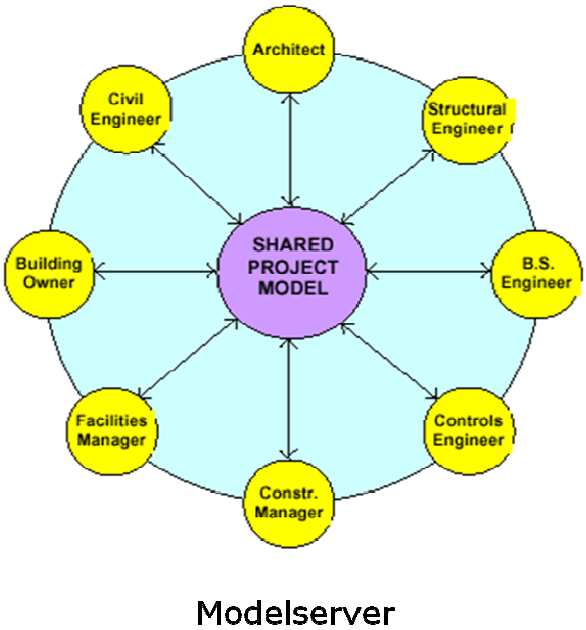
Der gives således udtryk for, at BIM drejer sig om at producere, kommunikere og analysere bygningsmodeller samt at dette gøres ved brug af særlig modelleringsteknologi og tilhørende processer. Det uddybes yderligere hvad der forstås med *bygningsmodel*, hvilket er angivet i punktform nedenfor. En bygningsmodel er objektorienteret således at der ikke kun er tale om ren geometrisk form, men om sammensatte objekter der er intelligente på den måde at de hver "ved" hvilken bygningsdel de repræsenterer. Yderligere er det i en bygningsmodel muligt, at tildele bygningsdele detaljeret information om deres egenskaber og opførsel, eksempelvis til brug ved energianalyser. En bygningsmodel skal også være konsistent i den forstand at ændringer ét sted slår igennem i alle visninger af modellen. Sidst nævnes, at data i en bygningsmodel skal fremstilles på en koordineret måde.

- Opbygget af objekter, der er intelligente frem for blot ren geometri
- Detaljeret egenskabsdata, til brug ved fx energianalyser
- Konsistent
- Koordineret data

I det følgende vil *BIM* blive anvendt som benævnelse af konceptet som helhed og de arbejdsmetoder der er omfattet heraf. Samtidig vil *BIM-model* blive anvendt som benævnelse for den bygningsmodel der er det fysiske omdrejningspunkt i konceptet.

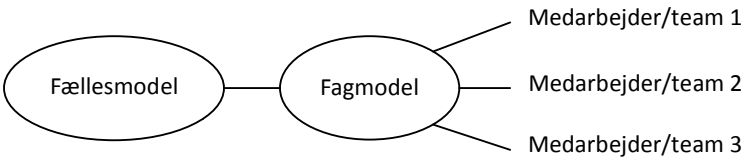
2.3.2 Kommunikation via fællesmodel og fagmodeller

Som tidligere illustreret i Figur 10, relaterer BIM sig til alle byggeriets faser. Hvordan der mere detaljeret arbejdes i de enkelte faser, er illustreret i Figur 11. Her fremgår, at de mange forskellige aktører kommunikerer og tilgår information via en fælles model. Den fælles model er hvor alt gældende projektmateriale opbevares og opdateres. Ved traditionel udveksling af materiale i papirformat, eksisterer der flere eksemplarer af samme data og når data opdateres, kræves det, at der sendes nyt materiale til alle aktører eller at disse på anden vis informeres om opdateringen. Med en fællesmodel, hvor gældende data kun eksisterer ét sted og som alle aktører har direkte adgang til, skabes mulighed for en bedre versionsstyring.



Figur 11 Kommunikation og dataudveksling foregår via en fælles model. Kilde: (Karlshøj 2005).

De forskellige aktører arbejder med fagmodeller, der repræsenterer hver deres fagområde, eksempelvis en konstruktionsmodel, en installationsmodel og en arkitektmodel. Fagmodeller fra alle aktører giver tilsammen den fælles model. Da hvert fagområde involverer flere medarbejdere, er der yderligere et niveau, som illustreret i Figur 12. Arbejdes der eksempelvis med Autodesks Revit programmer kan der hertil anvendes funktioner som *worksharing* og *worksets*.



Figur 12 Hvert fagområde omhandler en række af medarbejdere og internt i hver virksomhed vil en fagmodel således skulle tilgås og udarbejdes af flere personer.

2.3.3 Genbrug af data og udtræk af data

En generel fordel ved at arbejde digitalt, frem for i papirformat, er muligheden for genbrug af data. Med BIM er det hensigten at de forskellige aktører kan anvende hinandens digitale modeller at arbejde videre på. Traditionelt genskaber forskellige parter ofte materiale modtaget af andre, enten på grund af at materialet afleveres analogt eller i et digitalt format der ikke kan læses eller også på grund af juridiske forhold.

Når alt data samles i en fælles model bliver der mulighed for at lave forskellige udtræk af data herfra. Eksempelvis styklister og rumskema. Sammenhængen mellem geometri og øvrigt data optimeres og udnyttes. Mængdefortegnelser udarbejdes traditionelt ved manuelt at aflæse 2D tegninger og det er ofte at både af den projekterende ingeniør og entreprenøren gør dette. Her er der altså tale om dobbeltarbejde og om manuelt arbejde. Udnyttes i stedet en model til at udtrække data om mængder og priser, automatiseres denne proces betydeligt.

2.3.4 3D, 4D og 5D

Ved at arbejde med rumlige modeller, 3D, gives en mere realistisk repræsentation af virkeligheden og dermed kan forståelse og kommunikation omkring løsningsforslag lettes. Arbejdes der med plane 2D tegninger, kan det, især ved byggerier af speciel geometri, være vanskeligere at forestille sig et rumligt billede. 3D er dog ikke det centrale ved BIM, da blandt andet objektorientering spiller en større rolle, som beskrevet tidligere, men 3D hjælper altså i høj grad til forbedring af kommunikation. Yderligere medfører 3D frem for 2D, øget sikkerhed for konsistens i tegningsmaterialet. Et vægelement udarbejdet i 2D tegnes i planer og snit der er uafhængige af hinanden, imens et vægelement udarbejdet i 3D oprettes som ét rumligt element hvorfra de nødvendige planer og snit kan genereres.

Yderligere er dimensioner såsom tid og økonomi, dvs. 4D eller 5D, også interessant når der arbejdes med BIM. I en objektorienteret model kan der kobles stykpriser på hvert objekt eller modellen kan kædes sammen med en prisdatabase. Objekterne i en model kan ligeledes tildeles regler for hvordan disse leveres, samles og opføres på en byggeplads. Dette giver mulighed for styring af tid og økonomi i en direkte sammenhæng med modellen.

2.3.5 Simuleringer

Simuleringer er et stærkt redskab i planlægningen af et byggeri. Der kan eksempelvis foretages simuleringer inden for energi, indeklima og reaktioner i vindpåvirkninger. BIM medfører, at det nødvendige datagrundlag til brug for simuleringer ligger i en samlet model. Dette kunne således lette processerne forbundet med opstilling af en model der kan udføres simuleringer på.

Ifølge (Eastman, et al. 2008) medfører BIM muligheder for simuleringer på et tidligt stadie i designfasen, hvilket betyder at beslutninger kan træffes tidligere end hidtil. Dette er økonomisk fordelagtigt for bygherren da beslutninger om designændringer sent i projektet er forbundet med høje omkostninger. Dette blev illustreret tidligere i Figur 6. Yderligere kan bygherrens budget testes i

en simulering over en simpel model udarbejdet tidligt i projektet, hvilket kan give ham øget sikkerhed eller mulighed for justeringer. Når alle informationer samles i en fælles model vil der være nemmere mulighed for simuleringer på tværs af faggrupper, eksempelvis forhold der indvirker på drift og vedligehold.

2.3.6 Udvekslingsformatet IFC

Udveksling af data i elektronisk form er et af de centrale aspekter ved BIM. Dette stiller imidlertid krav til at det teknologisk set er muligt. Man kan vælge at arbejde med et fælles udvekslingsformat eller man kan vælge at alle aktører skal arbejde på samme platform. Der er fordele og ulemper ved begge dele. Først og fremmest er det svært blandt alle faggrupper at blive enige om én platform da de hver kan have udviklede specialprogrammer til netop deres fagområde. Derudover kan ét udvekslingsformat der kan læse alle informationer være svær at finde og at udvikle. Her arbejder organisationen BuildingSMART med at udvikle formatet IFC, Industry Foundation Classes, der kan opbevare og overføre data. BuildingSMART er en international medlemsorganisation og en not-for-profit organisation. (www.buildingsmart.com)

IFC udvikles løbende på baggrund af ønsker fra medlemmer eller branchen generelt. Udviklingen af formatet er således i høj grad afhængig af interesse fra branchen. Hvis der ikke er nogen der fremstiller et ønske om at IFC skal kunne håndtere et nyt område, vil udviklingsarbejdet ikke gå gang. Processen forbundet ved udvikling indebærer en række trin, som er listet nedenfor. Der vil her ikke blive gået i detaljer omkring de enkelte trin, men blot illustreres at der ligger et stort arbejde bag udviklingen af IFC.

- IFC extension project proposal
- IDM (information delivery manual)
- MVD (model view definition)
- IFC
- Certificering og softwareudvikling

2.4 FM i en BIM-sammenhæng

Facilities Management indgår som en naturlig del af BIM, ifølge (Eastman, et al. 2008). Dog fremgår det ligeledes heraf, at brugen af BIM inden for FM kun er i begynderstadiet. Erfaringerne hermed er således små, men (Eastman, et al. 2008) fremhæver at der er fordele ved BIM for en driftsherre. Dette afsnit vil lægge fokus på hvordan FM har mulighed for at indgå i BIM og hvordan BIM kan understøtte FM.

2.4.1 BIM i forhold til almindelig digitalisering af driften

Det er væsentligt at skelne mellem digital driftsforvaltning generelt og brugen af en BIM-model i driftsfasen. Som det senere vil fremgå af kapitel 5, findes der flere digitale systemer til brug i driftsfasen, men ingen af disse tager udgangspunkt i BIM-modeller. Som det ligeledes vil fremgå senere, i kapitel 4, er der mange fordele ved digital driftsforvaltning, uden at dette nødvendigvis omfatter BIM. En database der indeholder alle driftsinformationer for et byggeri og som er søgbar, er et stærkt redskab i driftsfasen, men dette er i sig selv ikke BIM. Som omtalt tidligere, i afsnit 2.1.3, danner hyldemeter af data i papirformat ofte grundlag for driften og en oversættelse af dette til en søgbar digital database, er således en stor forbedring. Anvendes en BIM-model som datagrundlag i driftsfasen, er der til gengæld mulighed for digitale fordele, der rækker ud over effektiv søgbarhed. Dette vil blive nærmere beskrevet i følgende afsnit, 2.4.2.

Begrebet FM dækker mange arbejdsområder og det kan således variere mellem arbejdsområderne i hvor høj grad BIM kan understøtte arbejdsopgaverne. Opgaver inden for serviceforvaltning, som indgår i Figur 9, omhandler blandt andet kantineservice. Dette arbejdsområde ligger ikke direkte op til at have behov for at indlægge eller udtrække data fra en BIM-model. Dette illustrerer at det er væsentligt at tage udgangspunkt i det behov for datagrundlag et givent arbejde kræver … frem for teknologiske detaljer. En digital 3D model ser smart ud – men i sidste ende er det anvendelighed det drejer sig om.

2.4.2 BIM-model som aktivt værktøj i driftsfasen

FM omhandler blandt andet arealforvaltning og styring af tidsplaner og budgetter for fysisk vedligehold af en bygning. BIM omhandler blandt andet rumlige 3D modeller og tilknytning af data om tid og økonomi til objekter i modellen. Der er således et klart sammenfald imellem FM og BIM på disse områder.

Med en rumlig model, kan der gives et overblik over en ejendoms arealer, hvilket netop kræves for at kunne optimere udnyttelsen heraf. Arealforvaltning udgør ifølge Figur 9 en femtedel af hovedopgaverne inden for FM og derfor vil en BIM-model, udelukkende i kraft af sin rumlige repræsentation af bygningen, kunne understøtte en stor del af FM. Et væsentligt aspekt der skal tages højde for ved brug af en rumlig model er opdatering af denne. Når modellen eksempelvis er brugt til at planlægge en ombygning for at opnå bedre udnyttelse af arealer, skal modellen efterfølgende opdateres til at matche den nye indretning af den fysiske bygning. Udføres denne

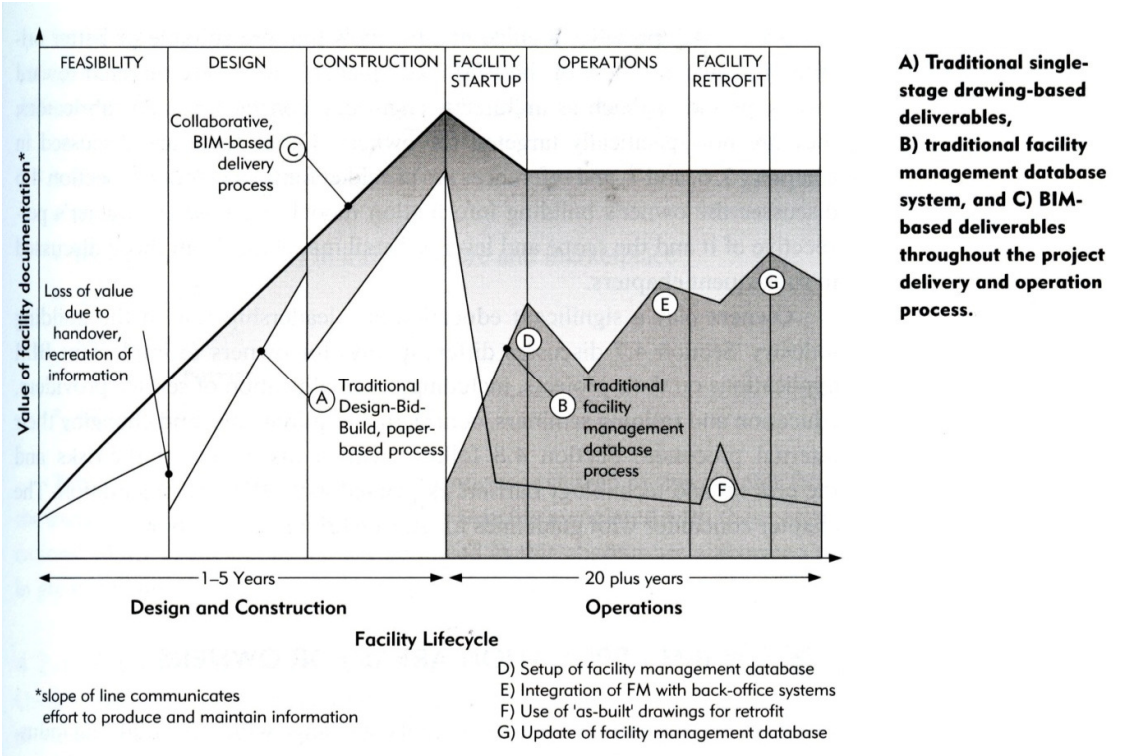
opdatering ikke, vil modellen være væsentligt forringet, hvis ikke værdiløs, til brug ved fremtidig arealforvaltning.

En BIM-models egenskaber til styring af tid og økonomi, omtalt som 4D og 5D i afsnit 2.3.4, betyder at der direkte ud fra modellen kan lægges tidsplaner, budgetter og gøres regnskab. Netop disse aktiviteter er en central del i en driftsorganisation. Aktiviteterne indgår både under finans/adm. forvaltning og driftsforvaltning, i henhold til Figur 9.

2.4.3 Stor datamængde samlet i en BIM-model

Når et byggeprojekt er udført som BIM, er der i løbet af projektet opbygget en detaljeret BIM-model der indeholder en stor del informationer. I driftsfasen kan der således bygges videre på disse data. Det fremhæves i (Eastman, et al. 2008) at modellen indeholder as-built information som en driftsherre kan spare mange omkostninger ved at kunne anvende direkte. Kan en intelligent model, der i forvejen indeholder den information der er behov, for anvendes direkte, undgår driftsherren nemlig at bruge ressourcer på manuel indtastning af data i et FM-system.

Figur 13 viser hvordan information opbygges ved traditionel projektering og med BIM, ifølge (Eastman, et al. 2008). Det fremgår at traditionel projektering indebærer at noget information skal genskabes og at noget går tabt, ved overgangene mellem faser. Helt markant er tabet af information ved aflevering. Opbygningen af et FM-system indebærer således ved traditionel projektering genskabelse af en stor datamængde og at informationsniveauet aldrig når op på samme niveau som ved projektering med BIM.



Figur 13 Illustration af hvordan data opbygges i et traditionelt byggeri og i et BIM-projekt. Traditionel projektering indebærer at noget information skal genskabes og at noget går tabt, ved overgangene mellem faser. Kilde: (Eastman, et al. 2008, s. 95).

2.4.4 BIM som middel til integration af FM i designfasen

I afsnit 2.1.5 blev det beskrevet at der er klare fordele ved at integrere FM i designfasen. Det blev til gengæld også beskrevet at dette kun sjældent praktiseres. BIM omhandler øget samarbejde og skaber gode muligheder for simuleringer, hvilket kan bruges som redskaber til at integrere FM i designfasen.

Ønskes det at simulere forskellige driftssituationer, skal der være særlige input til modellen herom. I den sammenhæng kan det være relevant at opbygge en fagmodel inden for FM. I afsnit 2.3.2 blev netop angivet at forskellige fagområder bidrager med data til fællesmodellen via hver deres fagmodel. Simuleringer af flugtveje, indeklima, arealoptimering eller omkostninger ved vedligehold kunne være områder der dækkes af en FM model. Byggecentrum har for nylig udviklet en V&S Prisdatabase inden for renovering og drift. Dette kunne være et aktivt input i forbindelse med simulering af omkostninger ved vedligehold.

3 Standardisering og politisk tiltag

Dette kapitel præsenterer hvilke vedtagne standarder og retningslinjer der skal arbejdes efter inden for digital aflevering. Hermed synliggøres hvordan juridiske rammer både kan fungere som barrierer og muligheder for implementering af digital aflevering. Yderligere vil regeringens initiativ Det Digitale Byggeri blive beskrevet. Det Digitale Byggeri omfatter mange aspekter og dette kapitel vil fokusere på de aspekter der vedrører digital aflevering.

3.1 Standarder der vedrører digital aflevering

Der er formuleret mange standarder der vedrører byggebranchen. Standardernes overordnede formål er at gøre samarbejdet mellem byggeriets parter lettere, ved at udstikke fælles retningslinjer for arbejdsprocedurer og aftaler. Når et byggeprojekt involverer mange og skiftende aktører, kan juridiske ansvars- og aftaleforhold hurtig blive kompleks, hvorfor standardiserede metoder herfor er hensigtsmæssige. En aftale mellem to parter kan udarbejdes ved, at der henvises til at det givne arbejde skal udføres i henhold til en bestemt standard. Dermed kan parterne, når disse er bekendte og fortrolige med indholdet i standarden, nemt danne sig et overblik over hvad der kræves af hver af dem. Hvis der er afvigelser i forhold til standarden angives dette udtrykkeligt i aftalen og parterne kan koncentrere sig om at nærlæse indholdet af afvigelserne frem for hele aftalen. Standardisering kan dog være mindre hensigtsmæssig i nogle tilfælde. Hvis en standard er meget detaljeret og rigid, er der sandsynlighed for at den vil begrænse brugerne i deres arbejde.

For at en standard skal være effektiv og fungere i praksis, er det væsentligt at den er forankret i branchen. Dette medfører yderligere at en standard kun sjældent bør ændres. Standardens brugbarhed og troværdighed ville blive undermineret hvis den ofte blev ændret. Det vil desuden kræve mange ressourcer at ændre en standard eftersom alle parter der har vedkendt sig standarden sandsynligvis skal godkende ændringen.

Det der er interessant for problemstillingen i denne rapport, er standarder der omhandler afleveringsprocessen, både generelt og når der arbejdes digitalt. De listede punkter nedenfor beskriver de standarder der er vurderet til at være centrale på dette område og som derfor vil blive undersøgt i det følgende. ABR 89 udgør et fælles grundlag for aftaler der indgås mellem rådgiver og bygherre, imens AB 92 og ABT 93 omhandler aftaler der indgås mellem entreprenør og bygherre. De to ydelsesbeskrivelser præciserer hvilke opgaver arkitekter og ingeniører kan forventes at levere.

I dette afsnit vil følgende standarder blive beskrevet.

- *ABR 89*
- *AB92*
- *ABT93*
- *Byggeri og Planlægning*, ydelsesbeskrivelse ml. FRI og DANSKE ARK
- *”som udført”*, ydelsesbeskrivelse ml. FRI og DANSKE ARK

Der findes yderligere standarder inden for FM, udviklet på europæisk plan (CEN). En stor del af disse er dog ikke færdigbehandlet endnu. Standardisering omhandlende selve driftsfasen er ikke relevant i dette afsnit da der fokuseres på selve afleveringsprocessen. En standard der til gengæld uddyber hvilke data der specifikt skal afleveres vil være relevant, men det er vurderet at dette ikke er omfattet af de omtalte europæiske standarder.

3.1.1 ABR 89

ABR 89 (ABR 89 - Almindelige bestemmelser for teknisk Rådgivning og bistand 1989) er i 1989 udarbejdet af PAR, DIF, I-S og Boligministeriet, imens Praktiserende Landskabsarkitekters Råd/Danske Landskabsarkitekter er tiltrådt standarden efterfølgende.[1] Standarden udgør et fælles grundlag for aftaler *om rådgivning inden for det arbejdsområde som omfatter arkitekt- og ingeniørmæssig bistand*. Standarden beskriver således retsforholdet mellem en rådgiver (fx arkitekt eller ingeniør) og dennes klient (fx bygherren) med mindre andet fremgår af deres indgåede aftale. Hvis der afviges fra *ABR 89*, skal det tydeligt være beskrevet i aftalen.

Et punkt i *ABR 89*, der er relevant i forbindelse med digital aflevering, omhandler ophavsret. Hvis der i løbet af et byggeprojekt udarbejdes digitale modeller hvor flere parter bidrager med data til én samlet model (fx BIM), kan der opstå usikkerhed omkring ophavsretten hertil. En af fordelene ved at arbejde digitalt er netop datagenbrug, men hvis der ikke er klarhed omkring ophavsret, opstår en barriere for at drage nytte af et sådant datagenbrug. *ABR 89* udtrykker at rådgiveren har

> *(…) alle rettigheder over sine ideer og det materiale, han har udarbejdet*.

Rettighederne over en fællesmodel må altså tolkes at være delt imellem alle de parter der har bidraget med data til modellen. Eftersom en BIM-model ideelt består en lang række informationer, indeholdt i både geometri og egenskabsdata på bygningsdele, kan registrering af hvem der har udarbejdet hvad blive kompleks. Til gengæld kan der yderligere ligge et behov for en sådan registrering i forbindelse med placering af juridisk ansvar.

Man kunne forestille sig at bygherren får rettighederne over en fællesmodel, da han står som ”ejer” af projektet. Man kunne også forestille sig at rettighederne tilfalder driftsherren, da han i driftsfasen bruger modellen til administration af FM-opgaver. Hvis rettighederne skal tilfalde enten byg- eller driftsherre skal det i så fald fremgå tydeligt af hver aftale, eftersom der i ABR 89 er formuleret nedenstående.

> *Klienten er i det omfang, det er aftalt eller forudsat i aftalen, berettiget til at anvende det materiale, som er udarbejdet for opgavens løsning.*

Som udgangspunkt har hver rådgiver altså rettighederne over det materiale han selv har udarbejdet, imens klienten kun har rettigheder i det omfang det er aftalt i det enkelte projekt.

3.1.2 AB92 og ABT93

AB92 og *ABT93* er udarbejdet i henholdsvis 1992 og 1993. Begge standarder er udarbejdet af et udvalg under Boligministeriet bestående af repræsentanter fra en lang række organisationer. Standarderne vedrører aftaler om udførelse af et byggeri eller anlæg og dækker således aftaler der

[1] PAR (Praktiserende Arkitekters Råd) kaldes i dag DANSKE ARK (Danske Arkitektvirksomheder), DIF (Dansk Ingeniørforening) og I-S (Ingeniør-Sammenslutningen) kaldes i dag IDA (Ingeniørforeningen i Danmark), Boligministeriet kaldes i dag Erhvervs- og Økonomiministeriet.

indgås mellem bygherre og entreprenør. De to standarder angiver retningslinjer inden for de samme områder, imens forskellen består i at *ABT93* kun gælder for totalentrepriser og *AB92* gælder for fag-, stor- eller hovedentreprise. Standarderne udgør ikke en lov og det skal således aftales for hvert projekt hvis de følges. Der er dog stor praksis for at anvende dem.

Der hvor de to standarder er relevante i forbindelse med aflevering, er i forhold til fordeling af ansvar for fejl og mangler ved byggeriet. De angiver, at der skal foretages en afleveringsforretning hvor der udarbejdes et dokument, en såkaldt afleveringsprotokol. På baggrund af en gennemgang af byggeriet anfører bygherren i dette dokument de mangler eller øvrige bemærkninger af byggeriet, hvis nogen, som han har registreret. Hvis entreprenøren har bemærkninger til bygherrens anførte forhold, skrives disse også i dokumentet. Endeligt skal det fremgå af dokumentet om der er enighed om at byggeriet er afleveret. Hvis der er væsentlige mangler kan byggeriet ikke anses som afleveret, hvilket det fremgår af nedenstående citat fra *AB92*/*ABT93*.

> *Arbejdet anses for afleveret til bygherren, når afleveringsforretning har fundet sted, med mindre der ved denne er påvist væsentlige mangler.*

Kan der påvises mangler efter afleveringen er fundet sted, har entreprenøren i 5 år ret og pligt til at afhjælpe disse. Efter 5 år kan bygherren ikke rejse krav mod entreprenøren. Retningslinjerne i de to standarder går således på om det fysisk udførte arbejde lever op til den aftale der er indgået og dermed om bygherren har fået det byggeri han bedte om. Ansvar for mangler kan falde tilbage på forskellige underentreprenører og i dette tilfælde kan en kobling af underentreprenører på hver bygningsdel i en digital model, eventuelt hjælpe til overblik over ansvarsfordelingen. For at kontrollere byggeriet inden for entreprenørens ansvarsperiode, angiver standarderne, at der skal foretages et eftersyn af bygningen 1 år efter aflevering samt lige inden der er gået 5 år. Ved disse eftersyn gennemgås byggeriet med hensyn til fejl og mangler.

Retningslinjerne der netop er beskrevet er ens for begge standarder. Der hvor de afviger, omhandler typisk at en totalentreprenør, som angivet i *ABT93*, pålægges ansvar og rettigheder der ellers pålægges bygherren ved de øvrige entrepriseformer, som angivet i *AB92*.

3.1.3 Ydelsesbeskrivelserne ml. FRI og DANSKE ARK

Ydelsesbeskrivelserne *Byggeri og Planlægning* (Byggeri og Planlægning 2006) og *"som udført"* ("som udført" 2000) er udarbejdet af brancheorganisationerne FRI og DANSKE ARK, der repræsenterer henholdsvis rådgivende ingeniører og arkitekter. De beskriver hvilke opgaver, benævnt ydelser, som arkitekter og ingeniører kan forventes at levere til klienten. Alle medlemmer af de to organisationer skal efterleve indholdet i ydelsesbeskrivelserne. Der opstilles således en række konkrete ydelser, men flere steder beskrives at *ydelsernes omfang præciseres i aftalen*, hvilket betyder at omfanget af den omtalte ydelse skal nærmere beskrives i den enkelte aftale mellem rådgiver og klient. Ydelsesbeskrivelsen omfatter både ingeniør- og arkitektmæssige opgaver og fordelingen af ydelserne mellem disse justeres i forhold til hvilket *fagområde* ydelsen falder ind under. Hvad de forskellige fagområder dækker, skal tydeligt beskrives i den enkelte aftale.

I forbindelse med aflevering af et byggeri, fremgår af *Byggeri og Planlægning* at byggelederen, som repræsenterer klienten over for entreprenørerne,

> *(…) koordinerer indsamling af drifts- og vedligeholdelsesvejledninger udarbejdet af leverandører og entreprenører og overdrager materialet til klienten.*

Det nærmere indhold af det afleverede materiale, beskrives ikke. Det beskrives kun at der skal udarbejdes as-built materiale og at niveauet for overensstemmelse mellem dette materiale og det aktuelt udførte projekt skal aftales for det enkelte projekt. I ydelsesbeskrivelsen *"som udført"* er dette niveau uddybet. Her fremgår at materialet kan udformes på tre niveauer, baseret på en vurdering af hvad materialet skal anvendes til fremover. Disse niveauer er listet nedenfor.

- Niveau 1: Indeholder kun hvad der kræves af byggemyndigheder for opnåelse af ibrugtagningstilladelse.
- Niveau 2: Indeholder data der ønskes benyttet i forbindelse med udarbejdelse af driftsplan.
- Niveau 3: Indeholder data der ønskes benyttet i forbindelse med udarbejdelse af driftsplan samt for senere bygningsændringer.

I ingen af de to ydelsesbeskrivelser angives hvordan en digital aflevering bør foregå. Det beskrives kun, at hvis klienten stiller krav til digital aflevering, skal dette fremgå af den enkelte aftale.

3.2 Det Digitale Byggeri

Det Digitale Byggeri (DDB) var et initiativ af regeringen, under strategien *Vækst med vilje* fra 2002. Målet for DDB var

at højne effektiviteten og kvaliteten af byggeriet i Danmark.

Til grund for Det Digitale Byggeri lå blandt andet vurderinger af, at byggeriets produktivitet som helhed var lav og at byggesektoren var betydeligt bagud med anvendelse af IKT sammenlignet med andre sektorer. Ifølge (Erhvervsfremme Styrelsen 2001) har det offentlige en vigtig rolle i at fremme IKT i byggeriet. Dette skyldes at både bygherrerne og selve byggesektoren er fragmenteret. Denne fragmentering betyder at hverken de enkelte virksomheder i byggesektoren eller IT-branchen opnår incitament til at investere massivt i at udvikle et samlet system for digitalisering af byggeriet. Indsatsen der var behov for, blev dog, af (Dræbye 2003), vurderet til ikke at dreje sig om at udvikle nye digitale redskaber, da disse allerede fandtes på markedet, men i stedet om at få de digitale redskaber ordentligt implementeret i hele byggeriet. Denne implementering skulle bestå i at skabe mere organisering og orden i form af blandt andet standardisering der understøtter digitale arbejdsmetoder.

Projektperioden for DDB forløb fra 2003 til 2006 hvorefter en bekendtgørelse om krav til anvendelse af IKT i byggeriet trådte i kraft d. 1. januar 2007. Bekendtgørelsen pålægger alle statslige bygherrer at stille særlige bygherrekrav der omhandler digitalisering. Alle parter der ønsker at deltage i statslige byggerier skal således kunne arbejde digitalt og efterleve kravene. Bekendtgørelsen vil blive yderligere beskrevet senere i afsnit 3.2.3.

Efter bekendtgørelsen trådte i kraft i 2007, er det nu Implementeringsnetværket der varetager det videre arbejde. Netværket arbejder med at implementere og forankre DDB i byggebranchen og er sammensat af en styregruppe og et sekretariat. I styregruppen er repræsentanter fra Bygherreforeningen, DANSKE ARK, FRI, Dansk Byggeri, TEKNIQ og BAT-Kartellet. I sekretariatet sidder udelukkende repræsentanter fra Dansk Byggeri. Der er indtil videre afsat midler til Implementeringsnetværkets arbejde frem til udgangen af 2010.

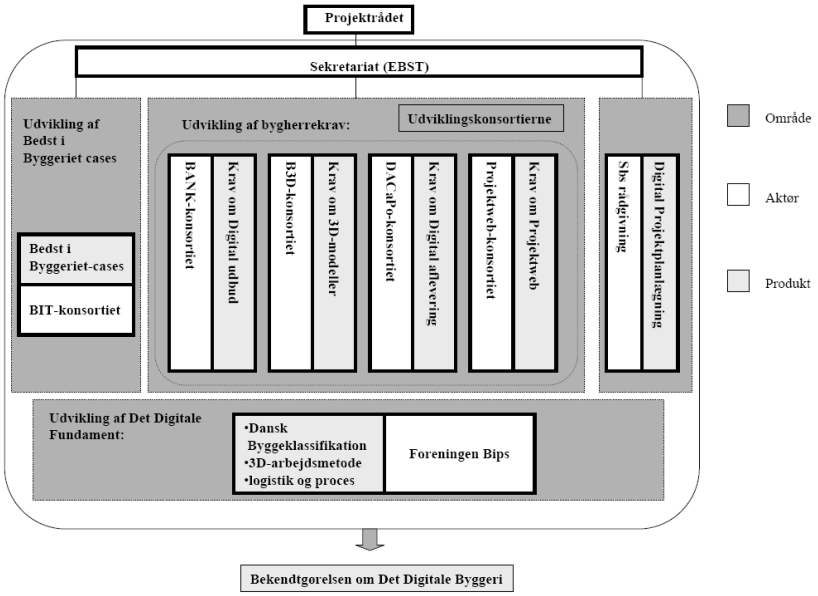
For at understrege regeringens opbakning til digitalisering af byggesektoren, underskrev Erhvervs- og Byggestyrelsen i 2008 en international hensigtserklæring, the BIM Umbrella Statement. Erklæringens målsætning er, at alle større byggeprojekter inden 2012 skal benytte elektroniske bygningsmodeller i alle byggeriets faser og at modellerne skal være baseret på åbne IT-standarder. Det er altså en ambitiøs målsætning og en direkte opbakning til BIM og IFC-formatet. Øvrige lande der har tilsluttet sig erklæringen er USA, Finland og Norge.

I det følgende vil alle indsatsområder under DDB beskrives hvorefter der vil blive lagt vægt på den del af DDB der omhandler digital aflevering. Endeligt beskrives hvor langt implementeringen af digital aflevering er kommet i dag.

3.2.1 Indsatsområder under DDB

Det var Erhvervs- og Byggestyrelsen der af regeringen fik pålagt opgaven at realisere Det Digitale Byggeri og den måde projektet blev struktureret på fremgår af Figur 14 nedenfor. Projektrådet var sammensat af repræsentanter fra en lang række af de statslige bygherrer samt organisationer og virksomheder i byggebranchen, imens der i sekretariatet udelukkende sad repræsentanter fra Erhvervs- og Byggestyrelsen. Som figuren viser dækkede DDB følgende fire indsatsområder.

- Det Digitale Fundament
- Bedst i Byggeriet
- Bygherrekrav
- Digital Projektplanlægning.



Figur 14 Projektstruktur og indsatsområder under Det Digitale Byggeri. Kilde: www.detdigitalebyggeri.dk.

Arbejdet i fundamentet skulle skabe fælles rammer og standarder for digitaliseringen på tværs af byggesektoren og dermed skabe grundlag for at bygherrekravene og de øvrige områder kunne realiseres. Det var bips der fik ansvaret for dette arbejde og der blev blandt andet udarbejdet et nyt klassifikationssystem, DBK, samt formuleret rapporter omhandlende fælles arbejdsmetode når der arbejdes i 3D. En af disse rapporter er *3D CAD Manual*, som siden er blevet viderebearbejdet og erstattet af *C102 CAD-Manual 2008*.

Udviklingen af Bygherrekravene blev opdelt i fire områder hvor der for hvert område skulle udarbejdes kravspecifikationer til brug som grundlag for den endelige bekendtgørelse. De fire konsortier der varetog dette, var sammensat blandt virksomheder, organisationer samt forsknings- og uddannelsesinstitutioner. DACaPo-konsortiet og dets arbejde med digital aflevering vil blive uddybet i næste afsnit.

For at eksemplificere og demonstrere indholdet og mulighederne i Det Digitale Byggeri over for erhvervslivet, skulle arbejdet med Bedst i Byggeriet resultere i en række best practise eksempler. De håndgribelige resultater herfra har dog været kritiseret for at være for få. En væsentlig årsag hertil vurderes til at stamme fra det faktum, at alle indsatsområder blev igangsat med det samme frem for at arbejdet under Bedst i Byggeriet først var startet efter at bygherrekravene var færdige. Det kan virke uhensigtsmæssigt at skulle fremkomme med best practise af et koncept der ikke er færdigudviklet. Ligeledes kan den tidsmæssige organisering være årsag til dobbeltarbejde og sammenstød mellem 3D-arbejdsmetode udviklet i fundamentet af bips og bygherrekravene omhandlende brug af 3D-modeller udviklet af B3D-konsortiet.

Indsatsområdet Digital Projektplanlægning blev påbegyndt lidt senere end de andre. Som udgangspunkt dækkede Det Digitale Byggeri kun nybyggeri, men det blev vurderet at også renovering og ombygning var relevant for at få det fulde udbytte af digitaliseringen. Digital Projektplanlægning undersøgte metoder til indsamling af information om eksisterende byggeri, herunder digital opmåling, og på bedste måde at nå udbudsfasen for et renoveringsprojekt.

3.2.2 Digital aflevering, ifølge visionerne fra DACaPo-konsortiet

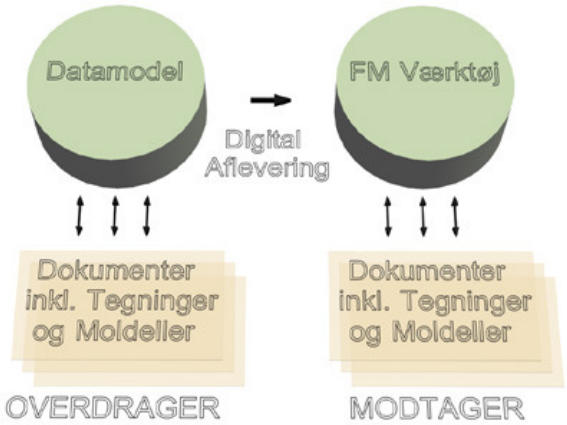
DACaPo-konsortiet var ansvarlig for udarbejdelse af kravspecifikation til bygherrekravene omhandlende digital aflevering. Konsortiet var sammensat af følgende:

- COWI
- Danmarks Radio
- Pihl
- Aalborg Universitet

Konsortiet har udarbejdet fem analyser hvorpå det efterfølgende udviklingsarbejde blev baseret. Herefter blev kravspecifikationen formuleret og et par gange revideret i takt med at indholdet blev afprøvet og diskuteret uden for konsortiet.

Konsortiet beskriver, at et af formålene med digital aflevering er, at der i driftsfasen kan genbruges digitale data genereret i byggeprocessen. I en vejledning til kravspecifikationen (da_vejl_rev2.doc) præciseres, at disse genbrugte digitale data kan anvendes inden for såvel drift og vedligehold som økonomistyring og administration. Det er altså hensigten at digital aflevering skal være til gavn for de fleste arbejdsområder inden for FM frem for kun traditionel drift og vedligehold.

Den datamængde der skal afleveres, omfatter to sammenhængende grupper: en overordnet datamodel og en række dokumenter. Datamodellen skal beskrive strukturen af de objekter der er relevante for driftsherren. Her skal objekter forstås bredt og kan således omfatte både fysiske bygningsobjekter samt objekter af typen aktiviteter og organisation. Datamodellen vedrører både geometrisk data og alpha-numerisk data. De tilhørende dokumenter, der udgør den anden gruppe af data, skal kobles til objekter i datamodellen. De nærmere relationer mellem objekter og dokumenter beskrives i datamodellen. Indholdet af dokumenterne skal bestå af yderligere beskrivelse af byggeriet og de retningslinjer der lægger til grund for driften. Figur 15 viser de to typer af data; datamodel og tilhørende dokumenter. Konsortiet beskriver at data i øvrigt skal afleveres enten som *levende* eller *låst* data. Hermed menes at *levende* data er i et format hvor det er muligt at arbejde videre med det, hvorimod *låst* data har dokumentationsrelevans og derfor ikke kan redigeres efterfølgende. (da_vejl_rev2.doc)



Figur 15 Princippet i digital aflevering. Det afleverede består af en datamodel og tilhørende dokumenter. Kilde: (DACaPo 2006).

Konsortiet har, ud over udnyttelse af datagenbrug, formuleret at formålet med digital aflevering er, at opnå en effektivisering af den samlede afleveringsproces. Ifølge (brochuren) vil digital aflevering sikre at data der leveres til driftsherren kan integreres direkte i de IT-systemer der anvendes i driftsorganisationen. Der er altså behov for et udvekslingsformat der kan overføre data fra de projekterende og udførendes IT-systemer til driftsorganisationens IT-system. Konsortiet fremhæver her, at der enten kan vælges IFC- eller XML-format. Konsortiet har udviklet et hjælpeværktøj der genererer digitale data i en særlig version af XML, kaldet DDB-XML, som kan indlæses i driftsherrens IT-system. Formatet DDB-XML vil blive yderligere beskrevet i afsnit 3.2.4.

Det er relevant at konsortiet (i brochuren) nævner at digital aflevering ikke er noget nyt. Til gengæld er den måde det har foregået på hidtil ikke været optimal. Blandt andet nævnes at det ikke har været udbredt at overføre data i en standard form. I stedet har der typisk været tale om at projekterende og udførende manuelt indtaster data i driftsherrens IT-system. Undervejs i konsortiets arbejde med

den endelige udformning af kravspecifikationen, blev det dog vedtaget at metoden med manuel indtastning blev en af valgmulighederne for overførsel af data, sammen med IFC og XML. Således blev konsortiets tidligere visioner nedjusteret på dette område.

3.2.3 Digital aflevering, som formuleret i Bygherrekravene

Bekendtgørelsen, formuleret i 10 bygherrekrav, pålægger alle statslige bygherrer at stille krav til alle bydende om at der skal anvendes IKT i statslige byggeopgaver. Hensigten, set fra politisk side, er at digitaliseringen vil brede sig til hele byggebranchen. Siden bekendtgørelsen trådte i kraft er der lavet to ændringer, ingen af disse omhandler dog digital aflevering og derfor vil de ikke blive kommenteret nærmere i denne rapport.

Bygherrekravene er inddelt på fire områder:

- Projektweb (krav nr. 1-3)
- 3D bygningsmodel (krav nr. 4-5)
- Digitalt udbud (krav nr. 6-7)
- Digital aflevering (krav nr. 8-10)

Kravene omhandlende digital aflevering træder alle i kraft ved entreprisesummer over 15 mio. kr. ekskl. moms og skal anvendes ved alle udbudsformer. Krav på de øvrige områder har varierende tærskelværdier. I vejledningen til bekendtgørelsen fremgår det, at alle tærskelværdier på sigt skal nedsættes således at samtlige krav vil gælde for byggesager over 3 mio. kr. ekskl. moms.

Der er tre krav omhandlende digital aflevering og i det følgende vil disse blive gennemgået et for et. Krav nr. 8 er formuleret som angivet i Tabel 3 nedenfor.

Tabel 3 Bygherrekrav nr. 8. Kilde: (Økonomi- og Erhvervsministeriet 2006, Bilag 1).

Digital aflevering af forvaltningsdata
Bygherren skal stille krav om digital aflevering af de data, som bygherren vurderer som relevante for driftsfasen. *Kravet omfatter således alene en del af den samlede dokumentation for byggeriet. Bygherren skal i denne forbindelse:* ▪ *Fastlægge hvilke projektdeltagere, der er omfattet af digital aflevering* ▪ *Udpege den part, der i forbindelse med afleveringen skal varetage opgaven som overdrager af de digitale data til bygherren* ▪ *Sikre anvendelse af digitale mangellister, der følger principperne i standard fra Foreningen bips* ▪ *Levere stamoplysninger til de projekterende* *Såfremt de digitale data ønskes afleveret i etaper, skal bygherren stille krav herom i udbudsmaterialet*

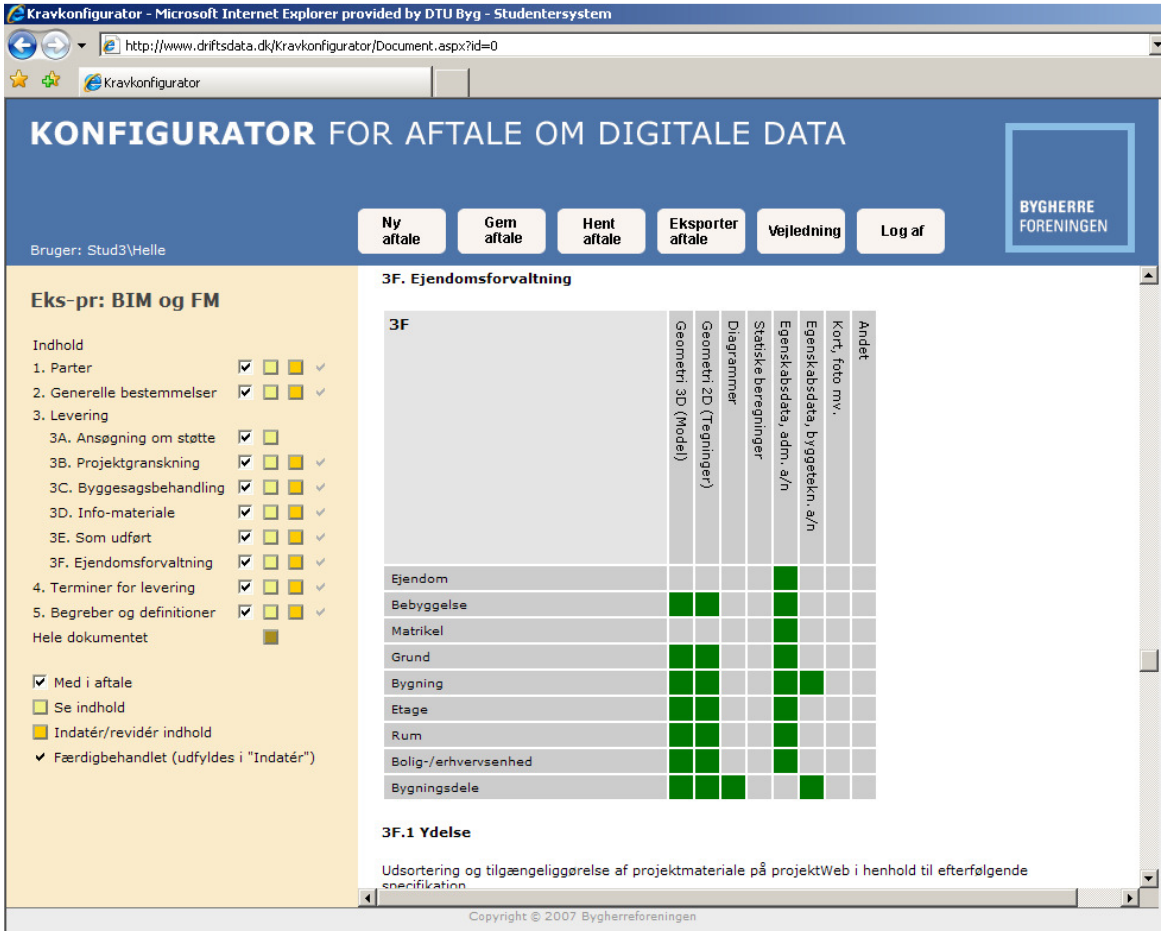
Afleveringen skal altså foregå digitalt. Dog er det den enkelte bygherres ansvar at definere hvilke data der skal afleveres. Dette indeholder en vis usikkerhed i brugbarheden af de digitalt afleverede data i driftsfasen, hvis bygherren laver en fejlvurdering af hvilke data der er relevante. Som beskrevet i kapitel 2 inddrages driftsherrens viden sjældent i projektforløbet og hvis bygherren ikke også er den efterfølgende driftsherre, har bygherren et lille vidensgrundlag at basere sin vurdering af relevant data på. I det følgende krav, nr. 9, omtales indholdet af det der skal afleveres lidt nærmere, se Tabel 4.

Tabel 4 Bygherrekrav nr. 9. Kilde: (Økonomi- og Erhvervsministeriet 2006, Bilag 1).

Omfang af digital aflevering af forvaltningsdata
Bygherren skal sikre, at de data, som er omfattet af "Digital Aflevering", omfatter to sammenhængende hovedgrupper af data: ▪ *Datamodel* ▪ *Dokumenter*

Dette viser at kravet ikke blot betyder digitale versioner af hvad der vil svare til en række ringbind med tegninger og beskrivelser, hvilket der traditionelt ofte afleveres. Det der skiller sig ud er således at der stilles krav om at data skal afleveres i to sammenhængende grupper: datamodel og dokumenter. Nærmere definition af hvad disse grupper dækker er beskrevet tidligere i afsnit 3.2.2.

Bygherreforeningen har efter at bygherrekravene trådte i kraft, vurderet at der var behov for et værktøj der kan hjælpe bygherren med at specificere kravene på afleveringsområdet. Udviklingen af dette værktøj skete i regi af Implementeringsnetværket og resulterede i lancering af Kravkonfiguratoren d. 1. december 2008. Kravkonfiguratoren er et webbaseret redskab der indeholder en skabelon og vejledning i hvordan en bygherre kan formulere sine krav til digital aflevering. I Figur 16 er vist et screen shot af hvordan en aftale er under udarbejdelse i Kravkonfiguratoren.



Figur 16 Eksempel på udarbejdelse af en aftale om digital aflevering ved brug af Bygherreforeningens Kravkonfigurator. Kilde: screen shot fra log-in på www.driftsdata.dk.

Kravkonfiguratoren lægger op til at byggeprojektet er gennemført med anvendelse af objektbaserede bygningsmodeller samt at driftsherrens digitale driftssystem er objektorienteret. Det kan dog fravælges ved eksempelvis at skrive *der arbejdes ikke modelbaseret* under et af punkterne i skabelonen (punkt *3B.4B Modelserver)*. Det fremgår desuden at kun indhold som har en reel nytteværdi bør indgå i den digitale aflevering. Hvor Kravkonfiguratoren vurderes til at give konkret vejledning på flere områder, er den en del mindre konkret når det drejer sig om omfanget af egenskabsdata på objekter. Det fremgår desuden at inddatering af dette punkt forudsætter en IKT-mæssig indsigt samt tilbundsgående viden om det nødvendige og tilstrækkelige datagrundlag for ejendomsforvaltning. I forhold til bygherrekrav 8, kan Kravkonfiguratoren altså ikke hjælpe særlig meget, da denne heller ikke indeholder information om hvad der er relevant data til brug i ejendomsforvaltning.

Angående fremgangsmåden ved digital aflevering er det i krav nr. 10 formuleret at bygherren har tre mulige metoder at vælge imellem. Kravet er i dets ordlyd angivet i Tabel 5 nedenfor.

Tabel 5 Bygherrekrav nr. 10. Kilde: (Økonomi- og Erhvervsministeriet 2006, Bilag 1).

Fremgangsmåde ved digital aflevering
Bygherren skal ved kravet om aflevering af digitale forvaltningsdata vælge én af tre metoder: *Metode 1: XML baseret aflevering.* *Overdrager afleverer en DDB-XML fil inklusiv tilknyttede dokumenter.* *Metode 2: IFC baseret aflevering.* *Overdrager afleverer en IFC fil inklusiv tilknyttede dokumenter.* *Metode 3: Direkte aflevering i drift, vedligehold og forvaltningssystemer.* Overdrager afleverer data ved direkte indtastning i bygherren/driftsherrens drift, vedligehold og forvaltningssystemer og indlægger dokumenter direkte i systemet. Bygherren skal videre sikre, at den projektdeltager, som er udpeget til fungere som overdrager i forbindelse med aflevering af byggeriet, afleverer data i elektronisk form i det specificerede omfang. Øvrige projektparter skal elektronisk aflevere data til overdrageren inden aflevering til bygherren. (datamodel og dokumenter)

Der er altså en høj grad af metodefrihed. Yderligere skiller den angivne metode 3 sig væsentlig ud fra de to andre, da den bærer meget lille præg af digitalisering. Som beskrevet i foregående afsnit var denne tredje mulighed oprindeligt ikke en del af kravspecifikationen fra DACaPo. Årsagen til at den eksisterer i den gældende bekendtgørelse er at mange aktører og FM-systemer blev vurderet til ikke at være klar til hverken IFC eller DDB-XML. Metoden omhandlende XML er uddybet i næste afsnit.

3.2.4 DDB-XML

Forkortelsen XML står for Extensible Markup Language og er et format der er vel udbredt til forskellige formål, herunder eksempelvis opsætning af hjemmesider. Data i XML gemmes i plain text format og det kan bruges til at dele information mellem forskellige typer computere, forskellige applikationer og forskellige organisationer. Det er altså et format der kan udveksle information på tværs af forskellige IT-systemer, såsom eksempelvis en driftsherres IT-system og en rådgivers IT-system.

DDB-XML, som DACaPo har udviklet, er en skabelon der kan anvendes som redskab til at gemme data i XML. Ved brug af et XML-editor program[2] hvori DDB-XML anvendes som template, opnås en brugerflade der er let forståelig for en bruger som ikke har kendskab til kodesproget i XML. I Figur 17 er vist et screen shot til illustration af denne brugerflade. Hensigten er at brugeren manuelt indtaster sine data ved brug af templaten DDB-XML hvorefter disse data kan gemmes i XML-formatet. Som det fremgår, er det en skematisk struktur og data omhandler bygningsdele samt aktiviteter for drift og vedligehold af disse. Der kan tilføjes flere bygninger, hver med en række bygningsdele, som igen kan består af en række komponenter. Der udfolder sig således en træstruktur i takt med at data indtastes og omfanget heraf øges.

[2] DACaPo angiver i sin vejledning til DDB-XML, at der anvendes programmet Altova Authetic Desktop Edition og at dette gratis kan downloades fra www.altova.com. Templaten DDB-XML kan desuden gratis downloades fra www.detdigitalebyggeri.dk, navngivet ddbstyle.sps.

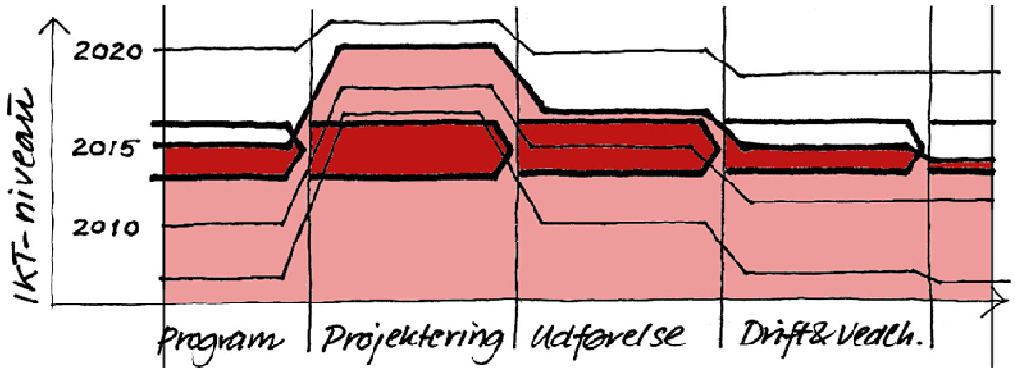
Bygning	Bygningbetegnelse			
	Mængde	**Mængde(r) i bygning Eks.-pr: BIM og FM** add ddb:Maengde		
	Matrikel	add ddb:Matrikel		
	Dokument	**Dokument(er) til bygning Eks.-pr: BIM og FM** add ddb:Dokument		
	Etage	**Etage(r) i bygning Eks.-pr: BIM og FM** add ddb:Etage		
	Del	**Del(e) i bygning Eks.-pr: BIM og FM**		
		Del Id	Ydervæg	Hoveddør	Trappe
		Global Id			
		Delbetegnelse			
		Garantiudløb	add ddb:GarantiUdloeb	add ddb:GarantiUdloeb	add ddb:GarantiUdloeb
		Mængde	**Mængde(r) for del Ydervæg** add ddb:Maengde	**Mængde(r) for del Hoveddør** add ddb:Maengde	**Mængde(r) for del Trappe** add ddb:Maengde
		Dokument	**Dokument(er) til del Ydervæg** add ddb:Dokument	**Dokument(er) til del Hoveddør** add ddb:Dokument	**Dokument(er) til del Trappe** add ddb:Dokument
		Klassifikation	add ddb:Klassifikation	add ddb:Klassifikation	add ddb:Klassifikation
		Drift og vedligehold	**Aktivitet(er) for del Ydervæg** add ddb:DriftVedligehold	**Aktivitet(er) for del Hoveddør** add ddb:DriftVedligehold	**Aktivitet(er) for del Trappe** add ddb:DriftVedligehold
		Kontaktfirma	add ddb:FirmaKontakt	add ddb:FirmaKontakt	add ddb:FirmaKontakt
		Komponent	**Komponent(er) i del Ydervæg** add ddb:Komponent	**Komponent(er) i del Hoveddør** add ddb:Komponent	**Komponent(er) i del Trappe** add ddb:Komponent

Figur 17 Brugerflade ved anvendelse af templaten DDB-XML i XML-editor programmet Altova Authetic Desktop Edition. Kilde: screen shot ved oprettelse af et eksempel.

Det er væsentligt at fremhæve, at brugen af DDB-XML består i manuel indtastning af data. Hvis et byggeprojekt er gennemført ved brug af 3D-modeller, hvilket i øvrigt er påkrævet ifølge bygherrekravene nr. 4 og 5, virker det som et tilbageskridt manuelt at indtaste data i en DDB-XML-template. En implementering af DDB-XML i softwaren hvori en bygningsmodel er opbygget og således at der kan genereres en XML-fil blot ved eksport fra bygningsmodellen, virker som en mere effektiv løsning. Flere software kan i øvrigt eksportere til XML, men ikke specifikt DDB-XML.

3.2.5 Status for implementering af Det Digitale Byggeri

Det Digitale Byggeri og bygherrekravene, som de er gældende i dag, har primært haft en indflydelse på projekteringsfasen og dermed de rådgivende ingeniører og arkitekter. Flemming Vestergaard har opstillet nedenstående figur der illustrerer dette. Den nederste kurve angiver niveauet i 2007 hvor bygherrekravene trådte i kraft. De øvrige kurver er vurderinger af hvordan digitaliseringen vil brede sig til øvrige faser og niveauet vil løftes over tid.



Figur 18 Illustration af at Det Digitale Byggeri primært har fokuseret på projekteringsfasen og at det således er aktører i denne fase som har opnået størst implementering af IKT. Niveauet af implementering vurderes til at sprede sig til de øvrige faser og aktører over tid. Kilde: (Vestergaard, Visionen for Det Digitale Byggeri, En fælles referenceramme for implementeringen u.d.)

En væsentlig kritik af DDB har været rettet mod klassifikationssystemet DBK og at dette ikke var færdigudviklet da bygherrekravene trådte i kraft og at det ikke er færdigudviklet endnu. Dette kan have bremset implementeringen væsentligt, da et klassifikationssystem udgør grundstrukturen i identifikation af data og dermed er central ved udveksling af data. De fleste digitale systemer anvender stadig det gamle klassifikationssystem SfB. I december 2008 blev kritikken af DBK formuleret af DiKon[3] i en kronik i Ingeniøren (Direktørgruppen for Digital Konvergens 5. december 2008). Denne udmelding medførte at Erhvervs- og Byggestyrelsen indgik kontrakter med bips om blandt andet videreudvikling og en international orientering af DBK (Lauritzen 19. december 2008).

I forhold til digital aflevering er erfaringerne ikke store, ligesom det fremgår af Figur 18. Det tyder ikke på at formatet DDB-XML anvendes i praksis. Til gengæld har fx Gentofte Ejendomme gjort sig flere erfaringer med digitalisering af drift og vedligehold af deres ejendomme. At en ikke-statslig bygherre, som Gentofte Kommune, anvender bygherrekravene, viser at den politiske hensigt om at DDB skal brede sig til hele branchen opnås.

Som det er beskrevet er der stadig områder i forbindelse med DDB som er under udvikling og derfor er implementering ligeledes en løbende proces. Udvikling af arbejdsmetoder og digitale værktøjer har behov for at blive afprøvet i praksis og dette kan muligvis være blevet undervurderet i arbejdet med DDB frem til 2007. Et af hovedområderne, som angivet i Figur 14, var dog netop at fremkomme med best practise eksempler og at afprøve krav og vejledninger. Som tidligere beskrevet i relation til figuren, foregik dette arbejde til gengæld sideløbende med udviklingen af DDB og dette viser at der ikke har været planlagt en periode for afprøvning før der ønskes fuld implementering i branchen.

[3] DiKon (Digital Konvergens) er et samarbejde mellem MT Højgaard, Grontmij Carl Bro, Arkitema, Cowi, NCC, Pihl og Rambøll om fælles standarder ingen for IKT.

4 Drifts- og bygherrers perspektiver

Dette kapitel er baseret på tre interviews og omhandler hvilke synspunkter forskellige drifts- og bygherrer har på digital aflevering og forbedring af afleveringsprocessen. Først gives en casebeskrivelse af alle de interviewede og deres organisationer. Dernæst præsenteres hver af de interviewedes holdninger i tre afsnit. Herpå gives en sammenligning som vil synliggøre ligheder og forskelle blandt de interviewede. Yderligere gives til slut en analyse af de interviewedes stærkeste holdninger samt lighederne identificeret i sammenligningen, hvilket dermed udgør en anbefaling til hvordan fremtidig digital aflevering bør foregå.

4.1 Casebeskrivelse

Der er foretaget interviews med tre personer. Disse repræsenterer henholdsvis en interesseorganisation inden for FM, en privat driftsorganisation og en statslig drifts- og bygherre. I dette afsnit beskrives hver af de interviewede og deres organisation, hvormed det er muligt at sætte deres udtalelser, som præsenteres i efterfølgende afsnit, i en kontekst. Referater af alle interviews findes i bilag A til C.

- Bilag A: Dansk Facilities Management Netværk, Kjeld Nielsen
- Bilag B: Københavns Lufthavne, Michael Friis Ørsted
- Bilag C: Slots- og Ejendomsstyrelsen, Clars Danvold

4.1.1 Dansk Facilities Management Netværk, Kjeld Nielsen

Dansk Facilities Management Netværket (DFM-net) er en interesseorganisation inden for FM. Netværket blev stiftet i 1991 og har i dag ca. 150 medlemmer. Medlemmerne er fordelt over hele landet og består af en bred sammensætning af blandt andet private virksomheder, rådgivere og institutioner. Netværket er et forum for medlemmerne til udveksling af erfaringer inden for FM og er en aktiv aktør i udvikling af fagområdet FM. (www.dfm-net.dk)

Dansk Facilities Management Netværk
Interesseorganisation inden for FM
Stiftet: 1991
Antal medlemmer: ca. 150
Kjeld Nielsen: faglig koordinator i DFM-net og selvstændig rådgiver inden for FM

Kjeld Nielsen (fremover benævnt Nielsen) var en af de drivende kræfter i forbindelse med stiftelse af netværket. I dag er han faglig koordinator, hvilket betyder at han er ansvarlig for det faglige indhold til alle aktiviteter netværket udfører hen over året, såsom konferencer og udgivelse af nyt medlemsblad.

Ved siden af sit virke i netværket, driver Nielsen sit eget firma inden for FM rådgivning, FAM-consult. Derudover underviser han flere steder i FM, blandt andet på DTU. Nielsen gik på pension i 2005, men er som beskrevet stadig aktiv på flere områder.

4.1.2 Købehavns Lufthavne, Michael Friis Ørsted

Københavns Lufthavne A/S (CPH) ejer og driver lufthavnene i København og Roskilde. Virksomheden blev oprettet i 1990 hvor den overtog ejerskab og driftsansvar for de to lufthavne. Hidtil var disse ejet og drevet af henholdsvis staten og Københavns Lufthavnsvæsen, der var en statsvirksomhed under Trafikministeriet. CPH stiller bygninger og service-faciliteter til rådighed for både flypassagerer, medarbejdere samt virksomheder der lejer sig ind i

Københavns Lufthavne A/S
Privat driftsorganisation
Etableret: 1990
Antal medarbejdere: ca. 1900
Michael Friis Ørsted: afdelingsleder i afdelingen Dokumentation

lufthavnene og dækker således ydelser som daglig rengøring og vedligehold samt planlægning af om- og tilbygninger. CPH beskæftiger ca. 1900 medarbejdere. (www.cph.dk)

Michael Friis Ørsted (fremover benævnt Ørsted) er afdelingsleder i afdelingen kaldet Dokumentation. Denne er en underafdeling til afdelingen Ejendomme. Den primære opgave for Ørsteds afdeling er, at modtage, opbevare og vedligeholde al dokumentation om CPHs ejendomme. Sidestillet med afdelingen Ejendomme er der en driftsafdeling der varetager den daglige drift af bygningerne, herunder bl.a. løbende fejlmeldinger. Enhederne under driftsafdelingen har deres egen dokumentation, men det er planlagt fremover at samle al dokumentation centralt og at gøre den digital.

Ørsted er udover sit arbejde hos CPH, aktiv i Bentley Brugerforening i Danmark som formand for en faglig interessegruppe, Data Management. Gruppen er et forum for udveksling af erfaringer og viden inden for data håndtering.

4.1.3 Slots- og Ejendomsstyrelsen, Clars Danvold

Slots- og Ejendomsstyrelsen (SES) beskæftiger sig med to hovedområder; at drive og vedligeholde statens slotte og haver samt at fremskaffe og administrere kontorejendomme til staten. Styrelsen erstattede i 1990 Boligministeriets Ejendomsdirektorat og hører i dag under Finansministeriet. Da styrelsen er en statslig bygherre, er denne underlagt bygherrekravene, beskrevet i afsnit 3.2.3. SES udlejer de fleste af sine ejendomme og er således typisk kun ansvarlig for udvendig vedligehold og forsyning, imens lejerne har ansvar for indvendig vedligehold. (www.ses.dk)

Slots- og Ejendomsstyrelsen
Statslig drifts- og bygherre
Ministerium: Finansministeriet
Etableret: 1990
Antal medarbejdere: ca. 325
Clars Danvold: IT-koordinator, IT-afdeling

Clars Danvold (fremover benævnt Danvold) er IT-koordinator i IT-afdelingen. Yderligere har SES en driftsafdeling der administrerer den direkte drift af ejendomme. Danvold har ansvaret for alt bygningsrelevant IT og er i den forbindelse projektleder for implementering af DDB samt implementering af et større FM-system. Danvold sidder yderligere i Bygherreforeningens digitaliseringsudvalg som beskæftiger sig med implementering af bygherrers anvendelse af IKT.

4.2 Præsentation af de interviewedes holdninger

Dette afsnit giver en præsentation af hver af de interviewedes synspunkter i forbindelse med digital aflevering. Fokus i spørgsmålene ved hvert interview har varieret, da de interviewede repræsenterer tre forskellige aktører. Dette er gjort af hensyn til, at give plads til at den enkelte kan udtale sig på sit erfaringsmæssigt stærkeste område. Sammenligningen i efterfølgende afsnit vil dog opstille en struktureret gengivelse af synspunkterne fra alle de tre interviewede. Heraf vil fremgå at nogle af de interviewede ikke har udtalt sig på alle områder som andre har. De områder der er stillet spørgsmål indenfor er listet nedenfor og igennem dette afsnit vil disse punkter fremgå løbende i form af små tabeller.

- Relevant FM-data
- Strukturering af FM-data
- Fordele ved digital driftsforvaltning
- Metoder til overførsel af FM-data
- BIM i et driftsperspektiv
- Det Digitale Byggeri

4.2.1 Synspunkt fra en interesseorganisation inden for FM

Dette afsnit vil præsentere Nielsens synspunkter. Han udtaler sig primært om hvilke data der er behov for i driftsfasen, hvordan disse bør struktureres i et digitalt FM-system samt hvad fordelene er ved digital driftsforvaltning. Derudover berører han kort muligheder med BIM.

Ved overlevering af et byggeri til driftsherren, er det ofte at der afleveres mere data end nødvendigt, udtaler Nielsen. Årsagen er, mener han, at afsenderen af data derved forsøger at dække sig ind juridisk. Yderligere mener han, at den aktør der leverer datamængden, ikke altid er den der også ved mest om det. Generelt er den information der bliver opbygget i planlægningen ofte set med anlægsbriller og ikke set i forhold til den fremtidige drift.

Nielsen udtaler, at alt hvad der befinder sig inde i rummene af en bygning er det, der er interessant for at kunne drive og vedligeholde en bygning. Han uddyber, at det ikke er relevant hvordan væggene er opbygget og således hvad der befinder sig af eksempelvis bærende dele inde i væggene. Til gengæld er overflader af væggene ret interessante da det blandt andet har indflydelse på rengøring og udvendig vedligehold af eksempelvis træværk. Det er dog væsentligt at have mere detaljeret data, såsom netop opbygning af de bærende dele, til brug ved eksempelvis ombygning. Han fremhæver at der altså er forskel på hvilke data en driftsherre har behov for i den daglige drift og i forbindelse med om- og tilbygning.

I kraft af at DFM-net er en landsdækkende interesseorganisation inden for FM, blev Nielsen spurgt om organisationen nogen sinde har lavet en form for samlet erfaringsopsamling med henblik på at definere hvad relevant FM-data er, blandt medlemmer eller i branchen generelt. Dette er ikke tilfældet og Nielsen udtaler at netværket, ham bekendt, heller ikke er blevet kontaktet udefra, af fx udbydere af IT-systemer til FM, for en sådan undersøgelse.

Tabel 6 Kort gengivelse af Kjeld Nielsens syn på, hvad der er relevant FM-data.

Relevant FM-data
Ofte afleveres der mere data end nødvendigt
Det drejer sig om alt det der er imellem væggene i en bygning og overfladerne af disse
Der er forskel på data der benyttes i den daglige drift i forhold til data der skal bruges i forbindelse med om-/tilbygning

Nielsen mener at information om fordeling af arealer er vigtig. Når dette skal struktureres i et FM-system, mener han at det bør være grafisk repræsenteret, i det mindste når der er tale om en større ejendomsportefølje. Det grafiske giver et overblik og kan anvendes som værktøj. Eksempelvis kan man se hvordan et valg af x antal m^2 med en speciel type overflade, kan have indvirkning på rengøringen.

Tabel 7 Kort gengivelse af Kjeld Nielsens syn på, hvordan FM-data bør struktureres.

Strukturering af FM-data
Arealstrukturen skal være grafisk repræsenteret i et FM-system

Det vigtigste der kan forbedre FM er, at trække driftserfaring ind i planlægningen af et byggeri, mener Nielsen. Sammen med BUR[4] har han skrevet rapporten *Planlægning af driftsvenligt byggeri – en anvisning* fra 1985. (BUR 1985) Rapporten præsenterer hvordan FM-hensyn kan integreres i designfasen. Rapporten omhandler primært energiforsyning, vedligehold og rengøring. Nielsen vurderer at BIM burde føre til FM af højere kvalitet i kraft af at BIM vil kunne understøtte integration af FM-hensyn i designfasen. Han udtaler at BIM netop handler om at se tingene i sammenhænge og som helheder der er indbyrdes afhængig af hinanden.

Jævnfør Nielsens tidligere udtalelse om at noget data anvendes dagligt imens andet kun anvendes i særlige situationer, vurderer han, at muligvis kun 10 % af den information der vil ligge i en BIM-model, vil være nødvendig i den daglige drift. Disse 10 % trækkes således ud af modellen imens resten gemmes til der senere er brug for den. Han fremhæver at det er vigtigt, at kunne finde den aktuelle information når man har behov for det.

[4] Byggeriets Udviklingsråd. Oprettet ved lov i 1971, nedlagt i 2002. Havde til opgave at fremme foranstaltninger, der kunne øge byggeriets kvalitet og produktivitet samt dets konkurrencedygtighed på et internationalt marked. (BUR 1985)

Tabel 8 Kort gengivelse af Kjeld Nielsens syn på, BIM i et driftsperspektiv.

BIM i et driftsperspektiv
BIM kan understøtte integration af FM-hensyn i designfasen

Der er Nielsens erfaring, at data der er afleveret på papirform i ringbind, stort set ikke bliver anvendt i driftsfasen. Det er kun få informationer om fx bestemte frekvenser for særlige aktiviteter der anvendes og kun i akutte situationer at ringbindene findes frem for uddybende information. Afleveres data digitalt og overføres til et digitalt FM-system, udtaler han at fordelen er, at data findes ét sted og at man kan sortere i det således at data matcher dem der skal bruge det. Yderligere kan man i et digitalt system systematisere den viden som ligger i hovederne på de ansatte i en driftsorganisation ved at lægge det ind som fælles faglig viden. Nielsen har gennem mange år interesseret sig for at få erfaringer gjort op og dermed minimere at erfaringer kun findes som tavs viden.

Tabel 9 Kort gengivelse af Kjeld Nielsens syn på, fordele ved digital driftsforvaltning.

Fordele ved digital driftsforvaltning
Data findes kun ét sted og der kan sorteres i det således at data matcher dem der skal bruge det
Erfaring, der ellers kun findes som tavs viden, kan lægges ind i et digitalt system som fælles faglig viden

4.2.2 Synspunkt fra en privat driftsorganisation

Dette afsnit vil præsentere Ørsteds synspunkter. Han udtaler sig om alle punkterne listet i starten af afsnit 4.2.

Alt data er vigtig i driftsfasen, mener Ørsted. Der hvor det kan være relevant at skære fra, er i detaljeringsgraden af tegninger. Yderligere udtrykker han, at han ikke er interesseret i en producents samlede produktkatalog, men kun i information om de produkter der er anvendt i det aktuelle byggeri.

Han nævner at bygherren har et stort ansvar i at stille de rigtige krav i forbindelse med hvilken dokumentation for driften der modtages ved aflevering.

Tabel 10 Kort gengivelse af Michael Friis Ørsteds syn på, hvad der er relevant FM-data.

Relevant FM-data
Alt data er vigtigt
Der kan skæres ned i detaljeringsgraden af tegninger
Kun produktinformation over produkter der reelt er anvendt i byggeriet er relevant

Ørsted inddeler FM-data i to typer: CAD-data og metadata. Hermed mener han, at CAD-data består af geometri og alt det grafiske imens metadata består af data der følger med, dvs. direkte oplysninger om fx hvordan en pumpe skal passes og vedligeholdes. Han mener yderligere, at det er vigtigt at disse to typer af data hænger sammen. Hvordan dette bedst gøres, har han ikke et klart bud på. Han nævner, at den måde det typisk gøres på i dag, er ved at linke filer sammen, fx i en database, men at det i høj grad er tilfældigt hvordan det gøres. Han mener ikke at der i dag findes en helt optimal måde.

Brug af 3D grafik, udtaler Ørsted, vil kunne hjælpe med til, at skabe sammenhæng mellem CAD-data og metadata. Ved at have en grafisk indgangsvinkel til FM-data, mener han, at kommunikation mellem aktørerne i driftsfasen kan forbedres og at der kan skabes et bedre overblik. Han vurderer, at der fremover i et byggeri, vil være intelligente komponenter eller bygningsdele med indarbejdede intelligente komponenter, hvilket giver mulighed for overvågning. I denne sammenhæng mener han ligeledes at en grafisk indgangsvinkel bedst vil understøtte dette.

Tabel 11 Kort gengivelse af Michael Friis Ørsteds syn på, hvordan FM-data bør struktureres.

Strukturering af FM-data
Inddeling af FM-data i to typer: • *CAD-data, er geometri og alt det grafiske* • *Metadata, data der følger med, dvs. direkte oplysninger om bl.a. driftsaktiviteter*
De to typer af data skal hænge sammen
Det grafiske skal være indgangsvinklen til information

Ørsted udtaler at det digitale bliver mere og mere indarbejdet i det vi laver i dag, men for at BIM skal fungere, er der et par forhold der skal bringes i orden. Han mener, at der skal udvikles bedre metoder til udveksling af data og at dette er grundlæggende for at BIM skal virke. Han udtaler yderligere at der bør udarbejdes en fælles metode for hvordan forskellige aktører bygger videre på objekter igennem byggeprocessen. Han illustrerer det ved at sige, at man i starten af processen har en tom

kasse og igennem processen bliver der fyldt mere og mere information på. Hvordan denne information fyldes på, skal helst foregå efter samme metode.

Ved brug af BIM i driftsfasen, mener Ørsted, at det vil være muligt at finde information om afmontering og affaldshåndtering af bygningsdele samt en log over alle aktiviteter der er udført i forbindelse med hver bygningsdel. Igennem driftsfasen er opdatering af en BIM-model vigtig således at der kontinuerligt er overensstemmelse med model og virkelighed.

Tabel 12 Kort gengivelse af Michael Friis Ørsteds syn på, BIM i et driftsperspektiv.

BIM i et driftsperspektiv
BIM fungerer først når der er udviklet bedre metoder til udveksling af data
Der skal udarbejdes fælles metode for hvordan forskellige aktører bygger videre på objekter
Opdatering af en BIM-model gennem driftsfasen er vigtigt
BIM kan medføre information om afmontering og affaldshåndtering

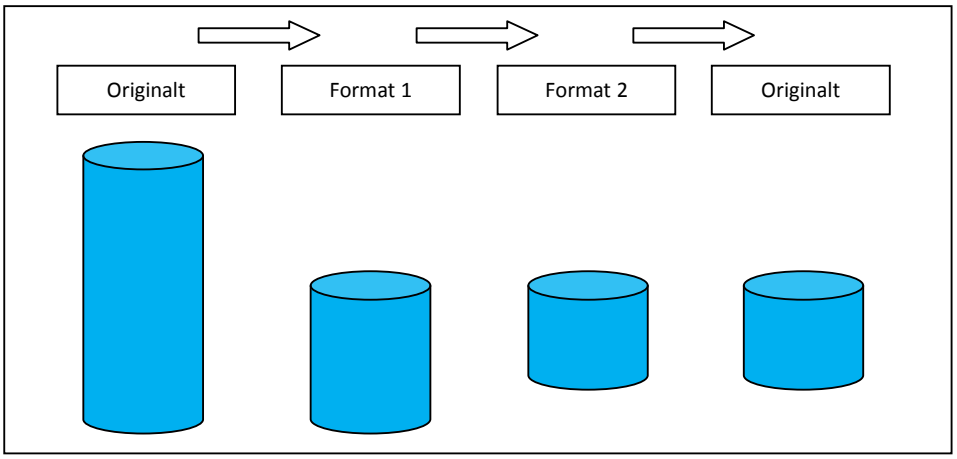
Ørsted nævner tre fordele ved at modtage digitale data og dermed at anvende et digitalt FM-system. Først og fremmest medfører digitalisering at viden omkring hvordan tingene fungerer, kan samles ét sted og er tilgængelig for alle i en virksomhed. Det kan altså blive lettere at finde de informationer man søger. Dernæst medfører digitalisering at de data der tilgås er ens for alle, det vil sige at data kun eksisterer ét sted og dermed er der sikkerhed for at der sker korrekt opdatering af data. Endeligt udtaler han, at digitalisering medfører at man kan arbejde med styringsmekanismer såsom frekvenser, ressourceforbrug og økonomi.

Tabel 13 Kort gengivelse af Michael Friis Ørsteds syn på, fordele ved digital driftsforvaltning.

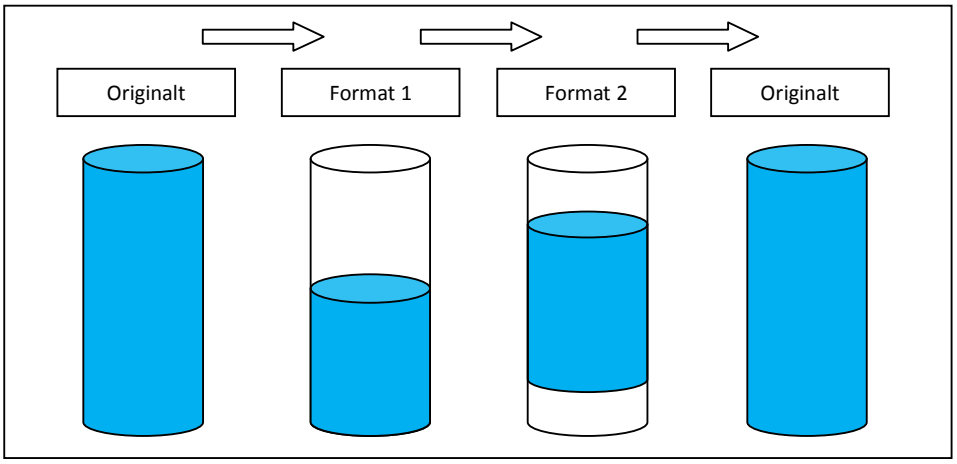
Fordele ved digital driftsforvaltning
Viden omkring hvordan tingene fungerer samles ét sted og er tilgængelig for alle
Data findes kun ét sted og dermed er der sikkerhed for at der sker korrekt opdatering af data
Der kan arbejdes med styringsmekanismer såsom frekvenser, ressourceforbrug og økonomi

I forbindelse med overførsel af digitale data til et FM-system, mener Ørsted, at brug af åbne formater er den bedste metode og at der bør fokuseres på dette i branchen. Han nævner XML-formatet som eksempel. Hver funktion der skal udføres, mener han, skal gøres på den bedste måde, og dermed ved brug af det bedste software og format der hører hertil. Derudover skal det selvfølgelig være muligt at udveksle data mellem forskellige specialistprogrammer og det er her at åbne formater vil være en fordel at anvende. Han pointerer, at der efter hans mening, i dag ikke findes en optimal måde at udveksle metadata på, som han tidligere beskrev som en af de to typer som FM-data inddeles i.

Ørsted kommenterer problematikken ved at de fleste formater ikke kan læse data gemt i et andet format. Han udtaler, at det vil være interessant hvis alle formater kunne lagre data fra et andet format således at data aldrig går tabt ved at det omdannes til forskellige formater i en proces. Han udtaler, at det godt kan være at formatet reelt set kun kan læse en procentdel af datamængden og så er det det man bruger, men samtidig opbevarer formatet data som et nyt format derefter kan læse og anvende. I denne forbindelse kritiserer han for meget brug af standardisering. Han så hellere at man arbejder med fælles metoder. Nedenfor er vist to illustrationer af Ørsteds tanker omkring formater, der udover at kunne læse data også kan lagre ikke-læsbart data.



Figur 19 Den blå farve angiver den del af datamængden der er læsbart af de forskellige formater. Et format har typisk ikke mulighed for at lagre data som formatet ikke kan læse. Dermed går alt ikke-læsbart data tabt ved videre udveksling af data. Kilde: Bilag B.



Figur 20 Den blå farve angiver den del der er læsbart. Selve beholderen angiver den samlede mængde data. Hvis et format kan lagre ikke-læsbart data, mistes der ikke data i processen med udveksling mellem flere formater. Kilde: Bilag B.

Ørsted kritiserer at IFC ikke endnu effektivt kan håndtere FM-data, da han ellers er tilhænger af formatet som er et åbent format. Han udtaler, at han fremover gerne ser, at de digitale data der modtages, er i et format eller af en struktur så det nemt kan hældes ind i et driftssystem. Han refererer til, at CPH plejer at bede om så meget data der kan afleveres så længe det er digitalt. Derved er det nemlig muligt at registrere og søge i det.

Tabel 14 Kort gengivelse af Michael Friis Ørsteds syn på, metoder til overførsel og udveksling af FM-data.

Metoder til overførsel af FM-data
Åbne udvekslingsformater, eksempelvis XML eller IFC, bør anvendes ved udveksling af data
IFC kan endnu ikke effektivt håndtere FM-data

Ørsteds holdning til DDB er, at det giver ideer til hvad der er i bevægelse, men at det skal være større. Han udtrykker, at DDB indtil videre kun har omhandlet arkitekter og projekterende ingeniører, men ikke entreprenører, bygherrer og driftsherrer. DDB bør omhandle alle faser i byggeprocessen, mener han. Yderligere ønsker han mere afprøvning af vejledningerne og kravene og han mener at der mangler en fremstilling af fordelene for alle parter.

Tabel 15 Kort gengivelse af Michael Friis Ørsteds syn på, Det Digitale Byggeri.

Det Digitale Byggeri
DDB bør omhandle alle faser i byggeprocessen
DDB skal afprøves mere og der bør laves en fremstilling af fordelene for alle parter

4.2.3 Synspunkt fra en statslig drifts- og bygherre

Dette afsnit vil præsentere Danvolds synspunkter. Han udtaler sig om de fleste punkter, men har et overvejende fokus på BIM.

I sin udtalelse om hvad relevant FM-data er, udtrykker Danvold, at det er et godt spørgsmål, som ingen endnu er blevet enige eller afklarede omkring.

Da SES ejer mange eksisterende bygninger, hvoraf en del er gamle, har skæve vinkler og er bevaringsværdige, udtaler Danvold, at en opmåling ikke kan betale sig. Opbygning af digitale modeller heraf vil dermed være for omfattende og for dyrt. Han formulerer, at det vil være rart at have, men at det ikke er nødvendigt. SES anvender i stedet en anden metode til registrering af bygningsdele. Han udtaler, at der er taget udgangspunkt i en liste over samtlige almindelige bygningsdele, der er beskrevet med DBK-kode. Ved bygningsinspektion noteres på listen hvilke bygningsdele der, i den aktuelle bygning, er udført aktiviteter på. Alle bygningsdele hvor der ikke er identificeret aktivitet vil blive slettet fra listen og listen vil herefter give et udtryk for de bygningsdele der reelt er i bygningen og som er relevante fra et vedligeholdelsessynspunkt.

Tabel 16 Kort gengivelse af Clars Danvolds syn på, hvad der er relevant FM-data.

Relevant FM-data
Ingen er endnu er blevet enige eller afklarede omkring det
Kun komponenter der er aktiviteter på er relevante

Danvold nævner at SES har et stort behov for at have overblik over hele deres ejendomsportefølje. Der kan eksempelvis være skiftende behov fra ministerier om kontorlokaler, som skal imødegås hurtigt. SES anvender i dag CAD-tegninger over deres ejendomme, men der er ingen fælles metode for hvordan arealer repræsenteres eller hvilket format tegningerne ligger i. Han udtrykker, at en slim-BIM-løsning, hvor der opbygges simple rum-modeller af alle bygninger, kan være en måde at opnå en bedre arealforvaltning. På længere sigt vil SES videregive disse modeller til arkitekter og ingeniører i forbindelse med om- eller tilbygning. Disse skal så levere modellen tilbage beriget med flere data. Et

problem, som han nævner i den forbindelse er, at SES for hver komponent skal definere hvilke data de ønsker.

Tabel 17 Kort gengivelse af Clars Danvolds syn på, hvordan FM-data bør struktureres.

Strukturering af FM-data
Med rum-modeller kan der opnås en forbedret arealforvaltning

Fra et driftssynspunkt, mener Danvold, at 3D ikke er så interessant, men at 0D er mere interessant. Han uddyber, at alt data der findes i en model, udover selve modellen, er det der er interessant. Dette kan eksempelvis være navn på producenten af en komponent, diverse specifikationer og forventet levetid. Anvendes en model som grundlag for driften, skal det altså være muligt at udtrække data fra modellen ellers er den ikke brugbar. Yderligere mener han, at det skal være muligt for en virksomhed at søge i hele dens ejendomsportefølje. Hvis denne er repræsenteret af flere BIM-modeller skal der altså kunne søges i alle disse på én gang.

Når en driftsherre, eller en andet part i byggeriet, ønsker at trække data ud af en BIM-model, udtaler Danvold, at der ikke er garanti for at datamængden er brugbar eller læsbar. Han mener, at dette skyldes, at der ikke findes nogen standardiseret måde at indlægge data i en BIM-model på. Når data altså indlægges på forskellige måder, vil der ikke være sikkerhed for at data der trækkes ud, er i en sådan form som der forventes. Generelt mener han, at den tilgængelige software i dag, ikke tilstrækkelig effektivt understøtter BIM. Han fremhæver, at der især er problemer med at flytte data, der omhandler andet end geometri, rundt mellem forskellige systemer. Dette er en barriere for implementeringen af BIM og han nævner at standardisering er vigtig for at nedbryde denne barriere.

Danvold udtrykker, at måder der arbejdes på og måder der træffes beslutninger på, er forhold man er nødt til at ændre når der arbejdes med BIM. Der hvor BIM medfører ændringer, er blandt andet ved at flytte designbeslutninger frem til et meget tidligt stadie i designfasen, hvilket kan mindske omkostninger. Han nævner også at BIM muliggør digitale mængdeudtræk, men at det ikke anvendes i særligt stor udstrækning fordi der blandt andet mangler standardisering på området. Danvold håber, på længere sigt, at BIM kan være et middel til at flytte relevant data igennem processen frem til aflevering. Som tidligere nævnt, mener han netop, at FM-data bør afleveres løbende i takt med at hver underentreprenør færdiggør sit arbejde.

Tabel 18 Kort gengivelse af Clars Danvolds syn på, BIM i et driftsperspektiv.

BIM i et driftsperspektiv
Det skal være muligt at udtrække data fra modellen, ellers er den ikke brugbar
Det skal være muligt at søge i flere BIM-modeller på én gang
Der skal udvikles en standardiseret måde hvorpå data indlægges i en BIM-model – ellers er der ingen sikkerhed for at dataudtræk herfra er brugbart
BIM kan flytte designbeslutninger frem i processen

Danvold udtaler, at SES gerne støtter IFC eller enhver anden åben standard for dataudveksling. Dette vil netop kunne eliminere nogle af de store forhindringer SES møder når deres eksterne partnere forsøger at udveksle data. Yderligere nævner han, at SES i sin anvendelse af IFC, søger at efterleve bygherrekravene og the BIM Umbrella Statement. Det fremtidige FM-system, der skal implementeres hos SES, vurderer han desuden til, at blive i stand til at importere modeller i IFC-formatet.

I forbindelse med at der er lavet en certificeringsordning omhandlende IFC, udtaler Danvold, at det har været nødvendigt at stille begrænsede krav til softwareudbydere. Han mener hermed, at selvom et software er IFC-certificeret, kan det ikke udveksle alle IFC-elementer. Noget software ender dermed at kunne håndtere én del IFC-elementer imens andre kan håndtere en anden del. Han mener at IFC er en god ide, men at det er nødt til, at blive understøttet lige blandt de typer software der skal udveksle data.

Udover et effektivt udvekslingsformat, udtaler Danvold, at tidspunktet for aflevering af FM-data er væsentlig. Han mener at FM-data bør overføres løbende i takt med at hver underentreprenør færdiggør sit arbejde, frem for at data først overføres ved aflevering af hele byggeriet. Derved er der risiko for at data er glemt eller gået tabt. SES søger at lave entrepriseaftaler således at, der i kontrakterne indarbejdes at entreprisen først er afsluttet, og betalt, når FM-data er afleveret.

Tabel 19 Kort gengivelse af Clars Danvolds syn på, metoder til overførsel og udveksling af FM-data.

Metoder til overførsel af FM-data
IFC og andre åbne standarder kan eliminere forhindringer ved udveksling af data
IFC skal understøttes lige blandt de typer software der skal udveksle data
FM-data skal løbende afleveres fra underentreprenører i takt med at de bliver færdige

Danvold mener, at det er meget omfattende for en bygherre at stille de påkrævede bygherrekrav. Han nævner, at SES ved indgåelse af aftaler omhandlende IKT, anvender bips' IKT-specifikation. Ud fra denne har SES udarbejdet sin egen standard aftale som medarbejdere kan anvende mere direkte. Denne standard aftale, udtaler han, fungerer i cirka 80 % af SES' byggeprojekter.

Ifølge Danvolds erfaring, stiller bygherrekravene krav på områder som det tilgængelige software ikke kan håndtere. Som tidligere nævnt, har han givet udtryk for at udveksling af data mellem forskellige systemer er problematisk. Han fremhæver yderligere, at DDB fokuserer på at flytte processer, der før foregik på papir, over til at foregå digitalt. Selve processerne er altså ikke blevet ændret, hvilket han mener, er forkert. Som tidligere nævnt, mener han, at hvis der arbejdes med BIM, bliver disse vante arbejdsprocesser nødt til at ændres.

På trods af flere kritikpunkter af DDB, udtaler Danvold, at DDB har medført overraskende stor debat om arbejdsmetoder og digitalisering. Denne opmærksomhed er væsentlig og han håber, at udviklingen fortsætter i retning af øget digitalisering. Generelt mener Danvold at DDB har medført en positiv opmærksomhed, men at implementeringen går langsomt fordi der er en del praktiske forhold der ikke fungerer endnu.

Tabel 20 Kort gengivelse af Clars Danvolds syn på, Det Digitale Byggeri.

Det Digitale Byggeri
Det er meget omfattende for en bygherre at stille de påkrævede bygherrekrav
Der stilles krav på områder som det tilgængelige software ikke kan håndtere
Det er ikke nok at flytte traditionelle processer over til at foregå digitalt – selve processerne skal også ændres

4.3 Sammenligning

I dette afsnit sammenlignes synspunkterne fra de tre interviewede. For en systematisk tilgang hertil, er opstillet en samlet tabel over de synspunkter der løbende igennem foregående afsnit blev angivet i Tabel 6 - Tabel 20. Synspunkterne er således samlet direkte overfor hinanden og vil blive analyseret i de følgende afsnit. Den samlede tabel er vist på side 66 (Tabel 21).

Generelt modsiger de interviewede ikke hinanden, bortset fra deres syn på hvad der er relevant FM-data. Der er mere tale om, at de lægger fokus lidt forskelligt og derfor kommer med forskellige udtalelser der altså ikke direkte modsiger hinanden men nærmere supplerer hinanden.

4.3.1 Relevant FM-data

Som opfølgning på, at bygherrekravene ikke angiver en definition af hvad FM-data er eller hvilke konkrete data der skal afleveres, er alle de interviewede blevet spurgt om deres holdning hertil. Altså *hvad er relevant FM-data* og hvad er forholdet mellem *nice to have* og *need to have*.

Nielsen giver en ret klar definition af sit syn på hvad relevant FM-data er: *alt det der er imellem væggene i en bygning og overfladerne af disse*. Som modsætning, udtrykker Ørsted, at alt data er vigtigt. Dog mener de begge, at producenter af bygningsdele kan have tendens til at aflevere mere data end nødvendigt. Danvold udtrykker, meget dækkende i forhold til de to andres udtalelser, at ingen endnu er blevet enige om en definition af hvad relevant FM-data er. Det viser at bygherrekravet (nr. 8), som lyder at der skal afleveres *de data som bygherren vurderer som relevante for driftsfasen*, må være svært at stille. I analysen af de interviewedes udtalelser herom, skal dog medtages at både Ørsted og Danvold ikke er ansatte i driftsafdelinger, som ellers findes i begge deres virksomheder. I stedet omhandler deres direkte arbejdsområde henholdsvis dokumenthåndtering og digitalisering.

At bygherrekravet ikke indeholder en entydig definition af hvad der er relevant FM-data, er dog ikke ensbetydende med at kravet decideret er uhensigtsmæssigt formuleret. Kravet fungerer som en lov der skal kunne dække forskellige typer og størrelser af byggerier og skal således udgøre en ramme der er stor nok til at favne alle disse. Der hvor det er forståeligt, at der opstår uafklarede forhold, er når en bygherre ikke kan komme i besiddelse af den nødvendige viden om hvad der er relevant FM-data. Som tidligere beskrevet i kapitel 2, kan forskellige typer af bygherrer have varierende interesse i driftsfasen hvilket indikerer at nogle ikke er villige til at bruge mange ressourcer på at opsøge viden om FM-data. Bygherreforeningens kravkonfigurator, som blev omtalt i afsnit 3.2.3, viser at der er et behov for mere vejledning til bygherrerne. Netop på området, hvad der er relevant FM-data, giver konfiguratoren dog ikke klar vejledning. Som det fremgår af de interviewede, er der inden for FM branchen ingen enighed om en definition af FM-data, hvilket ellers er hvor den fornødne erfaring og ekspertise herom burde ligge. Situationen er altså, at bygherrer ikke selv har kompetencer til at stille krav om relevant FM-data og at driftsherrer ikke kan bidrage med vejledning da der inden for branchen ikke er enighed.

Af de beskrevne standarder i kapitel 3 fremgår heller ingen vejledning af hvad FM-data er, ud over en niveauinddeling af as-built materiale. Dette kan være et symptom på den manglende enighed i branchen. Der er dog standarder på europæisk plan (CEN) som omhandler FM, men en stor del af disse er ikke udarbejdet færdige endnu og, som tidligere nævnt, er det vurderet at disse ikke angiver en definition specifikt omhandlende FM-data. Niveauinddelingen af as-built materiale kan igen ses som et udtryk for at der er tale om en ramme der skal kunne gælde for alle typer af byggerier. Til gengæld virker årsagen til at differentiere mellem forskellige niveauer overflødigt hvis der arbejdes med BIM. En BIM-model vil ved aflevering ideelt set indeholde fuldt detaljerede data om alle konstruktioner i bygningen og ønsker en driftsherre til daglig ikke at se opbygningen af de bærende vægge kan detaljeringsgraden af modellen blot skrues ned. Således vil Ørsted få opfyldt at alt data afleveres og Nielsen vil få opfyldt at der i den daglige drift kun betragtes det der findes imellem væggene i en bygning.

4.3.2 Strukturering af FM-data

I bygherrekravene er angivet, at data skal afleveres i form af to sammenhængende hovedgrupper af data, benævnt som datamodel og dokumenter. For at undersøge dette nærmere, er de interviewede blevet spurgt om hvordan de mener FM-data bedst struktureres.

Ørsted udtaler, at indgangsvinklen til data generelt bør være grafisk imens de to andre primært omtaler en grafisk indgangsvinkel med henblik på arealforvaltning. Alle de interviewede udtrykker, at årsagen til at anvende en grafisk indgangsvinkel er, at det giver et bedre overblik. Som beskrevet i afsnit 2.2, omhandler FM mere end blot ren drift og vedligehold hvilket betyder at strukturering af data skal underbygge dette. Arealforvaltning er en af de øvrige opgaver der hører under FM og med en grafisk strukturering af data, opnås, som de interviewede fremhæver, et stærkt redskab hertil. Dette argumenterer for brugen af en BIM-model, som netop giver et grafisk overblik over hele byggeriet. Det er dog bemærkelsesværdigt at ingen af de interviewede fremhæver BIM i denne sammenhæng.

Ørsted udtrykker, at han ønsker at inddele FM-data i to typer: *CAD-data* og *metadata* og at der skal være en sammenhæng imellem de to typer. Dette ligger i tråd med bygherrekravene. Ørsteds opdeling er dog mere simpel i den forstand at hans opdeling baseres på geometri på den ene side og alt andet data på den anden side. Bygherrekravets opdeling er, som tidligere beskrevet i afsnit 3.2.2, mere differentieret. Her er der tale om en overordnet datastruktur med en tilhørende række af yderligere detaljerede dokumenter. Ørsteds holdning minder således mere om BIM, hvor der tages udgangspunkt i en 3D model af byggeriet med alt øvrigt data tilkoblet.

Haves en veludbygget BIM-model, vurderes denne til at være et solidt datagrundlag for FM, men det fremgår ikke af de interviewede, at selve strukturen af en BIM-model har særlige fordele i en driftssituation. Som det fremgår af følgende afsnit, 4.3.3, har de interviewede en række forbehold imod BIM generelt og dette kan være årsag til tilbageholdenhed over for brugen af en BIM-model i praksis. En af fordelene i strukturen af en BIM-model, er at modellen er objektorienteret og at den, som beskrevet i afsnit 2.3.4, udgør et stærkt redskab til styring af tid og økonomi. FM indebærer

netop en høj grad af tidsplanlægning og styring af budgetter, hvorfor BIM virker oplagt til at udnytte i en driftssituation.

4.3.3 BIM i et driftsperspektiv

Ørsted og Danvold udtrykker begge, at den måde hvorpå data lægges ind i en BIM-model, kan have indflydelse på hvor brugbar den datamængde, som en driftsherre trækker ud af modellen, vil være. De nævner begge, at en fælles måde for indlæggelse af data derfor er vigtig. Dog mener Ørsted, at dette bør formuleres som en fælles *metode* imens Danvold anvender begrebet *standardisering*. En reel forskel i deres udtalelser netop på dette punkt, vurderes til at være minimal. Både Ørsted og Danvold kommer yderligere med forhold der skal bringes i orden for at BIM fungerer. Hvis det ikke er muligt at udtrække data fra en BIM-model, er den slet ikke brugbar, udtaler Danvold. Hvis ikke der udvikles bedre metoder til udveksling af data, fungerer BIM ikke, udtaler Ørsted.

Det helt centrale for en driftsherre er således, at der kan trækkes data ud af modellen. Tidligere i afsnit 3.1.1, blev det fremhævet at ABR89 angiver retningslinjer angående ophavsret og at dette kan være en barriere for genbrug af digitale data. Når en driftsherre ønsker at udtrække data fra en model, som er omfattet af lov om ophavsret, kan anvendelsesmulighederne for denne datamængde risikere at være begrænset. Der således behov for at få forhold omkring ophavsret af en BIM-model afklaret.

Nielsen mener, at BIM vil kunne understøtte integration af FM-hensyn i designfasen, hvilket lægger sig op ad Danvolds udtalelse om, at BIM kan betyde at designbeslutninger flyttes frem til tidligere stadier i byggeprocessen. Som beskrevet i afsnit 2.1.6, kan det traditionelt være svært at rykke beslutninger frem i processen, så muligheden for anvendelse af BIM i denne sammenhæng er væsentlig. Dette blev ligeledes fremhævet i afsnit 2.3.5 hvor der blev refereret til (Eastman, et al. 2008) som fremhæver at BIM giver øgede muligheder for simuleringer og dermed at designbeslutninger kan flyttes frem i processen. De interviewede nævner ikke direkte simulering, men giver dog udtryk for netop samme resultat ved brug af BIM som (Eastman, et al. 2008), nemlig at flytte beslutninger frem i processen.

Ørsted udtrykker, at han ser at BIM vil kunne anvendes til også at indeholde information om blandt andet affaldshåndtering ved nedrivning. Alle interviewede kommer altså med udtalelser om nye muligheder ved anvendelse af BIM. Dette er udtryk for opbakning omkring konceptet, på trods af en række kritikpunkter. Ingen af de nævnte muligheder vedrører dog daglig drift og vedligehold. Som nævnt i forrige afsnit, 4.3.2, kan der her være muligheder i form af styring af tid og økonomi.

4.3.4 Fordele ved digital driftsforvaltning

Der tales meget om digitalisering, men hvor ligger fordelene reelt heri, set fra et driftssynspunkt. Dette har to af de interviewede udtalt sig om. Danvold har i højere grad udtrykt sig i forhold til BIM, hvilket er blevet behandlet i forrige afsnit, 4.3.3.

Nielsen og Ørsted udtrykker begge, at digitalisering gør det muligt at opsamle viden og erfaring i én samlet database. Dermed bliver viden tilgængelig for alle og der undgås tavs viden. Ørsted fremhæver at det dermed bliver lettere at finde den information man har behov for, imens Nielsen lægger mere vægt på, at den viden der førhen kun befandt sig som tavs viden, nu bliver tilgængelig for alle som fælles faglig viden. Ørsted fremhæver yderligere, at i kraft af at data kun findes ét sted, er der større sikkerhed for korrekt opdatering af data og dermed sikker versionsstyring. Nielsen mener, at det også er vigtigt at fremhæve søgbarheden i en digital database. Denne gør at forskellige aktører kan tilpasse sin søgning og dermed få adgang til data der netop matcher den enkelte aktør.

De interviewede er meget positive omkring digitalisering generelt og giver således udtryk for at data der blot afleveres i en lang række ringbind ikke udgør stor nytteværdi i en driftsfase. Som det bliver fremhævet er der større sikkerhed i forbindelse med versionsstyring når data samles elektronisk ét sted. Dette er netop en af styrkerne ved BIM, som beskrevet tidligere i afsnit 2.3.2. Yderligere opstår der en mulighed for, at den erfaring der opsamles, kan bidrage til arbejdet med at definere hvad der er relevant FM-data. Som tidligere angivet tyder det på, at der inden for FM branchen ikke er enighed om denne definition og derfor må en viden og erfaringsdatabase netop kunne hjælpe til at synliggøre løsninger hertil.

4.3.5 Overførsel af FM-data

Bygherrekravene angiver, at den digitale aflevering kan udføres efter tre metoder: brug af XML-formatet, brug af IFC-formatet eller ved direkte indtastning af data i driftsherrens system. Nielsen har under interviewet udtrykt, at han ikke har meget erfaring med digital aflevering og kommer derfor ikke nærmere ind på konkrete metoder til overførsel af data.

Der er klar enighed blandt Ørsted og Danvold om, at det er problematisk i praksis at overføre data mellem forskellige programmer. De mener yderligere begge, at åbne standarder er en måde at eliminere problemerne herved. De fremhæver begge IFC i denne sammenhæng, men Ørsted kritiserer også, at IFC ikke effektivt kan håndtere FM-data. Danvold fremhæver, at selvom forskellige programmer er IFC-certificerede, kan de ikke nødvendigvis håndtere samme mængde IFC-elementer og dermed bliver udveksling af data via IFC mellem disse programmer igen problematisk.

Opbakningen fra de interviewede til åbne formater og IFC, samt deres tidligere beskrevne kritik af teknologiske problemer ved udveksling af data, udtrykker, at der er et stort behov for at få bragt dette i orden. Udveksling af data er helt central i et byggeprojekt og de interviewedes bekymring herom er således meget væsentlig. I samme ombæring er det dog væsentligt at henvise til afsnit 2.3.6, der beskrev at IFC udvikles på baggrund af behov og ønsker fra byggebranchen. Ørsteds kritik af, at IFC ikke kan håndtere FM-data, skal således ses i dette lys. Behovet skal gøres til kende, ellers vil det blot udgøre ukonstruktiv kritik.

4.3.6 Det Digitale Byggeri

Som tidligere beskrevet, har de interviewede omtalt forhold der vedrører de tre bygherrekrav om digital aflevering. Yderligere har Ørsted og Danvold udtalt sig om Det Digitale Byggeri som helhed.

De mener begge, at udviklingen i retning af øget digitalisering er rigtig. Når det er sagt, giver de begge kritik af DDB, dog med forskellige indgangsvinkler hertil. Ørsted mener, at DDB mangler afprøvning og at det skal viderebygges til også at omhandle alle parter og alle faser i byggeriet. Danvold mener, at der stilles krav på områder som det tilgængelige software ikke kan håndtere. Yderligere mener han, at de traditionelle arbejdsprocesser bør ændres når man går fra at arbejde på papir til at arbejde digitalt.

Som tidligere beskrevet, i afsnit 3.2.5, er der et arbejde i gang med at udvide DDB til også at omfatte andre parter end arkitekter og projekterende ingeniører. Således støttes Ørsteds holdning til at DDB skal omfatte alle parter. Til gengæld omhandler Danvolds kritik forhold der, ifølge rapporten (Dræbye 2003), netop skulle være imødegået med DDB. I afsnit 3.2 blev det beskrevet at denne rapport, som udgjorde et af grundlagene for DDB, udtrykker, at den nødvendige teknologi fandtes på markedet og at DDB skulle lægge fokus på blandt andet arbejdsmetoder. Ifølge Danvold er teknologien ikke til stede og DDB har ikke resulteret i nye arbejdsmetoder. Dette indikerer at DDB ikke har opnået sine egne mål. Dog er DDB, som nævnt, under udvikling og dermed er der mulighed for at disse forhold behandles.

Tabel 21 Sammenligning af alle de interviewedes synspunkter inden for følgende områder: relevant FM-data, strukturering af FM-data, BIM i et driftsperspektiv, fordele ved digital driftsforvaltning, metoder til overførsel af FM-data og Det Digitale Byggeri.

Relevant FM-data		
Kjeld Nielsen	Michael Friis Ørsted	Clars Danvold
Ofte afleveres der mere data end nødvendigt *Det drejer sig om alt det der er imellem væggene i en bygning og overfladerne af disse* *Der er forskel på data der benyttes i den daglige drift i forhold til data der skal bruges i forbindelse med om-/tilbygning*	*Alt data er vigtigt* *Der kan skæres ned i detaljeringsgraden af tegninger* *Kun produktinformation over produkter der reelt er anvendt i byggeriet er relevant*	*Ingen er endnu er blevet enige eller afklarede omkring det* *Kun komponenter der er aktiviteter på er relevante*
Strukturering af FM-data		
Kjeld Nielsen	Michael Friis Ørsted	Clars Danvold
Arealstrukturen skal være grafisk repræsenteret i et FM-system	*Inddeling af FM-data i to typer:* • *CAD-data, er geometri og alt det grafiske* • *Metadata, data der følger med, dvs. direkte oplysninger om bl.a. driftsaktiviteter* *De to typer af data skal hænge sammen* *Det grafiske skal være indgangsvinklen til information*	*Med rum-modeller kan der opnås en forbedret arealforvaltning*
BIM i et driftsperspektiv		
Kjeld Nielsen	Michael Friis Ørsted	Clars Danvold
BIM kan understøtte integration af FM-hensyn i designfasen	*BIM fungerer først når der er udviklet bedre metoder til udveksling af data* *Der skal udarbejdes fælles metode for hvordan forskellige aktører bygger videre på objekter* *Opdatering af en BIM-model gennem driftsfasen er vigtigt* *BIM kan medføre information om*	*Det skal være muligt at udtrække data fra modellen, ellers er den ikke brugbar* *Det skal være muligt at søge i flere BIM-modeller på én gang* *Der skal udvikles en standardiseret måde hvorpå data indlægges i en BIM-model – ellers er der ingen sikkerhed for at dataudtræk herfra er brugbart*

	afmontering og affaldshåndtering	*BIM kan flytte designbeslutninger frem i processen*
Fordele ved digital driftsforvaltning		
Kjeld Nielsen	Michael Friis Ørsted	Clars Danvold
Data findes kun ét sted og der kan sorteres i det således at data matcher dem der skal bruge det *Erfaring, der ellers kun findes som tavs viden, kan lægges ind i et digitalt system som fælles faglig viden*	*Viden omkring hvordan tingene fungerer samles ét sted og er tilgængelig for alle* *Data findes kun ét sted og dermed er der sikkerhed for at der sker korrekt opdatering af data* *Der kan arbejdes med styringsmekanismer såsom frekvenser, ressourceforbrug og økonomi*	-
Metoder til overførsel af FM-data		
Kjeld Nielsen	Michael Friis Ørsted	Clars Danvold
-	*Åbne udvekslingsformater, eksempelvis XML eller IFC, bør anvendes ved udveksling af data* *IFC kan endnu ikke effektivt håndtere FM-data*	*IFC og andre åbne standarder kan eliminere forhindringer ved udveksling af data* *IFC skal understøttes lige blandt de typer software der skal udveksle data* *FM-data skal løbende afleveres fra underentreprenører i takt med at de bliver færdige*
Det Digitale Byggeri		
Kjeld Nielsen	Michael Friis Ørsted	Clars Danvold
-	*DDB bør omhandle alle faser i byggeprocessen* *DDB skal afprøves mere og der mangler en fremstilling af fordelene for alle parter*	*Det er meget omfattende for en bygherre at stille de påkrævede bygherrekrav* *Der stilles krav på områder som det tilgængelige software ikke kan håndtere* *Det er ikke nok at flytte traditionelle processer over til at foregå digitalt – selve processerne*

		skal også ændres

4.4 Krav og ønsker fra drifts- og bygherrer

Dette afsnit fremstiller de emner som de interviewede står stærkest ved samt analyserer, på baggrund af sammenligningen i foregående afsnit, hvordan de interviewedes synspunkter kan samles til et sæt fælles anbefalinger for fremtidig håndtering af digital aflevering. De interviewedes synspunkter bearbejdes således til, at kunne fungere som en række ønsker og krav til forbedring af afleveringsprocessen.

Der er identificeret 9 punkter som udtrykker de interviewedes ønsker og krav. Disse vedrører flere aspekter af afleveringsprocessen, men betragtes i det følgende med henblik på hvordan et FM-system vil kunne tilgodese ønskerne. Der lægges således vægt på hvilke funktioner et FM-system skal kunne udføre og hvilke rådgiverydelser udbyderne af disse, skal kunne yde.

De første to punkter omhandler erfaringsopsamling. Dette mener de interviewede er vigtigt og derfor skal et FM-system kunne håndtere dette. Her kan der være tale om registrering af en log over udførte aktiviteter. Der kan også være tale om en mere intelligent funktion i programmet der kan analysere data i en log og på baggrund heraf angive sandsynligheder for gentagelser af fejl eller gøre brugeren opmærksom på mulige følger af en række fejl. FM-systemerne skal yderligere kunne spille en aktiv rolle i designfasen.

- Erfaringsopsamling er væsentlig og digitale systemer hjælper til administration og udbredelse af denne viden
- Driftserfaring skal trækkes ind i designfasen

De følgende tre punkter omhandler brug af en grafisk indgang til data og anvendeligheden af en BIM-model. De interviewede mener, at en grafisk indgangsvinkel er en fordel, især til brug ved arealforvaltning. Dette betyder, at et FM-system optimalt set skal have en interaktiv 2D eller 3D præsentation af bygningen. Yderligere mener de interviewede, at det skal være muligt via en effektiv søgefunktion at finde det der søges og at kunne filtrere i en søgning således at kun det der er behov for vises. Det drejer sig således om at data præsenteres i en form der er anvendelig.

- Grafisk indgangsvinkel til data, især mht. arealforvaltning
- Søgbarhed er vigtig – i BIM og digitale systemer generelt – man skal kunne finde det man søger og man skal kunne nøjes med at se det man har behov for
- Fælles måde for indlæggelse af data i BIM – ellers kan det ikke anvendes i driften

To punkter omhandler IFC. Der er opbakning fra de interviewede til IFC og åbne formater generelt. Dermed skal et FM-system kunne håndtere import via IFC. Det er væsentligt at det ikke skal være problematisk at overføre data og at det skal kunne gøres så automatiseret som muligt.

- Anvendelse af åbne standarder såsom IFC – fordi udveksling af data fungerer slet ikke i dag
- Videreudvikling af IFC samt implementering af omfattende eksport til IFC i alle programmer

De sidste to punkter giver udtryk for at det er nødvendigt med et bredt perspektiv. Teknologien og digitalisering gør det ikke alene. Derfor skal nye arbejdsmetoder også følge med de nye digitale værktøjer. Et FM-system skal således kunne understøtte dette og ikke være fastlåst af traditionelle arbejdsmetoder og processer.

- Arbejdsprocesser skal også justeres – ikke nok med digitalisering og gamle processer
- DDB skal omhandle alle parter og faser

5 Teknologi og processer inden for digital aflevering der anvendes i dag

I dette kapitel vil tre FM-systemer blive præsenteret og analyseret. Kapitlet bygger på interviews med repræsentanter for de tre FM-systemer samt demonstrationer og afprøvninger af systemerne. Først gives en casebeskrivelse af alle de interviewede, FM-systemerne og virksomhederne der udbyder dem. Dernæst gives en introduktion af hvert FM-system, med henblik på at give læseren et overblik over den grundlæggende opbygning af hvert system. Herefter analyseres om systemerne efterlever bygherrekravene på området digital aflevering og det analyseres i hvor høj grad systemerne passer ind i konceptet BIM.

5.1 Casebeskrivelse

Der er foretaget interviews med repræsentanter for tre FM-systemer. Disse systemer er Caretaker, CoreFM og Rambyg. I dette afsnit beskrives de virksomheder som udbyder programmerne samt de personer der er interviewede. Referater af alle interviews findes i bilag D til F.

- Bilag D-1: Caretaker, Anne Munch Andersen
- Bilag D-2: Caretaker, Poul Henrik Due
- Bilag D-3: Caretaker, Jørgen Emborg
- Bilag E: CoreFM, Jakob Hermansen
- Bilag F: Rambyg, Peter Friis Jensen

5.1.1 Caretaker, COWI

Caretaker ejes af COWI, som er et af landets største rådgivende ingeniørfirmaer. COWI blev grundlagt i 1930 og beskæftiger i dag cirka 4800 medarbejdere. Firmaet dækker ydelser inden for ingeniørteknik, miljø og samfundsøkonomi. (www.cowi.dk) Første version af Caretaker blev lanceret i 1994, jævnfør (DDV 2008), men bygger på to tidligere programmer fra 1980'erne. Caretaker administreres og udvikles i afdelingen for driftsrådgivning, hvor Anne Munch Andersen (fremover benævnt Andersen) er ansat. Hun er blevet interviewet angående funktionaliteten af programmet og har givet en demonstration heraf. Yderligere er Poul Henrik Due og Jørgen Emborg (fremover benævnt henholdsvis Due og Emborg) blevet interviewet. Udtalelser fra disse vil i følgende analyser indgå i mindre grad.

5.1.2 CoreFM, Byggeweb

CoreFM ejes af Byggeweb, som er et rådgivende firma inden for softwareløsninger og FM. Byggeweb blev etableret i 1997 og er, sammenlignet med COWI og Rambøll, et lille firma med cirka 20 medarbejdere. (www.byggeweb.dk) CoreFM blev lanceret i 2002 jævnfør (DDV 2008) og Jakob Hermansen (fremover benævnt Hermansen) er blevet interviewet herom. Ved interviewet gav han en demonstration af programmet og besvarede spørgsmål angående funktionaliteten af programmet.

5.1.3 Rambyg, Rambøll

Rambyg ejes af Rambøll Danmark, der ligesom COWI er et af landets største rådgivende ingeniørfirmaer. Rambøll blev grundlagt i 1945 og Rambøll Gruppen, hvorunder Rambøll Danmark tilhører, beskæftiger i dag cirka 8000 medarbejdere. Rambøll Danmark leverer ydelser inden for byggeri og design, energi og klima, miljø og vand samt industri. (www.ramboll.dk) Programmet Rambyg blev i sin første version lanceret i 2003, jævnfør (DDV 2008). Peter Friis Jensen (fremover benævnt Jensen) er blevet interviewet om programmet imens der yderligere er overværet et kursus i

digital aflevering for en gruppe underentreprenører på byggeriet af Rambølls nye domicil i Ørestaden.

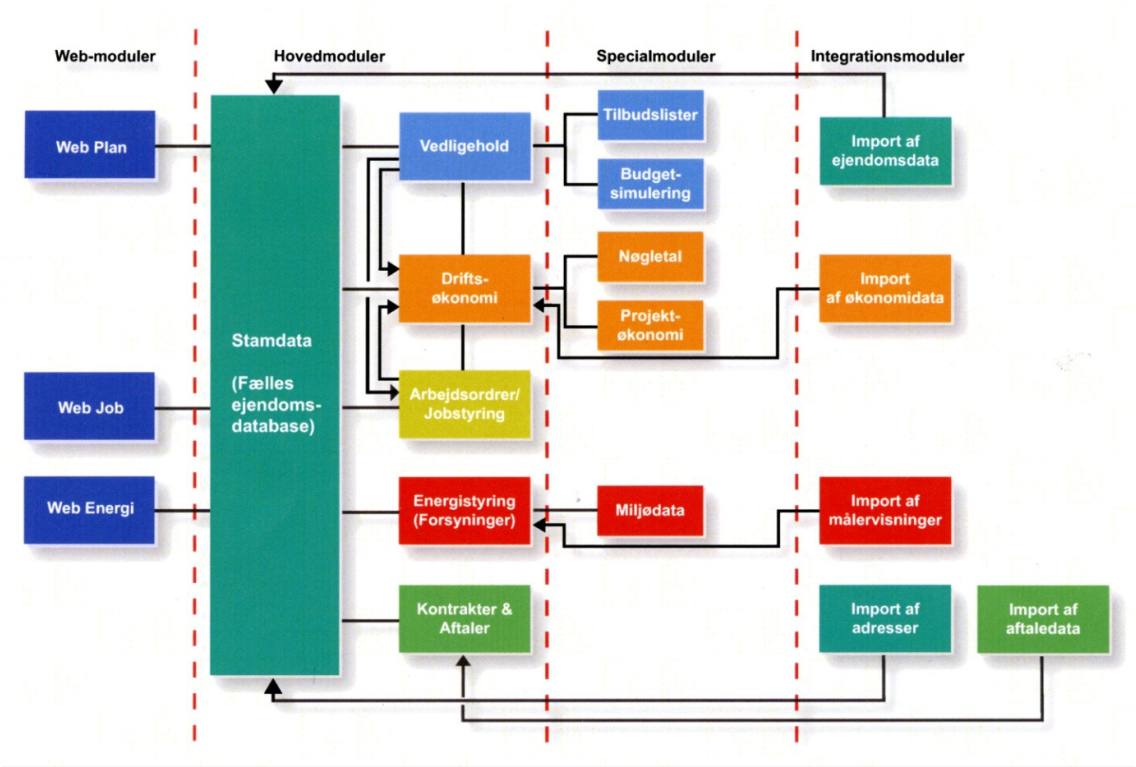
5.2 Introduktion af hvert FM-system

Dette afsnit giver en introduktion af hvert FM-system. Der lægges vægt på grundstrukturen i systemerne samt fremgangsmåden for overførsel eller oprettelse af data i systemerne.

5.2.1 Caretaker

Caretaker er det ældste af de tre FM-systemer og kundegruppen dækker en stor del af landets kommuner. Programmet skal installeres på kundens computer eller et lokalt netværk og er således ikke internetbaseret. Der er dog tre moduler som kan tilgå data i systemet via internettet, som blandt andet indeholder en fejlmeldefunktion.

Caretaker er opbygget af moduler og det er således muligt for kunder at vælge til og fra alt efter deres behov. Figur 21 angiver inddelingen i moduler. Grundmodulet, der altid er indeholdt i Caretaker, kaldes *Stamdata* og heri opbevares generelle oplysninger om alle ejendomme i systemet. Derudover er der en række standardmoduler: *Vedligehold*, *Driftsøkonomi*, *Arbejdsordrer/Jobstyring*, *Energistyring* og *Kontrakter & Aftaler*. I kraft af specifikke ønsker fra nogle kunder, er der yderligere udviklet en række specialmoduler, hvoraf nogle af disse kun anvendes af enkelte kunder.



Figur 21 Oversigt over moduler i Caretaker. Kilde: (COWI u.d.)

Andersen udtaler, at modulet *Driftsøkonomi* er meget stærkt og at det er muligt for Caretaker at kommunikere med kommunernes økonomisystem. Hermed gøres arbejdet med administration af regninger lettere. Andersen fremhæver også, at der er i modulet *Energistyring* kan kommunikeres med CTS-anlæg.

Strukturen i Caretaker tager udgangspunkt i bygningsdele. Beskrivelse af disse baseres på klassifikationssystemet SfB, eller der kan vælges et system som kunden selv har oprettet. Yderligere anbefaler Andersen, at en ejendomsportefølje struktureres som angivet nedenfor.

- Ejendom
- Underinddeling af ejendommen (fx fløjnavne)
- Afsnit/Lokale
- Bygningsdel

Overførsel af data til programmet foregår primært manuelt. Andersen udtaler, at alternativt kan data importeres fra BBR (Bygnings- og Boligregistret) eller Excel. Oprettelse af bygningsdele foregår ved, at alle bygningsdele udpeges fra en liste over SfB-koder som ligger i Caretaker. Dette er igen manuelt arbejde og der er ikke tale om grafiske repræsentationer af bygningsdele, men om en skematisk struktur. Vælges det at anvende et andet system end SfB, skal dette først opbygges fra bunden og herefter kan dette anvendes til alle ejendomme i systemet.

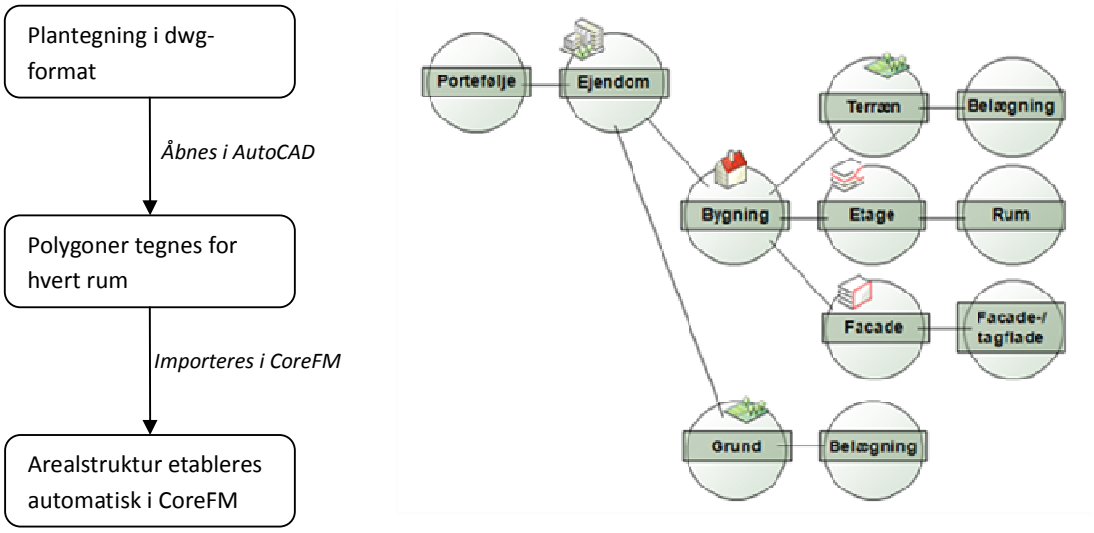
5.2.2 CoreFM

CoreFM er internetbaseret og kræver dermed kun en almindelig internetbrowser hos brugeren. Programmet er opbygget af moduler, som er listet nedenfor, og det er muligt for kunder at vælge disse til eller fra alt efter behov. Grundlæggende informationer om arealer indlægges i modulet *Portefølje* imens bygningsdele administreres i modulet *Objekter og forekomster*.

- Portefølje
- Objekter og forekomster
- Adressekartotek
- Planlægning og udførelse
- Økonomi
- Rapporter og dataudtræk
- Lejemål
- Systeminformation

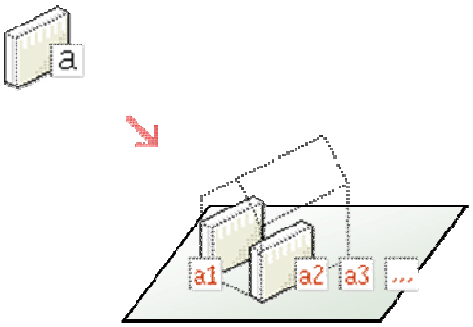
Arealforvaltning er det centrale i CoreFM og systemet er opbygget med udgangspunkt heri. Hermansen udtaler, at mange kunder har opdaget at kunne optimere deres anvendelse af arealer markant og dermed kan se tydelige fordele ved digital arealforvaltning.

Fremgangsmåden for overførsel af data til CoreFM består i import af plantegninger i dwg-format, hvormed en arealstruktur for hele kundens ejendomsportefølje oprettes. Før en dwg-fil kan importeres, skal denne behandles i AutoCAD med et plug-in udviklet af Byggeweb. Alle rum skal tegnes op med polygoner, også selvom den eksisterende dwg-fil eventuelt indeholder rum. Importen til CoreFM kan først foretages når der er optegnet polygoner. Det øvrige indhold i tegningen vil blive taget med i importen som baggrundsillustration i 2D. Figur 22 viser de trin der gennemgås ved importen samt hvordan arealerne herefter struktureres i programmet. Overførsel af øvrigt data kan foregå ved at entreprenører tilgår et site på internettet hvor en formular angiver for hver entreprenør hvilke data han er ansvarlig for at aflevere.



Figur 22 Procedure for import af plantegninger og oprettelse af arealstruktur i CoreFM (tv.). Strukturering af en kundes ejendomsportefølje (th.). Kilde (th.): (Hermansen 2009).

Strukturen i CoreFM tager, som sagt, udgangspunkt i plantegninger og arealfordeling. Derudover indgår bygningsdele som et centralt element. Håndtering af disse struktureres som oftest i forhold til SfB-systemet, men det er muligt for kunder at anvende en valgfri opbygning. Bygningsdelene opbygges i programmet med en række data samt et tilhørende ikon der kan indsættes på tegningerne. Der etableres således en sammenhæng mellem det grafiske udtryk på tegningerne og information om blandt andet vedligeholdelsesvejledning af de enkelte bygningsdele. Oprettelsen af objekter kan være omfattende, men det er muligt at kopiere objekter fra ét CoreFM projekt til et andet og noget information kan også importeres via Excel.

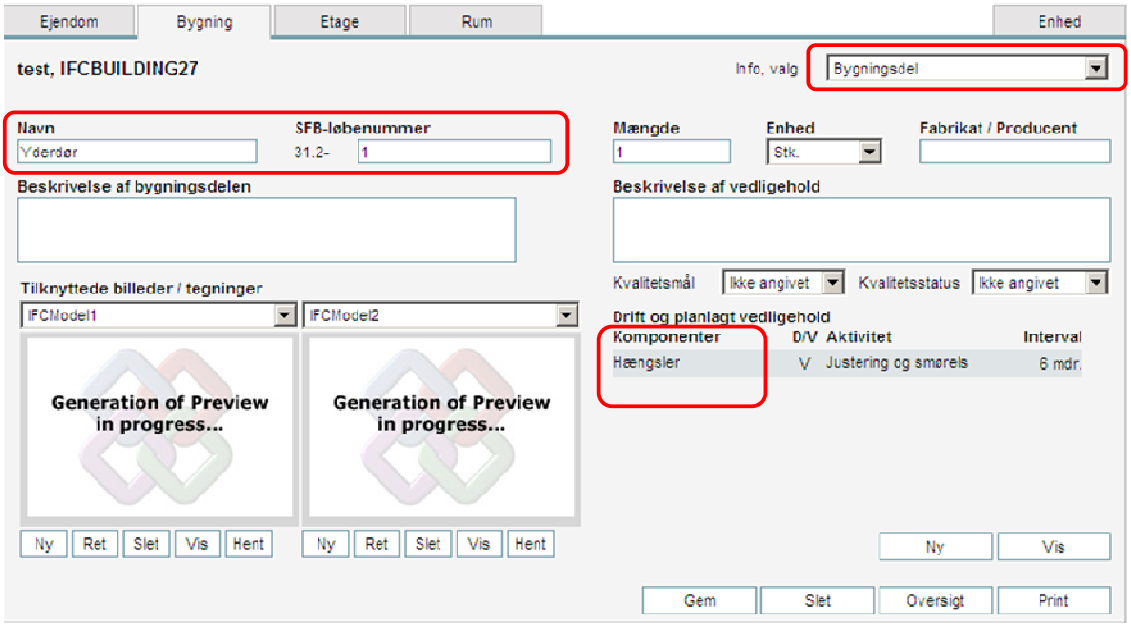


Figur 23 Bygningsdele placeres på tegninger i CoreFM og angives derved på tegningerne ved et ikon hvorfra data om bygningsdelen kan tilgås. Kilde: (Hermansen 2009).

5.2.3 Rambyg

Rambyg er, som CoreFM, internetbaseret. Forskellige brugere kan yderligere tildeles forskellige typer af adgang til programmet, hvormed brugerfladen og omfanget af data som hver bruger har adgang til, kan tilpasses den enkelte. Jensen beskriver Rambyg som et DV-program frem for et FM-program. Han nævner, at systemet fx ikke beskæftiger sig med arealforvaltning og at fokus i Rambyg ligger på konkret drift og vedligehold af en bygning.

Strukturen i programmet er opbygget med udgangspunkt i bygningsdele der navngives i henhold til SfB-systemet. Til hver bygningsdel kan tildeles komponenter og hertil kan konkrete aktiviteter angives. Repræsentationen af bygningsdelene består af bygningsdelskort der fremviser data i en skematisk struktur. Der er dog muligheder de fleste steder for at knytte billeder eller tegninger til data. Figur 24 viser som eksempel et bygningsdelskort for en dør, med en tilhørende komponent og aktivitet.

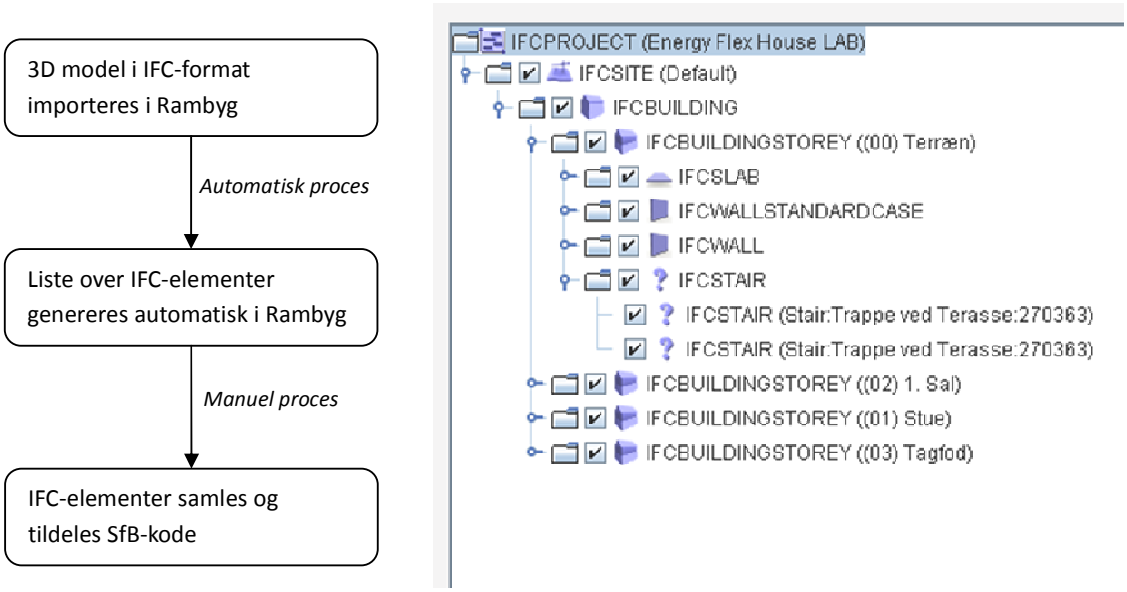


Figur 24 Bygningsdel og tilknyttet komponent. De røde markeringer er påsat for at fremhæve at brugeren har valgt at se en specifik bygningsdel og at denne har en komponent knyttet til sig hvor der angivet en aktivitet. Kilde: screen shot fra log-in i Rambyg.

Som det også fremgår af Figur 24, i fanebladene øverst, anvender programmet en strukturering af forskellige niveauer af brugerens ejendomsportefølje. Disse er listet nedenfor.

- Ejendom (alt der befinder sig på grunden uden for selve bygningen)
- Bygning
- Etage
- Rum

Oprettelse af data i Rambyg foregår delvis manuelt og via import af en 3D model i IFC-format. Figur 25 illustrerer de trin der gennemgås når der importeres via IFC. Ved importen vises modellen i en viewer inklusiv en liste over alle IFC-elementer. Listen indeholder alle forekomster af bygningsdele hvilket betyder at i tilfælde hvor en facade indeholder en række af den samme type vindue, vil hvert af disse vinduer udgøre et punkt på listen. Efter importen skal IFC-elementerne manuelt grupperes efter type og tildeles et SfB-nummer hvorfra et bygningsdelskort oprettes. Der er således ingen automatisk oversættelse fra navngivningen af IFC-elementer til SfB-numre.



Figur 25 Procedure for overførsel af data fra IFC (tv) og listen over IFC-elementer der automatisk genereres i Rambyg (th.). Filen der er anvendt til import som eksempel er EnergyFlexHouse, lånt af Teknologisk Institut.

Anvendes ikke import via IFC, skal bygningsdelskortene opbygges fra bunden. Jensen udtaler, at ved byggeriet af Rambygs nye domicil, har han, fra de projekterende parter, modtaget en liste over alle bygningsdele der indgår i projektet og fra denne manuelt oprettet samtlige bygningsdelskort. Indtastning af aktiviteter på komponenter sørger forskellige fag-entreprenører for. Rambøll afholder kurser for entreprenører løbende som byggeriet opføres hvor der gives en introduktion i Rambyg og entreprenørerne får hands-on erfaring med indlæggelse af hver deres data.

5.3 Analyse i forhold til bygherrekrav nr. 8 - 10

Bygherrekravene er gældende lov for alle statslige bygherrer. Dette betyder, at FM-systemer der ikke kan efterleve kravene, ikke har mulighed for at byde på statslige byggeprojekter. Yderligere fraskriver de sig muligheden for at servicere regionale, kommunale eller private kunder der ønsker at fremme digitaliseringen ved at gøre de statslige bygherre efter, netop som den politiske hensigt er. Caretaker, CoreFM og Rambyg vil derfor i dette afsnit blive undersøgt med henblik på at vurdere om de kan efterleve bygherrekravene omhandlende digital aflevering, nr. 8 - 10. Følgende punkter vil blive gennemgået.

- Relevant FM-data – hvad prioriteres i programmet som værende relevant FM-data
- Datamodel og dokumenter, sammenhængende – hvilken sammenhængende struktur af data anvendes i programmet
- IFC, XML eller direkte indtastning – hvordan kan data overføres til programmet

5.3.1 Caretaker

Caretaker udvikles løbende i takt med ønsker fra kunder af programmet. På COWIs hjemmeside er det yderligere formuleret, at programmet *er baseret på COWIs omfattende erfaring med drift og vedligehold*. (www.cowi.dk) Det er dog, Andersens opfattelse, at der, til brug for udvikling af programmet, ikke er udarbejdet en egentlig samlet undersøgelse af hvad der på markedet opfattes som værende relevant FM-data.

Angående den datamængde der skal ligge til grund for brugen af systemet, mener Andersen, at man skal sørge for at begrænse sig. Hun udtaler: *man kan nemt lide datadøden*. Hun uddyber, at man kun skal indlægge data som man reelt har brug for. Dog nævner hun, at der ofte er mange forskellige holdninger til, hvad det netop er man har brug for. Ifølge Andersen, er der ikke brug for data, hvis der ikke kobles en aktivitet på. Dette betyder, at man typisk ikke vil indlægge data om bærende dele, da hun udtaler, at det i de fleste vedligeholdelsestilfælde ikke er nødvendigt at have informationer herom. Andersen er opmærksom på, at informationer om bl.a. bærende dele, kan være relevante i tilfælde af om- eller tilbygning, men hun udtaler, at det ikke kan betale sig at lægge sådanne data ind som man kun måske får brug for.

Der er altså en vis modstand mod at indlægge for meget data. Der gives udtryk for, at årsagen er at driftspersonalet ikke har behov for det, men dette er kun baseret på eksisterende kunders tilfredshed med programmet. Det vil senere blive beskrevet, at indlæggelse af data primært foregår manuelt og der er således sandsynlighed for, at modstanden mod at indlægge for meget data simpelthen skyldes, at der er en stor arbejdsindsats forbundet hermed. Til gengæld fremhæver Andersen, at søgbarheden i Caretaker er vægtet højt og at det således er en stor styrke i programmet. Hun nævner, at det er muligt at lave detaljerede og kombinerede søgninger. Hvis søgbarheden er effektiv, kan det virke besynderligt at Andersen samtidig udtaler at man *nemt kan lide datadøden* og at det altså er vigtigt at begrænse sig når det kommer til mængden af data. Et digitalt system der er stærk i søgbarhed burde kunne håndtere store mængder af data på en overskuelig måde for brugeren.

Tabel 22 Angående bygherrekrav nr. 8 – hvad prioriteres i Caretaker som værende relevant FM-data

Der er ikke brug for data hvis der ikke kobles en aktivitet på
Man skal sørge for at begrænse sig

Beskrivelsen af bygningsdele i Caretaker baseres, som nævnt i afsnit 5.2.1, på klassifikationssystemet SfB, eller der kan vælges et system som kunden selv har oprettet. Andersen fremhæver, at datadisciplin er utrolig vigtigt og at struktur og navngivning skal være entydig. Af samme grund udtaler hun, at det ikke er muligt direkte i Caretaker at redigere i tegninger, i stedet kan man påsætte en slags post-it noter, der kan anvendes som grundlag for senere redigering af tegningerne. Hun nævner at dette skyldes, at man derved undgår fejl i tegningerne, altså igen opretholder en vis bevidsthed om datadisciplin. Brugen af tegninger i Caretaker er dog kun til visuel orientering. Der er således ingen relation mellem tegninger og bygningsdele.

Andersen udtaler, at der i Caretaker kan linkes til alle typer filer. Når disse tilgås via Caretaker vil de enten åbnes i filformatets originale software, hvis dette er tilgængeligt på den pågældende computer, eller de vil blive vist i en viewer. Eksempelvis kan AutoCAD-filer vises i en viewer og det er således ikke nødvendigt for brugeren at have dette installeret for at kunne se tegninger over bygningen. Andersen fremhæver, at der i Caretaker ikke er et internt bibliotek og at de filer der linkes til, således befinder sig andre steder på kundens computer eller server. Årsagen hertil er, at der er sandsynlighed for at de filer der linkes til, anvendes i andre sammenhænge og derfor vil komme til at optræde i to eksemplarer hvis de også blev gemt i et bibliotek i Caretaker. To eksemplarer af samme fil, medfører risiko for fejl i versionsstyring, udtaler Andersen.

Ifølge bygherrekrav nr. 9, skal der afleveres to sammenhængende typer af data. Da Caretaker ikke opererer med en struktur hvor bygningsdele og tegninger er afhængige af hinanden, er det tvivlsomt om programmet vil kunne udnytte at modtage data i en sådan form. Caretaker har mange muligheder for at linke til filer og dette kunne være en mulig måde at oprette forbindelse mellem forskellige typer data. Til gengæld er en sådan forbindelse ikke intelligent i den forstand at ændringer ét sted vil påvirke de linkede filer.

Det vurderes som fornuftigt at være bevidst om datadisciplin, som Andersen fremhæver, men at låse tegninger fuldstændigt i programmet medfører også væsentlige begrænsninger. Låste tegninger betyder, at de ikke kan anvendes til arealforvaltning, hvilket er en af hovedopgaverne under FM. Hvis der ønskes en sikkerhed for fejlagtige ændringer af tegninger, kunne man i stedet tillægge forskellige brugere begrænsede rettigheder.

Tabel 23 Angående bygherrekrav nr. 9 – hvilken sammenhængende struktur af data anvendes i Caretaker

Link-system
Tegninger og øvrigt data har ingen forbindelse til hinanden

Måden hvorpå data overføres til Caretaker, foregår i høj grad manuelt. Det er ikke muligt at oprette data om en bygning i programmet ved import af hverken tegninger (2D) eller modeller (3D). Foreligger der til gengæld data fra BBR (Bygnings- og Boligregistret), udtaler Andersen, at dette kan importeres og at der dermed kan oprettes en del informationer automatisk. En mulig procedure for overførsel af data til systemet er, at en entreprenør opretter det relevante data i fx Excel, hvorefter COWI efterbehandler excelarket for at forberede det til import i Caretaker. Til slut kan excelarket importeres i systemet. Herefter skal alle bygningsdele, som beskrevet i afsnit 5.2.1, oprettes manuelt ved at tildele dem en SfB-kode.

Andersen og Due udtaler begge, at COWI som bygherrerådgiver ikke beskæftiger sig i særlig høj grad med at rådgive kunder inden for digital aflevering som det er formuleret i bygherrekravene. Due mener ikke, at bygherrekravene på det område er væsentlige nok til, at de på nuværende tidspunkt, er relevante at rådgive omkring. Emborg uddyber, at COWI ikke har modtaget ønsker om rådgivning på dette område fra deres kunder og derfor ikke beskæftiger sig med det. Emborg udtrykker yderligere, at bygherrekrav nr. 10, som angiver at en mulig måde at aflevere data på, er ved direkte indtastning i driftsherrens FM-system, går imod DACaPo-konsortiets vilje. COWI var, som beskrevet i afsnit 3.2.2, en af de fire deltagere i DACaPo. Et udviklingsarbejde af Caretaker, som er i gang i øjeblikket, vil dog undersøge hvordan overlevering af data kan forbedres og dermed hvordan programmet kan indgå i en digital aflevering.

Det fremgår, at Caretaker ikke kan efterleve et krav om import af data i hverken IFC eller DDB-XML. Til gengæld kan programmet godt efterleve bygherrekrav nr. 10 helt generelt da den tredje mulighed der er nævnt heri netop er direkte indtastning. Det er bemærkelsesværdigt at COWI deltog i DACaPo-konsortiet og alligevel ikke er proaktive i sit arbejde inden for bygherrerådgivning på området digital aflevering. Årsagen hertil er i denne rapport ikke undersøgt nærmere, men det virker oplagt for COWI at arbejde aktivt for at kunne tilbyde kunder et FM-system der følger vejledningerne fra DACaPo.

Tabel 24 Angående bygherrekrav nr. 10 – hvordan kan data overføres til Caretaker

Manuel indtastning og mulighed for import fra Excel og BBR

5.3.2 CoreFM

CoreFM er udviklet med udgangspunkt i arealforvaltning og udvikles løbende i takt med ønsker fra kunder af programmet. Hermansen udtaler, at kundernes ønsker har en meget stor indflydelse på programmet og at der således ikke er udført en større teoretisk undersøgelse om hvad der er relevant FM-data eller hvordan dette ifølge erfaringer struktureres bedst muligt. Han mener, at det ville være interessant med en mere teoretisk tilgang til udviklingen af programmet, men fremhæver, at det er vigtigt at inddrage kunders ønsker og krav da de jo netop er kunder.

Hermansen udtaler, at det er væsentligt kun at have adgang til data der er relevant. Generelt mener han, at data ikke er relevant, hvis der ikke er knyttet en aktivitet på eller vejledning om hvad der konkret skal gøres i en driftssituation. Yderligere er eksempelvis referater fra møder afholdt i løbet af byggeprocessen heller ikke relevant. Det er Hermansens erfaring, at CoreFMs kunder ikke er afklarede omkring hvilke data de ønsker og han nævner at der i Danmark ikke findes en standard for hvilke data der skal afleveres til brug i driftsfasen. Han fremhæver dog, at der i CoreFM kan laves et as-built arkiv til informationer der ikke skal bruges i den daglige drift, men som er gode at have til senere brug, fx ved ombygning.

Der er således en klar holdning til, at ikke alt data er relevant, i kraft af at Hermansen udtaler, at data kun er relevant når der er knyttet en aktivitet dertil. Omvendt kan CoreFM håndtere oprettelse af et arkiv for øvrigt data og der er således bevidsthed om at noget data er godt at have adgang til, selvom det kun sjældent bruges. Som for Caretaker gælder, at CoreFM udvikles på baggrund af ønsker fra kunder, men Hermansen giver udtryk for, at en mere generel definition eller standard for hvad der er relevant FM-data, vil være af stor anvendelighed for udvikling af programmet.

Tabel 25 Angående bygherrekrav nr. 8 – hvad prioriteres i CoreFM som værende relevant FM-data

Data er ikke relevant hvis der ikke knyttes en aktivitet eller vejledning på
I et arkiv kan data gemmes til senere brug

Beskrivelsen af bygningsdele i CoreFM baseres, som nævnt i afsnit 5.2.2, på klassifikationssystemet SfB, eller der kan vælges et system som kunden selv har oprettet. Bygningsdelene repræsenteres på tegninger i form af ikoner, men selve udseendet og dimensioner af bygningsdelene er beskrevet ved alfanumerisk data. Sammen med denne beskrivelse af dimensioner angives informationer om vejledninger for drift og vedligehold. Det er væsentligt, at der således er en sammenhæng mellem placering af bygningsdele i den aktuelle ejendom og informationer om vedligehold af hver bygningsdel. Dette passer godt med bygherrekrav nr. 9 der angiver at data der afleveres skal bestå af sammenhængende typer af data.

Er der behov for opdatering af tegninger, udtaler Hermansen, at dette ikke kan gøres direkte i programmet. I stedet skal tegningen eksporteres til AutoCAD, ændringen skal laves, polygonerne der udgør rummene skal redigeres og filen importeres i CoreFM igen. Hermansen beskriver dette både

som en forhindring og en måde at kvalitetssikre på. Som tidligere kommenteret, i forbindelse med Caretaker i afsnit 5.3.1, virker det omfattende at skulle redigere tegninger uden for programmet, frem for eventuelt at tildele særlige rettigheder til enkelte medarbejdere. CoreFM er netop stærk på området arealforvaltning og derfor kan det virke besynderligt at ændringer i tegninger ikke kan administreres direkte i programmet. I forbindelse med optimering af arealforbrug, vil simulering af forskellige indretningsforslag netop være nærliggende.

Tabel 26 Angående bygherrekrav nr. 9 – hvilken sammenhængende struktur af data anvendes i CoreFM

Bygningsdele repræsenteres med et grafisk ikon på tegninger samt tilknyttes data om drift og vedligeholdelse
Data kan tilgås via tegninger

Indlæggelse af data i CoreFM foregår delvist manuelt og via import af 2D plantegninger fra AutoCAD. Der kan ikke importeres data i 3D og plantegningerne skal bearbejdes i AutoCAD før en import er mulig. Importen af dwg-filer virker dog effektiv i kraft af at der herved automatisk oprettes en arealstruktur for en hel ejendom. Til gengæld er det omfattende at skulle indtegne polygoner for hvert rum frem for at programmet kan læse rummene direkte fra tegningen.

Som nævnt i afsnit 5.2.2, foregår overførsel af øvrigt data ved at forskellige entreprenører indtaster dette i en formular via et site på internettet. Byggeweb har startet et udviklingsarbejde med henblik på at gøre det muligt for entreprenører at hente digitale data om objekter direkte fra forskellige producenter. I den sammenhæng nævner Hermansen, Digitalt Produktkatalog fra 3dbyggeri danmark, som netop er en database over digitale objekter af byggevareprodukter. Hermansen fremhæver, at det er væsentligt at databasen udbygges til at omfatte mange producenter for at den vil blive brugt.

Hermansen udtaler, at bygherrekravene inden for digital aflevering er uambitiøse. Han uddyber, at DDB-XML ikke er brugbart og at mange aktører og bygherrer ikke kender til IFC. Dermed, udtaler han, at man står tilbage med metode 3 i bygherrekrav nr. 10, om direkte indtastning. Hermansen udtaler yderligere, at der er tendens til at alle venter på alle i forhold til anvendelse og udvikling af IFC på driftsområdet. Det er således svært at definere hvilke informationer et FM-domæne i IFC skal kunne indeholde.

Af de tre metoder i bygherrekrav nr. 10 for overførsel af data, kan CoreFM kun efterleve direkte indtastning. Dette på trods af at programmet kan importere dwg-filer. Til gengæld giver Byggeweb udtryk for at være temmelig interesserede i udvikling af bedre metoder for import af data, blandt andet ved brug af IFC og Digitalt Produktkatalog.

Tabel 27 Angående bygherrekrav nr. 10 – hvordan kan data overføres til CoreFM

Manuel indtastning og import af dwg-filer

5.3.3 Rambyg

Rambyg er oprindeligt udviklet for Rambøll af Torsten Alf Jensen, som driver et selvstændigt konsulentfirma. Jensen udtaler, at videreudvikling af programmet bestemmes af udviklingen på markedet og ønsker fra kunder. Er der et specifikt ønske fra en kunde, der vurderes at være et alment ønske, indarbejdes dette i programmet.

Som beskrevet i afsnit 5.2.3, fokuserer Rambyg kun på konkret drift og vedligehold. Jensen betragter alt information om drift og vedligehold der kan kobles på en bygningsdel som relevant FM-data. Med hensyn til det nærmere omfang af data der bør lægges ind i programmet, udtaler han, at dette afgøres af kunden og at en kunde ofte udbygger sin datamængde løbende. Dog kommenterer han yderligere, at der normalt ikke lægges noget ind der ikke er nødvendigt.

Det tyder på, som for Caretaker og CoreFM, at der ikke ligger en egentlig undersøgelse af hvad relevant FM-data er, til grund for opbygningen af programmet. Der er til gengæld bevidsthed om, at programmet er begrænset til kun at vedrøre konkret drift og vedligehold. Jensen giver ikke udtryk for decideret modstand imod indlæggelse af en stor mængde data, men lader det i højere grad være op til den enkelte kunde.

Tabel 28 Angående bygherrekrav nr. 8 – hvad prioriteres i Rambyg som værende relevant FM-data

Alt der kan kobles på en bygningsdel
Omfanget af data afgøres af kunden

Data i Rambyg struktureres efter SfB-systemet og bygningsdelskort der indeholder bygningsdele, komponenter og aktiviteter. Billeder og tegninger i programmet er ikke interaktive med aktiviteter der er knyttet til komponenter. Til gengæld bevares relationen mellem bygningsdelskort og en IFC-model når denne er anvendt ved oprettelse af bygningsdelskortet. Relationen består i, at alle forekomster af en bygningsdel fremhæves i IFC-modellen når denne tilgås via det aktuelle bygningsdelskort. Der kan dog ikke differentieres mellem de forskellige forekomster og IFC-modellen kan omvendt ikke anvendes som indgang til data i bygningsdelskortene. Således er relationen kun til visuel orientering af placering af bygningsdele.

I forbindelse med angivelse af aktiviteter og vejledninger for vedligehold, er det muligt at uploade filer, fx datablade. De uploadede filer lægges ikke i en fælles database hvortil man kan henvise, men i stedet skal der uploades unikke filer hver gang. Jensen udtaler dog, at der skal oprettes en fælles

database i en ny version af programmet. I modsætning til Caretaker, hvor der oprettes links til filer uden for systemet, ligger alle dokumenter i Rambyg. Den nuværende struktur af Rambyg indebærer, at der kan eksistere flere eksemplarer af samme dokument og dette er netop hvad der søges at undgås med Caretakers link-system.

Der er altså en vis sammenhæng mellem forskellige typer af data i Rambyg, men det er begrænset hvor intelligent denne sammenhæng er. Som bygherrekrav nr. 9 er formuleret vurderes det at være muligt at programmet efterlever kravet, dog i en ret lille grad.

Tabel 29 Angående bygherrekrav nr. 9 – hvilken sammenhængende struktur af data anvendes i Rambyg

Modeller og tegninger er ikke interaktive med aktiviteterne knyttet til komponenter
Fra bygningsdelskort kan en IFC-model tilgås og forekomster af bygningsdelen vises i modellen. Det er ikke muligt omvendt at tilgå bygningsdelskort fra objekter i IFC-modellen

Oprettelse af data i Rambyg foregår delvis manuelt og via import af en 3D model i IFC-format, som beskrevet i afsnit 5.2.3. Jensen vurderer, at det er under 10 % af Rambølls kunder der benytter IFC import, hvilket udtrykker at proceduren ikke er særlig udbredt. Selv når der anvendes import af en IFC-model skal der lægges en del manuelt arbejde i oprettelse af alle data. Det er interessant at programmet ikke kan oversætte IFC-elementer til SfB-numre, da dette ellers i høj grad ville minimere det manuelle arbejde.

Jensen udtaler, at det ikke er muligt at genbruge data fra én kundes site til en anden kunde og at Rambøll heller ikke ligger inde med en fælles database over forskellige typer bygningsdelskort. Dette betyder at der er sandsynlighed for at flere kunder opretter samme grunddata fra bunden. Dog udtaler Jensen, at hver kunde har mange egne bygningsdele og derfor alligevel skal oprette særlige bygningsdelskort. Han nævner yderligere, at nogle større kunder opretter en master bygning (en fiktiv bygning) hvorfra de uddeler informationer til samtlige af deres bygninger.

Jensen fremhæver, at processen ved aflevering er lige så vigtig som den fysiske aflevering af data. Han udtaler, at ingen parter må have ulemper ved processen og at det drejer sig om at alle ser en fordel i digital aflevering. Som for CoreFM, indtastes data af forskellige entreprenører. Jensen fremhæver, at det netop kun er den enkelte fag-entreprenør som kender de aktiviteter der skal knyttes til hver komponent.

Rambøll vurderes til at kunne efterleve to af de angivne metoder for overførsel af data angivet i bygherrekrav nr. 10, netop direkte indtastning og import via IFC. Rambøll er således det eneste af de tre FM-systemer, der er undersøgt i denne rapport, som kan håndtere IFC-formatet. Til gengæld er processen ved import heraf ikke fuldt automatiseret og det er også begrænset i hvor høj grad IFC-modellen udnyttes i programmet.

Tabel 30 Angående bygherrekrav nr. 10 – hvordan kan data overføres til Rambyg

Manuel indtastning og import af IFC-model

5.3.4 Sammenligning

Tabellen nedenfor opstiller en vurdering af hvorvidt de tre FM-systemer, Caretaker, CoreFM og Rambyg, kan efterleve bygherrekrav 9-10 der omhandler digital aflevering. Programmerne er angivet enten et √ hvis programmet efterlever kravet og et ÷ hvis det ikke gør. Dette er en skarp opstilling og de nærmere nuanceringer vil blive beskrevet i det følgende.

Tabel 31 Vurdering af de tre FM-systemer med hensyn til om de efterlever bygherrekravene på området digital aflevering (krav nr. 8-10).

	Caretaker			CoreFM			Rambyg		
Krav nr. 8	√			√			√		
Krav nr. 9	÷			√			√		
Krav nr. 10	DDB-XML	IFC	direkte	DDB-XML	IFC	direkte	DDB-XML	IFC	direkte
	÷	÷	√	÷	÷	√	÷	√	√

Betragtes først bygherrekrav nr. 10, der foreskriver at måden for aflevering af data enten skal foregå ved brug af DDB-XML, IFC eller ved direkte indtastning, kan ingen af de tre programmer understøtte alle tre metoder. Dette betyder, at programmerne potentielt kan være afskåret fra at indgå i byggeprojekter udelukkende på grund af manglende muligheder for import af data. Stilles der krav om aflevering af data i DDB-XML, kan ingen af programmerne understøtte dette. Stilles der krav om aflevering af data i IFC, kan hverken Caretaker eller CoreFM understøtte dette. Kun Rambyg kan modtage data i IFC og lever dermed bedst op til bygherrekravet. Det eneste der gør, at Caretaker og CoreFM kan indgå i et projekt med digital aflevering er, at bygherrekravet tillader metoden med direkte indtastning. Der er, som tidligere kommenteret, ingen automatik eller udnyttelse af datagenbrug ved direkte indtastning, men så længe det er angivet som en metode i bygherrekravene, kan Caretaker og CoreFM altså overordnet set opfylde bygherrekravet. Selvom CoreFM gør brug af en importfunktion og dermed opretter den grundlæggende datastruktur i programmet, har det ingen indflydelse på, at kunne opfylde bygherrekravet i højere grad. CoreFM importerer filer i dwg-format og dette er ikke angivet som en mulig metode bygherrekravet.

Import af en IFC-model i Rambøll er, som beskrevet i afsnit 5.3.3, ikke ensbetydende med at data oprettes automatisk i programmet. Det er således en fordel at programmet kan importere data i IFC-

format, men udnyttelsen af denne funktionalitet kunne være større. Som det ligeledes tidligere er beskrevet, er der i Rambyg ikke en intelligent sammenhæng mellem aktiviteter og IFC-modellen, hvilket er et af områderne hvor IFC-modellen ellers ville kunne udnyttes i højere grad. Sammenhængen mellem tegninger og bygningsdele i CoreFM er på nogle punkter mere intelligent. Her kan informationer om vedligehold af en konkret bygningsdel tilgås via udpegning af denne på en tegning. Repræsentationen af bygningsdelen på tegningen udgår dog kun et ikon og symboliserer dermed blot bygningsdelen frem for at gengive det virkelige udseende af den.

Baseret på at Rambyg og CoreFM har en struktur hvor data er delt i to typer, tegninger/IFC-model og informationer om konkrete drifts- og vedligeholdelsesopgaver, er begge programmer vurderet til, at kunne efterleve bygherrekrav nr. 9. Dette på trods af at relationen mellem de to typer af data for begge programmer næsten udelukkende består i visuel orientering. Caretaker er til gengæld vurderet til ikke at kunne efterleve bygherrekrav nr. 9, da programmet ikke indeholder nogen sammenhæng mellem tegninger og øvrigt data.

At give en vurdering af FM-systemer i forhold til bygherrekrav nr. 9, er generelt ikke lige til. Kravet angiver netop kun kortfattet at data skal afleveres i form af en *datamodel* og *dokumenter* imens definitionen af en *datamodel*, fremsat af DACaPo i afsnit 3.2.2, er temmelig bred. Samlet betyder det, at en opstilling af entydige kriterier for, at et FM-system efterlever bygherrekrav nr. 9, ikke er oplagt. Dermed kan det ikke afvises at Rambyg og CoreFM efterlever kravet.

Alle tre programmer kan anvendes i en driftsfase, men har forskellige fokusområder. Da der i bygherrekrav nr. 8 ikke er specificeret hvilke data der skal afleveres og når alle programmerne er velfungerende i en driftssituation, må det vurderes, at de alle lever op til kravet. Dog skal det fremhæves, at der ikke er noget der tyder på, at programmerne er udviklet med øje for at kunne dække alle aspekter af FM. Der kan således sagtens opstå en situation hvor en bygherres krav til hvad der er relevant FM-data, og dermed hvad der skal afleveres, ikke kan håndteres af nogen af programmerne. Som kravet er formuleret, er det helt op til bygherren hvad der skal afleveres og på den vis kan det være svært for et FM-system at være opbygget til at kunne håndtere og modtage alt hvad der stilles krav om.

Det anbefales af alle tre udbydere af FM-systemerne, at datamængden i programmerne skal holdes på et begrænset niveau. Dette kunne være en naturlig følge af, at programmerne ikke dækker alle områder inden for FM, men holdningen virker mere til at gå i retning af, at for meget data generelt ikke er godt. Begrænsningen går i sær på, at data ikke er relevant hvis der ikke er koblet en aktivitet på. Dette kan være udtryk for, at de medarbejdere som skal arbejde med den faktiske drift og vedligehold af en bygning, ikke gives stor tillid til selv at kunne anvende data og ud fra erfaring planlægge de aktiviteter der skal udføres. Kun at beskæftige sig med data med tilhørende aktiviteter, kan yderligere virke som en følge af den 5-årige ansvarsperiode som er angivet i *AB92* og *ABT93*, beskrevet i afsnit 3.1.2. Opstår der fejl eller mangler inden for 5 år, vil der blive set på om entreprenørens anvisninger for drift og vedligehold er blevet fulgt af driftsherren og derfor er det således væsentligt at have disse informationer i et FM-system. Der kan altså være tendens til både at tænke kortsigtet, 5 år, og at afskære FM-medarbejderne fra data som kan indeholde værdi selvom der ikke fra start er koblet en aktivitet på. Hvis der ligger digitale data til rådighed fra projektering og

udførelse af et byggeri, som potentiel kan anvendes i driftsfasen, kræves det blot at et FM-system er i stand til effektivt at søge i denne datamængde. Dermed vil der ikke være behov for at sortere data fra, men i stedet at prioritere data.

Anbefalingerne om begrænsning af datamængden i et FM-system, kan også være forbundet med måden hvorpå data overføres hertil. Den almindelige måde at overføre data til Caretaker på, er ved manuel indtastning. Dermed opstår en barriere i kraft af at der kræves mange ressourcer for at overføre data. Både CoreFM og Rambyg kan importere data, men den samlede overførsel af data er stadig forbundet med en del manuelt arbejde. Det er altså sandsynligt, at teknologiske begrænsninger er den reelle årsag til udbydernes anbefalinger om at begrænse sin datamængde, imens det argumenteres at årsagen er frasortering af irrelevant data.

Bygherrekravene nr. 8 og 9 stiller ikke klare kriterier til et FM-system. Som netop beskrevet, kan definitionen af *datamodel* tolkes bredt og hvad der defineres som relevant FM-data er udelukkende op til bygherren for det enkelte projekt. Bygherrekravet nr. 10 er mere klar, idet der angives specifikke formater til brug for overførsel af data. Til gengæld indeholder kravet også muligheden for direkte indtastning, hvilket betyder at ethvert FM-system kan efterleve kravet. Det er vurderet, at alle tre FM-systemer kan efterleve bygherrekravene, bortset fra Caretaker med hensyn til krav nr. 9. I kraft af at kravene er åbent formuleret, vil en vurdering af at et FM-system efterlever bygherrekravene, ikke være ensbetydende med at en digital aflevering til det pågældende FM-system vil foregå automatiseret og medføre en avanceret datastruktur til brug aktivt i driftsfasen.

5.4 Analyse i forhold til BIM

Dette afsnit vil undersøge om FM-systemerne kan indgå i et byggeprojekt hvor der arbejdes med BIM. Programmerne vil blive analyseret i hvor høj grad de understøtter de arbejdsmetoder og teknologier der indgår i konceptet BIM, som det blev beskrevet i afsnit 2.3 og 2.4. I forrige afsnit, 5.3 om bygherrekravene, er der blevet behandlet nogle aspekter som også vedrører BIM. Det er således valgt at lægge fokus i dette afsnit på de følgende punkter.

- Datagenbrug og dataudveksling
- 3D, 4D og 5D
- Erfaringsopsamling og simulering

5.4.1 Datagenbrug og dataudveksling

Som det er beskrevet i afsnit 5.3, foregår oprettelse af data i alle tre FM-systemer i større eller mindre grad manuelt. Når der arbejdes med BIM er digital udveksling af data mellem forskellige parter og forskellige IT-systemer et centralt aspekt. At FM-systemerne derfor ikke har mange muligheder for at modtage digitale data og importere disse i systemet, er en stor barriere for at kunne indgå i et BIM-projekt.

Grundstrukturen i alle FM-systemerne tager udgangspunkt i bygningsdele, imens en BIM-model er opbygget af objekter der repræsenterer hver bygningsdel. Dermed er der et tydeligt sammenfald mellem BIM og FM-systemerne på dette område. For at skabe øget mulighed for kommunikation mellem systemerne og dermed at kunne udveksle data i højere grad, ligger der således en mulighed i at udnytte, at grundstrukturen netop både i en BIM-model og i FM-systemerne består af bygningsdele. Et klassifikationssystem spiller en stor rolle i denne sammenhæng da der er behov for entydigt at navngive hver bygningsdel. Det optimale vil være, at der i BIM-modellen og FM-systemerne blev anvendt samme klassifikation, men mere væsentligt er det, at være i stand til at oversætte fra ét klassifikationssystem til et andet. I Rambyg kan importeres en IFC-model med tilhørende IFC-navngivning af alle objekter. Oversættelsen fra IFC til SfB foregår manuelt i programmet og det er denne proces det ville være interessant at automatisere ved at programmere Rambyg til selv at udføre oversættelsen. Der er således et potentiale for alle FM-systemerne i at udnytte bygningsdele og klassifikation til at opnå en stærkere relation til en BIM-model. Det er dog væsentligt at bemærke at SfB-systemet er på vej til at blive erstattet med det nye klassifikationssystem, DBK.

I kraft af dårlige muligheder for dataudveksling, er der ligeledes ikke store muligheder for genbrug af data. En BIM-model indeholder blandt andet en fuld 3D repræsentation af det aktuelle byggeri og hvis denne af teknologiske årsager ikke kan anvendes i driftsfasen, kan det betragtes som spild af potentiale. Caretaker er det program der indeholder mindst grafik og hvis dette program således indgik i et BIM-projekt, ville BIM-modellen ved aflevering i høj grad være ubrugelig. En overgang fra 3D til ren alpha-numerisk struktur vurderes som et tilbageskridt og mangel på genbrug af data. Datagenbrug betragtes i et BIM-projekt som en måde at spare ressourcer og effektivisere processer.

Disse fordele vil man ikke kunne drage nytte af i et BIM-projekt hvor enten Caretaker, CoreFM eller Rambyg indgik som FM-system.

5.4.2 3D, 4D og 5D

Der kan i Caretaker oprettes links til alle typer af filer og dermed fx tegninger og modeller. På den vis kan der arbejdes med både 2D og 3D. At der netop linkes til tegninger og modeller, betyder dog, at der ikke er nogen relation mellem data i tegninger/modeller og det øvrige program. Dette stemmer ikke overens med BIM, da konceptet betyder at der skal være intelligente relationer mellem alle typer af data. Simple link er således ikke godt nok.

Strukturen i CoreFM tager udgangspunkt i plantegninger og arealfordeling. Der arbejdes således i 2D og ikke rumligt i 3D, som ellers er omdrejningspunktet i BIM. Der er til gengæld en vis relation mellem bygningsdele på tegninger og det øvrige data i programmet, hvilket ligger i tråd med BIM. Relationen skal dog være meget stærkere for at matche en BIM-model, i form af at bygningsdele skal repræsenteres af objekter frem for ikoner og at hele datastrukturen skal være konsistent således at en ændring ét sted i systemet skal slå igennem i resten.

I Rambyg kan der arbejdes med alle 5 dimensioner og der er således en direkte overensstemmelse mellem Rambyg og BIM på dette punkt. Som beskrevet i afsnit 5.3.3, er der dog kun meget lille relation mellem de 5 dimensioner i Rambyg. En rumlig IFC-model kan i programmet kun angive forekomster af hver bygningsdel og således fungere som visuel orientering. Selvom alle de fem dimensioner er til stede i Rambyg, mangler relationen imellem dem og derfor er der ikke reelt tale om BIM.

Det er altså generelt for alle FM-systemerne, at relationer imellem dimensionerne skal være stærkere for at fungere i et BIM-projekt. Yderligere kan Caretaker og CoreFM ikke håndtere alle dimensioner da de mangler det grafiske og rumlige. Alle programmerne arbejder til gengæld i høj grad med den 4. og 5. dimension, hvilket er styring af tid og økonomi. Dette er en af kerneopgaverne i et FM-system da det indgår som en central del i planlægning af drift og vedligehold. Kan der skabes en kobling mellem FM-systemernes funktionaliteter inden for tid og økonomi med en 3D-model, opnås samme struktur og funktionalitet som en BIM-model. Styrken ved BIM er netop at alle dimensioner er til stede og har en stærk relation til hinanden.

5.4.3 Erfaringsopsamling og simulering

Brug af simuleringer fremhæves, af (Eastman, et al. 2008), som en af fordelene ved BIM i kraft af at en BIM-model skaber et godt datagrundlag herfor. Som netop beskrevet i afsnit 5.4.2, indeholder alle FM-systemerne funktioner der kan lægge budgetter for drift og vedligehold af en given bygning. Dette betyder at systemerne indeholder de funktioner der kræves for selve beregningen i en eventuel simulering af driftsomkostninger. En sådan simulering vil kunne anvendes til at påvirke beslutninger om blandt andet materialevalg og generelt være et brugbart input i valg af design. Der hvor alle FM-systemerne dog har en væsentlig mangel i forhold til at udføre simuleringer er, at de

ikke kan importere data fra en BIM-model. Når der simuleres, skal der kunne trækkes et datagrundlag ind i systemet hvorudfra beregningerne kan foregå og da FM-systemerne ikke kan modtage disse data, kan der heller ikke udføres beregninger. Det program der kommer tættest på at kunne importere data fra en BIM-model, er Rambyg da dette system, som tidligere nævnt, kan importere via IFC.

I alle FM-systemerne er det muligt i en vis grad at trække erfaringer ud, men sådan funktionalitet tillægges forskelligt betydning blandt systemerne. I Rambyg er det stort set kun større kunder som opsamler erfaring. Dette foregår ved, at de opererer med en fiktiv bygning i systemet hvortil relevant data fra forskellige øvrige bygninger overføres. Efterfølgende kan der drages nytte af dette data i alle kundens bygninger. I Caretaker er der mere systematik. En journal i programmet gemmer alle udførte aktiviteter, herunder eventuelle forskelle mellem planlagt udgift og faktisk udgift forbundet med hver aktivitet. Sådanne oplysninger vil kunne bruges til at identificere problemer. Hvis en aktivitet har krævet større omkostninger end beregnet, er der sandsynlighed for at fx en bygningsdel har været af dårlig kvalitet, at der er blevet valgt et forkert materiale til formålet eller at udførelsen af den aktuelle aktivitet ikke har været effektiv. Sådanne data kan anvendes i forbindelse med den fremtidige drift og vedligehold samt ved nybyggeri eller til-/ombygning. Skal dette data kunne anvendes i et BIM-projekt og med henblik på at inddrage FM i designfasen, er det dog nødvendigt at programmet kan kommunikere med en BIM-model. I CoreFM kan der arbejdes med nøgletal som vises i diagrammer. Dette er vurderet til at give et godt overblik og virker således til mest direkte at kunne indgå i en designfase, i forhold til de andre FM-systemer. Til gengæld vil data fra Caretaker kunne lægges over i fx Excel hvormed lignende diagrammer kan opsættes. Generelt vurderes det, at erfaringsopsamling kun understøttes i mindre grad i programmerne og at der altså ligger uudnyttede potentialer i programmerne i forhold til at bidrage til fremtidig driftsvenligt byggeri.

6 Model for integration af BIM og FM

Dette kapitel søger at opstille en model for hvordan BIM og FM kan integreres. Modellen er tiltænkt som et oplæg til debat frem for en fuldstændig og endelig løsning. De forrige kapitler i denne rapport danner alle grundlag for opstillingen af modellen. Både interviews, afprøvning af eksisterende FM-systemer, standarder der berører afleveringen samt visioner ved brug af BIM anvendes således til at forme modellen. Først beskrives en række kriterier der skal opfyldes for at modellen kan opstilles. Herefter fremstilles modellen i tre perspektiver: før aflevering, i forbindelse med aflevering og efter aflevering.

6.1 Kriterier for opstilling af model

Før der i praksis kan arbejdes med BIM i relation til FM, er der nogle overordnede forhold der skal afklares. Først og fremmest skal det være teknisk muligt at udveksle data mellem driftsherren og de øvrige parter. Dette stiller krav til de formater og software der anvendes. Åbne standarder vurderes som den bedste måde at forbedre dataudvekslingen og IFC kan således spille en stor rolle. Det er yderligere væsentligt, at definitionen af FM forankres mere bredt i byggebranchen og at der skabes klarhed omkring indholdet af D&V-vejledninger og dermed hvilke data der er relevante for driftsfasen, som det er formuleret i bygherrekravene. I kraft af at FM som fagområde er forholdsvis nyt og at eksisterende standarder primært kun omhandler driftsforvaltning, kan der være behov for udvidelse af D&V-data til FM-data. Sidst men ikke mindst, bør juridiske forhold tilpasses digitale arbejdsmetoder.

Teknologien skal virke

- Åbent udvekslingsformat
- Udbygning af IFC til at omfatte FM

Mere klarhed omkring FM

- Konkret indhold af D&V-vejledninger
- FM er bredere end blot D&V – skal der afleveres mere data end blot D&V-vejledninger

Juridiske forhold skal afklares

- Rettigheder til en BIM-model

Integration af BIM og FM kan betragtes i tre perspektiver, som listet nedenfor. Selve tidspunktet for aflevering af hele byggeriet er sådan set blot en gennemgang af den fysiske bygning, overlevering af samlet materiale til driftsherren og et håndtryk. Fordi der arbejdes med BIM og digital aflevering, behøves det ikke at ændre på forskrifterne i AB92 og ABT93 om afleveringsforretning. Det er mere udviklingen og samlingen af as-built information og D&V-vejledninger der er interessant.

- Før aflevering
- I forbindelse med aflevering
- Efter aflevering

6.2 Før aflevering

Perioden fra ide til udførelsesfasen, vil blive betragtet i dette afsnit. Der vil kunne drages flere fordele ved at inddrage FM i designfasen og en mulighed for at arbejde med en FM-model på linje med øvrige fagmodeller vil blive undersøgt.

6.2.1 Krav fra bygherren

Der bliver nødt til at tages højde for, at det i sidste ende er bygherren der skal definere og formulere sine krav til byggeriet, også med hensyn til hvad der skal afleveres og i hvilken form dette skal være. Det kan dog være en svær balancegang, at stille disse krav. Bygherren er primært interesseret i funktionskrav frem for tekniske specifikationer der kræves for at opnå en bestemt funktion. Til gengæld kan der være sandsynlighed for, at bygherren ikke får det han ønsker hvis kravet ikke er præcis formuleret. Alle der deltager i et byggeprojekt udfører det de får tilsvarende betaling for. Hvis der imellem bygherren og en anden part er uklarhed omkring et bestemt arbejde, kan der være sandsynlighed for at arbejdet ikke udføres som bygherren havde forventet.

Ønsker bygherren en driftsvenlig bygning, kan et krav hertil både formuleres som, at isoleringen skal have en minimum tykkelse eller at blot varmetab skal minimeres så der kan opnås energibesparelser. Ligeledes kan et krav formuleres som, at temperaturen i rummene skal ligge inden for et vist interval samt at luften skal udskiftet et vist antal gange i timen eller at der blot skal være et godt indeklima i rummene.

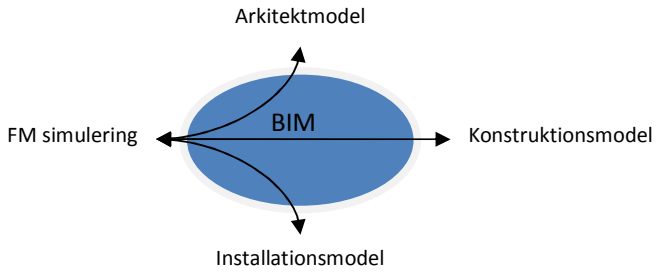
Spiller FM en større rolle i designfasen, kan det muligvis blive nemmere for bygherren at formulere sine ønsker som funktionskrav uden at øge sandsynligheden for misforståelser. Det vurderes således, at inddragelse af professionel FM-ekspertise vil være nødvendigt. En FM-rådgiver kan supplere en bygherrerådgiver og arkitekter, med specialiseret viden inden for FM.

6.2.2 Simulering af driftsfasen

De traditionelle parter som skal samarbejde om at opfylde bygherrens ønsker er en arkitekt, en konstruktionsingeniør og en installationsingeniør. Det kan være et puslespil at få alle fagområder til at spille sammen og give bygherren den bedste løsning. Et krav om en driftsvenlig bygning, kan således betragtes som endnu en faktor der skal tages med i puslespillet, foruden det æstetiske udtryk, en statisk holdbar løsning og plads til den fornødne rørføring. Driftshensyn går dog på tværs af de traditionelle fagområder, da der både lægges vægt på brugernes velbefindende i bygningen samt praktisk drift og vedligehold af bygningsdele.

Måden hvorpå ekspertise inden for FM repræsenteres i designfasen, kunne, foruden FM-rådgivere, være i form af en FM-model. Med BIM arbejdes der netop med fagmodeller fra arkitekten, statikeren og installationsingeniøren. Det vil således være nærliggende også at operere med en FM-model. I arkitektens model repræsenteres ofte alle bygningsdele, eller dele heraf, som ikke er bærende imens de bærende dele er indeholdt i statikerens model. I installationsmodellen er selvsagt alle

installationer repræsenterede. Der er ingen bygningsdele som specifikt kan tildeles en FM-model og derfor vil en FM-model være markant anderledes end de øvrige fag-modeller. Hovedfunktionen i modellen vil i stedet være simuleringer. En FM-model skal således indeholde forskellige regelsæt som kan anvendes til at teste fællesmodellen eller de andre fagmodeller direkte. Figur 26 illustrerer den indvirkning simuleringer fra en FM-model vil have på de øvrige fagmodeller samt BIM-modellen.



Figur 26 FM simuleringer dannes på baggrund af BIM-modellen og feedback herfra går igennem BIM-modellen hvorved de andre fagmodeller påvirkes.

Mulige forhold som kan simuleres i en FM-model, er opstillet nedenfor. Formålet med simuleringerne bør være at skabe et større informationsgrundlag hvorpå designbeslutninger kan træffes. Der vil blandt andet være mulighed for at skabe øget kvalitet af bygningen i driftsfasen og/eller minimering af driftsomkostninger. Simuleringer af FM er ikke ment til at diktere det endelige design af en bygning, men at oplyse om mulige konsekvenser på lang sigt ved forskellige designforslag. I afsnit 2.1.6 blev netop beskrevet hvordan en beslutning søges at træffes på største informationsgrundlag, men stadig så tidligt som muligt.

- Totaløkonomi, hvad vil et givent design medføre af omkostninger til drift og vedligehold i driftsfasen?
- Tilgængelighed mht. rengøring, handicappede samt adgang til installationer og bærende konstruktioner
- Indeklima
- Brand/evakuering
- Bæredygtighed
- Energiforbrug

6.3 I forbindelse med aflevering

Selve afleveringen af den fysiske bygning udgør primært blot et tidspunkt. Som angivet i *AB92* og *ABT93* skal byggeriet gennemgås for fejl og mangler hvorefter der underskrives en afleveringsprotokol. Aflevering af dokumentation til driftsherren kan med fordel foregå før aflevering af selve bygningen. Dermed vil driftsherren have mulighed for at forberede sig på at tage bygningen i drift hurtigst muligt efter overdragelsen. Strengt taget medfører aflevering af hverken bygning eller dokumentation nogle særlige forhold i et BIM-projekt i forhold til et traditionelt projekt. Der hvor forskellen opstår, er i forbindelse med oprettelse og samling af byggeriets dokumentation og dette vil være i fokus i det følgende.

6.3.1 Indhold og form af dokumentationsmaterialet

Det er standardiseret, at det der skal afleveres omfatter as-built information og D&V-vejledninger. Til gengæld er der ikke standardisering omkring omfanget heraf og det helt konkrete indhold. Når der i løbet af projektering og udførelse er arbejdet ud fra en BIM-model, vil det kun være nærliggende også at indarbejde dokumentationen for byggeriet i denne BIM-model. Dermed vil det der afleveres være en BIM-model opdateret til at matche as-built og beriget med informationer om D&V samt eventuelt øvrig data der indgår i dokumentationen. Som nævnt i afsnit 6.1, er et af kriterierne for integration af BIM og FM, at der skabes mere klarhed omkring hvad der konkret skal afleveres. Det vil derfor ikke kommenteres yderligere her, men der fokuseres i stedet på den form som data afleveres i.

Det overordnede indhold af dokumentation, som afleveres til driftsherren:

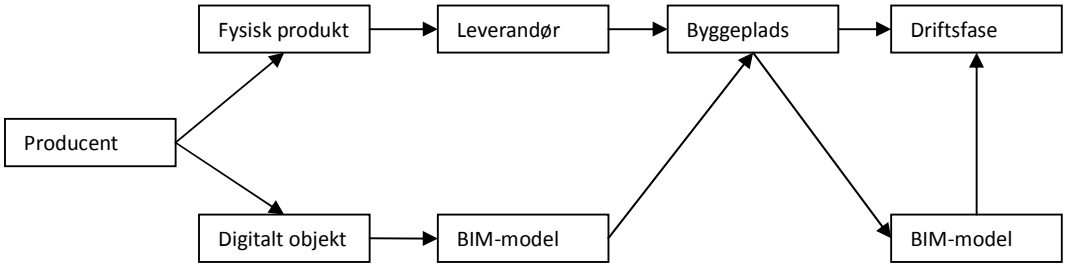
- As-built information
- D&V-vejledning
- Eventuelt øvrigt data der er behov for til FM, da dette er mere end blot driftsforvaltning

I kapitel 4 og 5 fremgår, at flere interviewede giver udtryk for, at ikke alt data er relevant i driftsfasen og at datamængden der afleveres således skal begrænses. Når der arbejdes med BIM, er alt data digitalt og indeholdt i én model, organiseret på en struktureret form. Behovet for at fravælge data må være en del mindre så længe det i forvejen er oprettet og eksisterer i en søgbar digital BIM-model. Baseret herpå kan as-built information beskrives som en fuldt detaljeret BIM-model der har været anvendt og udbygget igennem alle faser i byggeriet for til sidst at blive opdateret i forhold til as-built. Der er ved overlevering til driftsherren således ikke decideret slettet noget data, men kun redigeret i data. BIM-modellen har altså et højt informationsniveau og detaljeringsgrad, hvilket netop af nogen vurderes til at unødvendigt i driftsfasen. Til gengæld vil en sådan model skabe mulighed for at kunne anvendes til fx nedrivning bygningen og genbrug af materialer. Frem for kun at tænke daglig drift og vedligehold skabes altså muligheder for at beskæftige sig med FM i et bredt perspektiv og anvende modellen igennem hele byggeriets levetid.

6.3.2 Digitalt data leveret af byggevareproducenter

Det er nødvendigt at nogen skal oprette den datamængde som indgår i dokumentationsmaterialet. Når der arbejdes med BIM og digitalisering generelt, kan opfattelsen af at alle processer er automatiserede dog have tendens til at dominere. For at opnå så meget automatisering som muligt, vil det være hensigtsmæssigt at uddelegere arbejdet med oprettelse af digitale data. I forbindelse med partnering, fordeles ansvar mellem parterne i forhold til hvem der bedst kan påtage sig de forskellige ansvarsområder og dette er oftest den der har den største ekspertise på området. En producent af byggevarer må vurderes til, at være den der kender sine produkter bedst og derfor kan han ligeledes tildeles ansvaret for at oprette digitale objekter af sine produkter.

Et sådant digitalt objekt, vil kunne indgå direkte i en BIM-model – enten allerede i arkitektens skitsefase eller senere i projekteringen til yderligere detaljering af modellen. Digitalt Produktkatalog[5] er et tiltag der netop har for øje at få producenter til at oprette digitale modeller og at gøre dem tilgængelige for øvrige parter i projekteringen. Det må vurderes at være væsentligt i denne sammenhæng, at sikre sig en vis standardisering og at det er muligt for de projekterende at arbejde videre på objektet modtaget fra producenten. Figur 27 illustrerer hvordan et produkt fra en producent, både fysisk og digitalt, vil indgå i forskellige sammenhænge i løbet af et byggeprojekt.



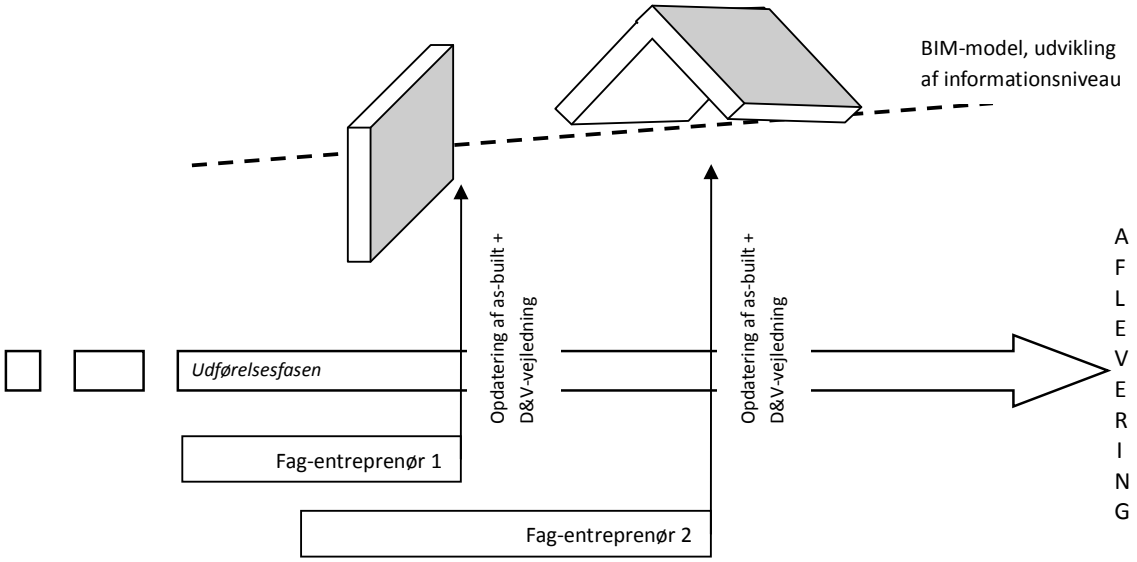
Figur 27 Illustration over hvordan en bygningsdel udvikles af en producent, både som et fysisk produkt og et digitalt objekt. Herefter anvendes bygningsdelen igennem flere faser, både i virkeligheden og i den digitale verden, for til sidst at anvendes i driftsfasen.

6.3.3 Løbende aflevering

Som beskrevet i forrige afsnit, vil en producent af byggevarer kunne levere digitale objekter af bygningsdele. For at disse kan anvendes i driftsfasen, skal de opdateres til at matche as-built. Dette bør den enkelte entreprenør, som har monteret bygningsdelen på pladsen, have størst viden om og derfor være ansvarlig for. Det vurderes at opdatering af en BIM-model således kan finde sted løbende i takt med at de enkelte fag-entreprenører bliver færdige. Opkræves entreprenørerne først at give oplysninger om as-built når hele bygningen står færdig, er der sandsynlighed for at informationer går tabt, da de ikke nødvendigvis ligger frisk i hukommelsen hos alle parter. At

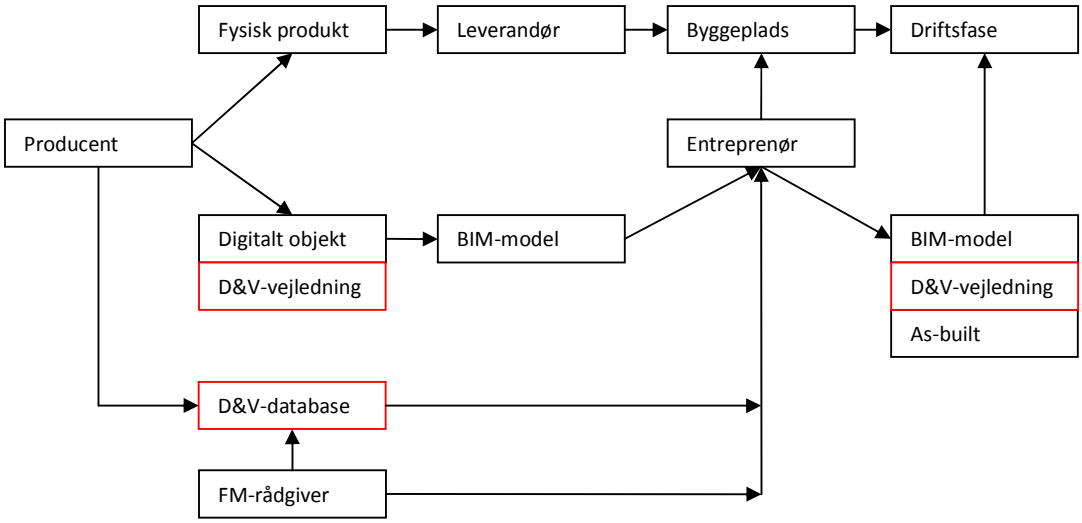
[5] Er udviklet og administreres af 3d byggeri danmark i samarbejde med Teknologisk Institut. Hjemmeside: www.digitaleprodukter.dk.

opdatere en BIM-model til as-built, vil ikke være ensbetydende med et stort modelleringsarbejde eller tilpasning af en lang række tegninger. Dette skyldes, at der arbejdes med 3D frem for 2D og at data findes i en konsistent struktur. At bede hver fag-entreprenør om at opdatere dele af en BIM-model burde dermed af entreprenørerne kunne betragtes som en fordel, frem for at opdatere en række uafhængige tegninger i et traditionelt byggeprojekt. Figur 28 illustrerer den løbende opdatering af en BIM-model.



Figur 28 Fag-entreprenører afleverer løbende i takt med at de bliver færdige på byggepladsen. Alt aflevering foregår ved at opdatere BIM-modellen.

Ud over as-built information skal der, som nævnt, afleveres D&V-vejledninger. Disse kan, ligesom digitale objekter, leveres fra producenten af de enkelte bygningsdele. Det vurderes dog, at det igen er entreprenøren der har det endelige ansvar for at aflevere D&V-vejledninger da der sandsynligvis vil være behov for at tilpasse vejledningerne til de faktiske omstændigheder som bygningsdelen er opført under og skal befinde sig i under driftsfasen. Der er således tale om, at den form som D&V-vejledninger vil foreligge i ved aflevering til driftsherren, er en kombination af data fra producent og entreprenør. Yderligere kan der indgå data fra en FM-rådgiver. Figur 29 viser en illustration af processen. Frem for at D&V-vejledninger knyttes direkte til det enkelte objekt, eller som supplement hertil, kan der arbejdes med en alpha-numerisk database der indeholder vejledninger til drift og vedligehold af en lang række bygningsdele. Databasen kunne eksempelvis være opbygget i XML-formatet og bygge på erfaringer fra tidligere driftsfaser samt ekspertise fra professionelle FM-rådgivere.

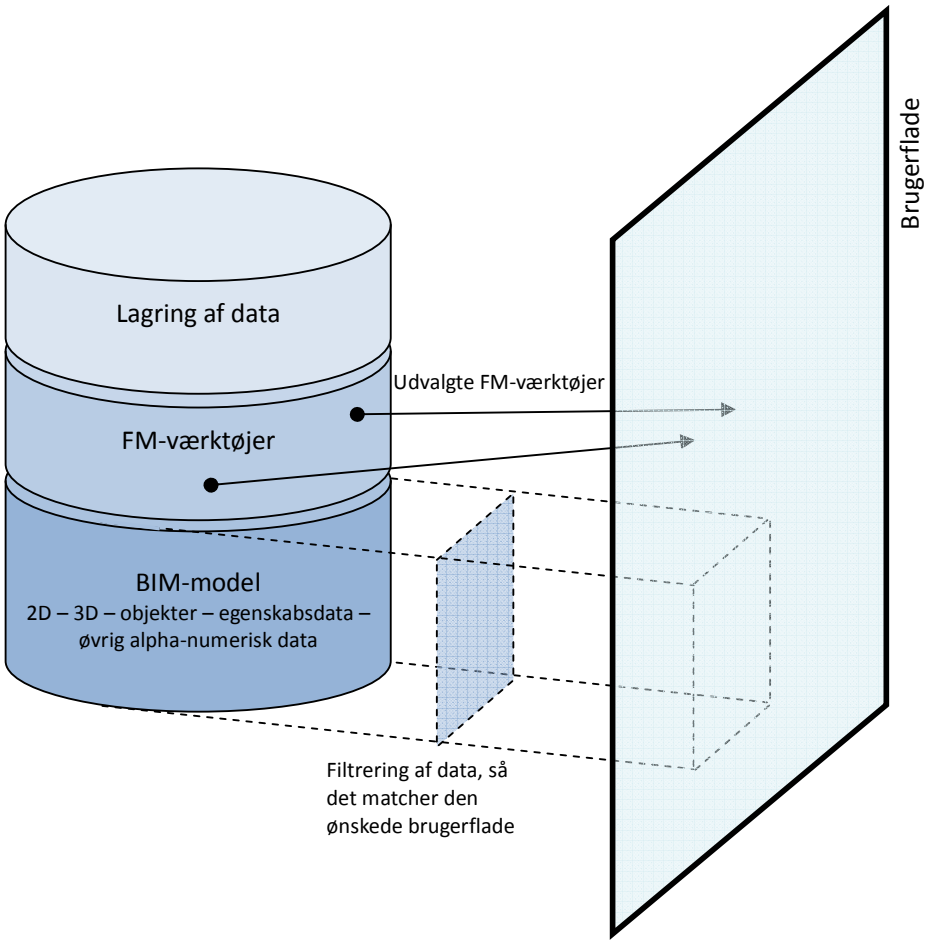


Figur 29 Illustration af hvordan vejledninger til D&V kan leveres af en producent i sammenhæng med hans levering af et tilhørende digitalt objekt. D&V-vejledninger efterses og suppleres af entreprenøren før aflevering til driftsherren. Yderligere kan også anvendes en database med vejledninger om drift og vedligehold af en række bygningsdele.

6.4 Efter aflevering

Som beskrevet i det forrige, har driftsherren ved afleveringen af byggeriet modtaget en BIM-model med alle nødvendige data. Denne skal være mulig at anvende aktivt i driftsfasen og et FM-system bør således understøtte dette. I Figur 30 er der opstillet en illustration over principperne i et FM-system der er opbygget til aktivt at anvende en BIM-model.

Den grundlæggende årsag til at anvende en BIM-model til FM, består i datagenbrug og grafisk overblik. En BIM-model kan indeholde en meget stor datamængde og i en konsistent form. BIM-modellen anvendes aktivt i løbet af alle foregående faser i byggeriet og den opbygges således ikke kun med henblik på anvendelse i driftsfasen, hvilket ville kræve at den skulle opbygges fra bunden ved aflevering af byggeriet. Når et byggeprojekt derfor forløber som et BIM-projekt, vil det kunne betragtes som et stort tab af data hvis BIM-modellen ikke blev anvendt i driftsfasen i relation til et FM-system. Strukturen af data i en BIM-model er konsistent og den grafiske repræsentation af byggeriet giver et visuelt overblik.



Figur 30 Opbygning af et FM-system der bygger på en BIM-model. Der lægges et filter på BIM-modellen således at brugerfladen tilpasses den opgave driftsherren ønsker at udføre.

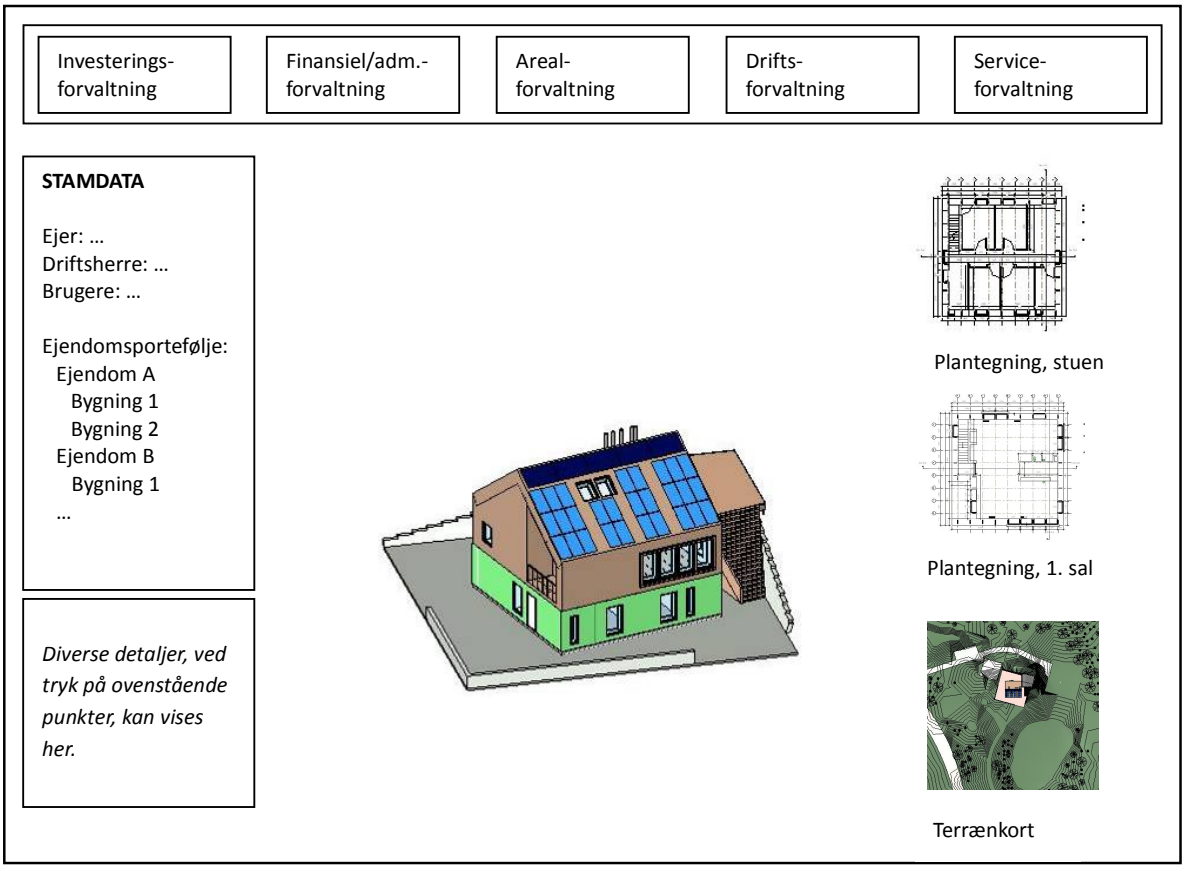
FM-systemet, som er illustreret i Figur 30, består af en BIM-model der fungerer som datagrundlag, en række FM-værktøjer samt en beholder hvori data kan lagres. Overordnet skal der således være et styresystem der binder disse tre aspekter sammen og som genererer en brugerflade. Alle værktøjerne skal til sammen dække alle de opgaver der hører under FM, jævnfør Figur 9 i afsnit 2.2. Der bør altså være tale om et system der kan anvendes til mere end blot traditionel drift og vedligehold. Måden hvorpå brugeren tilgår data i FM-systemet er via forskellige brugerflader tilpasset den aktuelle opgave som brugeren arbejder på. Dette er illustreret ved at kun de ønskede værktøjer til brug for den aktuelle opgave trækkes frem og at der tilsvarende lægges et filter over BIM-modellen. Filteret på BIM-modellen medfører at alt data der ikke har relevans i den aktuelle situation bliver sorteret fra. Der kan for eksempel være tale om følgende.

- at justere detaljeringsgraden af bygningsmodellen således at materialer eller bærende dele ikke fremgår
- kun at få vist en bestemt type bygningsdele
- kun at få vist de egenskaber på objekterne der vedrører energi

Filtreret vil blive genereret af systemet på baggrund af de værktøjer som brugeren vælger at trække frem. Derudover bør der være mulighed for at justere filteret hvis der i den aktuelle situation alligevel er behov for mere eller mindre data. De FM-systemer som blev analyseret i kapitel 5, havde hver deres eget datagrundlag. Dette blev enten oprettet manuelt eller ved at importere data hvorefter der ikke længere var relation til det oprindelige data. FM-systemet i Figur 30 anvender hele BIM-modellen som datagrundlag og der skal således ikke decideret oprettes data i systemet. Data anvendes i stedet direkte fra BIM-modellen. Filteret sørger for at BIM-modellen bliver præsenteret for brugeren i en form således at data er brugbart og at relationen til BIM-modellen stadig eksisterer. Arbejder brugeren eksempelvis med arealforvaltning, vil de ændringer, han laver i fordelingen af arealer, slå igennem i BIM-modellen. Det skal dog være muligt at gemme forskellige versioner af modellen, da der blandt andet i forbindelse med juridiske forhold, kunne blive behov for at gå tilbage til data i den originale model.

I systemet er der yderligere mulighed for at lagre data, uden at dette skal lægges direkte ind i BIM-modellen. Her kan der blandt andet være tale om tidsplaner og budgetter for drift og vedligehold. Det bør her også være muligt at finde en log over forskellige aktiviteter i systemet. På baggrund heraf kan der samles erfaringer til brug ved fremtidig nybyggeri eller blot til forbedring af driften på den aktuelle bygning. Når FM-systemet er opbygget ud fra en BIM-model vil der desuden være gode muligheder i fremtidige projekter for nemt og hurtig at importere data fra et foreløbigt design i en BIM-model og derpå at udføre simuleringer af driften.

Den brugerflade der møder brugeren ved opstart systemet, bør fremhæve at hele systemet bygger på en BIM-model. Dette betyder at 3D og 2D visninger af den aktuelle bygning sættes i fokus. I Figur 31 er givet et bud på hvordan strukturen i denne brugerflade kunne se ud.



Figur 31 Illustration af hvordan strukturen af brugerfladen i FM-systemet kunne se ud ved opstart af programmet. Det grafiske skal sættes i fokus imens alle FM-opgaverne, jævnfør (Jensen, Håndbog i Facilities Management 2006), fremhæves øverst. Herfra kan de forskellige værktøjer i systemet tilgås. Modellen der er anvendt som eksempel er EnergyFlex-House, lånt af Teknologisk Institut.

Det er tidligere kommenteret, at juridiske forhold mellem parterne i et byggeprojekt, kan være uklare i forbindelse med BIM. For at FM-systemet der er beskrevet i dette afsnit, kan fungere, skal driftsherren have brugsret over BIM-modellen. Der kan være forhold omkring ophavsret til modellen som kan udgøre en barriere i denne sammenhæng. De nærmere omstændigheder herom vil ikke blive undersøgt yderligere, men det er væsentligt at være opmærksom på at en afklaring er vigtig.

7 Diskussion

I dette kapitel vil der blive diskuteret tre forhold. Først og fremmest omtales det hvorfor der ikke er klarhed om hvilke data der er relevante til brug i driftsfasen. Dernæst fokuseres der på den rolle som et åbent udvekslingsformat spiller ved overførsel af data mellem forskellige typer software. Endeligt berøres juridiske forhold.

I bygherrekravene, udviklet under Det Digitale Byggeri, fremgår at det er bygherren på det enkelte projekt som skal vurdere hvilke data der er omfattet af den digitale aflevering. Det er formuleret, at kravet (nr. 8) vedrører de data som *bygherren vurderer som relevante for driftsfasen*. Af de udførte interviews blandt drifts- og bygherrer fremgår det til gengæld, at disse ikke er enige om hvilke data der netop er relevante for driftsfasen. Det vurderes ellers som et oplagt område for professionelle FM-rådgivere at spille en aktiv rolle og dermed komplettere bygherrekravet. Yderligere fremgår det af de undersøgte standarder, at der heller ikke her findes en definition af hvilke data der er relevante for driftsfasen. Ved undersøgelsen af de tre FM-systemer, Caretaker, CoreFM og Rambyg, har alle de interviewede givet udtryk for, at det ikke er nødvendigt at indlægge alt data i systemerne. Dermed foregår der en fravælgelse af data begrundet med at noget data ikke er relevant for driftsfasen. Fravælgelsen af data i FM-systemerne, er dog vurderet til delvist at skyldes, at måden hvorpå data indlægges, er forbundet med en del manuelt arbejde hvilket er ressourcekrævende.

En måde at forbedre FM-systemernes muligheder for import af data, er ved anvendelse af IFC. Som nævnt er dette muligt i Rambyg, men der er her kun tale om import af bygningsdele og dermed as-built information. Yderligere er der behov for at importere vejledninger om drift og vedligehold. Sådanne data indtastes i alle programmerne manuelt. Blandt de interviewede er der opbakning til åbne standarder da der dermed kan udveksles data på tværs af software. Udviklingen af IFC på driftsområdet er dog ikke så langt og dermed er IFC på nuværende tidspunkt ikke fuldt anvendelig i en afleveringsproces.

De interviewede drifts- og bygherrer er forbeholdne over for BIM og fremhæver at de teknologiske redskaber til udveksling af data ikke er gode nok til at BIM vil fungere i praksis, men samtidig ser de alle nye muligheder med konceptet. Styrkerne ved BIM, i forbindelse med FM, er vurderet til at omhandle integration af FM i designfasen og strukturering af data i én sammenhængende model. Dette er forhold som de interviewede drifts- og bygherrer selv omtaler som væsentlige og dermed vil BIM reelt kunne opfylde deres behov. Kritikken af BIM går desuden ikke på selve konceptet men på teknologiske løsninger af effektiv dataudveksling.

Et andet aspekt ved anvendelse af BIM, fremgår af kapitel 3, hvor loven om ophavsret vurderes at kunne have en indvirkning på hvordan en BIM-model kan indgå som et aktiv værktøj igennem hele driftsfasen. Der kan være sandsynlighed for at der er begrænsninger på anvendelsesmulighederne af dataudtræk fra modellen på grund af at rettighederne kan ledes tilbage til de mange forskellige aktører der har bidraget med data til modellen. Disse har netop som udgangspunkt ophavsretten

over alt data de hver har udarbejdet. Nærmere juridiske forhold er ikke undersøgt i denne rapport, men muligheden for usikkerhed på området betyder at forholdene herom bør undersøges nærmere.

8 Konklusion

Det kan konkluderes, at drifts- og bygherrer foretrækker at arbejde med digitale driftsdata frem for analoge. Yderligere konkluderes, at BIM kan anvendes som middel til at opnå en effektiv håndtering af disse digitale driftsdata. Det må til gengæld konkluderes, at de undersøgte FM-systemer kun i meget lille grad kan modtage digitale data.

Det fremgår af alle udførte interviews, både blandt drifts- og bygherrer samt udbydere af FM-systemer, at det er en fordel at arbejde med driftsdata i en digital form frem for i en analog form. Dette betyder, at aflevering af data til driftsherren bør foregå digitalt således at driftsherren aktivt kan anvende de digitale data i sit arbejde med FM. Som udgangspunkt omhandler det data der skal afleveres as-built information og D&V-vejledninger. Dette er vurderet til at være et snævert syn eftersom FM som fag-område dækker flere opgaver end blot drift og vedligehold. Generelt mangler der større klarhed omkring hvilke data der er behov for i driftsfasen.

På trods af de klare holdninger til at digitalisering er fordelagtig og at drifts- og bygherrerne sidder med ønsker om at modtage data i digital form, kan de tre FM-systemer, Caretaker, CoreFM og Rambyg, ikke importere digitale data direkte. Indlæggelse af data i alle systemer foregår overvejende ved manuel indtastning. Rambyg er det system der giver bedst mulighed for automatisering af indlæggelse af data, hvilket skyldes, at der via IFC-formatet kan importeres en 3D-model indeholdende alle bygningsdele i det aktuelle projekt. Dog er metoden stadig forbundet med et vist manuelt arbejde. Caretaker er vurderet som det system der indeholder den mindste grad af mulighed for import af data.

I kraft af at FM-systemerne stort set ikke kan importere digitale data, vil de have svært ved at indgå effektivt i et projekt der forløber som BIM. Det er til gengæld vist i kapitel 6 hvordan et FM-system kan formes således at driftsherren kan drage stor nytte af den digitale datamængde der vil være opbygget i en BIM-model. Yderligere indgår FM som en helt naturlig del af BIM, ifølge (Eastman, et al. 2008). BIM indebærer at alle fag-områder arbejder sammen om en fælles model og hermed udnyttes hinandens ekspertise via dataudveksling og datagenbrug. Praktisk udveksling af digitale data, er dog vurderet af interviewede til at være problematisk, da kommunikation mellem forskellige typer software ofte ikke er teknologisk muligt. Det anbefales derfor, at der anvendes åbne standarder og at alle involverede parter bidrager konstruktivt til udvikling af disse, da udviklingen netop sker i takt med behov fra brugere.

For at opnå en effektiv udveksling af digitale driftsdata, er der tre forhold som skal afklares. Teknologien, herunder åbne standarder, skal udvikles således at der i praksis kan udveksles data mellem forskellige typer software. Der skal skabes mere klarhed omkring hvilke data der bør betragtes som relevante for driftsfasen. Endeligt bør det afsøges om de juridiske forhold, som formuleret i standarder, skal justeres for at de kan passe til digitale arbejdsmetoder. Disse forhold er blevet behandlet nærmere i foregående kapitel, 7.

9 Litteraturliste

Litteratur

"som udført". Ydelsesbeskrivelse, Praktiserende Arkitekters Råd og Foreningen af Rådgivende Ingeniører, 2000.

ABR 89 - Almindelige bestemmelser for teknisk Rådgivning og bistand. Praktiserende Akitekters Råd, Dansk Ingeniørforening, Ingeniør-Sammenslutningen, Boligministeriet og Praktiserende Landsakbsarkitekters Råd, 1989.

Alexander, Keith. *Facilities Management Futures.* Præsentation ved Center for FM, forskerforum 5. marts, 2009.

Braungart, Michael, og William McDonough. *Cradle to Cradle, Remaking the Way We Make Things.* Vintage Books, 2009.

Building Research Establishment Ltd. *Bringing facilities expertise into the design process.* DETR Construction Directorate Project Report, Project report number 77592, Robert Jackson - David Langdon Consultancy, 2001.

BUR. *Planlægning af driftsvenligt byggeri - en anvisning.* Byggeriets Udviklingsråd (BUR), 1985.

Byggeri og Planlægning. Ydelsesbeskrivelse, Foreningen af Rådgivende Ingeniører og Danske Arkitektviksomheder, 2006.

COWI. *Caretaker, IT system til ejendomsdrift.* Produktblad.

COWI. *Digital forvaltning af bygninger fra vugge til grav.* Analyse i forbindelse med opstart af Domænebestyrelsen for Bygninger, Boliger og Forsyning, Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2009.

DACaPo. *Bygherrekrav - Digital Aflevering, Vejledning til kravspecifikation - revision 2.* Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2006.

DDV. *Systemoversigt - Bygningsvedligehold - 2008.* Den Danske Vedligeholdsforening (DDV), 2008.

Dræbye, Tage. *Implementering af Det Digitale Byggeri.* Erhvervs- og Boligstyrelsen, 2003.

Eastman, Chuck, Paul Teicholz, Rafael Sacks, og Kathleen Liston. *BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling.* John Wiley & Sons, Inc., 2008.

Erhvervs- og Boligstyrelsen. *Bygherrevejledning 2003, Forskrifter og generelle retningslinjer for statens byggevirksomhed.* Vejledning, Erhvervs- og Boligstyrelsen, 2003.

Erhvervsfremme Styrelsen. *Det Digitale Byggeri - rapport fra en arbejdsgruppe.* Erhvervsministeriet, 2001.

Hermansen, Jakob. *Digitale FM-værktøjer.* Præsentation ved Københavns Erhvervsakademi, FM-professionsretning, 3. semester, 2009.

Jensen, Per Anker. *Facilities Management - Fra bygherre og driftsherre til strategisk Facilities Management.* IBC Euroforum, 2006.

—. *Håndbog i Facilities Management.* 2. udgave. DFM Netværk, 2006.

Karlshøj, Jan. *Datatilgængelighed, Principperne.* Præsentation ved Boligfonden Kuben, temamøde d. 8. juni, 2005.

Økonomi- og Erhvervsministeriet. *Bekendtgørelse om krav til anvendelse af Informations- og Kommunikationsteknologi i byggeri.* Økonomi- og Erhvervsministeriet, 2006.

Thyssen, Mikael Hygum. *Facilitating value creation and delivery in construction projects - a workshop approach.* Præsentation ved DTU Management, kursus 11086 Planlægning og ledelse af byggeri, 2008.

Tjell, Janni, og Helle Juul Bak. *Integration of FM in PPP projects.* Rapport udarbejdet som specialkursus ved DTU Management, 2009.

Vestergaard, Flemming. *Anvendelse af bygningsmodeller i byggeprocessen, Metoder og værktøjer.* Præsentation ved DTU Byg, kursus 11080 Videregående projektering, 2008.

Vestergaard, Flemming. *Visionen for Det Digitale Byggeri, En fælles referenceramme for implementeringen.* Præsentation ved Implementeringsnetværket.

Web

www.buildingsmart.com

www.detdigitalebyggeri.dk

www.driftsdata.dk

www.dfm-net.dk

www.cph.dk

www.ses.dk

www.cowi.dk

www.byggeweb.dk

www.ramboll.dk

10 Bilag

Referater af alle udførte interviews er vedlagt som bilag. På følgende side er givet en oversigt over bilagene.

Bilagsoversigt

Bilag A 2
DFM Netværk
Bilag B 6
Københavns Lufthavne
Bilag C 12
Slots- og Ejendomsstyrelsen
Bilag D-1 20
Caretaker
Bilag D-2 24
Caretaker
Bilag D-3 26
Caretaker
Bilag E 27
CoreFM
Bilag F 34
Rambyg

Bilag A

DFM Netværk

Interviewperson: Kjeld Nielsen.

Interview udført: 23-03-2009.

Kjeld Nielsen er faglig koordinator i Dansk Facilities Management Netværk og var med til at stifte netværket. Han driver desuden sit eget firma inden for FM rådgivning.

- Hvilke data er relevante for at en driftsherre optimalt kan drive og vedligeholde en bygning?

Det er primært overflader der er relevante. Det drejer sig om alt det der er imellem væggene i en bygning og overfladerne af disse – det drejer sig ikke så meget om hvordan fx en væg er opbygget.

- Hvordan bruger DFM-net sine medlemmers erfaringer inden for drift? Har netværket indsamlet disse erfaringer og derfra lavet en samlet guide til fx hvilke informationer der er relevante for FM og/eller hvilke hensyn i designfasen der i et driftsperspektiv ville være fordelagtige at tage?
    - Hvordan undgås tavs viden?

DFM-net har ikke lavet systematiske opsamlinger af erfaringer eller nedskrevet samlede erfaringer. DFM-net fokuserer mere på udveksling af erfaringer ved at lave arrangementer hvor medlemmer mødes internt og med folk udefra. Kjeld omtaler i denne forbindelse foreningen som con amore.

Der er netop udkommet et nyt medlemsblad, der fremover vil udkomme 4 gange årligt. Dette er også en del af erfaringsudvekslingen i netværket.

Kjeld har gennem mange år interesseret sig for få erfaringer gjort op og dermed minimere at erfaringer kun findes som tavs viden. Han henviser til BygErfa som har opgjort erfaringer i byggeriet systematisk.

- Er DFM-net nogensinde blevet kontaktet af udbydere af FM-programmer der efterspørger sådanne guides/erfaringsopsamlinger?

Nej.

- Hvilke funktionaliteter i et FM-program mener du at driftsherren ønsker i sit arbejde?

Driftssystemer er ofte noget der kun befinder sig på operationelt niveau. FM-systemet skulle gerne understøtte at man kommer højere op i hierarkiet, altså et sted mellem strategisk og taktisk niveau.

- Hvori består forskellen mellem et DV-program og FM-program og hvad er argumentet for at benytte FM-programmer frem for DV-programmer?

DFM-net har i øjeblikket et arbejdsudvalgt der er begyndt at undersøge hvad det er der adskiller et FM-system fra et rent driftssystem.

- Hvordan anbefaler du at data gemmes til brug i forbindelse med om- og tilbygning? Hvordan forholder du dig til nice to have vs. need to have?

Det kommer en del an på situationen.

Som minimum vil Kjeld inddele sin ejendomsportefølje i ejendomme, bygninger og rum. Dvs. at arealstrukturen er vigtig. Dette bør være grafisk repræsenteret (i hvert fald nå man har en større portefølje) for at give overblik og for at man kan bruge det som et værktøj til at se konsekvenser af mulige løsninger, fx indvirkningen på rengøringen ved valg af x antal m^2 med en speciel type overflade.

Det handler om proportioner. Der er forskel på data der benyttes i den daglige drift i forhold til data der skal bruges i forbindelse med om-/tilbygning. Man skal vurdere hvor tyngden ligger, altså 80-20-reglen. I den daglige drift har man muligvis kun brug for 10 % af den information der ligger i en BIM-model og så er det kun de 10 % man trækker ud. Resten kan man gemme væk til der er behov for at bruge det. Og man skal kunne finde den information når man vil.

- Fra hvilke parter i et byggeprojekt modtager en driftsherre typisk sine driftsinformationer og fra hvilken part vil dette være mest hensigtsmæssigt?

Det afhænger af projekteringsformen. Kjeld mener ikke at det altid er sådan at den der leverer informationen også er den der ved mest om det. Det er ofte at der afleveres mere data end nødvendigt, fordi at afsenderen derved forsøger at dække sig ind.

Kjeld nævner at han ikke har særlig meget erfaring med digital aflevering.

- Hvordan administreres ansvarsforholdet mellem driftsherre og de parter der afleverer drifts-information?

Er der problemer ved 5. års gennemgang dykker man ned i data. Er der tale om et digitalt system burde det være muligt at se alle de registrerede problemer fra dag 1 og her op til

.

- Hvad ser du som fordelene ved at benytte digitale FM-systemer?

Hvis man modtager driftsdata i ringbind er det Kjelds erfaring at de ikke bruges. Det er kun i forbindelse med nødsituationer at de hentes frem. Når først dataene er modtaget og på en måde indarbejdet, bruger driftsfolkene kun den viden der ligger i deres egen og kollegaers hoveder. Det er kun informationer om fx nogle bestemte frekvenser for aktiviteter der benyttes. Alt baggrundsmateriale benyttes ikke.

Fordelen ved digitale systemer er at data findes ét sted og at man kan sortere i det således at data matcher dem der skal bruge det. I et digitalt system kan man systematisere den viden som ligger i folks hoveder og få lagt det ind som fælles faglig viden.

- Hvor ser du FM i fremtiden?

Kjeld tror at FM vil befinde sig et sted mellem det strategiske og taktiske niveau. Altså at man vil gå fra kun drift til mere FM generelt. Udfordringen vil hele tiden ligge i at få merværdi ind på bundlinjen og at få omkostningerne skåret til. Det drejer sig om at vælge det der understøtter virksomheden bedst.

Til mit spørgsmål om BIM kan føre til FM af højere kvalitet, svarer Kjeld at det burde det. BIM handler netop om at se tingene i sammenhænge og som helheder der er indbyrdes afhængig af hinanden. Kjeld ser det som en klar fordel hvis FM kan inddrages i løbet af planlægningen af byggeriet.

- Øvrigt

Kjeld udtaler, at det der bliver opbygget i planlægningen er ofte set med anlægsbriller og ikke så meget set i forhold til den fremtidige drift.

Kjeld udtaler at det handler om at gøre det simpelt. Han har det indtryk at man nogle gange komplicerer tingene unødigt. Altså de folk der går på gulvet og drifter ved langt hen ad vejen hvad der skal gøres. Man skal finde en balance i forhold til kompleksitet. Til gengæld hvis man først får indlagt data ét sted (i et digitalt system) så ligger det der og så kan man bruge det, men det vigtigste er at trække driftserfaring ind i planlægningen af et byggeri. Her fremhæver han at det er væsentligt om bygherren også er den fremtidige driftsherre. Han nævner google earth og sketchup som noget

der er udviklet som mere simple versioner af mere sofistikerede programmer – det simple er ofte lige så godt hvis ikke bedre. Han nævner at de simple programmer måske kan tage over.

Han har sammen med BUR (Byggeriets Udviklingsråd, eksisterer ikke længere) skrevet en rapport "Planlægning af driftsvenligt byggeri" fra 1985. Denne har jeg lånt.

I forbindelse med snak om standarder inden for drift låner han mig en del rapporter om det. Han mener at det fx er CFM der er bedre til at udarbejde standarder frem for DFM-netværk, men han kan ikke nævne en instans som værende den mest oplagte til at administrere sådanne standarder.

Bilag B

Københavns Lufthavne

Interviewperson: Michael Ørsted.

Interview udført: 22-04-2009.

Michael Ørsted er afdelingsleder i afdelingen Dokumentation i Københavns Lufthavne (CPH). Denne er en underafdeling til afdelingen ved navn Ejendomme. Den primære opgave for Michaels afdeling er at modtage, opbevare og vedligeholde al dokumentation om CPHs ejendomme. Sidestillet med afdelingen Ejendomme er der en driftsafdeling der varetager den daglige drift af bygningerne, herunder bl.a. løbende fejlmeldinger. Enhederne under driftsafdelingen har deres egen dokumentation, men der arbejdes på at samle al dokumentation centralt og at gøre den digital.

- Hvilke data er relevante for at en driftsherre optimalt kan drive og vedligeholde en bygning?

Michael opdeler data i to områder: CAD-data og metadata. CAD-data er geometri og alt det grafiske imens metadata er data der følger med, dvs. direkte oplysninger om hvordan fx en pumpe skal driftes og vedligeholdes. Han mener at det er vigtigt at disse to typer af data hænger sammen – hvordan dette gøres har han ikke et klart bud på. Han mener ikke at der i dag findes en helt optimal måde og han nævner at den måde det typisk gøres på i dag er ved at linke filer sammen fx i en database, men at det i høj grad er tilfældigt hvordan det gøres. Brug af 3D grafik vil kunne hjælpe i denne sammenhæng da det skaber et overblik.

- Hvordan og af hvem skabes driftsdata?
    - Kan man betragte driftsdata i to kategorier:
      1. Geometri, materialer osv. og 2. Konkrete driftsopgaver (fx interval for rengøring)

Michael mener at der i dag ikke findes nogen optimal måde at udveksle metadata på. Dette stiller store krav til bygherren om at stille de rigtige krav. Som driftsherre er Michael ikke interesseret i en producents samlede produktkatalog men kun i information om de konkrete produkter han anvender i sit byggeri.

Han fremhæver at, ofte afleveres driftsinformationen adskilt. Michaels afdeling modtager den ene del af driftsinformationen (tegninger osv.) imens driftsafdelingen modtager den anden del (tekn. spec.).

- Hvilke funktionaliteter i et FM-program mener du at driftsherren ønsker i sit arbejde?

Det grafiske skal være indgangsvinklen til informationen. Det fremmer kommunikation og giver bedre overblik. Det giver mulighed for overvågning – flere og flere komponenter er intelligente eller der indarbejdes intelligente komponenter i bygningsdelene.

Med et FM-system kan det blive lettere at finde de informationer man søger.

Behov og ønsker for digitalisering skal komme fra det operationelle niveau. Han mener at det ellers ikke vil blive ordentligt implementeret. Der er dog fordele et digitalt FM-system for alle niveauer. Bl.a. håndholdte pda'er til håndværkere og simulering af forskellige omlægninger af drift – altså fordele både i daglig drift og i planlægning.

CPH har opmålt alle deres ejendomme og har erfaret store fordele i forbindelse med arealforvaltning. Fx administration af udlejede lokaler, kontrol af lovkrav om minimum antal af siddepladser i et gangareal, afstande til toiletter, vurdering af antal restaurationer i forhold til kunder og generelt sammensætning af typer af butikker. Det er cirka seks år siden at CPH startede med at arbejde med arealforvaltning på denne måde.

- Hvordan forholder du dig til nice to have vs. need to have? Hvordan undgås tab af information?
    - Hvordan anbefaler du at data gemmes til brug i forbindelse med om- og tilbygning i forhold til nybyggeri?

Michael mener at alt data er vigtigt. Der hvor det er relevant at skære fra er i detaljeringsgraden af tegninger. Historik er vigtig. Man skal sørge for at information holdes på samme niveau hele tiden – fx i forbindelse med udskiftning af vinduer skal den nye information være på niveau med den gamle eller den øvrige model. Opdatering er vigtig og det må ikke være svært at opdatere eller at overføre data.

Han refererer til at de plejer at sige at de gerne vil have så meget de (fx entreprenører) kan komme med så længe det er digitalt. Derved har CPH nemlig mulighed for at registrere og søge i det. Til gengæld vil de ikke bede om mere end de har behov for. Fx kan deres driftsafdeling i dag ikke håndtere data i IFC-format så derfor er det selvfølgelig ikke noget de beder om at få. Det han ser som næste skridt er at de digitale data de modtager skal være i et format eller af en struktur så det nemt kan hældes ind i et driftssystem. Her kritiserer han IFC da det ikke endnu kan håndtere driftsdata.

- Hvordan håndterer CPH erfaringsopsamling inden for drift? Er der fx lavet en samlet guide til hvilke informationer der er relevante for FM og/eller hvilke hensyn i designfasen der i et driftsperspektiv ville være fordelagtige at tage?
    - Hvordan undgås tavs viden?

De har to projektmanualer, en for VVS og en for el. Disse indeholder retningslinjer inden for hver sit område, altså hvad man skal tage hensyn til når man bygger nyt. Derudover inddrages alle interessenter der har hver deres syn på en løsning. Fx hvis der skal sættes nye toiletter op og der er fremlagt to mulige løsninger så kan rengøringsfolkene udtale at den ene løsning er besværlig at rengøre imens driftsfolkene udtaler at den anden løsning betyder at toilettet vil gå i stykker hele tiden. Man samler altså alle interessenter og der søges en løsning der bygger på input fra flest mulige. På denne måde deles viden. Han mener ikke at det er muligt at nedskrive samlede erfaringsopsamlinger, men mener at disse interessentgrupper er mere effektive.

Eventuel brug af opsamlede fejlfrekvenser i et FM-system vil ikke direkte kunne bruges som erfaringsopsamling og vejledning for nybyggeri. Det kan fx være at den samme producent af en komponent har udviklet nye forbedrede komponenter. Fejlfrekvenserne kan kun bruges til fingerpeg.

Ved design er der mange forhold der skal tages hensyn til. Derfor orienterer de hinanden og trækker på erfaring fra hinanden og kan dermed træffe velbegrundede valg.

- I en lufthavn hvor funktionen (core business) er ret speciel, føler du at dette i høj grad afspejles i bl.a. design af faciliteterne således at driften optimeres eller gøres lettere?

Han nævner et eksempel omkring broerne der går ud til flyene i forbindelse med boarding. Før havde de flere forskellige typer der derfor skulle betjenes forskelligt. Dette stillede krav til personalet om at kunne betjene flere forskellige typer og der opstod flere gange problemer med betjeningen. Det blev derfor valgt at alle disse broer skulle være af samme type.

Der kører særlige bagagevogne rundt i lufthavnen. At der er tilstrækkelig plads til at disse kan komme rundt er noget man forsøger at sørge for ved hver ombygning eller indretning af butikker.

- Hvordan administreres ansvarsforholdet mellem driftsherre og de parter der afleverer driftsinformation?
    - Styrer man efter 5 års eftersyn?

Han nævner at drifts-/bygherren har et stort ansvar i at stille de rigtige krav i forbindelse med hvilken dokumentation for driften han modtager. Det stiller store krav til drifts-/bygherren.

CPH overholder de forskellige eftersyn der er. Nogle driftsopgaver er udliciteret.

Han nævner et eksempel med bagagehåndtering. CPH har ikke interne folk der vedligeholder bagagebåndene da det er vigtigt at det er folk der er specialister på området der varetager dette. Det har stor betydning hvis bagagebåndene står stille og derfor er der behov for specialistviden. CPH har således en aftale med producenten om at han selv servicerer båndene i tilfælde af problemer. Dette betyder samtidig at CPH ikke har noget at gøre med fx driftsrapportering på dette område.

- Hvad ser du som fordelene ved digitalisering af driftsdata?
    - Både i forhold til aflevering/udveksling af data og i forhold til selve driftsfasen

Tilgængelighed af viden for alle i en virksomhed. Viden omkring hvordan tingene fungerer samles ét sted og er tilgængelig for alle.

Versionsstyring/ensartet dokumentation. De data der tilgås er ens for alle, dvs. data findes kun ét sted og dermed er der sikkerhed for at der sker korrekt opdatering af data.

Styringsredskab. Digitaliseringen gør at man kan arbejde med styringsmekanismer såsom frekvenser, ressourceforbrug og økonomi. Både til brug i daglig drift og som informationsgrundlag ved nybyggeri/tilbygning.

- Hvilke muligheder i et driftsperspektiv ser du med BIM?

Han nævner at flere mener at det burde hedde IM og ikke BIM, da det handler om mere end bare bygninger.

Det digitale bliver mere og mere indarbejdet i det vi laver i dag. For at BIM skal virke skal man udvikle bedre metoder til at udveksle data. Han vil gerne at man taler mere om metoder frem for standarder og formater. Se uddybning nedenfor under punktet øvrigt, om udvekslingsformater.

Det er også vigtigt at sætte en metode til hvordan man bygger videre på objekter igennem byggeprocessen. Han illustrerer det ved at sige at man i starten af processen har en tom kasse og igennem processen bliver der fyldt mere og mere information på. Hvordan denne information fyldes på skal helst foregå efter samme metode.

Han nævner at der også vil kunne findes information om afmontering og affaldshåndtering af bygningsdele samt en log over alle opgaver der er lavet i forbindelse med hver bygningsdel.

- Hvor ser du FM i fremtiden?

Digitale komponenter indbygget i bygningsdele vil i højere grad blive benyttet. Man kan således i et FM-system overvåge sine faciliteter i højere grad. I forbindelse med ombygning ser han også en

udvikling i øget brug simuleringer baseret på driftsdata. Han tror desuden at energi- og miljøhensyn vil komme til at spille en større rolle i FM.

- Øvrigt

Kommentarer omkring DDB:

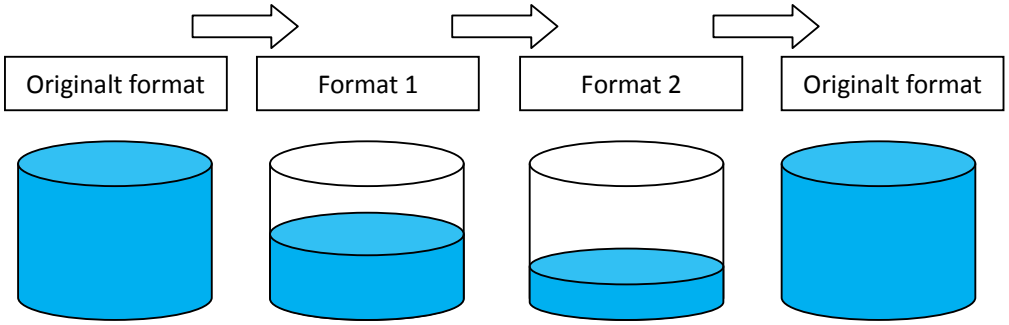
DDB giver ideer til hvad der er i bevægelse, men det skal bruges meget mere og på en eller anden måde skal det være større. Det skal igennem hele byggeprocessen/alle faser. Entreprenører, bygherre og driftsfolk er ikke rigtig koblet på endnu. Han mener at hele tankegangen ikke er afprøvet endnu. Han mangler en fremstilling af fordelene for alle parter, også entreprenører og bygherrer. Han fremhæver at DDB indtil videre kun har omhandlet arkitekter og projekterende ingeniører.

Han kritiserer at fokus på anlæg mangler, i både BIM og IFC. Det duer fx ikke at en bygherre på et projekt modtager bygningen på én måde, anlægget på en anden og teknisk udstyr på en tredje.

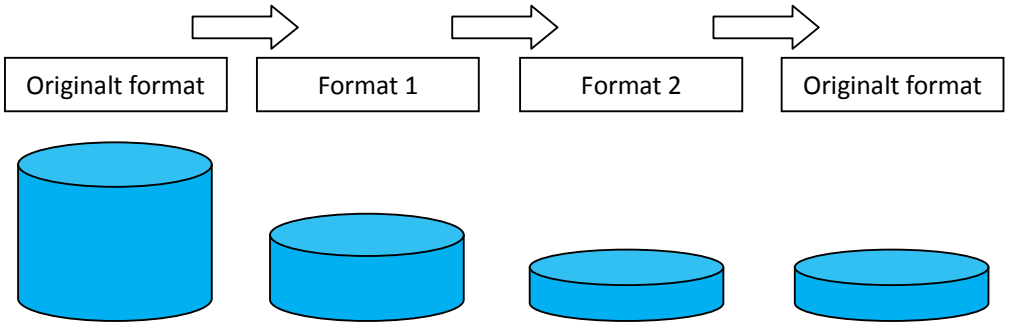
Om udvekslingsformater:

Generelt mener han at diskussionen omkring ét fælles udvekslingsformat ikke fungerer. Den funktion der skal udføres skal gøres på den bedste måde, og dermed ved brug af det bedste software og format der hører hertil. Derudover skal det selvfølgelig være muligt at udveksle data mellem forskellige specialistprogrammer. Her vil det være en fordel at anvende programmer der bygger på åbne formater såsom XML og Access. Han mener at interoperabilitet er vigtig.

Han mener at alle formater skal kunne lagre data fra et andet format således at data aldrig går tabt ved at det omdannes til forskellige formater i en proces. Så kan det godt være at ens format kun reelt set kan læse en procentdel af data og så er det det man bruger, men samtidig opbevarer man data som et nyt format kan læse og anvende. I denne forbindelse kritiserer han for meget brug af standardisering. Han vil hellere at man arbejder med fælles metoder. Nedenfor er vist en illustration til at underbygge hans tanker omkring formater.



Den blå farve angiver den del der er læsbart. Selve beholderen angiver den samlede mængde data. Man mister ikke data!



Hvis et format ikke har mulighed for at opbevare data, selvom formatet ikke kan læse det, går alt ikke-læsbart data tabt ved videre udveksling af data.

Bilag C

Slots- og Ejendomsstyrelsen

Interviewperson: Clars Danvold.

Interview udført: 05-05-2009.

Clars Danvold er ansat i IT-afdelingen i Slots- og Ejendomsstyrelsen (SES) hvor han har ansvaret for alt bygningsrelevant IT. Han har arbejdet i styrelsen siden 2006. Han er projektleder for implementering af DDB og for implementering af et FM-system (fra Granlund, Finland).

Interviewet blev udført sammen med Elvar Johannesson der ligeledes er i gang med at skrive sit afgangsprojekt på DTU. Elvars spørgsmål drejede sig om BIM generelt og om hvordan BIM er implementeret i Danmark, med henblik på overførsel af erfaringer til implementering af BIM på Island. Da interviewet blev udført sammen med Elvar er dele af mine spørgsmål blevet besvaret indirekte og referatet er derfor udformet herefter. Således fremgår en del svar under overskriften "øvrigt".

Om driftsdata

- Hvilke data er relevante for at en driftsherre optimalt kan drive og vedligeholde en bygning?
    - Kan man betragte driftsdata i to kategorier:

        1. Geometri, materialer osv. og 2. Konkrete driftsopgaver (fx interval for rengøring)

Han mener at det er et godt spørgsmål, som ingen endnu er blevet enige om eller afklarede omkring.

Clars nævner at udgifter til et byggeri ofte fordeles således at 80 % ligger i driftsfasen imens kun 20 % ligger i projekterings- og opførelsesfasen.

SES har kun ansvar for at vedligeholde en bygnings tekniske installationer (varme, vand og elektricitet) og den ydre skal (klimaskærm). Resten vedligeholdes af dem der lejer bygningen. Derfor er SES som driftsherre primært interesseret i data om installationer og den ydre skal.

SES er som offentlig instans underlagt lovkrav om at udbyde alle deres udliciterede opgaver hvert fjerde år. Fordelen herved er at prisen sættes i konkurrence, imens ulempen er at viden kan gå tabt hver gang en opgave overgår fra en udbyder til en anden. Dette giver SES incitament til at have et system der kan holde fast i denne viden og gøre den brugbar for deres partnere. Det er altså en del af kontrakten at en udbyder skal aflevere data til denne database og at en tidligere udbyder ikke længere har adgang til databasen. Databasen er en alpha-numerisk database.

SES's ejendomsportefølje er vokset markant over de seneste år. SES har et stort behov for at have overblik over sine ejendomme – fx i forhold til hvor meget der anvendes til kontor og teknik samt hvor

meget der er udlejet (dvs. arealforvaltning). SES er i gang med at udvikle bedre metoder hertil. I forbindelse med politiske beslutninger angående eventuel omlægning af ministerier, skal SES være i stand til hurtigt at opstille hvilke arealer der kan være til rådighed hertil. Den måde det fungerer på i dag er via CAD-tegninger. Disse indeholder beskrivelse af informationer på forskellige måder alt efter om det er gamle bygninger, politibygninger, domhuse eller slotte. SES arbejder på at finde løsninger til, for det første hvordan alle arealer kan beskrives på en standardiseret måde, for det andet hvordan arealerne indlægges i en database hvorfra data kan trækkes ud og for det tredje hvilket format tegninger skal ligge i. SES har overvejet en slim-BIM-løsning – dvs. at alle ejendomme eksisterer som meget simple rum-modeller (BIM-modeller med kun rum i). Disse modeller skulle fungere som udgangspunkt og hver gang der skulle bygges om eller til i en bygning kan en model heraf gives til arkitekter og ingeniører som så kan levere en model tilbage der er blevet beriget med flere data. Et af problemerne i denne forbindelse er, at SES som bygherre skal definere dataene i modellen for hver enkel bygningskomponent som de kan forvente i en model. Det er en meget stor opgave for en organisation der driver mange ejendomme på en gang.

SES har søgt vejledning fra andre instanser i forbindelse med definition af FM-data, herunder Bygherreforeningen, bips og EBST.

- Hvilke funktionaliteter i et FM-program mener du at driftsherren ønsker i sit arbejde?

Fra et driftssynspunkt er 3D ikke så interessant, han mener at 0D er mere interessant. Dvs. alt data der findes i modellen, udover selve modellen, er det der er interessant – fx navn på producent af en komponent, specifikationer og forventet levetid. Det skal være muligt at udtrække data fra modellen ellers er det ikke brugbart.

Eksempelvis kan SES have behov for at vide hvor og hvor mange pumper af en bestem type de har i alle deres ejendomme. Det skal således være muligt at søge i hele ejendomsporteføljen – og hvis den består af flere BIM-modeller skal der kunne søges i dem alle på én gang.

Clars fremhæver at der ikke findes nogen standardiseret måde at indlægge data i en BIM-model på. Det betyder at de parter der har behov for at trække data ud, ikke har sikkerhed for at data er i en sådan form som man forventer, dvs. er brugbart/læsbart.

Når SES stiller krav om BIM, stilles der også altid krav om en model i IFC-formatet. Den første årsag som Clars nævner herfor er at IFC nævnes i DDB og i the BIM Umbrella Statement. Derudover vil SES gerne støtte IFC eller enhver anden åben standard for dataudveksling, der vil være i stand til at eliminere nogle af store forhindringer SES møder når deres eksterne partnere forsøger at udveksle data. Til sidst nævner han at SES har en strategisk alliance med Granlund (der leverer deres FM-system) og at Granlund viser at de tager IFC seriøst hvilket betyder at der er sandsynlighed for at SES vil være i stand til i fremtiden at importere IFC-modeller i deres FM-system.

- Hvordan forholder du dig til nice to have vs. need to have? Hvordan undgås tab af information?
    - Hvordan anbefaler du at data gemmes til brug i forbindelse med om- og tilbygning i modsætning til nybyggeri?

For hver eksisterende bygning lægger SES en standard DBK-liste ind. Listen dækker alle mulige bygningsdele. Er der aktivitet på en bygningsdel vil dette blive registreret ved bygningsinspektion. Alle komponenter der ved bygningsinspektioner ikke er registreret aktiviteter på, er ikke relevante fra et vedligeholdelsessynspunkt og vil derfor blive slettet. Dette vil herefter give et billede af hvilke komponenter der reelt er i bygningen. Det er altså en måde at lave en registrering af hvilke bygningsdele der er i bygningen uden direkte at betale nogen for at udføre en detaljeret registrering af hele SES's ejendomsportefølje. Årsagen til at vælge DBK som klassifikation er selvfølgelig at SES som statslig bygherre er pålagt at anvende det – derudover er DBK ifølge SES's erfaring lige så god som SfB-systemet som de anvendte tidligere. Clars er positiv omkring DBK og er blevet fortalt at DBK matcher internationale standarder (dette har han dog ikke haft ressourcer til selv at kontrollere nærmere).

Clars mener at det vil være for omfattende og dyrt at opbygge BIM-modeller af alle SES's eksisterende ejendomme. Det ville være "nice" at have, men ikke nødvendigt. Efter hans erfaring er de eneste områder hvor BIM rigtig virker rendering, geometri og visualisering.

I forbindelse med ombygning er geometri meget relevant. At bruge BIM som visualiseringsværktøj giver merværdi fordi man er sikker på sine beslutninger tidligere i designfasen og fordi man kan vise slutbrugeren noget de kan forstå og dermed kan støtte op omkring projektet tidligt. Clars nævner at der ofte kan opstå modstand fra slutbrugerne i forbindelse med opførelse af byggeriet (slutbrugeren havde andre forventninger pga. misforståelser i designfasen) – og at lave væsentlige ændringer sent i processen er meget dyr. Ved tidligt i designfasen at have klarhed om projektet (vha. visualisering), kan denne modstand og udgift undgås.

Om bygherrerollen

- Hvordan udarbejder SES som bygherre de krav I stiller til de deltagende parter i et byggeprojekt?
    - Hvor søger statslige bygherrer råd? Fx EBST?

Han nævner bips. SES anvender bips' IKT aftale. Det første udkast til en IKT-aftale var udarbejdet af jurister i EBST og ca. 170 sider lang – dvs. ikke brugbar i byggebranchen. Som tidligere noteret har SES deltaget i arbejder sammen med Bygherreforeningen, EBST og bips. Det er meget omfattende for en bygherre at stille disse krav.

Baseret på bips' IKT-aftale, har SES udarbejdet et standard sæt som medarbejdere fra SES kan tage ned fra hylden klar til anvendelse. Dette fungerer direkte for ca. 80 % af SES's byggeprojekter.

Standard sættet er blevet udformet ved at SES for hvert område i IKT-aftalen har bedt nogle arkitekter og ingeniører i en arbejdsgruppe at kommentere disse.

Clars udtrykker at SES nu har nået en fase hvor en række af DDBs bygherrekrav opfyldes – nogle opfyldes rimelig løst, men efterhånden vil det være muligt at stille mere specifikke krav.

- Når SES er bygherre er I så også altid driftsherre?
    - Hvordan vægter SES driftshensyn i projekteringsfasen?

Clars henviser til driftsafdelingen i SES, for et uddybende svar herpå. – uddybende svar er givet under overskriften "øvrigt – Mit spm.: Hvilke processer ville du fra et FM-synspunkt gerne flytte?

- Hvordan ser du på DDB og Bygherrekravene i forhold til SES's erfaringer og ønsker til drift?

Man forsøger at stille krav på områder som det tilgængelige software ikke kan håndtere.

Om digitalisering og fremtiden

- Hvad ser du som fordelene ved digitalisering af driftsdata?
    - Både i forhold til aflevering/udveksling af data og i forhold til selve driftsfasen
- Hvilke muligheder i et driftsperspektiv ser du med BIM?
- Hvor ser du FM i fremtiden?

Øvrigt

Angående The BIM Umbrella Statement

Clars nævner at EBST har underskrevet en hensigtserklæring om brug af BIM i statslige byggeprojekter, kaldet The BIM Umbrella Statement. Erklæringen er underskrevet af DK, USA, Finland og Norge – og Island ønsker at underskrive. Så vidt han ved, udtrykker erklæringen, at i 2010 vil alle statslige byggerier blive udført som BIM. Han mener at det er General Services Authorities (USA's statslige bygherre) der har initieret erklæringen. Der hvor et lille land som Danmark ser en fordel i erklæringen er, at det derigennem sandsynligvis er nemmere at påvirke software-udviklere. Danmark har i kraft af sin lille størrelse ikke mulighed for alene at påvirke software-udviklere.

Elvars spm.: Hvad ser du som den mest væsentlige barriere for implementering af BIM?

For at få ledere med på BIM, skal man fremstille BIM i en stor kontekst.

For at få det operationelle niveau med, skal der fra ledelsens side være en klar holdning (vision) til at man tror på BIM. Derudover skal softwaren være i orden – Clars mener ikke at softwaren endnu tilstrækkelig effektivt understøtter BIM. Han mener at når man skal anvende BIM til informationer omhandlende andet end geometri, så er der en stor barriere i form af at få dette til at fungere – det er pt. ikke rigtig muligt at flytte informationer fra et system til et andet.

Clars fremhæver at standardisering er vigtig.

Elvars spm.: Kan IFC-formatet ikke klare problemet med udveksling af data mellem forskellige systemer?

Clars betegner BuildingSMART som en slags NGO og at organisationen har en stor opgave. Han nævner at organisationen arbejder på at gøre mere ud af IFC-certificering hvilket han mener, vil kræve en del finansiering (i forbindelse med at teste og kontrollere software).

I forbindelse med at der er lavet en certificeringsordning omhandlende IFC, har det været nødvendigt at stille begrænsede krav til software-udbyderne. – dvs. at selvom et software er IFC-certificeret kan det ikke udveksle alle IFC-elementer. Nogle software kan håndtere én del IFC-elementer imens andre kan håndtere en anden del.

IFC er en god ide, men det bliver nødt til at blive understøttet lige iblandt de typer software der skal udveksle data.

Elvars spm.: Hvad ser du som de største barrierer for BIM på organisationsniveau?

Clars fremhæver at man i Danmark med DDB har fokuseret på at flytte processer, der før foregik på papir, over til at foregå digitalt. Selve processerne er altså ikke blevet ændret. Med BIM er dette ikke tilfældet – her er man nødt til også at ændre processerne, dvs. hvordan man arbejder og hvordan man træffer beslutninger. I kraft af at BIM altså kræver fundamentale ændringer i hvordan man arbejder, skal beslutningen om at begynde at arbejde med BIM, træffes på lederniveau.

Der hvor BIM medfører ændringer er bl.a. ved at flytte designbeslutninger frem til meget tidligt i designfasen. Dermed flyttes pengestrømmene også fra slutningen af processen til starten af processen.

Clars nævner også mængefortegnelser. Traditionelt udføres disse manuelt og af flere parter, af hensyn til juridiske forhold. Med en digital model er det muligt blot at trykke på en knap og så kommer der et udtræk af mængder. Clars mener dog at ingen endnu rigtig stoler på disse digitale mængdeudtræk. Der mangler bl.a. standardisering på området.

Der hvor der er mangler er i forhold til de juridiske ansvarsforhold af det materiale som man byder på – hvis dette ikke er i orden kan man risikere at der dukker en stor post op som ingen vil betale og derfor må bygherren betale.

Mit spm.: Hvilke processer ville du fra et FM-synspunkt gerne flytte?

Typisk hyrer bygherren først en driftsansvarlig i forbindelse med overtagelsen af et byggeri. Der er ikke kommunikation mellem brugerne af driftsinformation og leverandørerne af driftsinformation. Fra et driftssynspunkt mener Clars at man helt klart vil kunne drage nytte af øget kommunikation. Dvs. inddragelse af erfaringer fra driftspersonale i designfasen vil medføre mere driftsvenligt byggeri.

Da jeg spørger om Clars mener at han som bygherre vil være villig til at prioritere ansættelse af driftsfolk i designfasen, henviser han til at han jo sidder i IT-afdelingen og kommer derfor ikke med et dybere svar. Han fremhæver dog igen 80/20 fordelingen mellem udgifter i driftsfasen og projektering og opførelse.

Elvars spm.: Mener du at et byggeri skal være af en vis størrelse for at du vil overveje BIM?

På dette tidspunkt, ja. Men det er nok mere typen af byggeri frem for størrelsen det kommer an på. I forbindelse med nybyggeri af selv lille skala mener han at opbygning af en BIM-model har værdi og kun kræver en lille ekstra indsats. I forbindelse med ombygning er brugen af BIM ofte en stor ekstra omkostning, fordi man først skal til at opmåle den eksisterende bygning og derefter til at modellere ombygningen. Indsatsen er altså for stor i forhold til udbyttet.

Elvars spm.: Når I stiller krav om BIM, tror du så at der er sandsynlighed for at små virksomheder bliver ekskluderet fra markedet?

På den ene side vil han sige ja. SES arbejder i sær på deres slotte med små virksomheder der har meget specialiseret viden og intet at gøre med IT. Nogle af disse små virksomheder er ikke begejstrede for DDB fordi det gør det svært for deres bedste folk at byde på et projekt. Indlæringskurven mht. IT for de små virksomheder er meget stor.

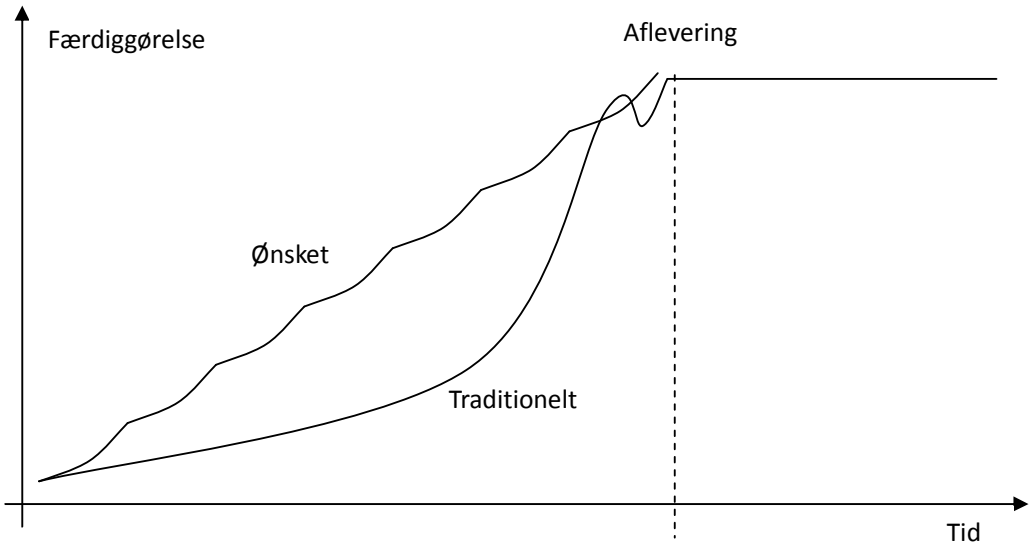
På den anden side vil han sige nej. For en lille virksomhed at ændre sine arbejdsgange er ikke så omfattende som for en stor virksomhed. Clars udtrykker at det er nemmere at vende en lille båd end en stor supertanker.

Elvars spm.: Hvilke fordele for byggebranchen ser du ved BIM?

På kort sigt handler fordelene på nuværende tidspunkt om forbedring af omkostningseffektiviseringen i projektering og udførelsesfase. Fx vil en designændring være mindre

omkostningsfuld tidligt i processen end sent i processen og med BIM, som nævnt, flyttes nogle beslutninger frem tidligere i processen.

På længere sigt håber han som bygherre at BIM kan være et middel til at flytte relevant data igennem byggeprocessen frem til aflevering. Clars tegner en graf der illustrerer hvordan FM-data færdiggøres i løbet af byggeprocessen – både traditionelt og som han gerne så det foregår. Illustrationen er skitseret nedenfor. SES søger at lave entrepriseaftaler således at, ved afslutning af hver entreprise skal data afleveres – frem for at alle entrepriser først afleverer data ved aflevering af hele byggeriet, da der derved er risiko for at noget data er glemt eller gået tabt. For at dette sker, indarbejder SES det i kontrakterne at entreprisen først er afsluttet (og dvs. betales) når FM-data er afleveret.



Elvars spm.: Hvilke forandringer ser du i byggebranchen pga. BIM?

Clars mener at et er for tidligt at se på forandringer pga. BIM. Han kommenterer i stedet forandringer forårsaget af DDB.

Clars mener at DDB, i forhold til de midler initiativet er blevet givet, har medført overraskende stor opmærksomhed – i hvert fald i form af en del snak om at ændre de måder der arbejdes på og om at overgå til digitalisering. Der er blevet opmærksomhed på BIM, bevidsthed om behovet for at overgå fra 2D til 3D modelleringsværktøjer og forhåbentligt også på et senere tidspunkt en forståelse for behovet for at flytte data som skitseret i figuren.

Så generelt er det opmærksomhed som DDB har medført, men implementeringen går langsom – der er en del praktiske forhold der ikke fungerer endnu.

Elvars spm.: Hvordan ser du den fremtidige udvikling af BIM

Han håber at ideen om BIM ikke kun vil være et designværktøj men også et strategisk dataværktøj og at BIM som databeholder for data omhandlende core business i en virksomhed bliver prioriteret højere.

Han har et spørgsmål han endnu ikke har fundet et svar på: Hvordan vil en BIM-server/IT-arkitekturen se ud? Vil man have en masse løse IFC modeller som filer i en eller anden struktur – eller vil man have en databaseapplikation der importerer og eksporterer IFC-modeller?

Bilag D-1

Caretaker

Interviewperson: Anne Munch Andersen.

Interview udført 27-02-2009. Caretaker ejes af COWI.

Anne Munch Andersen er ansat i afdelingen for FM og bygherrerådgivning i COWI, hvor hun rådgiver om og underviser i Caretaker. Anne gennemgik programmet Caretaker og besvarede løbende nedenstående spørgsmål. Tilstede var også Mogens, praktikant i afdelingen.

- Hvilke områder inden for FM dækker Caretaker?

Er opbygget af moduler: (se i øvrigt brochure)

Stamdata – grundoplysninger om ejendomme

Vedligehold – planlæg i længere tidsperspektiv, kommuner planlægger typisk 10år

Driftsøkonomi – sæt arbejdet i gang, sæt penge af i budget og betal regninger, dette modul er meget stærkt

Ordrer & Fejl – akut indberetninger

Installationer – udviklet til svenske kunder der ønskede det

Kontrakter & Aftaler – fx serviceaftaler, rengøringsaftaler, elevatoreftersyn

Budgetsimulering – udviklet til kunder der er boligselskaber

Forsyning – forbrug, administrer aflæsninger af målere

Miljø – udledning af affald (fx papir, metal), bruges til grønt regnskab

- Hvad bygger Caretaker på? Eventuelt nogle af de listede forhold nedenfor?
    - En undersøgelse af relevant FM-data?
    - Erfaringsopsamling?
    - Kunders løbende ønsker?

Det er et rimeligt gammelt program, cirka fra 80'erne. Programmer der hed bygsys og samtek blev lagt sammen og derved opstod Caretaker. Er løbende udviklet sammen med kunder. Eksempler herpå

er miljømodulet der er udviklet i samarbejde med Vejle og installationsmodulet som er udviklet i samarbejde med svenske kunder.

- Hvordan indlægges data i programmet om den aktuelle bygning og virksomheden der ejer eller benytter bygningen?

Det foregår i høj grad manuelt. Man kan lave links til alle slags filer. Disse åbnes enten i en viewer eller hvis det originale software der hører til formatet er tilgængelig på den pågældende computer åbnes filen deri. Man behøver fx ikke at have AutoCAD for at se plantegninger. Bemærk at det er et link-system. Der er i Caretaker således ikke et dokument bibliotek så man skal som bruger have adgang til de linkede filer. Årsagen er at undgå at der findes to eksemplarer af fx samme plantegning og at der dermed er en af dem der ikke er opdateret.

Tegningshåndtering: man kan ikke fra Caretaker gå ind og rette i tegninger, men man kan sætte post-it noter på. Det skyldes at man vil undgå fejl i tegningerne, altså at opretholde en vis bevidsthed omkring datadisciplin.

Mulig procedure for import: entreprenør indtaster data fx i Excel, Cowi efterbehandler excelarket og herefter kan det importeres i Caretaker.

Eksport muligheder: skærm, fil, print – fx pdf, txt, csv, clipboard

Man kan ikke oprette data om sin bygning i programmet ved at importere fra tegninger (2D) eller en model (3D). Hvis man har data fra BBR er det muligt at importere dette og dermed oprette en del informationer automatisk.

- Hvad er efter jeres opfattelse relevant data til brug i FM?
    - Nice to have vs. need to have?

Man skal kun indlægge data som man reelt har brug for. Men der er ofte mange forskellige holdninger til hvad det er man har brug. "Man kan nemt lide datadøden." Hvis der ikke kobles en aktivitet til data er der ikke brug for data. Efter hendes mening vil man typisk ikke indlægge data om fx bærende dele som eller godt ville kunne bruge i tilfælde af om- eller tilbygning. Hun mener ikke at det kan betale sig i forhold til at det er noget man kun måske får brug for. Hun mener at det i de fleste vedligeholdelsestilfælde ikke er nødvendigt at vide om en væg er bærende og hvad den i øvrigt er opbygget af. Dog er overflader vigtige at vide noget om, fx mht. farvekoder mm.

- Hvornår i en byggeproces og af hvem genereres FM-relateret data? Hvordan er ansvarsforholdet for FM-relateret data?

Det er driftsherren som Cowi kontakter og modtager informationer om byggeriet fra. Ellers kan det være entreprenøren – men kun hvis det er ønsket fra driftsherren at man gør det.

- Hvordan er brugerfladen i programmet?
    - Tilgås data via skemaer/excelark, via tegninger i 2D eller modeller i 3D?
    - Hvem er den tilsigtede bruger af programmet?

De tilsigtede brugere er alle ejendomsbesiddere.

Brugerfladen er meget skematisk. Ingen tegninger kan benyttes til at gå ind i databasen. Er opbygget af vinduer ligesom Windows, men alle ikoner er specifikke for programmet hvilket gør det mindre intuitivt at benytte.

Struktur:

Ejendom

Underinddeling af ejendommen (fx fløjnavne)

Afsnit/Lokale

Bygningsdel

Søgbarheden er vægtet højt i Caretaker. Dette fremhæver hun som en stor styrke i programmet. Det er muligt at lave mange krydssøgninger/at kombinere sin søgning på mange felter.

Der benyttes SfB-system eller et system som kunden selv opretter til at beskrive alle bygningsdele. Ved indtastning af sine bygningsdele peges disse således ud fra en liste – derved undgår man fx at der både findes navne som "trappe" og "kældertrappe" i databasen. Hun nævner at datadisciplin er vigtig.

Vedligeholdelsesaktiviteter skal prioriteres. Årsagen er at hovedparten af kunderne er kommuner som ofte ikke har penge nok og derfor må flytte rundt på deres midler og prioritere. Der prioriteres i forhold til "teknisk" og "anvendelse". Anvendelse kan være et brugerønske. Teknisk udtrykker mere hvor vigtig aktiviteten er for bygningens tilstand. Jeg bemærker at det ikke er muligt at angive at en aktivitet skal udføres et uendeligt antal gange, i stedet kan man sætte intervallet for gentagelse til værdien 99 – Anne fremhæver at 99 praktisk taget er uendeligt. Der ligger desuden et priskatalog i vedligeholdsmodulet.

Programmet kan kommunikere med kommunernes økonomisystem. Dette er en stor fordel ved administration af regninger samt fx CTS-anlæg (under forsyning).

Når en aktivitet skal udføres gøres brugeren af programmet ikke opmærksom på dette via fx en pop-up. Brugeren skal selv ind og hente informationer om hvad der er planlagt.

- Kan der udtrækkes en log fra programmet der viser udførte handlinger eller indrapporterede problemer?

Når en aktivitet er udført kommer den over i en journal. Heraf fremgår også bl.a. forskelle mellem planlagt udgift og faktisk udgift. Igen i disse journaler ligger informationerne i en skematisk struktur. Man skal eksportere data over i Excel hvis man fx ønsker at lave en grafisk repræsentation. For budget er det dog muligt at hente en graf direkte.

- Hvad er fordelen ved at benytte digitale FM-systemer?

Overblik og det at se tingene i et langsigtet perspektiv. Efter hendes erfaring kan kunderne se økonomiske besparelser ved at benytte programmet.

- Øvrigt

Aspekter som hun fremhæver flere gange som værende vigtige:

At begrænse sig – man bør kun indlægge de data som man har behov for.

Datadisciplin – Hun nævner at opdatering af data i programmet er vigtigt. Hvis ikke de rigtige data ligger i programmet er det ikke noget værd.

Bilag D-2

Caretaker

Interviewperson: Poul Henrik Due.

Interview udført 27-02-2009. Caretaker ejes af COWI.

Poul Henrik Due er seniorprojektleder hos COWI inden for FM. Jeg talte med Poul Henrik efter interview med Anne Munch Andersen. Spørgsmål blev stillet inden for digital aflevering og integrering af FM i byggeprocessen.

Syn på og ønsker for FM:

Han ønsker at FM inddrages tidligt i byggeprocessen og at man laver en sammenfletning af FM og de øvrige fagdiscipliner i byggeriet. Således kan alt ligge klar til når bygningen sættes i drift – frem for at driftsherren først på det tidspunkt kommer ind i billedet og en masse data skal til at behandles for at kunne bruges i drift.

Han synes at det vil være super smart med én fælles database om drift i Danmark. Herfra skulle alle relevante systemer kunne trække informationer fra og omvendt skulle databasen automatisk sende informationer ud til systemer i situationer hvor det vil være relevant. Det vil dermed blive muligt at finde informationer ét sted.

Midler til at nå målene for FM:

For at opnå en større integration af FM mener han at det er nødvendigt at der stilles krav fra bygherren og at der lægges mere fokus på samarbejde i byggeriet. Hans erfaring er at ingen parter i byggeriet gør noget med mindre de specifikt er blevet bedt om det – og yderligere er der nogle der altid forsøger at snyde de andre eller at presse dem mest muligt for selv at få mest ud af det. Dette er ikke godt for byggeriet.

Han udtaler at der ikke findes nogen standard for drift. Han mener at det er nødvendigt at der enten opstilles en standard (krav) om hvad der som minimum menes med driftshåndtering/-data eller at kommunikationen gøres uafhængig af driftssystemer. Der er nogle tekniske barriere der bør tages hånd om – teknologien er der, men man har ikke endnu forstået at udnytte den. Han kender dog ikke til detaljer omkring det teknologiske, herunder IFC-formatet og BIM. Han henviser til anden medarbejder, Jørgen Emborg. Desuden nævner han at man i Singapore har afprøvet mange aspekter af BIM.

Eksempler på aktuelle projekter:

Han nævner et projekt i Center for FM som netop er blevet oprettet. Det drejer sig om Kolding hvor nogle bygninger skal opføres til universitet. Projektet går ud på at der nedsættes et FM-panel der følger byggeprocessen på den måde at byggeriet løbende bliver diskuteret i panelet med det formål at komme med forslag til hvordan FM kan integreres i de fleste dele af byggeriet.

Han nævner at Cowi er i gang med at lave noget for Erhvervs- og Byggestyrelsen om digitalisering af byggeri fra vugge til grav.

Digital aflevering:

Ifølge Anne og Poul Henrik rådgiver Cowi ikke om digital aflevering. Poul Henrik mener ikke at bygherrekravene på det område er væsentlige nok til at det pt. er relevant at rådgive om. Kravene er meget åbent formuleret.

Bilag D-3

Caretaker

Interviewperson: Jørgen Emborg

Interview udført 06-03-2009. Caretaker ejes af COWI.

Telefonisk opfølgning efter interview med Anne Munch Andersen og Poul Henrik Due. Jørgen Emborg er udviklingschef i divisionen for Byggeri og Drift.

Jeg siger indledende at Anne og Poul Henrik ikke kender særlig meget til digital aflevering. Hertil svarer han at COWI ikke har været gode nok til internt at udbrede viden på dette område.

Årsagen til at COWI ikke rådgiver omkring digital aflevering er at de ikke har modtaget ønsker eller krav herom fra kunder.

Da jeg nævner at COWI indgik i DACaPo konsortiet udtaler han at det er imod konsortiets vilje at bygherrekravene formulerer direkte indtastning i et driftsprogram som digital aflevering. Her henviser han til metode 3 i bygherrekrav nr. 10.

COWI påbegyndte i sommeren 2008 at videreudvikle Caretaker. Det betyder at de også vil undersøge digital aflevering, det vil sige primært hvordan processen ved overgangen fra projekterende til driftsherre kan forbedres og gøres nemmere.

Bilag E

CoreFM

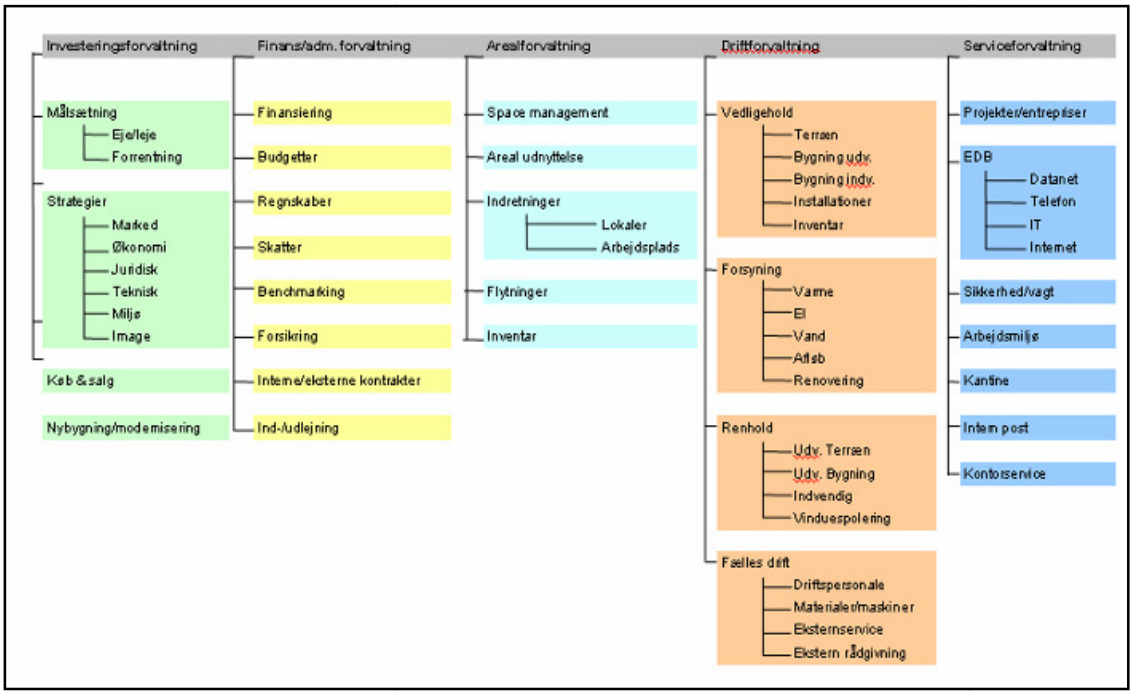
Interviewperson: Jakob Hermansen.

Interview udført 20-02-2009. CoreFM ejes af Byggeweb.

Jakob Hermansen er hos Byggeweb solution manager inden for FM. Han præsenterede CoreFM live og ved at benytte udvalgte slides fra en power point præsentation. Præsentationen fik jeg en kopi af. I løbet af interviewet besvarede han nedenstående spørgsmål.

- Hvilke områder inden for FM dækker CoreFM?

Definer FM: henviser til Per Ankers definition (slideshow): han kommenterer at CoreFM ikke dækker alle de aspekter, fx EDB under Serviceforvaltning. Han fremhæver at sikkerhed og vagt ikke hører hjemme i en model – det er noget information man kommer med og så kan man lægge det ind i en model.



Opbygget af moduler (se i øvrigt manual i programmet):

Portefølje

Objekter og forekomster

Adressekartotek

Planlægning og udførelse

Økonomi

Rapporter og dataudtræk

Lejemål

Systeminformation

- Hvad bygger CoreFM på? Eventuelt nogle af de listede forhold nedenfor?
    - En undersøgelse af relevant FM-data?
    - Erfaringsopsamling?
    - Kunders løbende ønsker?

Det er ønsker fra kunder af produktet Byggeweb der initierede oprettelsen af CoreFM. Kunderne ønskede digital arealforvaltning. CoreFM er derfor opbygget med udgangspunkt i arealer. Programmet udvikles løbende i takt med nye ønsker fra kunder. Kunderne har en meget stor indflydelse på programmet og der ligger således ikke større teoretiske undersøgelser om hvad der er relevant FM-data og hvordan dette ifølge erfaringer struktureres bedst muligt. Jakob mener at det vil være interessant at have en mere teoretisk tilgang til udviklingen af programmet, men han fremhæver at det er vigtigt at inddrage ønsker og krav fra kunder da de jo giver indtægterne. Der er mange kunder der virkelig kan se tydelige fordele ved digital arealforvaltning. De opdager at de kan optimere deres brug af arealer virkelig markant.

Alle deres kunder har eksisterende bygninger som ikke ligger i nogen modeller. Flertallet af deres kunder har således kun behov for rådgivning af drift af eksisterende bygninger. Dette består typisk i at få digitaliseret deres driftsdata, dvs. til 2D-tegninger med nogle lag hvor fx lejemål kan administreres.

De har Slots- og Ejendomsstyrelsen som kunde, hvilke jo er underlagt bygherrekravene. SES har ikke, så vidt Jakob ved, stillet krav til IFC. Altså, de har også valgt metode 3 til digital aflevering.

- Hvordan indlægges data i programmet om den aktuelle bygning og virksomheden der ejer eller benytter bygningen?

Data indlægges som beskrevet i bygherrekrav nr. 10 metode 3: direkte indtastning og indlægning af dokumenter i systemet. Jakob mener at bygherrekravene er for uambitiøse. Han mener at DDB-XML er ubrugeligt. Han udtaler at stort set ingen der ved hvad IFC er. Og det betyder at man står tilbage med metode tre, direkte indtastning. Bemærk at man godt kan trække data ud fra CoreFM i XML-format – primært ment til at man derved kan overføre data til et andet driftssystem hvis det skulle være aktuelt. Det er ikke ment til at overføre data til en model.

Entreprenører indtaster data i en formular på nettet om forskellige objekter. En entreprenør logger ind på en side på nettet og får derved adgang til en liste over ting han skal indtaste informationer om – dvs. har ansvar for. Det giver en struktur over data således at bygherre nemmere kan finde de informationer han har brug for. Det er vigtigt at have for øje at det er den rette man opkræver informationer fra og omvendt er der heller ikke nogen parter der vil tage ansvar for noget de ikke får betaling for. En entreprenør kan godt få gemt en kopi af sine data i CoreFM til at bruge i fremtidige projekter – således at han ikke skal indtaste stort set samme data hver gang.

De er ved at (det han viste mig var fra deres interne testserver, dvs. hvordan de pt. arbejder med at det kan komme til at fungere) oprette et samarbejde med 3dbyggeri's digitaleprodukter.dk om at entreprenøren fra deres database kan hente objekter fra byggevareproducenterne. Jakob fremhæver dog at det er væsentligt for at dette bliver brugt at databasen udbygges til at omfatte mange producenter.

Der benyttes 2D dwg plantegninger der med et plug-in til AutoCAD forberedes til import i CoreFM. Når det er importeret i CoreFM har man alle rum i bygningen. Enten gør Byggeweb dette for kunden eller også gør kunden det selv. Ofte har kunden ikke tid til at gøre det selv. Jakobs erfaring er at der ofte ikke er overensstemmelse blandt alle tegninger med rum-numre og derfor skal der bruges en del tid på at efterbehandle dette. Her nævner han at brug af 3D burde medføre at de projekterende nok have mere styr på dette.

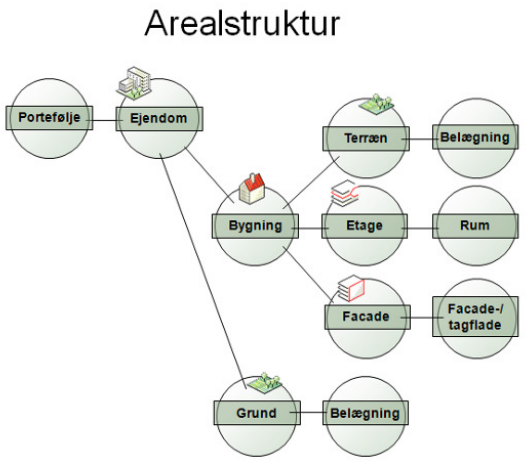
Man kan lave et as-built arkiv til informationer der ikke skal bruges direkte i CoreFM men som er gode at have alligevel til senere brug – til fx ombygning.

- Hvordan er brugerfladen i programmet?
    - Tilgås data via skemaer/excelark, via tegninger i 2D eller modeller i 3D?
    - Hvem er den tilsigtede bruger af programmet?

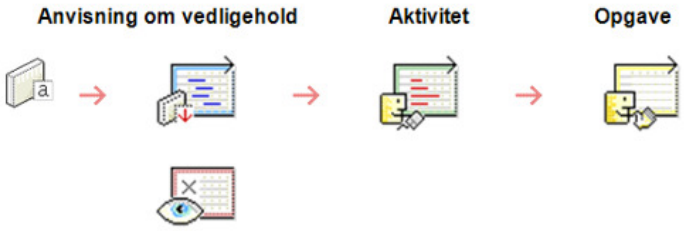
Man tager udgangspunkt i arealer og plantegninger. Man definerer sine bygningsdele og placerer dem på arealer. Dvs. objekt-forekomst tankegangen. Fx defineres en type dør og der placeres forekomster af denne dør-type rundt omkring i bygningen.

Der benyttes en svg-viewer fra Adobe. Det er altså ikke et CAD-program. Så det er ikke nødvendigt med licens til AutoCAD eller lignende.

Arealstruktur (portefølje, ejendom, bygning, etage):



Anvendelse af bygningsdelene til planlægning af drift:



Langt hen ad vejen kan informationerne der bruges i opbygningen af disse aktiviteter ikke hentes nogen steder, det er noget Byggeweb og bygherre/driftsherre selv skal generere. Der er ikke to CoreFM projekter der er ens. Jakobs erfaring er at deres kunder ikke har en nedskreven guide for hvad det er de gerne vil have eller hvad de plejer at gøre i forbindelse med drift.

Vil man fx flytte en væg i sin bygning og dermed også skal opdatere tegningerne i CoreFM kan dette ikke gøres direkte i programmet. Så skal man eksportere til AutoCAD, flytte væggen, oprette nye

polygoner i forhold til den nye rumdeling og importere til CoreFM igen. Dette beskriver Jakob både som en forhindring men også som en form for kvalitetssikring. Altså når man ikke bare ubesværet kan flytte en væg på tegningen er der heller ikke nogen der ved en fejl kommer til at gøre det – og dermed forårsage inkonsistens mellem virkeligheden og programmet. Han taler om site-liner-fænomenet, der gælder for alle it-systemer. En der administrerer fx lejemål i en bygning har sandsynligvis mange andre opgaver og bruger derfor kun programmet 10min om dagen. Dette betyder at der er risiko for at denne medarbejder ikke helt ved hvad det er han gør, og derfor kan komme til at lave fejl. Det er et kompleks program og det er komplekse data der skal håndteres. Jakob mener at det må gå hånd i hånd, et langt stykke hen ad vejen. Det er vigtigt at kende procedurer for at opdatere en tegning. Igen, er det enten kunden selv der opdaterer disse tegninger eller også gør Byggeweb det for kunden.

- Kan der udtrækkes en log fra programmet der viser udførte handlinger eller indrapporterede problemer?

Man kan se nøgletal for forskellige perioder. Giver et god overblik over data. Vises i diagrammer.

- Hvad er efter jeres opfattelse relevant data til brug i FM?
    - Nice to have vs. need to have?

Det er væsentligt kun at have adgang til det data der er relevant, for irrelevant data har ingen værdi. Men der er helt sikkert noget information der er nice to have – men det kan bare gemme væk i et arkiv eller på anden måde gemme i den daglige drift.

Jakob udtaler at selvom informationer om fx overflademateriale kan ligge i en model, uden at det jo er specifikt defineret som FM-data, er det kun relevant i drift og vedligehold hvis man ved man skal gøre med den overflade. Til gengæld fremhæver han at mængder og geometri er der hvor han pt. ser mulighederne.

FM-relevant data er fx ikke referater af alle møder afholdt i løbet af byggeprocessen. Han nævner at der i DK ikke findes nogen standard for hvilke data der skal afleveres til drift. Det er i AB92 bare formuleret som at man skal aflevere noget data der kan sikre at man kan drive den her bygning – hvilket er et meget vidt begreb. Ofte er det data der bliver afleveret utrolig ustruktureret – fx i form af flyttekasser med en hel masse information. Altså, man siger at al information kan findes her (i rodet), og så har man ligesom sin egen ryg fri. Fx blev der på fisketorvet og operaen afleveret papirer og flyttekasser. Skuespilhuset lavede digital aflevering til CoreFM.

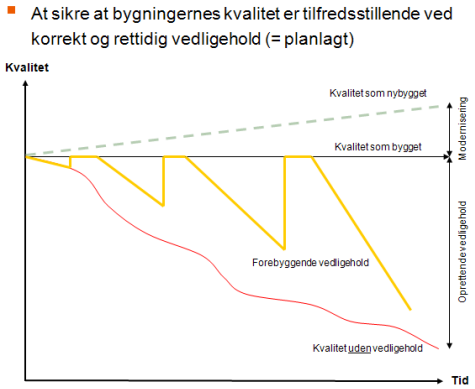
- Hvad er fordelen ved at benytte digitale FM-systemer?

Man får en bedre informationshåndtering og man kan se i et langsigtet perspektiv. Han fremhæver de nedenstående punkter som værende vigtige. Mange informationer om hvordan man plejer at

håndtere disse ting ligger i hovederne på forskellige medarbejdere – ved digitalisering bliver denne information tilgængelig for alle.

- Arealer
- Aktiviteter
- Budgetter
- Tidsplaner
- Prioriteter
- Ressourcer
- Historik
- Nøgletal og benchmarking

Der er både økonomiske og kvalitative fordele. Han viser denne graf, der primært fokuserer på kvalitet af bygningen.



Husk: den virtuelle model/system skal vedligeholdes. Dette er meget vigtigt og nogle kunder er dårlige til det. En uopdateret model er intet værd. Det er Jakobs erfaring at de medarbejdere der udfører det konkrete vedligeholdelsesarbejde benytter udskrifter fra programmet og tegninger i 2D, så det er væsentligt at overveje hvad man egentlig vil bruge en 3D model til i driftsfasen. I øvrigt har Jakob ikke endnu set en fuldt opdateret BIM-model der indeholdte alle informationer fra alle parter i byggeprojektet – og når man ikke har det er det jo svært at benytte en inkonsistent model i driftsfasen.

- Øvrige

Jakob beskriver digital aflevering som indsamling af data.

Om IFC: "FM-domænet"/FM-informationen på en bygningsdel, hvad skal det indeholde? Alle venter på alle, derfor er IFC ikke så udbredt til at benytte i digital aflevering. Byggeweb har ikke endnu beskæftiget sig med IFC, men Jakob mener at det kunne være interessant at se på.

Mange driftsherrer er ikke klar til digitalisering.

Husk at der altid er nogen der skal lave informationerne. Det er ikke alt man kan forvente kommer fra arkitektens model, fx informationer om lejemål – det er jo bygherren, eller hvis han sælger så er det den nye ejer, der ligger inde med denne information.

Jakob vil gerne vide noget mere om hvor den reelle fordel ligger i at bruge 3D-modeller i driften – husk at hvis der ikke er nogen information kan driftsherren ikke bruge det til noget. Hvad er argumentet/hvad er selling point?

Selvom der måske i løbet af projekteringen er lavet en energiberegning og i den forbindelse indlagt data om bl.a. u-værdier af vinduer, betyder det ikke at disse data bliver afleveret til bygherren. Jakob udtaler at hvis der ikke bliver stillet krav om noget bliver det ikke gjort.

Bilag F

Rambyg

Interviewperson: Peter Friis Jensen.

Interview udført: 04-03-2009 og 20-03-2009. Rambyg ejes af Rambøll.

Peter Friis Jensen er projektleder inden for renovering og D&V hos Rambøll. Peter inviterede mig med til et kursus i digital aflevering og herefter aftalte vi et opfølgende møde. På baggrund af begge disse er nedenstående spørgsmål blevet besvaret.

D. 4. marts deltog jeg i et kursus i digital aflevering for en del af underentreprenørerne på byggeriet af Rambølls nye domicil i Ørestaden. Dette kursus var det tredje i en række af lignende kurser. Løbende som underentreprenørerne bliver færdige afleverer de data til Rambyg. Det er Peter der er ansvarlig på projektet for at indsamle driftsdata. Pihl er hovedentreprenør og var derfor også til stede som vært sammen med Peter.

D. 20. marts lavede jeg et interview med Peter der fulgte op på indtrykkene fra kurset og dermed gav de resterende besvarelser på mine spørgsmål.

Jeg har fået adgang til Rambyg, både med log-in som driftsansvarlig og som bruger der kan fejlmelde problemer.

- Hvilke områder inden for FM dækker Rambyg?

Al drift og vedligehold der kan kobles på en bygningsdel. Peter kalder Rambyg et DV-program frem for et FM-program. Programmet fokuserer kun på konkret drift og vedligehold af en bygning. Fx indeholder programmet ikke space management. Der eksisterer til gengæld et fejlmelde-modul som brugere af en bygning kan benytte til at kommunikere et problem videre til den driftsansvarlige.

- Hvad bygger Rambyg på? Eventuelt nogle af de listede forhold nedenfor?
    - En undersøgelse af relevant FM-data?
    - Erfaringsopsamling?
    - Kunders løbende ønsker?

Programmet er oprindeligt udviklet af en enkelt person der ikke er Rambøll-medarbejder; Torsten Alf Jensen. Han havde et kundesegment som dermed har lagt grunden til programmet. Han har også stadig i dag en vis rolle i videreudviklingen af programmet, men programmet er og har i flere år været et Rambøll produkt. Der videreudvikles løbende på programmet og pt. har Rambøll startet en

udviklingsfase hvor man skal prøve at prioritere de nye udviklingstendenser der skal medtages i programmet til næste år.

Udviklingen af programmet bestemmes af udviklingen på markedet og ønsker fra kunder. Er der et specifikt ønske fra en kunde der vurderes at være et alment ønske, indarbejdes dette i programmet.

- Hvordan indlægges data i programmet om den aktuelle bygning og virksomheden der ejer eller benytter bygningen?

Det foregår enten via manuel indtastning eller via import af en model i IFC-format. Peter vurderer at det er under 10 % af Rambølls kunder der benytter IFC import.

Om manuel indtastning:

Første skridt er at oprette bygningsdelskort for alle bygningsdele i en kundes ejendom. Dette gøres typisk fra bunden for hver ejendom/kunde. Ved byggeriet af Rambølls nye domicil er det Peter der har oprettet disse bygningsdelskort. Dette er gjort manuelt på baggrund af informationer fra de projekterende, dvs. at han har modtaget en liste over bygningsdele der indgår i projektet. Rambøll råder ikke over en database hvorfra de kan trække forskellige typer bygningsdele. Peter udtaler at hver kunde har mange egne bygningsdele.

Hver kunde (eller i hvert fald de store kunder) får tildelt sit eget site hvorfra de administrerer sine egne data. Da spørger ind til muligheder for at genbruge data om bygningsdele svarer Peter at ikke er muligt (uden ekstra programmering) at hive dele ud fra et eksisterende site til et andet. Det er dog muligt at kopiere et helt site til et nyt site og hvis man i det originale site har en bruttoliste af bygningsdele er dette en måde at genbruge informationen på. Store kunder opretter ofte en master bygning (en fiktiv bygning) hvorfra de uddeler/kopierer informationer til samtlige af deres bygninger, alt dette foregår netop i det samme site (eksempler på sådanne kunder er ISS kommuner).

Den digitale aflevering for entreprenører består i at indtaste driftsdata til bygningsdele og komponenter. På kurset var alle bygningsdele og komponenter (både for ejendom og bygning) som entreprenørerne skulle bruge oprettet på forhånd (af Peter). Det som entreprenøren skal er at udpege dem og tildele dem driftsinformation. Peter fremhæver at det netop kun er den enkelte fag-entreprenør der kender de aktiviteter der skal knyttes til de enkelte komponenter.

Entreprenøren kan godt henvise til eller uploade eksisterende datablade (som de ofte har liggende i forvejen). Disse uploadede filer lægges ikke i en fælles database hvortil man kan henvise, dvs. at der skal uploades unikke filer hver gang. Det er dog meningen at der skal oprettes en fælles database i en ny version af programmet.

Om import via IFC:

Det er oprettelsen af bygningsdelskortene der foregår anderledes via import af en IFC-model. Oprettelse af aktiviteter og andet foregår på samme måde som beskrevet ovenfor.

Når en model importeres via IFC fremkommer en liste over samtlige IFC-elementer i modellen. Denne liste skal oversættes til SfB-strukturen. Dette gøres ved at man kigger listen igennem, samler de elementer der er af samme type bygningsdel og tildeler disse en SfB-kode og et navn. Derved opbygges alle bygningsdelskort.

- Hvad er efter jeres opfattelse relevant data til brug i FM?
    - Nice to have vs. need to have?

Det er kunden der afgør denne skelnen men generelt lægger man ikke noget ind der ikke er nødvendigt. Efterfølgende kan kunden finde ud af at de gerne vil have flere ting lagt ind og så gøres dette når behovet er der. Herved udbygger man løbende sin datamængde.

- Hvornår i en byggeproces og af hvem genereres FM-relateret data? Hvordan er ansvarsforholdet for FM-relateret data?

Løbende som entreprenørerne bliver færdige genereres FM-data. Det er de forskellige fag-entreprenører som ligger inde med FM-data om hver deres område.

Det er Peter der er ansvarlig for at indsamle driftsdata på Rambølls nye domicil. Han fremhæver at alle parter skal vinde/have fordel ved at benytte digital aflevering. Dvs. at ingen må i hvert fald have ulemper ved det.

Indtil 1 og 5 års gennemgang af bygningen har bygherren pligt til at følge de anvisninger om drift der er indlagt i Rambyg af entreprenørerne – hvis ikke og der er skader kan ansvaret ikke ledes tilbage til entreprenøren.

Da jeg spørger angående forhold omkring styring af ansvarsfordeling mellem de forskellige entreprenører i programmet, udtaler Peter at han aldrig har oplevet at det er sket at nogen har ødelagt noget for andre. Systemet er bevidst meget åbent, således at hver entreprenør kan komme ind og lægge information lige netop der hvor han vil og det er nemt at gå til. På samme bygningsdel kan der godt være flere entreprenører som hver har oprettet forskellige komponenter knyttet hertil. Peter fremhæver at det er sjældent at der er flere entreprenører på samme komponent. Ved byggeriet af Rambølls nye domicil har alle entreprenører afgivet deres tilbud ud fra at de også er forpligtigede til at benytte Rambyg og digital aflevering – dermed har de accepteret de forhold der er omkring ansvarsfordeling. Peter udtaler at der i de kommende versioner af Rambyg sandsynligvis vil komme en form for låsning, forstået på den måde at både den enkelte entreprenørs data og historik fremgår i programmet. Man kan altså se i historikken hvad der er indtastet eller slettet hvornår og af hvem.

- Hvordan er brugerfladen i programmet?
    - Tilgås data via skemaer/excelark, via tegninger i 2D eller modeller i 3D?
    - Hvem er den tilsigtede bruger af programmet?

Normalt er det den driftsansvarlige der benytter programmet og så sender han beskeder videre til den menige medarbejder, fx en håndværker. Men Peter har set programmet brugt af alle niveauer. Derudover er der jo også fejlmeldesystemet – dette er mest til store bygningsmasser (ved mindre benyttes bare mail og telefon)

Programmet kan læse 400-500 forskellige filformater, vha. viewere. Dvs. der er ingen krav til fx særlige AutoCAD-licenser.

Programmet benytter SfB-systemet ved navngivning af bygningsdele. Indgangen til bygningsdelene foregår via SfB og en lang liste (træstruktur) af alle bygningsdele. Modeller og tegninger i programmet er ikke interaktive med fx aktiviteterne knyttet til komponenter. De er altså kun til ren illustration og det er kun i oprettelsesprocessen af bygningsdelskort at man direkte udnytter IFC-modellen. Udvikling i retning af mere interaktive funktioner nævner Peter er noget der også tænkes på i forbindelse med videreudvikling af programmet.

Strukturen i programmet er:

Ejendom (terræn osv.) & Bygning (fra og med hoveddøren)

Bygningsdele (Disse er knyttet til et bygningsdelskort. Bygningsdelene er enten knyttet til ejendommen eller til bygningen)

Komponenter (fx opdeles bygningsdelen "vindue" i komponenterne "fuge" og "selve vinduet")

Aktiviteter (der kan godt være flere aktiviteter på samme komponent)

Til hver bygningsdel skal angives kvalitetsmål og -status. Kvalitetsmålet udtrykker hvilken stand bygherren ønsker hver bygningsdel skal være i. Kvalitetsstatus udtrykker hvad den aktuelle status er på kvaliteten af bygningsdelen. Ved byggeriet af Rambølls nye domicil skulle mål altid sættes til B og status ved aflevering til a.

Der skelnes mellem drift og vedligehold ved angivelse af aktiviteter. Driftsaktiviteter er fx at slå græs og udskifte filter i aircondition imens vedligeholdelsesaktiviteter fx er maling. Det afhænger altså bl.a. af hvor ofte aktiviteten skal udføres.

I selve programmet fremkommer ikke grafiske repræsentationer af data, kun i form af tidsplaner. Der kan dog eksporteres til Excel og herfra er der jo mulighed for at lave grafer.

- Kan der udtrækkes en log fra programmet der viser udførte handlinger eller indrapporterede problemer?

Det er vedligeholdelsesplaner, aktivitetslister og bygningsdelskort med komponenter som man trækker ud af programmet. Peter henviser i øvrigt til de større kunder der benytter en master bygning hvor kunden opsamler erfaring til brug fremover.

- Hvad er fordelen ved at benytte digitale FM-systemer?

I stedet for at man har 15 hyldemeter af mapper med information så har man denne information i en database. Man har kun et indblik i hvor sine data er når disse findes i traditionel mappe-form på en hylde, hvori mod man med et digitalt system har et overblik over sine data. Forskellen består altså i at gå fra at have indblik til at have overblik. Data i et digitalt system bliver ikke væk selvom det bliver flyttet.

- Øvrigt

Peter mener at processen er vigtig – han ønsker ikke kun at sælge et program, men han vil se at det også bruges i afleveringsprocessen.

Peter nævner at Rambøll modtager interesse fra arkitekter om at kunne designe ud fra driftshensyn. Altså at afprøve forskellige designløsninger med henblik på hvordan driften ser ud over fx 10 år.

Når Rambøll rådgiver sine kunder drejer det sig om at finde den bedste løsning for kunden. Dvs. at Rambøll undersøger markedet for hvilket driftssystem der vil være bedst til netop den enkelte kunde og det er ikke altid at det er Rambyg der er det. Han nævner at hvis kunden fx ikke kan få dækket 60 % af sine ønsker med Rambyg, skal kunden have et andet system og det hjælper Rambøll gerne kunden med. Dette udtrykker Peter er forskellen på at være et rådgivende firma og at være et softwarehus – rådgiveren sælger rådgivning og softwarehuset sælger et bestemt stykke software.

Til slut spørger jeg hvor han ser FM i fremtiden, hvortil Peter svarer at nogle programmer vil blive bredde og andre, herunder Rambyg, vil blive ved med at være specifikke samt nogle vil fokusere på at binde de forskellige systemer sammen.

Mine observationer af stemningen på kurset:

Der er en meget hyggelig stemning

Kun 5 kursister. Alle får en computer og sidder samlet omkring et bord.

Der er kaffe, te, vand og kage til rådighed

Peter er meget venlig og tålmodig i sin vejledning

Udgangspunktet er at det skal være nemt for entreprenøren og at de nu har muligheden for, med vejledning til rådighed, at indtaste så meget af deres data som muligt på de 2-3 timer som kurset varer.

Helle Juul Bak

Danmarks
Tekniske Universitet

Rettelsesblad 04-09-2009

Bygnings Informations Modellering og Facilities Management

Eksamensprojekt ved DTU af Helle Juul Bak, juli 2009

I de sidste linjer i afsnit 2.4.1 er der en fejl, hvilken rettes i henhold til følgende.

s. 28 linje 13n-16n

”Dette illustrerer at det er væsentligt at tage udgangspunkt i det behov for datagrundlag et givent arbejde kræver … frem for teknologiske detaljer. En digital 3D model ser smart ud – men i sidste ende er det anvendelighed det drejer sig om.”

rettes til

”Dette illustrerer at det er væsentligt at tage udgangspunkt i det behov for datagrundlag et givent arbejde kræver, frem for at oprette data i en BIM-model udelukkende på baggrund af, at det er teknologisk muligt. Der vil dermed opstå risiko for at der bruges ressourcer på noget som ikke vil blive anvendt.”