

BIM og FDV

Lene Jensen

Master i ingeniørvitenskap og IKT

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Tor Guttorm Syvertsen, KT

Medveileder: Knut Espen Bergby, Lydia AS

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for konstruksjonsteknikk

MASTEROPPGAVE 2013

for

stud.techn. Lene Jensen

BIM og FDV

BIM and Facility Management

Bakgrunn for oppgaven/problemstilling

LYDIA defineres som “et verktøy for bedre fasilitetsstyring”, og brukes til forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av bygninger.

Nå er Lydia AS interessert i å viderutvikle LYDIA i retning BIM for prosjektering og bygging. Ønsket er at LYDIA i fremtiden kan hente informasjon fra BIM-databasen, og dermed videreføre en del av databasen fra prosjektering inn i drift- og vedlikeholdsfasen.

Angrepsmåte

BIM og FDV

- a) Foreslå en modell for informasjonsflyt mellom BIM og LYDIA.
- b) Undersøke og vurdere verktøy for overføring av informasjon mellom BIM og LYDIA, i samråd med Lydia AS. Lydia AS vil komme med innspill til vurderingskriterier og vektning av disse i løpet av februar.
- c) Praktisk uttesting av valgt metode for overføring av informasjon.

Resultat

Oppgaven skal resultere i en digital rapport som vil danne grunnlag for karakterfastsettelse.

Besvarelsen skal leveres til Institutt for Konstruksjonsteknikk senest 10. juni 2013.

Oppgaven kan underveis tilpasses arbeidets forløp og kandidatens interesser.

Besvarelsen organiseres i henhold til gjeldende retningslinjer

(<http://www.ntnu.no/kt/studier/masteroppgaven>).

Kontaktperson hos Lydia AS:

Knut Espen Bergby (knutespen@lydia.no)

Faglærer:

Professor Tor G. Syvertsen (torgsyv@gmail.com)

Trondheim, 14. januar 2013

Tor G. Syvertsen (sign.)
faglærer

Forord

Masteroppgaven ble utført våren 2013 ved Institutt for Konstruksjonsteknikk ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU.

Oppgaven viderefører en prosjektoppgave gjennomført høsten 2012. Problemstillinger og tanker i masteroppgaven undersøker overgangen prosjektering med BIM til FDV med LYDIA. Oppgaven er utført i samarbeid med Lydia AS i Trondheim. Takk til Lydia AS for disponering av arbeidsplass, og til Bjørn Inge Brekke og Knut Espen Bergby for gode tilbakemeldinger og samtaler.

Jeg vil rette en spesiell takk til veileder Tor G. Syvertsen for verdifulle kommentarer og innspill, og et stort engasjement for sine studenter.

Til slutt en takk til min samboer Tony Høyholm for god støtte og kreative innspill til oppgaven.

Trondheim, 10.juni 2013

Lene Jensen

Sammendrag

Tradisjonelle arbeidsformer i dagens byggebransje vier lite oppmerksomhet til forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av bygninger. BIM, bygningsinformasjonsmodellering, kan bidra til en ny digital arbeidsprosess, hvor FDV står i sentrum. Resultatet av en slik prosess er en modell, en database, hvor all informasjon om et bygg ligger lagret.

LYDIA er FDV-programvare, utviklet og levert av Lydia AS. De ønsker å videreutvikle LYDIA i retning BIM, og se på hvordan sammenhengen BIM-LYDIA kan utføres i praksis. Lydia AS opplever i dag størst utfordringer ved import av informasjon til LYDIA-databasen. Kundene samler manuelt inn store mengder informasjon til databasen. Erfaringer viser at endel kunder strever med å forstå bruksnyttene av LYDIA.

Systemarkitekturen presentert i oppgaven løser Lydia AS sine forutsetninger for overgangen BIM-LYDIA. Funksjonaliteten i LYDIA er opprettholdt. buildingSMART sitt standardiserte filformat, IFC, er brukt som utgangspunkt for overføring av informasjon. Løsningen er realiserbar innen andre kvartal 2014.

Modellen forenkler dagens importarbeid. Lydia AS sine kunder slipper manuell dataregistrering som øker risikoen for feil. Ved import direkte fra BIM forenkler man prosessen med å hente informasjon til LYDIA-databasen. Modellen bygger likevel ikke oppunder en ny samarbeidsprosess. Digitale arbeidsformer kan endre de tradisjonelle arbeidsformene i byggebransjen. Utgangspunktet for slike arbeidsprosesser er større tillit og mer fokus på samskaping. Lydia AS må selv tenke gjennom hvilken retning de ønsker å ta for fremtidige LYDIA.

Abstract

Traditional methods in today's construction industry has little focus on Facility Management (FM). BIM, building information modeling, can contribute to a new digital workflow, where FM stands in the center. The result of this process is a model, a database, where all the information about a building is saved.

LYDIA is FM software, developed and delivered by Lydia AS. They want to develop LYDIA towards BIM, and look at how the relationship BIM-LYDIA can be realized. Lydia AS is currently experiencing problems with import of information to the LYDIA database. Customers need to collect large amounts of information to the database, and the information is entered by hand. In addition, experience shows that customers have little knowledge of how such a database can be used and what the benefits of LYDIA are.

System architecture presented in the thesis solves Lydia AS main points of transition BIM-LYDIA. Functionality of LYDIA is maintained. buildingSMART's standardized format, IFC, is used as the basis for the transfer of information. The solution can be realized in the second quarter of 2014.

The solution simplifies current import work. Customers of Lydia AS will not have to enter information by hand, thus creating a greater risk of failure. By importing directly from the BIM one facilitates the process of collecting information for the LYDIA database. The process is not supporting a new collaborative process. Digital methods may change the traditional ways of working in the construction industry. The basis for such work processes is greater confidence and more focus on co-creation. Lydia AS must think about what direction they want to take for the future LYDIA.

Innhold

Forord	i
Sammendrag	iii
Akronymer, forkortelser og betegnelser	ix
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling	2
1.2 Oppgaven	3
1.3 Tidligere arbeid	4
2 Bakgrunn	5
2.1 Byggeprosessen i dag	6
2.2 BIM	8
2.3 LYDIA	11
3 Digitale arbeidsformer	15
3.1 Arbeidsformer	16
3.2 En digital verden	18
4 Systemarkitektur med BIM	23
4.1 Utgangspunkt	24
4.2 Systemarkitektur	25
4.3 To informasjonskilder	27
4.4 utfordringer	28
5 Tekniske løsninger	33
5.1 Filformatet IFC	34
5.2 Sammenlignbare objektmodeller	37
5.3 Utviklingsverktøy	40
5.4 LYDIA-klienten	46
5.5 Eksempel på bruk	49
6 BIM-FDV i fremtiden	53

7	Konklusjon	57
7.1	Videre arbeid	59
8	Bibliografi	61
A	Egenskaper støttet av IFC	67
B	Kildekode	71

Akronymer, forkortelser og betegnelser

ArchiCAD	BIM-programvare [1]
ARK	arkitekt
BIM	bygninginformasjonsmodellering/bygninginformasjonsmodell
buildingSMART	organisasjon [2]
DAK	dataassistert konstruksjon
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
IFD	International Framework for Data Dictionaries
Lydia AS	firma [3]
LYDIA	FDV-programvare, utvikles og leveres av Lydia AS
Revit	BIM-programvare [4]
RIB	rådgivende ingeniør byggeteknikk
RIE	rådgivende ingeniør elektro
RIV	rådgivende ingeniør VVS
Simplebim	program/utviklingsverktøy [5]
xBIM	utviklingsverktøy [6]

1 | Innledning

Vi skal ikke slutte å utforske. Og formålet med all vår utforskning, er å ende der vi startet og kjenne stedet for første gang.

T. S. Eliot [7]

Levetiden til et bygg kan bli delt i to stadier. Første stadiet dreier seg om å prosjektere og bygge, og det andre stadiet dreier seg om å bruke, forvalte, drive og vedlikeholde resten av byggets levetid. Vedlikeholdsansatte er sjelden de samme som har prosjektert og bygget en bygning.

Vedlikehold av bygget er den største og mest kostbare perioden. Økonomiske utgifter innebærer lønn til ansatte inkludert renhold og vaktmestertjenester, samt utgifter til maskineri, utstyr og organisering.

Teknisk Ukeblad skrev i 2001 en artikkel om vedlikeholdet av lyskilder ved Oslo Lufthavn Gardemoen [8]. I 2001 hadde Gardemoen omlag 6000 lyskilder på rulle- og taksebanene. Hovedområdet i innsjekkingshallen hadde rundt 360kW med lys installert. Belysning i slikt omfang medfører krevende vedlikehold :

- Flyplassen har spesialbelysning som ofte er visuelt pene, men dyre og med lang leveringstid. I tillegg kan det være vanskelig å få tak i reservedeler.
- Økonomisk levetid er utgangspunkt for å skifte ut lyskildene, og lysene blir skiftet ut gruppevis i adkomst- og ankomsthallene. Jobben er krevende fordi utforming og plassering av lyskildene ofte er lite gjennomtenkt for vedlikehold.
- Flyplassen ble prosjektert av ulike konsulenter, som førte til flere alternative løsninger på lysene. Flere leverandører krever større ressurser for å ha nok reservedeler på lager.

Situasjonen ved Gardemoen viser hvor viktig kunnskap og erfaringer vedlikeholdsansatte kan bidra med. Nye tanker og digitale hjelpemidler kan utfordre dagens samarbeidsmetoder og bidra til bedre løsninger på dagens nybygg.

BIM kan defineres både som bygningsinformasjonsmodellering og en bygningsinformasjonmodell. Modelleringen bør være en kollektiv kunnskapsprosess hvor modellen blir sluttresultatet. Modellen representerer en database hvor informasjon om et helt bygg ligger lagret. BIM kan endre hvordan byggebransjen samarbeider i dag, ved å være en informasjonsbærer. Masteroppgaven ønsker å sette søkelyset på hvordan BIM kan gi større muligheter for en mer helhetlig prosess mellom prosjektering og FDV.

LYDIA er et datasystem for å håndtere forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av et bygg. Hvis aktørene i bransjen endrer sine arbeidsmetoder, kan Lydias AS dra stor nytte av dette. Målet bør være at med BIM kan LYDIA bidra til å skape en mer helhetlig prosess, og en enklere hverdag for sine brukere.

1.1 Problemstilling

Lydia AS ønsker å kunne gi sine kunder mulighet til å bruke BIM i hele byggets levetid. Utfordringene for Lydia AS har til nå vært knyttet til import av informasjon til databasen. Kunden har hatt liten kompetanse på området slik at Lydia

AS selv må gjøre endel av arbeidet. Risikoen for feil i dokumentene har vært stor, og i tillegg krever arbeidet ekstra ressurser. I dag medfører import dobbelt- og ekstraarbeid for Lydia AS.

Lydia AS sine kunder har ikke alltid den nødvendige kompetansen eller kunnskapen for å kunne tilfredsstillende Lydia AS sine krav til import. Kravene kan skape utfordringer for kundene, og kostnaden blir større når kundene må sette jobben bort framfor å gjøre den selv. Erfaringer viser at mange brukere av LYDIA har liten forståelse for hvordan databasen bør bygges opp og tas i bruk for å ha størst mulig nytte av LYDIA.

I mange tilfeller er Lydia AS sine kunder også byggherren til prosjektet. Byggherren har kontakt med de prosjekterende og entreprenører som oppretter FDV-dokumenter. Utfordringen er å få tilstrekkelig og god nok dokumentasjon som kan brukes i LYDIA, helst før bygget er oppreist.

1.2 Oppgaven

Masteroppgaven dreier seg om overgangen BIM-LYDIA, og undersøke hvilke utviklingsmuligheter som finnes. BIM som informasjonsmodellering kan gi grunnlag til nye måter å tenke og arbeide på, som også kan påvirke drift og vedlikehold. Grunnlaget for vedlikehold blir lagt i starten av et byggeprosjekt, uten at bevisstheten rundt dette er høy.

BIM kan endre hverdagen for vedlikeholdsansatte ved å se på helheten i byggeprosessen. LYDIA som FDV-system kan bidra til denne prosessen, ved at overgangen BIM-LYDIA blir mer sammenhengende enn slik den er i dag. Ved å gjøre Lydia AS sine kunder mer bevisst på hvilken informasjon som blir lagt inn i informasjonsmodellen, vil de videre stille krav til sine konsulenter. Samarbeid mellom ulike aktører tidligere i byggeprosessen kan skape bedre bygg, og en enklere hverdag for vedlikeholdsansatte. Målet med denne oppgaven er derfor å forslå en mulig løsning på overgangen BIM-LYDIA, ved å se på hvilken teknologi som kan brukes og hvordan den kan brukes.

Oppgaven er delt i tre:

1. Foreslå en modell for informasjonsflyt mellom BIM og LYDIA.
2. Undersøke utviklingsverktøy for å overføre informasjon mellom BIM og LYDIA, og vurdere disse basert på vurderingskriterier i samråd med Lydia AS.
3. Praktisk test av valgt metode for overføring av informasjon.

1.3 Tidligere arbeid

Oppgaven bygger videre på en prosjektoppgave utført høsten 2012 [9]. Prosjektet undersøkte hvor godt informasjon lar seg overføre fra IFC til LYDIA, og dekningsgraden mellom objektmodellene. Konklusjonene var:

- Felter fra IFC-formatet vil la seg overføre til LYDIA.
- Et nært samarbeid med leverandørene av BIM-programvare og Lydia AS sine kunder vil være viktig for å få den samme forståelsen av IFC-formatet.

2 | Bakgrunn

Bakgrunns materialet presentert her gir en innføring i dagens byggeprosesser, og hvordan arbeidsformen normalt er fra prosjektets start til slutt. Deretter kommer en introduksjon av BIM, og utfordringer med dagens tanker rundt BIM. Til slutt en presentasjon av LYDIA og dagens bruksområder.

2.1 Byggeprosessen i dag

Byggeprosjekter i dag er en sammensatt prosess. En prosess defineres av Store Norske Leksikon som: «en naturlig utvikling gjennom flere stadier» [10]. Prosessen for et bygg starter med en idé-fase, fortsetter med en prosjekterings-fase før byggingen starter. Bruken av bygget er siste fase, og starter når bygget er ferdig oppstilt. Fasene følger en naturlig utvikling.



Figur 2.1: Byggeprosessen.

Figur 2.1 viser en teoretisk, sekvensiell byggeprosess. Hver fase følger etter at den forrige er ferdig. I hver av disse fasene er det ulike aktører som medvirker i prosessen. Deres samspill påvirker sluttproduktet.

Byggeprosessen har fire hovedfaser:

- **Idé:** En startfase begynner med en idé eller tanke som danner grunnlaget for videre skisser. Arkitekter er de mest fremtredende i en slik startfase. Skisser blir produsert på grunnlag av behovsutredning.
- **Prosjektering:** Når skissegrunnlaget er klart, vil byggteknisk rådgiver bistå arkitekt i den tekniske løsningen. Rådgivere innen andre fagdisipliner medvirker også med sin ekspertise. Tegningsgrunnlaget fra fasen blir utgangspunktet for håndtverkerne.
- **Bygging:** Arbeidere fra ulike faggrupper samarbeider om å føre opp bygget. Ansvarlig bygger ser til at kvaliteten er god nok, og sørger for at fremdriftsplaner blir holdt.
- **Bruk:** Bruksfasen er perioden etter bygget er ferdig oppstilt, og brukerne kan ta i bruk bygget. Brukere kan være både leieboer, kontormedarbeider eller andre ansatte. Vedlikeholdere er også en brukergruppe. Innleide bedrifter eller eier av bygget har ansvaret for å vedlikeholde bygget. Fasen slutter ikke før bygget blir revet ned.

Prosessen viser at det gjennomgående er manglende fokus på FDV. Idé- og prosjekteringsfasen er i hovedsak preget av arkitekten og ingeniørens tanker. Uten direkte kontakt med vedlikeholdere kan det være vanskelig å få med løsninger som

er både kostnadsbesparende og effektive. Egeninteresser hos både prosjekteringsgruppen og vedlikeholdere kan føre til en høyere terskel for å kommunisere med hverandre. Konsekvensen er at mange beslutninger som rammer FDV allerede er tatt når man kommer til byggefasen. Under bygging er det viktig å dokumentere hvilke bygningsdeler som er brukt, og hvilken type vedlikehold de trenger. For lite fokus på FDV i denne fasen kan føre til dårlig og for lite dokumentasjon.

Slik prosessen framstår i dag har sluttbruker liten innflytelse på prosessen og sluttproduktet. Vedlikeholderen sitter igjen med den største fasen i byggeprosessen, og er mest tilknyttet bygget i det daglige. FDV av et bygg er den lengste og mest kostbare fasen. Ved å bruke erfaringer og kompetanse fra vedlikeholdere kan man senke kostnadene i det lange løp.

Roller

Sentrale roller i byggeprosessen er:

- **Bestiller:** Bestiller ønsker et arbeid utført, og engasjerer planleggere og bygger for å utføre jobben. Bestiller er ikke nødvendigvis eier av bygget, men kan være en forvalter for eieren.
- **Planlegger:** Tegningsgrunnlag er nødvendig for å utføre et byggeprosjekt, både tidlige faser av bygget og for produksjon. Dette er hovedsaklig arkitekter og rådgivende ingeniører innen ulike fagområder.
- **Bygger:** Utfører det praktiske arbeidet med å sette opp bygget. Bygger er ansvarlig for at jobben blir utført som avtalt, og produserer også endel av materialet som forvaltere trenger i ettertid.
- **Eier:** Eier innehar rettigheter over bygget, og kan i noen tilfeller også være bruker av bygget. Er initiativtaker til å sette i gang hele prosessen.
- **Bruker:** Brukeren er den som bruker bygget etter det er satt opp. Dette kan være eieren selv, eller bygget kan være utleid til leietakere.
- **Vedlikeholder:** Vedlikeholder bygget og sørger for at bygget blir ivaretatt over tid. Utføres av byggeier selv, eller av eksterne firma.

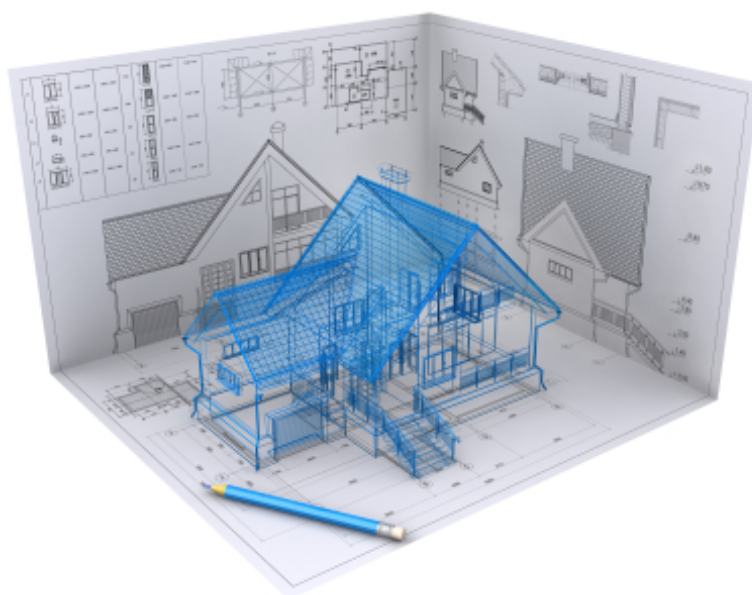
Rollene presentert ovenfor gir inntrykk av hvor mange aktører som er aktive i en byggeprosess. I noen tilfeller spiller en aktør flere roller. Eier kan være både bruker og vedlikeholder, eller et firma kan utføre rollen både som planlegger og bygger.

For å ivareta bygger og vedlikeholders interesser bør de være med fra starten av byggeprosjektet. Dagens byggeprosjekter må endre fokus. Fra å skape pene, estetiske løsninger til å skape de beste og billigste byggene. Først da kan man endre

hverdagen for bygger og vedlikeholder. Ved å ta i bruk digitale prosesser som BIM, kan man skape et bedre samarbeid på tvers av yrkesgrupper. Begrunnelser for å bruke BIM som en digital arbeidsmetode blir gitt i kapittel 3.

2.2 BIM

BIM kan defineres både som bygningsinformasjonsmodellering og en bygningsinformasjonmodell. Modelleringen bør være en kollektiv kunnskapsprosess hvor all kompetanse kan bli hentet inn for å skape de beste byggene. Resultatet blir en bygningsinformasjonmodell hvor man modellerer bygningsdeler, installasjoner og utstyr som objekter. Hvert av disse objektene kan tildeles ulike egenskaper og ha relasjoner mellom seg [11]. En dør er ikke lenger bare en dør beskrevet med noen få linjer og streker. Den kan ha egenskaper som pris og brannklasse, og relasjoner til veggen den er montert i.



Figur 2.2: Fra DAK til BIM [12]

BIM er mer enn en ny måte å utføre DataAssistert Konstruksjon, DAK (figur 2.2). Informasjon som blir lagret om bygget øker bruksnyttene til modellen. Digital modellering gir grunnlag for nye samarbeidsprinsipper og informasjonshåndtering.

Et tett samarbeid mellom alle aktører i en byggeprosess vil danne grunnlaget for BIM. Når man innhenter kunnskap fra alle skaper man de mest gjennomtenkte løsningene. Sluttresultatet vil være preget av et samarbeid hvor den beste kompetansen har fått løse problemstillingene. Slike egenskaper gjør BIM til en verdifull prosess, og mulighetene for å endre arbeidsmetoder i byggebransjen er tilstede.

Konsulenter fra ulike fagretninger kan i større grad samarbeide om den nye modellen tidligere i prosjektets løp. Ved hjelp av 3D-visualisering kan man oppdage mulige feil og mangler på et tidligere stadiet enn byggeplassen. 3D-visualisering gir grunnlag for å kunne innhente erfaringer og kompetanse fra andre enn ingeniørene selv. Personer som normalt ikke har grunnlag for å forstå en 2D-tegning, ser lettere hvordan bygget vil bli i en 3D-modell.

BIM blir stadig mer utbredt, men byggebransjen strever med å ta i bruk alle muligheter som ligger i en BIM. Med tanke på all informasjonen som ligger lagret, finnes det større og flere muligheter for å utnytte dataene på en mer gjennomtenkt måte. Modellen kan tilføre informasjon som er interessant for FDV. Tar man vare på denne informasjonen og fører den videre til senere brukere av bygget vil BIM få ytterligere en anvendelse. På en slik måte kan man knytte prosjektering og FDV tettere sammen, ved å øke bevisstheten rundt FDV.

Åpen BIM er et begrep som innebærer at alle aktører i bransjen skal kunne delta i prosjekter uavhengig av hvilken programvare de bruker. Tanken er god, og kan åpne for bedre samarbeid med BIM. Utfordringen er at man fortsatt organiserer arbeidet på tradisjonelt vis.

buildingSMART

buildingSMART-organisasjonen utvikler og vedlikeholder ISO-sertifiserte standarder for å fremme bruken av åpen BIM i bygg- og anleggsbransjen. Standardene er:

- IFC - Industry Foundation Classes - filformat
- IFD - International Framework for Data Dictionarys - dataordbok
- IDM - Information Delivery Manual - prosess

buildingSMART har klart å skape engasjement, og ordet BIM har raskt spredt seg i bransjen. Organisasjonen har kommet langt i etablering av sine tanker og ideer i byggebransjen. Flertallet har kjennskap til BIM, og i den sammenheng har de ofte hørt om IFC. Bransjen har fått et bilde av BIM som synonymt brukes i sammenheng med åpen BIM, buildingSMART og IFC.

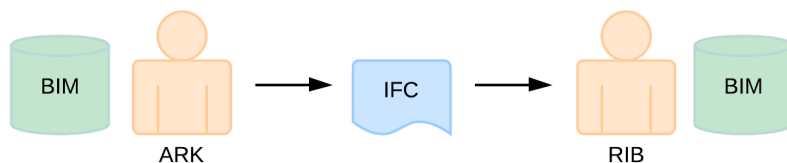


Figur 2.3: buildingSMART organisasjonen [13].

Målet for buildingSMART er som nevnt tidligere å la alle kunne delta i prosjekter, uansett hvilken programvare de bruker. buildingSMART ønsker å oppfordre til

bedre samarbeid på tvers av faggrupper. Til tross for dette tar de i bruk upraktiske metoder for å oppfylle målet sitt. Istedenfor å utvikle nye tanker om samarbeid og hvordan dette kan utføres, videreføres de gamle arbeidsprosessene.

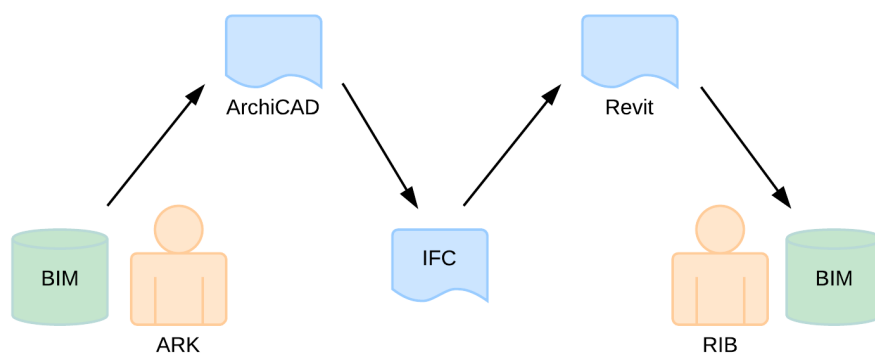
buildingSMART ønsker å bruke IFC for å lette kommunikasjonen mellom samarbeidspartnere i et byggeprosjekt. IFC er et filformat som skal kunne øverføre informasjon mellom aktørene uavhengig hvilken programvare de bruker. Behovet kommer av at arkitekt (ARK) og de rådgivende ingeniørene (RI) som regel bruker ulik programvare. Figur 2.4 viser at uavhengig av hvilken programvare arkitekt og ingeniør bruker, skal man kunne overføre informasjonen problemfritt.



Figur 2.4: Ønsket arbeidsform med IFC

Problemet med å lage en standard for BIM er at ulike programvare tolker objektmodellen forskjellig. Faktisk arbeidsform vises på figur 2.5. Arkitekten sin programvare (ArchiCAD) lager sin tolkning av objektmodellen. Deretter vil denne modellen bli eksportert til en IFC-fil. Denne blir tatt inn i ingeniørens sin programvare (Revit), som tolker modellen over på sitt format.

En standard objektmodell kan dermed bli for komplisert å utføre i praksis. Problemet i dag er at IFC-formatet ikke klarer å «oversette» mellom de ulike tolkningene av objektmodellene. Da risikerer man å miste endel informasjon på veien, eller lagre informasjon på feil sted. Et felles filformat vil da i praksis være verdiløst.



Figur 2.5: Faktisk arbeidsform med IFC

I tillegg til et standard filformat ønsker buildingSMART å standardisere arbeidsprosesser i et prosjekt. IDM skal være en spesifisering for hvilke leveranser og krav

som stilles til de ulike aktørene i et prosjekt [14]. Arbeidsprosessene som kreves er forskjellige fra prosjekt til prosjekt. Derfor er det vanskelig å standardisere noe som vil variere med størrelsen på prosjektet, hvilke aktører som deltar og kompetansen de besitter.

Ved å fokusere på å utvikle verktøy på en felles plattform, kan man i større grad stimulerer til samarbeid mellom ulike arbeidsgrupper.

2.3 LYDIA

LYDIA er et programvaresystem til arbeidet med å forvalte, drive og vedlikeholde et bygg. Lydia AS ble i sin tid utviklet av Bjørn Hegli i samarbeid med to studenter.

Når et bygg er ferdig oppstilt blir FDV-dokumentasjon overlevert til byggherren. Bygger er ansvarlig for å opprette og levere informasjonen. Norsk Bygg-tjeneste AS definerer FDV-dokumentasjon som [15]:

«**FDV-dokumentasjon:** Omfatter samlet dokumentasjon, herunder tegninger, bruksanvisninger, materialdokumentasjon, vedlikeholdsrutiner, spesifikasjoner for utstyr, beregninger, rapporter som skal sikre at konstruksjons- og brannkrav blir ivaretatt mv., og som er nødvendig for en tilfredsstillende forvaltning, drift og vedlikehold av bygget.»

Dokumentasjonen må inneholde tilstrekkelig informasjon for å kunne forvalte og drive bygningen, samtidig som det må være grunnlag for at det over tid kan komme endringer i forhold til byggets bruk, for eksempel rehabilitering, ombygging eller endring av bruk [15].

Databasen i LYDIA inneholder objekter, bygningsdeler, som trenger vedlikehold. Dette kan være lysarmatur, vinduer, sluk eller lignende. For alle bygningsdeler kan man opprette regelmessige kontroller, eller vedtak som må gjøres. FDV-informasjon om bygningsdelen, blir knyttet til objektet i databasen.

LYDIA vil kunne bidra til bedre kontroll over arealer, spesielt ved stor bygningsmasse. Programmet gir oversikt over hva ulike rom brukes til, og hvem som leier arealene. For komplekse bygningsmasser, kan LYDIA være en hjelp til å håndtere det daglige vedlikeholdet.

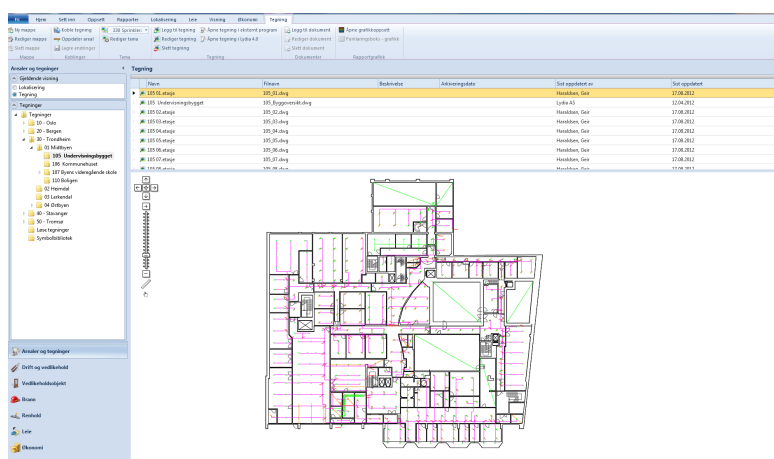
En stor del av kundemassen til Lydia AS er sykehus i Norge. Sykehus består ofte av mange bygg, med avansert utstyr. Fordelen med LYDIA er at man kan bygge opp databasen slik man selv ønsker, utifra behovene til hver enkelt bruker. Med LYDIAs ni moduler kan brukeren utnytte de enhetene som er nødvendig for deres bygningsmasse. Dette gjør LYDIA til et fleksibelt system.

Mengden informasjon som skal inn i LYDIA kan være omfattende, og derfor vil ikke et slikt system passe for alle. Grundige vurderinger om behovet for LYDIA er nødvendig for hver enkelt bedrift. En eller flere ansatte bør være ansvarlig for å

legge inn korrekt og oppdatert informasjon i databasen. Brukeren må holde kontakt med Lydia AS, og sette seg inn i eventuelle oppdateringer og nye versjoner av programvaresystemet. For mange kan LYDIA gjøre FDV av et bygg mer omfattende en nødvendig. Ved små bygg vil det bli brukt unødvendig mye ressurser på å bygge opp og vedlikeholde databasen, framfor å bruke tiden på vedlikehold av bygninger.

Struktur i LYDIA

Figur 2.6 viser grensesnittet i LYDIA. Utseende i programmet ligner Microsoft Outlook. Lydia AS ønsker at terskelen for å bruke programmet skal være så lav som mulig. Derfor er grensesnittet laget som Microsofts epost-klient, som er gjenkjennelig for mange bedrifter.



Figur 2.6: Skjerm bilde fra LYDIA

LYDIA består av ni moduler. Fordelt på disse modulene er det stor spredning i informasjon som kan legges inn i databasen. Dette viser hvor komplekst systemet kan bli. Lydia AS oppfordrer til å ikke legge inn mer informasjon enn man selv klarer å kontrollere og vedlikeholde. Modulene er:

- areal og tegninger
- drift og vedlikehold
- vedlikeholdsobjekt
- brann
- renhold
- leie

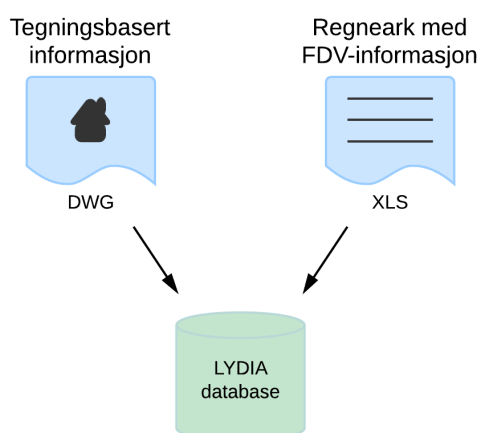
- økonomi
- organisasjon
- lås/nøkkel

LYDIA-databasen

Informasjon som skal ligge i LYDIA-databasen blir hentet inn ved import av tegninger og regneark (figur 2.7). Alle dokumenter må kunden klargjøre selv. Lydia AS stiller krav til hvordan formatet på dokumentene skal være. I endel tilfeller vil Lydia AS bistå kunden i arbeidet, hvis kompetansen ikke er tilstrekkelig.

Tegningsbasert informasjon beskriver hver etasje i bygget. For å koble rom på tegningen til databasen, må man avgrense hvert rom med en lukket polygon. Arbeidet er ressurskrevende, og i mange tilfeller mangler kunden riktig kompetanse. Dette medfører at oppgaven faller tilbake på Lydia AS.

Regneark med FDV-informasjon inkluderer generell informasjon om bygningsdeler som skal inn i databasen. Kunden fyller ut dokumentene med informasjonen de selv ønsker å ha i databasen. Risikoen for feil i dokumentene er høy, siden data registreres manuelt. Her vil en automatisering av prosessen spare både Lydia AS og kunden for ressurskrevende tidsbruk.



Figur 2.7: Informasjonsimport til LYDIA

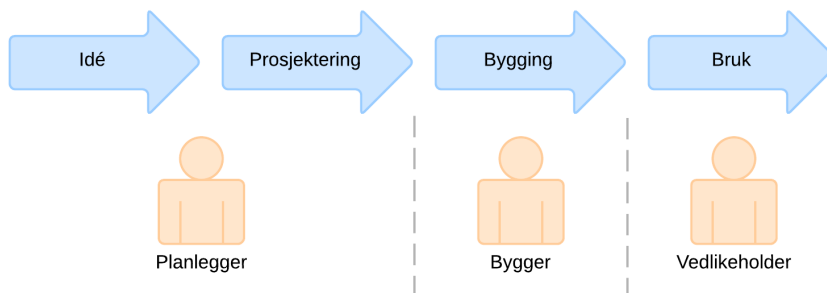
En fordel ved å bruke BIM som utgangspunkt for informasjon er at denne databasen inneholder mer informasjon enn LYDIA-databasen. Brukeren kan da hente ut mer informasjon om bygningsdelen, uten å skape mer arbeid. Dette har vært etterspurt av noen kunder, og nå vil Lydia AS kunne innfri dette ønsket.

3 | Digitale arbeidsformer

Arbeidsmetoder i byggebransjen har gjennomgått liten endring de siste årene. Kapitlet ser på den tradisjonelle arbeidsprosessen, og sammenligner med en digital arbeidsform. Den digitale verden kan være en ressurs for å endre tradisjonelle arbeidsmetoder, og kan skape større sammenheng mellom prosjektering og FDV.

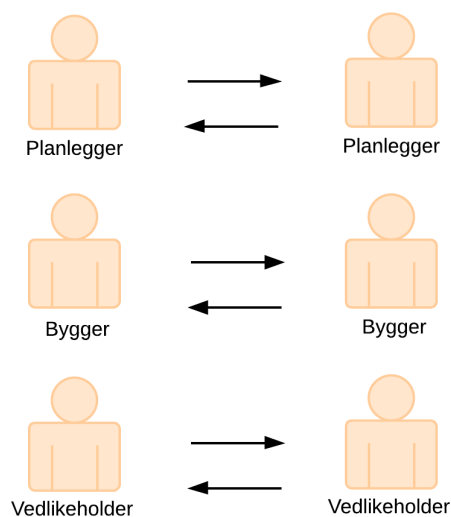
3.1 Arbeidsformer

Kapittel 2.1 viste at byggeprosessen i dag er en teoretisk, sekvensiell prosess. Idé og planlegging er nødvendig før man kan bruke bygget. Likevel kan både byggere og vedlikeholdere ha meninger og innspill som er betydningsfulle. Prosessen medfører en oppstykket arbeidsform mellom de ulike aktørene i et byggeprosjekt, som vist på figur 3.1.



Figur 3.1: Tradisjonell arbeidsform.

Kommunikasjonen foregår i stor grad innad i arbeidsgruppene (figur 3.2). I liten grad kommuniserer planleggere med byggere og vedlikeholdere, for å innhente deres erfaringer og synspunkter.



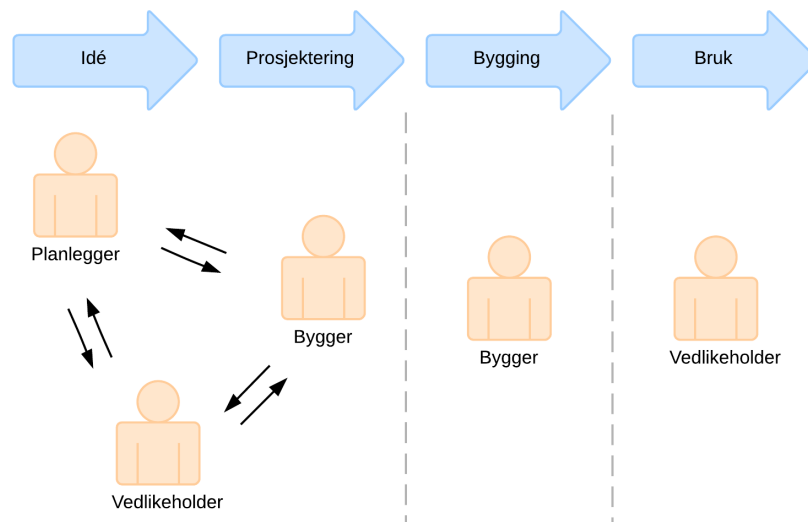
Figur 3.2: Kommunikasjon mellom aktører

Kommunikasjonen mellom arkitekter og ingeniører kan gi et ensformig syn på problemstillinger. Prosjekteringsgruppen mangler ofte nødvendig erfaring fra byggeplassen og FDV. I liten grad er man oppmerksom på at bygningsdeler trenger

regelmessig vedlikehold. Praktisk utforming og tilpasning for slike problemstillinger, bør være i søkelyset under planlegging. Ved å henvende seg til de som besitter den beste kompetansen innenfor bygging og FDV, vil slike situasjoner kunne løses på best mulig vis.

Tradisjonell arbeidsform kan føre til dårlig kommunikasjon mellom de ulike arbeidsgruppene. Kommunikasjonen bærer preg av oppbygningen i en byggeprosess. Neste steg blir ikke utført før foregående er ferdig. Oppmerksomhet rettet mot vedlikehold kommer derfor ofte i siste rekke. Bevissthet rundt perioden etter eget arbeid er viktig, og kan legge grunnlaget for aktørene senere i prosessen. Resultatet kan bli en mer helhetlig arbeidsprosess.

Ønsket arbeidsform



Figur 3.3: Ønsket arbeidsform

Bedre kommunikasjon er nøkkelord for å forandre den tradisjonelle arbeidsformen. Både byggere og vedlikeholdere har mye å tilføre idé- og prosjekteringsfasen med tidligere erfaringer og kompetanse fra bygge- og vedlikeholdsfasen. Figur 3.3 viser hvordan alle arbeidsgruppene kan være en del av starten på et byggeprosjekt.

Digital samprosjektering (eng: concurrent engineering) oppfordrer til å ta med alle elementene i byggeprosessen med fra prosjektets start [16]. I samråd med BIM, kan dette gi bedre samarbeid gjennom hele byggeprosessen. Tre sentrale prinsipper:

1. helhetstenkning blir sentralt
2. prosjekteringsrommet blir digitalt

3. kompetanse er (og blir) mangelvare

Digitale arbeidsformer ivaretar interessene til aktører i senere stadier av byggeprosessen. Bedre og mer kommunikasjon vil gi byggere og vedlikeholdere trygghet av å bli hørt. Kompetansen deres kan bidra til å skape bedre nybygg. Byggere med mye erfaring vet hva som tar kortest tid. Over tid kan smartere og mer gjennomtenkte løsninger spare byggetiden. Tidsbesparelse skaper også mindre kostnader.

Hvert stadiet av byggeprosessen har ulike tidsperspektiv. Bruksfasen er perioden som varer lengst og er mest kostbar. Kostnader vil være i form av organisering, utstyr og lønninger til de som arbeider der. Fokus på denne fasen i byggeprosessen bør stå i sentrum under planlegging. Ved å skape billigere og mer fornuftige løsninger, kan byggeier over tid spare utgifter. Mer kommunikasjon med erfarne folk innen drift og vedlikehold kan gi lønnsomme bygg.

Kommunikasjon på tvers av arbeidsgrupper er viktig for å utvikle de beste, mest praktiske og billigste byggene. Fokus på dette allerede under startfasen er helt essensielt. Ved hjelp av en ny digital arbeidsprosess kan dette gjøres enda enklere.

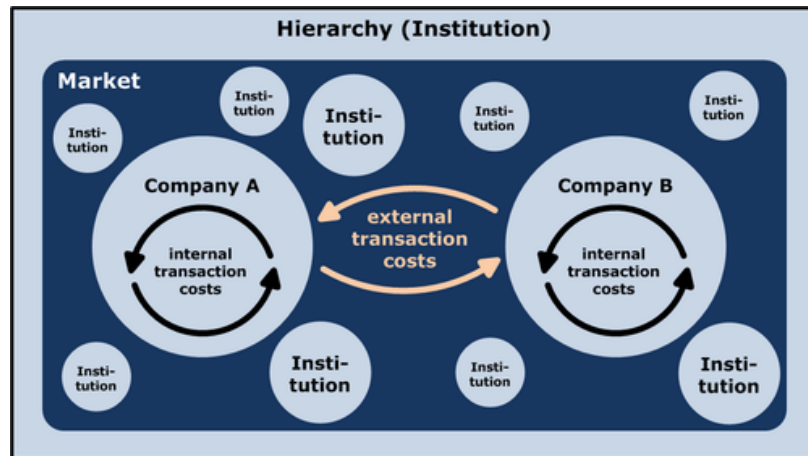
3.2 En digital verden

Arbeidsformer i byggebransjen i dag har ikke nevneverdig endret seg de siste årene. Selv med en stadig utvikling i den digitale verden, har ikke byggebransjen sett verdien i å endre sine arbeidsmetoder. Å tilegne seg ny kunnskap og se nytten i å endre hvordan vi tenker og arbeider, kan medføre store konsekvenser for byggeindustrien. Men det krever at man setter spørsmålstegn ved de arbeidsprosesser man bruker i det daglige.

I 1937 skrev Ronald Coase en artikkel om «The nature of the firm» [17]. Der undret han seg over hvorfor man opprettet firmaer, framfor å handle gjensidig gjennom det åpne markedet. Tradisjonell økonomisk teori slo fast at det var mindre kostbart å sette arbeidet bort til andre gjennom det åpne markedet, framfor å ansette nye medarbeidere. Coase påpekte da at ved bruk av det åpne markedet skaper man enorme transaksjonskostnader, som:

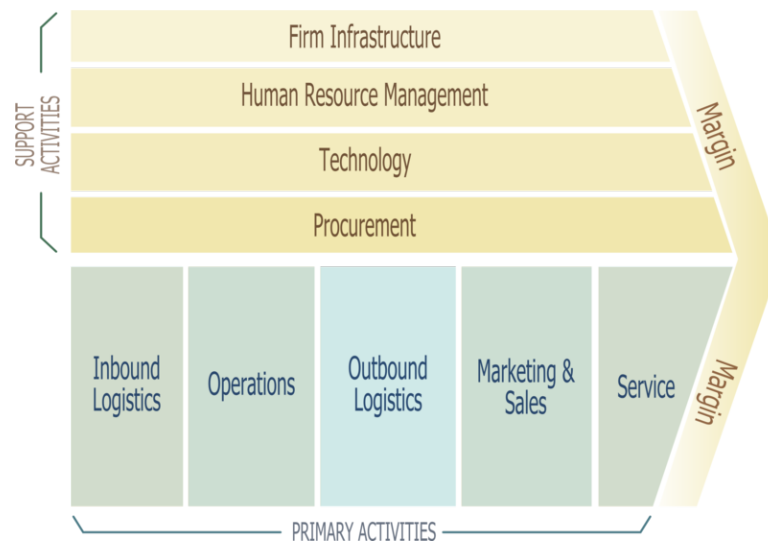
- søke og innhente informasjon (i markedet)
- forhandlinger om kjøp og salg
- inngåelse av kontrakter

Han mente at firmaer ble opprettet når de eksterne kostnadene ble større enn de interne (figur 3.4). I firmaer vil man produsere det man trenger internt, og transaksjonene vil bli utført en gang for alle, slik at man ikke trenger å gjenta dem for hver gang en ansatt (eller en avdeling) skulle utføre et arbeid eller levere noe.



Figur 3.4: Fremstilling av Coase sin teori[18]

For byggebransjen er transaksjonskostnader meget sentralt. Michael Porter lanserte i 1985 begrepet verdikjede i boken «Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance» [19]. Dette var i utgangspunktet et analyseverktøy for å optimalisere strategien i en bedrift. En verdikjede bestemmer et produkts verdi, basert på påvirkninger fra prosesser i bedriften. Verdikjeden er en del av et større verdikjede-system med leverandører og kunder. Fordi Porter ikke tok hensyn til transaksjonskostnader som Coase la fram, tolker man verdikjeden med at produktets verdi øker med prisen.



Figur 3.5: Porters verdikjede [20]

Figur 3.5 viser hvordan verdikjeden til Porter vanligvis blir framstilt. Verdikjeden viser en statisk prosess, og tar liten hensyn til relasjoner. Byggebransjen har mange

bedrifter med en slik oppfatning av verdikjeder. Hele industrien er bygget opp rundt anbud og kontrakter, og skaper dermed store transaksjonskostnader.

«Samproduksjon» (eng: Community-Based Peer Production) er en forholdsvis ny arbeidsmetode som i liten grad skaper transaksjoner. Her fordeles oppgaver slik at den som har tilgjengelig tid, utfører arbeidet. Vellykket samproduksjon kan baseres på tre hovedstrukturer [21]:

- Arbeidet må kunne deles opp i individuelle enheter, som man kan arbeide på uavhengig av hverandre.
- Enhetene bør være små for å kunne tiltrekke en stor gruppe bidragsytere.
- Produksjonen bør kunne integrere enhetene til et produkt under lave kostnader.

Eksempler på slike prosjekter er Wikipedia og programvare med åpen kildekode (eng: Open-Source Software) som for eksempel Linux.

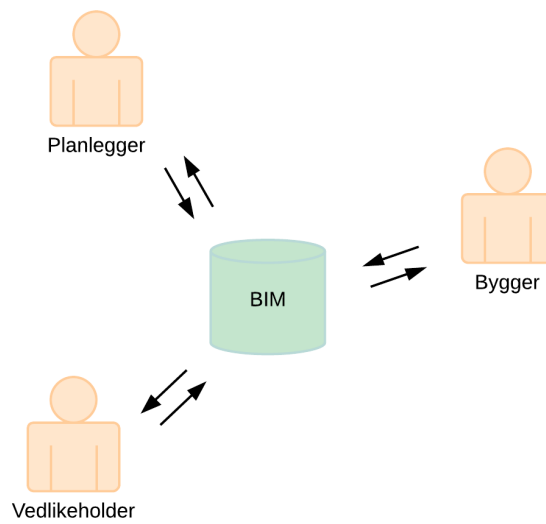
Samproduksjon viser hvordan store prosjekter lar seg gjennomføre, med generelt lite organisering. Firmaer med et «verdikjede-syn» bygger opp enorme transaksjonskostnader gjennom anbudsrunder, kontrakter og rettsaker. Digital samproduksjon basert på samarbeid og tillit vil være vesentlig bedre, både økonomisk og funksjonelt.

En slik samproduksjon er også mulig å få til i dagens byggebransje. Tradisjonell arbeidsform kan byttes ut med en arbeidsgang preget av samarbeid og tillit. Digitale hjelpemidler kan øke tilliten mellom arbeidsgruppene. Byggere og vedlikeholdere av bygget vil ha en enklere tilgang og forståelse for planleggerens arbeid, og kan på den måten påvirke prosessen i sin helhet.

Bygningsinformasjonsmodellering kan være en kollektiv kunnskapsprosess, hvor man innhenter kompetanse for å sikre et best mulig sluttresultat (figur 3.6). Bygger og vedlikeholder sitter med viktig kunnskap som sammen med planlegger kan skape de beste løsningene. På en slik måte vil man i større grad skape sammenheng mellom prosjektering og FDV, enn dagens arbeidsprosess. Vedlikeholdere av bygget vil være tidligere inne i prosjektet, og kan øke fokuset på bruksperioden etter bygget er ferdig.

Digitale representasjoner av alle objekter gir nye anvendelser for samarbeid. Ved hjelp av digitale medier har alle prosjektets deltagere informasjon tilgjengelig til enhver tid. Informasjon kan bli hentet ut når man trenger den. Man er da ikke avhengig av andre for å komme videre i prosjektet, og kan arbeide parallellt på samme bygg.

På vei mot målet om økonomisk og funksjonelt bedre bygninger, er BIMen et sentralt hjelpemiddel. En av flere sider ved en BIM er muligheten for å se en 3D-modell av det fremtidige bygget. 3D-visualisering tydeliggjør valgte løsninger bedre enn tegningsbasert informasjon. Hjelpemiddelet kan bidra til færre misforståelser, samt bedre og mer konkrete tilbakemeldinger.



Figur 3.6: BIM som digital arbeidsform

Bygningsinformasjonsmodellering som digital arbeidsform kan revolusjonere hvordan byggebransjen tenker og arbeider sammen. Samarbeid mellom alle aktørene tidlig i et byggeprosjekt, kan skape mer helhetlig tenkning. BIM kan bringe frem de beste løsningene, hvor FDV står i sentrum.

4 | Systemarkitektur med BIM

Lydia AS ønsker å skape seg et konkurransefortrinn ved å utvikle LYDIA i retning BIM. Kapitlet foreslår en løsning for informasjonsflyt mellom BIM og LYDIA. Først presenteres utgangspunktet for valgt løsning, før en gjennomgåelse av systemarkitekturen. Til slutt tar kapitlet for seg hvilke utfordringer som medfølger forslått modell.

4.1 Utgangspunkt

Lydia AS har forventninger til hvordan framtidige LYDIA skal være. Med BIM som utgangspunkt ønsker de å se på utviklingsmuligheter for LYDIA. Forutsetningene var:

1. Brukere av LYDIA bør ikke merke nevneverdig forskjell på programmets funksjonalitet.
2. IFC-formatet benyttes som utgangspunkt for overføring av informasjon.
3. Løsningen bør være realiserbar innen 2.kvartal 2014.

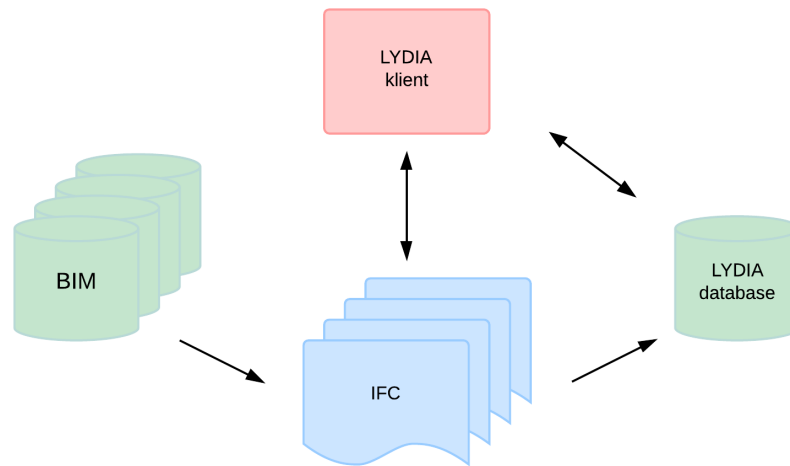
Lydia AS ønsker at LYDIAs brukere får samme brukeropplevelse som før, uavhengig av hvor informasjonen er hentet fra. Å opprettholde funksjonaliteten i LYDIA er derfor viktig for Lydia AS. En slik tanke er ment å skape en gradvis overgang fra LYDIA slik det framstår i dag til LYDIA i fremtiden.

Selv om det er viktig for Lydia AS å ta godt vare på sine kunder, kan et slikt tankesett være med på å fastholde de tradisjonelle arbeidsformene vi ser i byggebransjen. Tankene skaper liten endring i samarbeidsprinsippene fordi man ikke våger å ta store steg og tenke helt nytt. Lydia AS står ovenfor et veiskille, hvor de må ta en beslutning om de ønsker noe nytt eller holde fast ved gamle strukturer.

Utgangspunktet for overføring av informasjon er buildingSMART sitt standard filformat, IFC. Filformatet er mye brukt i byggebransjen, på tross av sine begrensninger. Som tidligere beskrevet i kapittel 2.2 om buildingSMART bygger organisasjonen opp under tradisjonelle arbeidsformer, istedenfor å tenke nytt.

For å være konkurransedyktig ønsker Lydia AS å være tidlig på markedet med en overgang BIM-LYDIA. FDV-programvare er et nisjeprodukt, hvor kundene er store eiendomsforvaltere. Sykehus, universiteter, studentskipnader og offentlige institusjoner er hovedandelen av Lydia AS sine kunder. Firmaene bruker hovedsaklig de største entreprenør- og konsulentfirmaene ved nybygging. Entreprenører og konsulenter i store bedrifter bruker i større grad BIM under prosjektering, fordi de har flere ressurser tilgjengelig. Utgangspunktet ligger derfor til rette for å samkjøre BIM og LYDIA.

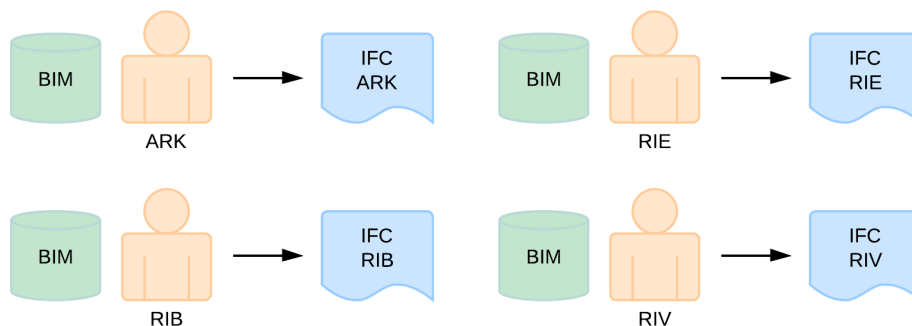
4.2 Systemarkitektur



Figur 4.1: Oversikt systemarkitektur

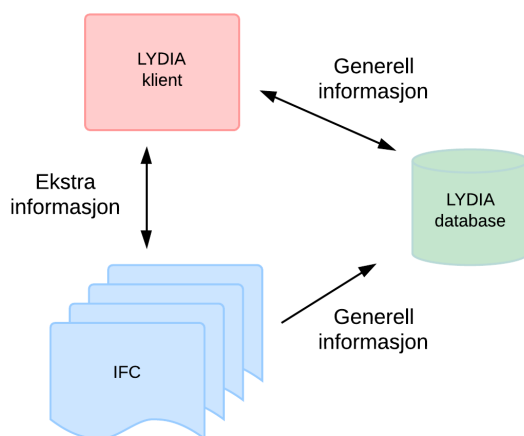
Oversikten i figur 4.1 viser et forslag til informasjonflyt mellom BIM og LYDIA. Valgt løsning tar utgangspunkt i et byggeprosjekt prosjektert med BIM. Når bygget er ferdig oppstilt antar man at det vil bli overlevert «som-bygget»-modeller. Dette er tilsvarende «som-bygget»-tegninger og produksjonsmateriale som har vært vanlig å overlevere tidligere. Slike tegninger er siste revisjon komplementert med eventuelle innspill fra byggeplassen med endringer.

Prosjekter utført med BIM vil bestå av flere modeller, hvor hver modell representerer sitt fagfelt. Arkitekt(ARK) og rådgivende ingeniører innen bygg(RIB), elektro (RIE) og VVS (RIV) vil produsere egne BIM-modeller. Løsningen tar utgangspunkt i at informasjonen oversendt Lydia AS vil ligge på separate IFC-filer (figur 4.2).



Figur 4.2: IFC-filer fra ulike fagdisipliner

BIMen inneholder mer informasjon om bygningsdeler enn LYDIA-databasen. Lydia AS sine kunder har forespurt mer informasjon om bygningsdeler, og med BIM er det mulig å tilfredstille dette ønsket.



Figur 4.3: Informasjon fra to kilder

LYDIA-klienten vil hente informasjon fra to kilder (figur 4.3). Grunnleggende informasjon om bygningsdeler blir importert til LYDIA-databasen. Informasjonen tilsvarer dagens regneark. Klienten vil bruke informasjonen som tidligere, for å opprettholde dagens funksjonalitet i LYDIA.

For å tilfredstille ønske om ekstra informasjon fra BIM, vil det være mulighet for å hente ut ekstra informasjon om en bygningsdel. Tanken er at man leser IFC-filen når forespørselen blir gjort. Informasjonen legges ikke inn i LYDIA-databasen, men hentes når det er behov for den. Forslag til grensesnitt og funksjon på disse metodene blir forespeilet i kapittel 5.4.

Endre bygningsdel

Lydia AS ønsket opprinnelig å holde BIMen oppdatert gjennom hele levetiden. Tanken var at BIM-databasen skulle være hovedholderen for informasjon. LYDIA skulle tilføre informasjon som vanligvis ble opprettet i ettertid, som renhold. Underveis i oppgaven ble det klart at Lydia AS ønsker en stegvis prosess mot BIM. Lydia AS ønsket å beholde funksjonalitet slik den er i dag, og det ble derfor snakk om en ny import-funksjon fra BIM til LYDIA-databasen.

Eneste endring av bygningsdeler i LYDIA er opprettelse av nye. For å holde begge databaser oppdatert må kunden kontakte byggteknisk rådgiver. Totalt sett vil dette være bortkastet tid. Hvis ikke kunden spesifikt ønsker å bruke BIMen til et formål i ettertid, er det ikke nødvendig å oppdatere BIM-databasen. Endring av bygningsdeler bør bli gjort i LYDIA, slik som i dag.

Forutsetninger

For at løsningen skal fungere i praksis må tilstrekkelig og riktig informasjon bli lagt inn i BIMen. Lydia AS må derfor være tidlig inne i byggeprosjekter. Status i dag på dette området er varierende. På noen byggeprosjekter er Lydia AS med allerede fra start. Dette gjelder ofte der byggherre allerede kjenner til LYDIA. Da vil Lydia AS komme med anbefalinger for hvordan opprette og ivareta FDV-dokumentasjon, som passer med oppbygning i LYDIA. Lydia AS leverer da et dokument med sine anbefalinger. Byggherren kan da sette krav til de prosjekterende, arkitekter og rådgivende ingeniører, under detaljprosjekteringen.

I andre tilfeller blir Lydia AS hentet inn etter bygget er ferdigstilt. Da vil Lydia AS måtte bygge opp alt informasjonsmaterialet fra bunnen av. Samle og rydde opp i tegninger, lete frem FDV-dokumentasjon og registrere informasjon i regneark.

Ved at Lydia AS er tidlig på banen kan de komme med anbefalinger om hvilken informasjon de trenger fra en BIM. Optimalt bør et dokument tilsvarende dagens anbefalingsdokument bli opprettet. Her kan Lydia AS konkret formidle hvor informasjon bør bli lagret. Byggherren kan frembringe informasjonen videre til arkitekter og ingeniører.

Løsningen har valgt å bruke buildingSMART sitt standardiserte filformat IFC, en forutsetning satt av Lydia AS. IFC er en kompleks datastruktur som tolker objektmodeller i BIM, med varierende resultat. For at løsningen skal fungere må filformatet bli betraktelig bedre. Programvareleverandørene må raskt støtte de nyeste standardene av IFC.

4.3 To informasjonskilder

LYDIA-klienten vil ha to informasjonskilder. LYDIA-databasen vil være den ene kilden. Systemarkitekturen forbedrer dagens import-funksjon. Brukere av LYDIA strever med å forstå hvilken informasjon som bør ligge i LYDIA-databasen. Manuell dataregistrering er tidkrevende, og har større risiko for feil. Med BIM som utgangspunkt for informasjon slipper man dette.

Utgangspunkt for å hente mer informasjon om en bygningsdel, gir kilde nummer to. IFC-filen blir lest når det blir forespurt ekstra informasjon. Fordelen er at man slipper operasjonen med å overføre informasjon fra en database til en annen. Ekstra informasjon om bygningsdelen er liten, og blir bare hentet ved forespørsel. Derfor er det mulig å lese filen ved behov. For all informasjon vil det kreve for mye ressurser å lese data fra en IFC-fil.

LYDIA-databasen inneholder tegningsbasert informasjon og teknisk informasjon om bygningsdeler. Oppgaven har fokusert på informasjonen om bygningsdelene, for å begrense omfanget. Tegningsbasert informasjon vil være oversikt over etasjene og rom. Ved å sette seg nærmere inn i teknologien bak geometri i BIM,

kan man finne løsninger for dette. Framvisning kan være som i LYDIA i dag, eller man kan vise 3D-modelller av bygget.

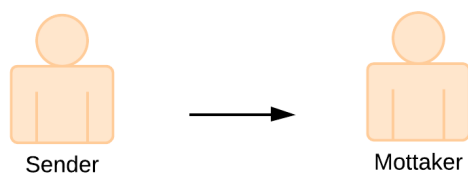
4.4 utfordringer

Systemarkitekturen har forsøkt å tilfredstille Lydia AS sine forutsetninger til en BIM-LYDIA modell omtalt i kapittel 4.1. Informasjonsflyten krever endel for å fungere. utfordringene er i hovedsak:

- filoverføring er en upraktisk arbeidsmetode
- IFC skaper mer kompleksitet enn nødvendig
- Lydia AS er avhengig av større fokus på FDV tidlig i byggeprosjekter

Filoverføring

Filoverføring vil si å sende informasjon fra en person til en eller flere mottakere (figur 4.4). Prosessen med å sende informasjonen er enkel, og det tar kort tid å dele informasjon med flere personer.

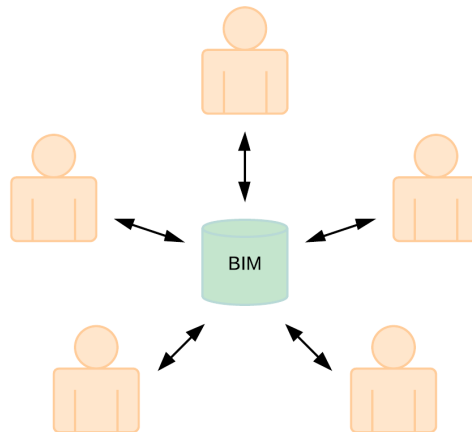


Figur 4.4: Filoverføring

En slik metode kan skape utfordringer. Sender bestemmer hva som skal gis videre. Mottaker kan sende forespørsel om hvilke data de trenger, men misforståelser kan forekomme og føre til at feil informasjon blir sendt. Data blir ofte lagret lokalt på maskinene, og skaper dermed større risiko for å gå tapt.

For å skape bedre samarbeid mellom alle aktørene i en byggeprosess og bygge opp under en felles kunnskapsprosess, vil filoverføring være et steg tilbake. BIM som prosess og utgangspunkt for innhenting av informasjon skaper et senter for å dele informasjon (figur 4.5).

Ved å bruke BIM som informasjonsbærer, vil deltagere i et prosjekt selv kunne hente data de trenger for å kunne arbeid videre. Mellomledd blir borte, og man er ikke avhengig av å få oversendt informasjon fra andre prosjektdeltagere. Dermed unngår man også mange misforståelser.



Figur 4.5: BIM som informasjonsbærer

Filformatet IFC

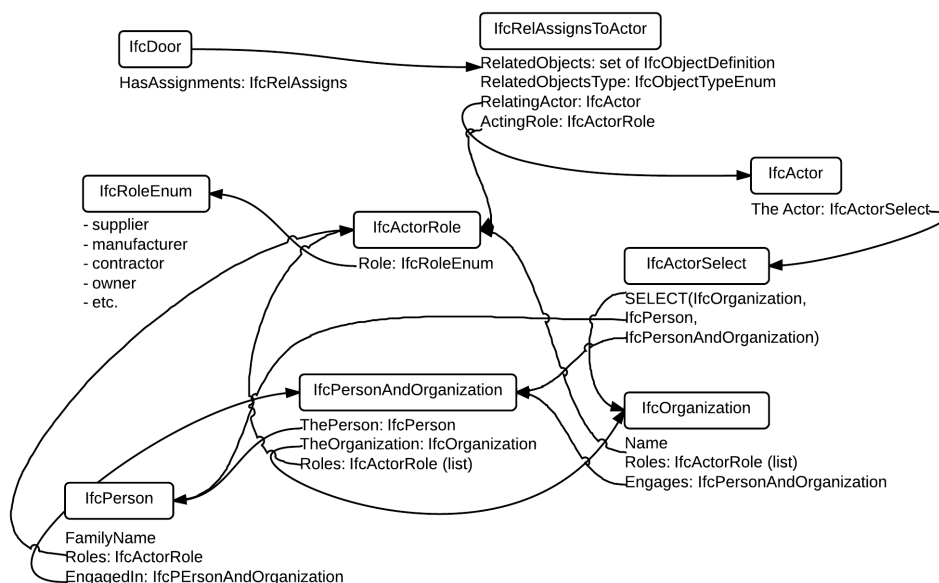
Undersøkelser av IFC-formatet har vist at oppbygningen er kompleks. Ved omfattende granskning i standarden, har det gått endel tid til å se på oppbygningen av en IFC-fil. Filformatet viser seg å lagre informasjon i et innviklet system.

I objektmodellen IFC består bygningsdeler av både et eksistens-objekt og et type-objekt. Dette står i kontrast til vanlig objektmodellering hvor man har klasser og objekter. For å hente ut all informasjon om en bygningsdel, må man henvende seg ikke bare til ett, men to objekter. Objektene har egne egenskapsett, i tillegg til egenskapsett felles med andre bygningsdeler. Nærmere beskrivelse av filformatet IFC blir gitt i kapittel 5.1.

Eksempel på IFC-datastruktur

Hver entitet har en mengde egenskaper og relasjoner. Siden relasjonene og egenskapene også er entiteter, skaper dette en innfløkt rekke av pekere videre til andre entiteter. Figur 4.6 hvordan persons- og organisasjonsobjektene er bygd opp i IFC. Entitetene forteller hvem som har produsert en dør, firma og kontaktperson. Strukturen var en av de enkleste som ble funnet. Likevel er den komplisert, med en mengde koblinger og pekere. Koblingene i figur 4.6 og tabell 4.1 viser at samme informasjonen blir lagret på flere plasser.

Terskelen for å ta i bruk IFC blir høy, fordi modellen er kompleks. Over tid vil ikke buildingSMART sin ide være gjennomførbar. Sannsynligheten er stor for at noen i fremtiden vil finne nye og mer innovative arbeidsmetoder.



Figur 4.6: Sammenheng mellom en dør og en rolle (produsent, leverandør etc.)

Entitet	Beskrivelse
IfcDoor	Representerer et dør-objekt
IfcRelAssignsToActor	Relasjon som kobler dør-objekt med en rolle (produsent, leverandør etc)
IfcActor	Rolle-objektet
IfcActorSelect	Kobler rolle-objekt med person, firma eller person- og firma-objekt
IfcPerson	Person-objekt, beskriver en konkret person med navn, kontaktinfo og rolle
IfcOrganization	Firma-objekt, beskriver et firma med navn, kontaktinfo og rolle
IfcPersonAndOrganization	Person- og firma- objekt, kobler person, firma og rolle
IfcActorRole	Kobler person, firma eller person- og firma-objekt med en rollebeskrivelse
IfcRoleEnum	En «dataentitet» som beskriver rolle

Tabell 4.1: Beskrivelse av entiteter i figur 4.6

Fokus på FDV

Slik byggebransjen framstår i dag, er ikke FDV hovedfokus. Lydia AS bør være delaktig tidlig i byggeprosjekter, for å gi anbefalinger angående FDV. I dag har Lydia AS delt erfaring på dette området. I noen prosjekter er de tidlig inne, og kan gi grundig veiledning for sine kunder. Ved andre prosjekter starter veiledningen når byggingen er ferdig, og vedlikehold allerede har startet.

Systemarkitekturen foreslått i dette kapitlet er avhengig av fokus på FDV fra start i byggeprosjektet. Man må være oppmerksom på hvilken informasjon som legges inn i BIMen. Informasjonen bør stemme overens med informasjon som skal ligge i LYDIA-databasen i ettertid.

Hvis Lydia AS er med fra start i byggeprosjekter, kan man forhindre mangelfulle IFC-filer og omfattende opprydning i ettertid. Løsningen har liten nytte hvis fokuset på FDV i byggeprosjekter ikke øker.

5 | Tekniske løsninger

Systemarkitekturen i kapittel 4 viser hovedtankene bak modellen, og hvorfor de ulike valgene er tatt. Dette kappitelet gir en grundigere innføring i IFC-formatet, og viser nærmere hvordan de tekniske løsningene kan utføres.

5.1 Filformatet IFC

Lydia AS sin andre forutsetning, *IFC-formatet benyttes som utgangspunkt for overføring av informasjon*, setter grunnlaget for hvordan informasjonen skal hentes fra en BIM. En nøye gjennomgang av filformatet IFC er nødvendig for å kunne foreta en sammenligning mellom IFC og LYDIA.

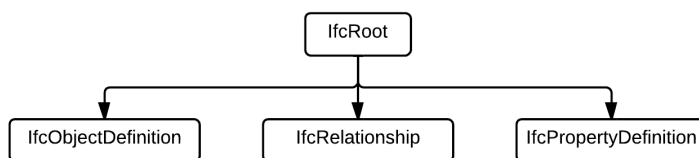
Det standardiserte filformatet IFC har nylig kommet ut med en ny versjon, IFC4 (12.mars 2013 [22]). Før denne var det IFC2x3 som var siste standard. IFC2x3 er i stor grad fortsatt gjeldende, da programvareutviklerne ikke har støtte for IFC4 ennå. Støtten for nye standarder kommer når markedet krever det. Beskrivelsen gitt nedefor gjelder nyeste standard, IFC4. Begge standardene ligger tilgjengelig på nett [23].

Oppbygningen av IFC er både kompleks og sammensatt. Datamodellen er basert på EXPRESS-språket. EXPRESS er en entitet-relasjons modell, en abstrakt metode for å beskrive databaser. Modellen består av tre byggeklosser; entiteter, relasjoner og attributter. Entiteter kan være fysiske objekter, hendelser eller konsepter, og kjennetegnes ved å ha en identitet og eksistens. Relasjoner beskriver hvordan entiteter er relatert til hverandre. Attributter er egenskaper til entiteter og relasjoner[24].

Alle objekter, relasjoner og attributter blir definert som entiteter i IFC. Alle entiteter deles inn i referanse-entiteter (*IfcRoot*) og ikke-referanse entiteter. Entiteter av typen *IfcRoot* har en egen identitet og et sett med egenskaper. Ikke-referanse entiteter har ikke en identitet, og eksisterer bare hvis den blir referert til direkte eller indirekte av en *IfcRoot*-entitet [25].

IfcRoot kan deles inn i tre konsepter [25] (figur 5.1):

- *IfcObjectDefinition* omhandler objekter, og er delt inn i objektinstanser (*IfcObject*) og objektyper(*IfcTypeObject*).
- *IfcRelationship* omhandler relasjoner mellom objekter, og merkes med *IfcRel*.
- *IfcPropertyDefinition* omhandler egenskapssett, *Pset*, hvor et egenskapssett innehar et sett med attributter for et objekt.



Figur 5.1: Oppbygning IfcRoot

For å bedre forstå hvordan en bygningsdel i IFC er bygd opp, tar vi utgangspunkt i en dør (*IfcDoor*). Et dørobjekt i IFC4 trenger to entiteter for å beskrive seg selv, *IfcDoor* og *IfcDoorType*.

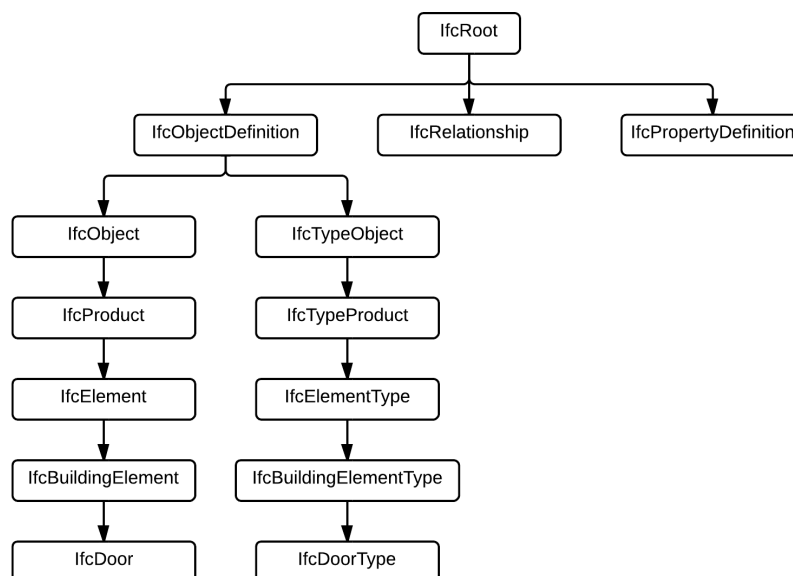
Entiteten *IfcDoor* beskriver

- bredden og høyden til døren
- hvilken retning døren åpnes i

Entiteten *IfcDoorType* beskriver

- dørtype (svingdør etc.)
- hvilken side hengslene sitter på
- materialet døren er laget av
- attributter for hvilken fôring døren har
- attributter for hvilken paneltype døren har

Oppbygningen viser at for å få tak i all informasjon om en dør trenger man referanser til to «dør-objekter». Figur 5.2 viser hvor i hierarkiet man finner *IfcDoor* og *IfcDoorType*.



Figur 5.2: Oppbygning av en *IfcDoor* og *IfcDoorType*

Alle entiteter som er en del av *IfcElement*, arver en rekke generelle egenskapssett, se tabell 5.1. *IfcElement* kan defineres som en generalisering av alle komponenter som tilsammen utgjør et bygg. Disse egenskapene vil derfor gjelde for alle bygningsdeler som LYDIA normalt har i sin database, alt fra dører og vinduer til ventilasjonssystemer. Det er derfor tatt utgangspunkt i disse egenskapene når sammenligningen mellom LYDIA og IFC ble utført. Ved å holde sammenligningen på et så generelt nivå som mulig i IFC-modellen, ville det forenkle arbeidet for utvikleren.

Døren arver også egenskaper fra entiteten *IfcBuildingElement*. I tillegg har døren selv noen egenskaper som er unike for akkurat denne entiteten. Denne informasjonen er ikke endel av den generelle informasjonen i LYDIA, men er tenkt å være en del av den ekstra informasjonen man skal kunne hente ut om en bygningsdel.

arvet fra IfcElement
Pset_Condition
Pset_EnvironmentalImpactIndicators
Pset_EnvironmentalImpactValues
Pset_ManufacturerOccurence
Pset_ManufacturerTypeInformation
Pset_PackingInstructions
Pset_ServiceLife
Pset_Warranty
arvet fra IfcBuildingElement
Pset_ConcreteElementGeneral
Pset_PrecastConcreteElementFabrication
Pset_PrecastConcreteElementGeneral
IfcDoor
Pset_DoorCommon
IfcDoorType
Pset_DoorWindowGlazingType
Pset_DoorWindowShadingType

Tabell 5.1: Egenskapssett til IfcDoor og IfcDoorType

5.2 Sammenlignbare objektmodeller

Både IFC og LYDIA består av hver sin objektmodell, dvs. de tolker en bygningsdel på ulike måter. En bygningsdel i denne sammenheng vil være et objekt i en bygning som er av interesse for vedlikehold, slik som dører, aggregat, ventilasjonssystem og sluk. For å kunne sammenligne objektmodellen i LYDIA med objektmodellen i IFC, er det først nødvendig å se på hvilken informasjon man trenger for å opprette en bygningsdel i LYDIA. Dette for å tilfredstille Lydia AS sin første forutsetning, *Brukere av LYDIA bør ikke merke nevneverdig forskjell på programmets funksjonalitet.*

Egenskapene i tabell 5.2 viser hvilke felter som det er mulig å legge til en bygningsdel i LYDIA. Det er ikke nødvendig at alle egenskapene er tilegnet informasjon, bortsett fra feltet som omhandler systemkode (classification). Koden er med på å skape den unike identifikasjonen hver bygningsdel blir tilegnet i LYDIA. Utgangspunktet for sammenligningen var derfor egenskapene beskrevet i tabell 5.2.

Det er ennå usikkert hvor lang tid det vil ta før BIM-programvare på markedet støtter nyeste IFC-versjon, IFC4. For å tilfredstille Lydia AS sin tredje forutsetning, *Løsningen bør være realiserbar innen 2.kvartal 2014*, er det sentralt å sammenligne med objektmodellen i både IFC2x3 og IFC4.

Noen av egenskapene i LYDIA trenger ikke å hentes direkte fra IFC-formatet, slik som løpenummer og om en bygningsdel er typeunik. Slike egenskaper er mulig å programmere i LYDIA, og trenger ikke å fokuseres på under sammenligningen.

Tabell 5.3 viser hvilke egenskaper det finnes støtte for i IFC-formatet, både IFC2x3 og IFC4. Ut i fra tabellen ser man at de samme egenskapene er støttet av begge standardene. Allikevel er det en vesentlig forskjell i hvordan denne informasjonen blir lagret for noen av egenskapene. IFC4 har endret endel av oppbygningen rundt entitetene, og har opprettet flere egenskapsett. Slike egenskapsett forenkler arbeidet for utvikler når informasjonen skal hentes ut.

Spesifisert hvor i IFC-formatet informasjonen kan hentes fra er beskrevet i vedlegg A.

5.2. Sammenlignbare objektmodeller

Egenskap	Beskrivelse
Classification	Systemkode TFM-systemet eller NS3451
SystemSerialNumber	Løpenummer system
ComponentType	Komponentkode TFM-systemet eller NS3420
ProductSerialNumber	Løpenummer produkt
TypeUnique	Typeunik, hvis antallet er større enn 0 vil bygningsdelen bli typeunik
Amount	Mengde av komponent
AmountUnit	Enhet til mengden
UnitPrice	Enhetspris(tall)
UnitPriceDate	Dato enhetspris ble registrert
Lifetime	Levetid (tall)
LifetimeUnit	Levetid enhet (år, mnd, uke, dag)
DeliveryTime	Leveringstid (tall)
DeliveryTimeUnit	Leveringstid enhet (år, mnd, uke, dag)
Maintenance	Sist vedlikeholdt (dato)
InstallDate	Installasjonsdato
GuaranteeDate	Garantidato
ProductNum	Produktnummer på komponenten
ComponentSerialNumber	Serienummer på komponenten
Owner	Eier (firma)
OwnerContact	Eier (person)
Manufacturer	Produsent (firma)
ManufacturerContact	Produsent (person)
Supplier	Leverandør (firma)
SupplierContact	Leverandør (person)
Contractor	Entreprenør (firma)
ContractorContact	Entreprenør (person)
Comments	Merknader til komponenten
Features	Egenskaper til komponenten (navn og verdi)
Disciplines	Merkes <i>brann</i> hvis det er en brannkomponent

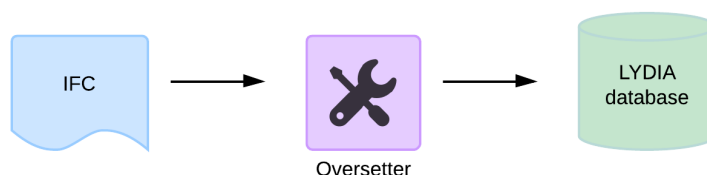
Tabell 5.2: Egenskaper til en bygningsdel i LYDIA

Egenskap	IFC2x3	IFC4
Classification	x	x
ComponentType	x	x
Amount		
AmountUnit		
UnitPrice		
UnitPriceDate	x	x
Lifetime	x	x
LifetimeUnit	x	x
DeliveryTime		
DeliveryTimeUnit		
Maintenance	x	x
InstallDate	x	x
GuaranteeDate	x	x
ProductNum	x	x
ComponentSerialNumber	x	x
Owner	x	x
OwnerContact	x	x
Manufacturer	x	x
ManufacturerContact	x	x
Supplier	x	x
SupplierContact	x	x
Contractor	x	x
ContractorContact	x	x
Comments		
Features		
Disciplines		

Tabell 5.3: Egenskaper støttet av IFC

5.3 Utviklingsverktøy

For å lese informasjon fra IFC-filen er det behov for et type verktøy som kan oversette fra IFC sin objektmodell til informasjon på formater som LYDIA kan tolke (figur 5.3).



Figur 5.3: Utviklingsverktøy

På markedet finnes det flere verktøy. Beskrivelsene til noen av verktøyene ga liten eller tilnærmet ingen informasjon om hvilken standard den var oppdatert til, eventuelle kostnader og lisensiering. Noen var også en del av en større program-pakke. Til slutt ble tre hjelpemidler valgt ut for vurdering:

- xBIM
- Simplebim
- egenutviklet oversetter

xBIM



Figur 5.4: xBIM [26]

xBIM er et gratis verktøy for å lage BIM-programvare til IFC-baserte applikasjoner. Verktøyet baserer seg på åpen kildekode, som innebærer at kildekoden er åpen for offentligheten og man står fritt til å studere, endre og distribuere programvaren [27].

xBIM er et resultat av Northumbria University og professor Steve Lockley, og deres engasjement for OpenBIM-konseptet. Prosjektet blir opprettholdt og videreutviklet av en gruppe programmerere. Åpen kildekode baserer seg på engasjement for å holde biblioteket oppdatert og vedlikeholdt. Dokumentasjonen til xBIM er tynn, og eksempler på hvordan kildekoden kan brukes tilhører en eldre versjon av

biblioteket. Utviklerene er behjelpelige over e-post, og skaffet raskt frem eksempler som tilhører nyeste versjon.

Prosjektet baserer seg på kjent teknologi for Lydia AS, og kildekoden ligger åpent ute på nett. Derfor vil man bruke små ressurser for å komme i gang. Verktøyet bygger på standard IFC2x3. Uten økonomisk støtte ønsker ikke utviklerene å bruke tid på å utvide xBIM for IFC4-støtte.

Oppsummering xBIM:

- åpen kildekode
- tynn dokumentasjon
- lett tilgjengelig kildekode
- kjent teknologi for Lydia AS
- rask oppfølging av spørsmål

Simplebim



Figur 5.5: Simplebim [28]

Det finske firmaet Datacubist har utviklet et program kalt Simplebim. Programmet gjør en IFC-fil lettere, det vil si fjerner unødvendig data som ikke er interessant for mottaker. Simplebim gir enkel oversikt over hvilken informasjon som ligger i filen. Etter redigering eksporterer Simplebim en ny IFC-fil, kun inkludert informasjonen man trenger.

I tillegg til SimpleBIM-programmet, har selskapet laget noe som heter «Simplebim Developer platform». Plattformen lar deg utvikle egne applikasjoner, basert på IFC-formatet. Datacubist krever at man kjøper lisens, men har en prøveversjon tilgjengelig for allmennheten.

Lydia AS har vært i kontakt med Datacubist for å snakke om et nærmere samarbeid. På grunn av lisensiering krever det mer forpliktelser av Lydia AS. Likevel kan samarbeidet skape trygghet i form av regelmessige oppdateringer. Datacubist krever enten betaling på forhånd for hele komponenten, eller oppdatering av demo-lisens hver måned.

Dokumentasjonen er bedre enn hos xBIM, med gode eksempler. Simplebim støtter versjon IFC2x3.

Oppsummering Simplebim:

- lisensiert
- regelmessige og stabile oppdateringer
- tildels god dokumentasjon
- krever mer forpliktelser av Lydia AS
- ulik teknologi fra den Lydia AS bruker i dag

Egenutviklet oversetter

En tredje valgmulighet er å selv utvikle en oversetter. Fordelen med en slik oversetter er at produktet blir slik du selv ønsker. Funksjonaliteten blir bare begrenset av egen kreativitet. Det vil heller ikke være usikkerhet rundt oppdateringer, lisensiering eller videre utvikling av verktøyet. Utviklingstid og kostnader vil øke, fordi Lydia AS må stille med flere ressurser.

Oppsummering egenutviklet oversetter:

- krever store ressurser (utviklingstid og kostnad)
- kjent teknologi for Lydia AS
- konkret, ønsket funksjonalitet

Vurdering av verktøy

Tabell 5.4 viser kriteriene som ble lagt vekt på under vurderingen, som er gjennomført i tett samarbeid med Lydia AS. Bakgrunnen for de ulike kriteriene er basert på tidligere erfaringer innen utvikling.

Kriterium	Vekt	xBIM		Simplebim		Egenutviklet	
		Vurdering	Poeng	Vurdering	Poeng	Vurdering	Poeng
Forventet utviklingskostnad	10						
Beregnet utviklingstid for 1 heltidsresurs x Forventet timepris + Andre utgifter (til tredjepart etc.)	10	6.2	62.0	5.1	51.0	2.3	23.0
Delsum			62.0		51.0		23.0
Tid til marked	10						
Til hvilken kommende LYDIA-versjon kan Lydia AS realistisk sett få implementert hovedlinjene i konklusjonen for oppgaven?	6	7.0	42.0	8.0	48.0	4.0	24.0
Hvor enkelt er det å komme i gang?	4	9.0	36.0	5.0	20.0	4.0	16.0
Delsum			78.0		68.0		40.0
Vedlikeholdbarhet	10						
Kompleksitet	2	8.0	16.0	9.0	18.0	4.0	8.0
Benytttes standard komponenter?	1	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0
Oppdateres disse kontinuerlig?	1	6.0	6.0	8.0	8.0	0.0	0.0
Støttes minimum IFC4 innen Q1 2014?	2	2.0	4.0	3.0	6.0	10.0	20.0
Tilgang til kildekode i rimeligste versjon	1	10.0	10.0	0.0	0.0	10.0	10.0
Basert på kjent teknologi for Lydia AS (C#/.NET)?	3	9.0	27.0	6.0	18.0	10.0	30.0
Delsum			73.0		60.0		68.0
Totalsum			213.0		179.0		131.0

Tabell 5.4: Vurdering av verktøy. Alle kriterier vurderes på en skala fra 1-10.

Forventet utviklingskostnad

	Kostnad	xBIM	Simplebim	Egenutviklet
Intern kostnad [kr/t]	550			
Øvre kostnadsgrense [kr]	600 000			
Estimert utviklingstid [t]		420	336	840
Utviklingskostnader [kr]		231 000	184 800	462 000
Lisens [kr]		0	110 000	0
Sum [kr]		231 000	294 800	462 000
Vurdering		6.2	5.1	2.3

Tabell 5.5: Utviklingskostnader. Vurdering blir gjort på en skala fra 1-10.

Tabell 5.5 viser forventede utviklingskostnader. Tallene er basert på Lydia AS sine tidligere erfaringer fra andre prosjekter. Øvre kostnadsgrense er satt ut fra mengden ressurser Lydia AS tenker å sette av til prosjektet. Vurderingstallene er satt fra den prosentandelen av øvre kostnadsgrense som er igjen, etter utgifter er trukket fra. Ligning 5.1 viser regnestykket for xBIM. Tallene under *Vurdering* i tabell 5.5 er ført inn i tabell 5.4.

$$\frac{600.000 - 231.000}{600.000} * 10 = 6.15 \approx 6.2 \quad (5.1)$$

På grunn av bedre dokumentasjon kommer Simplebim bedre ut enn xBIM med hensyn på utviklingskostnader. Det er forventet å ta litt lenger tid å sette seg inn i xBIM. Egenutviklet oversetter vil naturlig kreve en del mer ressurser enn xBIM og Simplebim. Lisensen til Simplebim gjør at den kommer dårligere ut enn xBIM. Totalt sett blir xBIM og Simplebim vurdert ganske jevnt.

Tid til marked

Egenutviklet oversetter vil kreve flere ressurser av Lydia AS, og er derfor forventet å ikke være klart til neste versjon av LYDIA. xBIM og Simplebim gir utviklerene hos Lydia AS en enklere start, og man forventer derfor at det vil være klart til neste versjon. Simplebim er vurdert litt bedre enn xBIM, igjen fordi dokumentasjonen er bedre.

I tillegg er det lagt vekt på hva som skal til for å komme i gang. Simplebim har en lisens som må løses inn på forhånd, dette trekker ned. xBIM er basert på kjent teknologi for Lydia AS, i motsetning til Simplebim. Egenutviklet vil kreve at alt bygges opp fra bunnen av, dette trekke ned. Igjen blir xBIM vurdert høyere enn Simplebim.

Vedlikeholdbarhet

Her vurderes verktøyene utifra en rekke kriterier. Fra vektingen ser vi at det siste kriteriet, *Basert på kjent teknologi for Lydia AS (C#/.NET)?*, har størst betydning. Mange av de samme argumentene går igjen for xBIM, Simplebim og egenutviklet oversetter.

xBIM får trekk fordi det har dårligere dokumentasjon. De har også gitt signaler om at de ikke ønsker å bruke tid på IFC4, uten å få økonomisk støtte spesifikt til dette. Oppdateringer er uregelmessige, og skaper større usikkerhet for brukere.

Simplebim har heller ikke støtte for IFC4, men der er større interesse for å kunne innføre dette i ettetid. Lisens trekker selvsagt en god del ned, kildekoden er ikke tilgjengelig før denne er betalt. Simplebim benytter også mindre kjent teknologi for Lydia AS, som også trekker ned.

Egenutviklet oversetter henter bare poeng ved at teknologien er kjent, og funksjonalitet og støtte for IFC4 er selvskrevet ved dette valget. Verktøyet mister likevel endel poeng fordi man må begynne utviklingen uten startgrunnlag.

Konklusjon

Som tabell 5.4 viser, kommer xBIM best ut av alle de tre verktøyene. Prosjektet baserer seg på teknologi Lydia AS kjenner og siden det er åpen kildekode er den lett tilgjengelig. Konsekvensen er raskere igangsettelse, noe som kan spare tid til tross for tynn dokumentasjon. Verktøyet er gratis, og oppdateres ofte, dog litt uregelmessig. Prosjektet er avhengig av opprettholdt interesse fra både brukere og utviklere. Likevel ser det ut til ifølge tabell 5.4 at xBIM tilfredstiller Lydia AS sine viktigste vurderingskriterier.

5.4 LYDIA-klienten

Generell informasjon

Utgangspunktet for systemarkitekturen er at kunder av Lydia AS vil sitte med IFC-filer fra ulike fagretninger; bygg, elektro, vvs etc. Det er derfor tatt hensyn til dette i forslaget på hvordan en import-funksjon kan fungere med den nye løsningen. På grunn av oppbygningen til IFC, vil det være behov for å importere bygningsdel for bygningsdel. Det vil si alle dører for seg, alle lysarmaturer for seg etc.

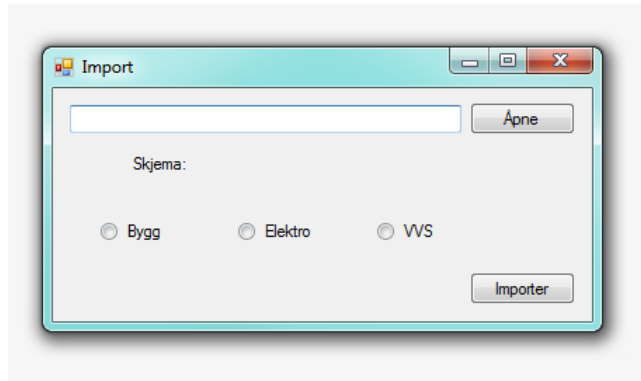
For begge forslagene vil det være lagt opp til at man åpner en IFC-fil på vanlig måte som man er vant til i Windows. «Skjema» beskriver hvilken versjon av standarden IFC-filen er bygd opp av, og kan bli lest ut fra filen. Dette vil være IFC2x3 eller IFC4. Importer-knappen er knappen som overfører informasjonen lest fra IFC og legger den inn i LYDIA-databasen.

Forslag 1: spesifisert fagområde

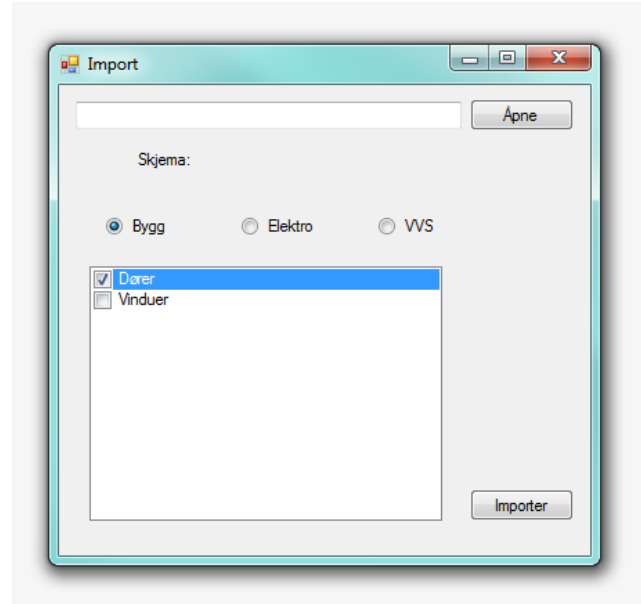
Forslag 1 baserer seg på at Lydia AS på forhånd har definert hvilke bygningsdeler som kan importeres, og ved å velge enten bygg, elektro eller vvs velger man alle bygningsdeler innenfor dette fagområdet. Begrensningene ved dette forslaget er at brukeren ikke kan velge hvilke bygningsdeler som skal importeres. Dermed vil det bli gjennomført en omfattende import hver gang. Hver import vil lese gjennom IFC-filen utallige ganger for å hente inn alle bygningsdeler. Det vil bli brukt unødvendig mye tid på å søke etter bygningsdeler som ikke finnes i IFC-filen.

Forslag 2: spesifiser bygningsdeler

Forslag 2 gir større friheter til brukeren ved at det er mulig å spesifisere konkret hvilke bygningsdeler som skal importeres. Her er begrensningen satt til fagområde, slik at ved valg av enten bygg, elektro eller VVS vil de bygningsdeler som er mulig å importere innen dette fagområdet være mulig å velge. Dette gir valgfrihet innenfor fagområdet, og lar brukeren se hva som legges inn i databasen. Det bør også finnes et valg hvor man kan velge alle bygningsdeler innenfor faget.



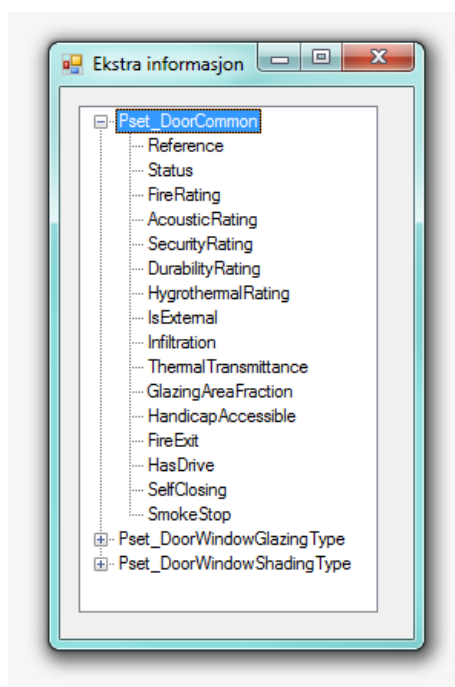
Figur 5.6: Forslag 1: spesifisert fagområde



Figur 5.7: Forslag 2: spesifiser bygningsdeler

Ekstra informasjon

I tillegg til den generelle, tekniske informasjonen brukere av LYDIA er vant til å finne, ønsker man å tilføre ekstra informasjon om en bygningsdel. Tanken er at når man trykker på en bygningsdel i LYDIA vil den generelle informasjonen komme opp, slik som den er i dag. Men i tillegg ønsker man at ekstra informasjon om for eksempel en dør kan kunne hentes fram. Det er da tenkt at dette er informasjon som hentes der og da fra IFC-filen, og blir listet opp i et informasjonstre. Deretter er det bare å utforske dette treet, og lete fram informasjon man søker.



Figur 5.8: Ekstra informasjon om en dør

Figur 5.8 viser de tre egenskapsettene til en dør i IFC4. Alle egenskapene i *Pset_DoorCommon* er listet opp i informasjonstreet.

5.5 Eksempel på bruk

For å undersøke nærmere hvordan xBIM fungerer er biblioteket utprøvd i praksis. Eksempelprogrammet leser en IFC-fil og henter ut hvilken IFC-standard filen er bygget på. Deretter leser den inn alle dører i filen og teller hvor mange dører det er totalt i filen. Til slutt velger den ut den første døren og henter ut egenskaper knyttet til denne døren. Programmet ble skrevet i C#.

Ved å prøve ut xBIM i praksis får man erfaring med hvordan biblioteket er bygget opp og hvor kompleks koden er. Det gir også et bedre inntrykk av hvor godt dokumentert koden er, og hvilke utfordringer man kan støte på i praksis.

For å kunne bruke xBIM var det nødvendig å sette seg nærmere inn i hvordan selve IFC-filen er bygd opp. Eksempelfilen som er brukt er bygd på IFC2x3, altså ikke den nyeste standarden. Grunnen er som nevnt tidligere at programvare på markedet ennå ikke støtter IFC4. Filen har heller ikke store mengder informasjon om en dør. Det er to grunner til dette. Fokuset i byggeprosjektet har ikke vært på tilføre informasjon beregnet for FDV. Lydia AS har heller ikke vært en del av prosjektet og konkretisert hvor de ønsker informasjonen lagret.

Figur 5.9 viser en IFC-fil eksportert fra ArchiCAD. Øverst i filen er generell informasjon beskrevet, slik som filnavn, hvilken type BIM-programvare er brukt og hvilken standard av IFC. Deretter blir alle entitetene listet opp med hvert sitt nummer, første entitet vises slik:

```
#1=IFCOWNERHISTORY(#567703,#203008,$,..ADDED.,$,,$,1334061085);
```

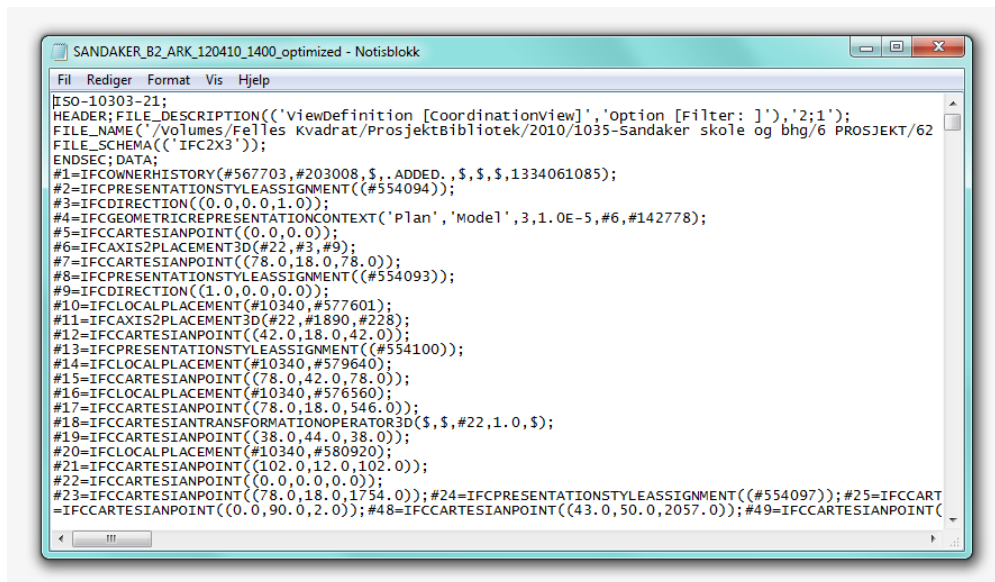
Første dør-entiteten vises slik:

```
#131050=IFCDOOR('0rftWzHS5QI9aX6F_m9ApH',#1,'ID34',$,,$,#561921,  
#548816,'35A7783D-45C1-5A48-99-21-18FFB024ACD1',2100.0,1010.0);
```

All informasjon som ligger etter *IFCDOOR* er egenskaper knyttet til objektet. Denne informasjonen kan vises enklere i en tabell (tabell 5.6). Informasjon om hvilke egenskaper de ulike feltene beskriver er nærmere spesifisert i standarden for IFC2x3 [23].

Programmet skal lese ut informasjonen i tabell 5.6 fra IFC-filen. Et dollartegn \$ betyr at feltene er tomme for informasjon. Noen av egenskapene henviser videre til andre entiteter med nummeret til entiteten. For å hente ut informasjon fra et egenskapsett vil man bruke en relasjons-entitet. Relasjonen må peke både til dør-objektet og egenskapsettet, ved hjelp av entitet-nummeret.

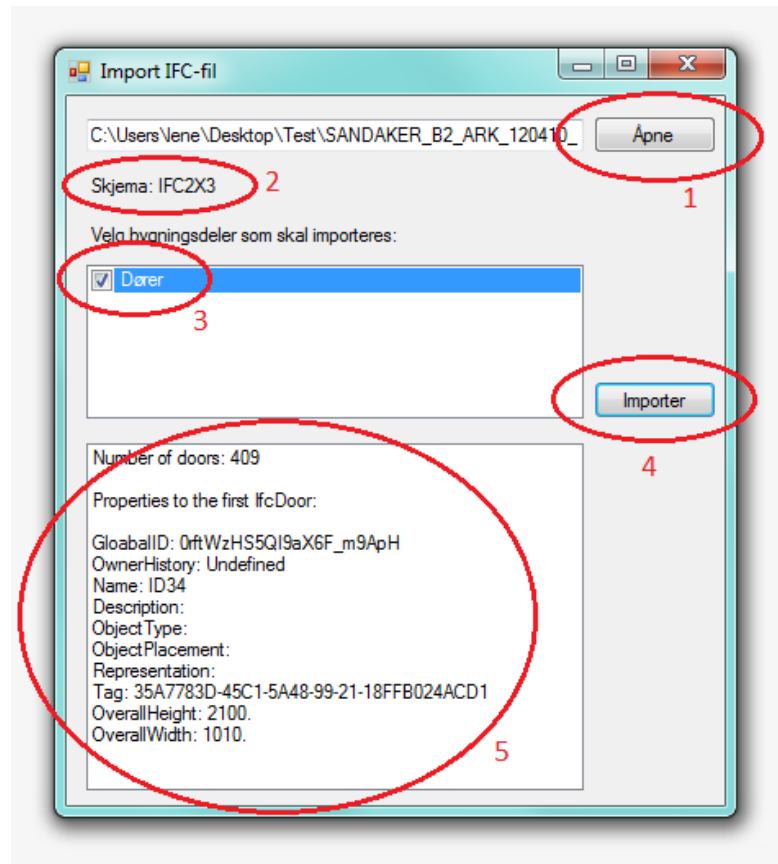
5.5. Eksempel på bruk



Figur 5.9: Utdrag fra en IFC-fil

IFC2x3	IfcDoor
GlobalId	OrftWzHS5QI9aX6F_m9ApH
OwnerHistory	#1
Name	ID34
Description	\$
ObjectType	\$
ObjectPlacement	#561921
Representation	#548816
Tag	35A7783D-45C1-5A48-99-21-18FFB024ACD1
OverallHeight	2100.0
OverallWidth	1010.0

Tabell 5.6: Egenskaper til første IfcDoor



Figur 5.10: Program

Programmet

Stegvis forklaring:

1. Åpner IFC-fil. Velg en fil som ender med .ifc.
2. Når IFC-filen er valgt, leser programmet ut hvilken standard av IFC som er brukt i filen («skjema»). I dette tilfellet er filen bygget på IFC2x3.
3. Velg hvilke bygningsdeler som skal importeres. I dette tilfellet, er bare dører tilgjengelig.
4. Trykker på importer-knappen. Informasjon leses ut fra IFC-filen.
5. Resultatet vises her.

Kildekoden er vedlagt i vedlegg B.

Resultat

Resultat i nederste vindu i programmet (figur 5.10) viser totalt antall dører i filen, 409. Deretter beskrives egenskapene til den første døren, tilnærmet lik informasjonen i tabell 5.6. Feltene *ObjectPlacement* og *Representation* peker videre til andre entiteter. Koblingene er fjernet fordi de vil lede videre til andre koblinger i en lang løkke med pekere. Fordi informasjonen ikke er interessant i dette tilfellet, er den tatt bort i programmet.

xBIM er enkelt å ta i bruk, og lar seg installere gjennom Visual Studio [29]. Før å komme i gang ville det vært naturlig å gå gjennom dokumentasjon. Tynn dokumentasjon fører til at bruker-eksempler fra utviklerne blir utgangspunktet. Disse er gode, og gir et godt bilde av oppbyggingen til xBIM. utfordringer kan oppstå hvis man ønsker å programmere noe som ikke er vist i eksemplene.

Oppdateringer av xBIM kommer rimerlig ofte. Gruppen er svært aktiv, og rask behjelpelige over e-post. Kildekoden er skrevet i C#, som er kjent teknologi for Lydia AS. Dette vil bidra til en raskere oppstartsfase.

Erfaringen med xBIM-biblioteket var brukbar. Med eksempler å se til, var det mulig å forstå oppbyggingen til xBIM. Kildekoden bør dokumenteres bedre, og det kan være aktuelt å forslå dette for utviklergruppen bak xBIM.

Overføring til LYDIA

Opprinnelig var det meningen at hele overføringsprosessen fra en BIM-database til LYDIA-databasen skulle prøves ut i praksis. Tid og mangel på ressurser, førte til at dette ikke lot seg gjøre.

6 | BIM-FDV i fremtiden

Den beste måten å forutsi fremtiden på er å skape den.
P.Ducker [30]

Fremtiden for BIM og FDV kan endre seg. Teknologisk sett har det skjedd mye de siste ti-årene. Kapittel 3 presenterte et endret tankesett for nye arbeidsformer. Ved å se på mulighetene digital teknologi kan gi oss, kan vi skape en enklere hverdag. Den digitale verden bringer med seg uante muligheter for fremtiden.

Hvorfor endre samarbeidsprinsipper i byggebransjen?

Man kan stille spørsmål om hvorfor de grunnleggende tankene som vi har hatt de siste ti-årene, skal endres. Sannheten er at byggebransjen har ikke holdt tritt med den digitale utviklingen. Sakte men sikkert ble DAK innført i bransjen for endel år tilbake, og man begynte å bruke datamaskiner under prosjektering. Når BIM nå er kommet på markedet tviholder man fortsatt på gamle samarbeidsprinsipper, istedenfor å tenke nytt.

Prosjekteringsgruppen har fortsatt lite kunnskap om hva som er viktig under bygging og FDV. Innhenting av kunnskap på tvers av arbeidsgrupper står ikke sentralt i dagens byggeprosjekter. På byggeplassen er papirtegninger fortsatt dominerende. Digital teknologi har ennå ikke gjort sitt inntog her, selv om mulighetene ligger der. FDV av store bygg styres av komplekse informasjonssystemer. Programmene krever store ressurser for å vedlikeholdes. For å få fullt utbytte av et slikt program må det være stor bevissthet rundt hva som legges inn i databasen av informasjon. Konsekvensen er at mange vedlikeholdsansatte bruker mer tid på å organisere data framfor å gjøre jobben de er ansatt for.

Visjon

Hvorfor skal informasjon om bygget være adskilt fra bygget? Hva om vi kan bevare informasjon i selve bygget, framfor å oppevare informasjonen et annet sted?

De digitale teknologiene byr allerede i dag på muligheter langt ut over det man har fantasi til å utnytte. Tingenes internett (eng: Internet of Things) knytter sammen identifiserbare, fysiske objekter (ting) som har IP-adresser [31]. Tingene kan kommunisere seg i mellom eller med informasjonssystemer (BIM, FDV, etc) trådløst eller via kabel. Tingene kan utstyres med RFID og/eller komplette mikrodatamaskiner med prosessering, lagring og kommunikasjon, eventuelt også sensorer for registrering av tilstand [32].

Eksempler på bruk

- Alle bygningsdeler kan bli ferdig produsert med mikrodatamaskiner. Den kan inneholde all informasjon som er nødvendig å vite om en gjenstand. For en bygger på byggeplassen kan dette være alt som trengs. Bygningsdelen kan selv ha informasjon om hvor den skal monteres, og hvilke deler og utstyr som kreves for å gjøre jobben.

- Byggere kan bli utstyrt med Google-briller [33]. Brillene kan lese ut informasjon som ligger lagret på datamaskinen. Med et blikk har håndtverkeren full kontroll over hvor døren skal og hvilket verktøy han trenger.
- Ved å koble sensorer på gjenstandene, kan disse til enhver tid ha full kontroll over tilstanden til en bygningsdel. Enhver situasjon hvor en tilstand endres, kan rapporteres inn og ansvarlig vedlikeholder kan straks ordne problemet.
- Regelmessige kontroller kan bygningsdelen selv holde orden på. Automatisk beskjed kan sendes ansvarlig person for vedlikeholdet.
- Bygningsdelene kan selv innrapportere tilstanden til produsenten. Dette kan gi produsenten et godt bilde av hvordan bygningsdelen fungerer i praksis, og bruke dataene til å lage enda bedre produkter.

Hindringer

Hva hindrer oss fra å ta i bruk digital teknologi?

For mange er hverdagen så fastlåst, at nye tanker kan virke umulige å forstå. Kreative løsninger kan virke lite gjennomførbare i praksis, fordi man bare ser redskapene man selv bruker i det daglige. Psykologiske barrierer mot nye tanker kan være en stor utfordring for digital teknologi.

Noe av det mest smertefulle for menneskenaturen er smerten ved en ny idé.
Walter Bagehot [34]

Organisatoriske hindringer kan være vel så utfordrende som psykologiske. Når organisasjoner som Statsbygg og buildingSMART setter opp manualer [35] og standarder [23] som de anbefaler andre å følge, blir man låst i prosessene. Nye tanker og ideer kan virke forstyrrende på de organiserte prosessene.

Byggebransjen er styrt av byråkratiske og juridiske hindringer. Kapittel 3.2 tok opp de enorme transaksjonskostnadene byggebransjen bruker ved å opprette kontrakter og utføre anbud. Stor arbeid uten kontrakter er mulig å gjennomføre, men krever mer tillit mellom samarbeidspartnere.

Enkelhet

Fokuser på å gjøre prosesser enkelt. Ved å gjøre ting enkelt, blir terskelen for å ta det i bruk lav. Flere vil ta det i bruk, og prosessene kan utvikle seg videre.

Gjør alt så enkelt som mulig, men ikke enklere.
Albert Einstein [36]

7 | Konklusjon

Virkelig visdom er å vite hva en ikke vet.
Sokrates [37]

Masteroppgaven har sett på overgangen BIM-LYDIA, og hvilke muligheter Lydia AS har for videre utvikling av sin programvare. Arbeidet har tatt utgangspunkt i Lydia AS sine forutsetninger ved utforming av en modell for informasjonsflyt.

1. Brukere av LYDIA bør ikke merke nevneverdig forskjell på programmets funksjonalitet.

Foreslått systemarkitektur gir en brukeropplevelse svært lik dagens LYDIA. Brukergrensesnitt og funksjonalitet vil være den samme. Unntaket er en ekstra funksjonalitet. LYDIA vil kunne hente ut mer informasjon om en bygningsdel enn tidligere. På en slik måte har modellen tilfredsstilt Lydia AS sin forutsetning. Behovet for å fylle ut dokumenter med teknisk informasjon om bygningsdeler er forsvunnet. Dette vil skape mindre frustrasjoner for Lydia AS og deres kunder.

2. IFC-formatet benyttes som utgangspunkt for overføring av informasjon.

Lydia AS ønsker å bruke buildingSMART sitt standard filformat. Filformatet har sine begrensninger, og legger ikke til rette for nye tanker rundt prosessen BIM-FDV. IFC-formatet tilfredstiller ikke filoverføring optimalt. Egenskaper som LYDIA trenger er mulig å finne igjen i IFC, og informasjonen vil la seg overføre. Men for at det skal fungere er Lydia AS avhengig av større fokus på FDV, tidligere i byggeprosjektene.

3. Løsningen bør være realiserbar innen 2.kvartal 2014.

Planlagt neste versjon av LYDIA er 2.kvartal 2014. For at BIM skal bli inkludert i neste versjon av LYDIA, må teknologien anbefalt i denne modellen være lett tilgjengelig og brukbar. Bruk av xBIM viser at informasjon lar seg hente ut av en IFC-fil. Til tross for noe tynn dokumentasjon, viser xBIM at det duger til arbeidet. Det vil derfor stå på Lydia AS å stille med riktig mengde ressurser, for å kunne realisere BIM-funksjonalitet i neste versjon av LYDIA.

Løsningen vil forenkle og forbedre dagens importfunksjon for Lydia AS. Kundene må ikke manuelt registrere informasjon i dokumenter. Lydia AS vil slippe å rette opp dokumentene som kunder har produsert på grunn av for liten kompetanse. Istedenfor vil informasjonen hentes direkte fra en BIM. utfordringene vil dreie seg om å tilføre korrekt informasjon på riktig plass i BIMen, og formidle dette videre til de riktige personene.

Systemarkitekturen presentert i oppgaven er verken revolusjonerende eller nyskapende. Men den tilfredstiller de forutsetninger Lydia AS anser som viktige. For å kunne skape et helt nytt LYDIA, er det nødvendig at Lydia AS vurderer LYDIAs oppbyggingen. Programmet er i dag bygd på tradisjonelle samarbeidsprinsipper.

For å kunne tilpasse seg en ny digital verden, er det essensielt å vurdere LYDIA opp mot nye arbeidsformer.

Forutsetningene fra Lydia AS begrenser mulighetene for videre utvikling. Skillet BIM-FDV blir ikke mindre med en slik modell. Arbeidsmetodene for Lydia AS blir endret, men arbeidet de utfører vil fortsatt være det samme. BIM er et steg inn i fremtiden, men hvilken retning LYDIA beveger seg i er opp til Lydia AS.

7.1 Videre arbeid

Lydia AS må bruke ressurser for å videreutvikle konseptet. Totalt sett vil det kreve endel utviklingstid å få funksjonen implementert i Lydia. Likevel, fordi xBIM er så lett tilgjengelig, er det ingenting som hindrer Lydia AS fra å starte øyeblikkelig.

Et anbefalingsdokument beregnet på kunder må opprettes. Her beskriver man hvilken informasjon Lydia AS trenger og hvor den bør ligge i en BIM. Informasjonen må videreformidles til prosjekteringsgruppen.

I dag har Lydia AS samtaler med Rendra [38]. Rendra produserer en applikasjon, *BIMfield*. Applikasjonen lar deg laste inn IFC-modeller på mobiltelefon og nettbrett. I IFC-modellen kan man navigerer rundt i bygget, på en funksjonell og enkel måte. Lydia AS ønsker et samarbeid med Rendra. Sammen er målet å kunne hente ut informasjon om bygningsdeler, når man navigerer rundt i bygget. En slik funksjon kan være starten på et praktisk hjelpemiddel for vedlikeholdsansatte ved for eksempel inspeksjonsrunder.

8 | Bibliografi

- [1] GRAPHISOFT. *ArchiCAD*. URL: <http://www.graphisoft.com/archicad/archicad/overview/> (besøkt 27.05.2013).
- [2] buildingSMART NORGE. *Hvem er vi*. URL: <http://www.buildingsmart.no/buildingsmart-norge/hvem-er-vi> (besøkt 27.05.2013).
- [3] Lydia AS. *Om Lydia AS*. Trondheim, URL: http://lydia.no/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=51&Itemid=28 (besøkt 08.03.2013).
- [4] AUTODESK. *Revit for building design and construction*. URL: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-revit-family/overview> (besøkt 27.05.2013).
- [5] Simplebim, URL: <http://www.datacubist.com/> (besøkt 26.04.2013).
- [6] xBIM, URL: <http://www.openbim.org/> (besøkt 26.04.2013).
- [7] T.S.Eliot. *Utforske*. Ordtak.no, URL: <http://www.ordtak.no/index.php?v=sitat&emne=Utforske> (besøkt 02.05.2013).
- [8] N.N. *Lys satt i system*. Teknisk Ukeblad, Oslo, 27.september 2001. URL: <http://www.tu.no/nyheter/energi/2001/09/27/lys-satt-i-system> (besøkt 27.02.2013).
- [9] L.Jensen. *Lydia og BIM, venner eller fiender?* Prosjektoppgave, Institutt for Konstruksjonsteknikk, NTNU, Trondheim, 2012.
- [10] G. Kjøll. *Prosess*. Store Norske Leksikon, URL: <http://snl.no/prosess> (besøkt 29.04.2013).

- [11] Statsbygg. *BIM - en kortfattet innføring*. URL: <http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/BIM-En-kortfattet-innforing/> (besøkt 11.03.2013).
- [12] Bilde. URL: <http://blog.render.com.br/wp-content/uploads/2011/07/bim-evolucao-cad-01.jpg> (besøkt 09.06.2013).
- [13] Bilde. URL: http://www.construct-it.org.uk/IAI/images/buildingSMART_logo.PNG (besøkt 30.04.2013).
- [14] BuildingSMART. *Information Delivery Manuals*. BuildingSMART International, URL: <http://iug.buildingsmart.org/idms/> (besøkt 19.05.2013).
- [15] Norsk Byggtjeneste AS. *Om FDV dokumentasjon*. Norsk Byggtjeneste AS, Oslo, 2011. URL: <http://www.byggtjeneste.no/Artikkelbilder/Produkter/Om%20FDV-dokumentasjon.pdf> (besøkt 07.03.2013).
- [16] Wikipedia. *Concurrent engineering*. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Concurrent_engineering (besøkt 04.06.2013).
- [17] R.H.Coase. *The Nature of the Firm*. URL: <http://www3.nccu.edu.tw/~jsfeng/CPEC11.pdf> (besøkt 09.05.2013).
- [18] Bilde. URL: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ad/Market-Hierarchy-Model.png/500px-Market-Hierarchy-Model.png> (besøkt 25.05.2013).
- [19] Wikipedia. *Verdikjede*. URL: <http://no.wikipedia.org/wiki/Verdikjede> (besøkt 12.05.2013).
- [20] Bilde. URL: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70/Porter_Value_Chain.png/800px-Porter_Value_Chain.png (besøkt 12.05.2013).
- [21] H.Nissenbaum Y.Benkler. *Commons-based Peer Production and Virtue*. Yale Law School and New York University, USA. 2006. URL: http://pages.uoregon.edu/koopman/courses_readings/phil123-net/knowledge/benkler_nissenbaum_commons.pdf (besøkt 27.05.2013).
- [22] BuildingSMART. *IFC4 officially released*. BuildingSMART International, URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/news/ifc4-officially-released> (besøkt 26.04.2013).

-
- [23] buildingSMART international. *IFC Releases*. URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases> (besøkt 30.05.2013).
- [24] Wikipedia. *Entity-relationship model*. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Entity%20relationship_model (besøkt 28.04.2013).
- [25] Wikipedia. *Industry Foundation Classes*. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes (besøkt 28.04.2013).
- [26] Bilde. URL: http://www.openbim.org/_/rsrc/1337269857654/home/xBIM_official_icon.png (besøkt 09.06.2013).
- [27] Wikipedia. *Open Source*. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Open-source_software (besøkt 26.04.2013).
- [28] Bilde. URL: http://www.datacubist.com/images/support_banner.png (besøkt 09.06.2013).
- [29] Microsoft. *Visual Studio*. URL: <http://www.microsoft.com/visualstudio/eng/visual-studio-update> (besøkt 01.06.2013).
- [30] P.Drucker. *Fremtid*. Ordtak.no, URL: <http://www.ordtak.no/index.php?v=sitat&emne=Fremtid> (besøkt 02.06.2013).
- [31] D. Rowinski. *Futurist's Cheat Sheet: Internet of Things*. ReadWrite, USA. 31.august 2012. URL: <http://readwrite.com/2012/08/31/futurists-cheat-sheet-internet-of-things> (besøkt 02.06.2013).
- [32] T.Simonite. *Wanted for the Internet of Things: Ant-Sized Computers*. MIT Technology Review, USA. 29.mai 2013. URL: <http://www.technologyreview.com/news/514101/wanted-for-the-internet-of-things-ant-sized-computers/> (besøkt 07.06.2013).
- [33] Google. *Glass*. URL: <http://www.google.com/glass/start/what-it-does/> (besøkt 06.06.2013).
- [34] W.Bagehot. *Ide*. Ordtak.no, URL: <http://www.ordtak.no/index.php?v=sitat&fn=Walter&en=Bagehot> (besøkt 08.06.2013).
- [35] Statsbygg. *Statsbyggs BIM-manual 1.2*. URL: http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/StatsbyggBIMmanualV1-2No_2011-10-24.pdf (besøkt 09.06.2013).

- [36] A.Einstein. *Enkelhet*. Ordtak.no, URL: <http://www.ordtak.no/index.php?v=sitat&emne=Enkelhet> (besøkt 06.06.2013).
- [37] Sokrates. *Visdom*. Ordtak.no, URL: <http://www.ordtak.no/index.php?v=sitat&emne=Visdom> (besøkt 11.05.2013).
- [38] Rendra. URL: <http://www.rendra.no/> (besøkt 31.05.2013).

Vedlegg

A | Egenskaper støttet av IFC

Tabellene viser hvor i IFC-standarden det er ønskelig å hente informasjonen fra. Lydia AS kan bruke dette i sitt grunnlag når de oppretter sin anbefaling for kunder og skal spesifisere hvor de ønsker informasjonen lagret.

LYDIA	IFC2x3
Classification	(IfcEntity).Name
ComponentType	(IfcEntity).Name
UnitPriceDate	Pset_ManufacturerOccurence: AcquisitionDate
Lifetime	IfcServiceLife
LifetimeUnit	IfcServiceLife
Maintenance	IfcCondition
InstallDate	Pset_Warranty: WarrantyStartDate
GuaranteeDate	Pset_Warranty: WarrantyEndDate
ProductNum	Pset_ManufacturerTypeInformation: ArticleNumber
ComponentSerialNumber	Pset_ManufacturerOccurence: SerialNumber
Owner	IfcOrganization.Name
OwnerContact	IfcPerson.FamilyName
Manufacturer	IfcOrganization.Name
ManufacturerContact	IfcPerson.FamilyName
Supplier	IfcOrganization.Name
SupplierContact	IfcPerson.FamilyName
Contractor	IfcOrganization.Name
ContractorContact	IfcPerson.FamilyName

Tabell A.1: Egenskaper støttet av IFC2x3

LYDIA	IFC4
Classification	(IfcEntity).Name
ComponentType	(IfcEntity).Name
UnitPriceDate	Pset_ManufacturerOccurence: AcquisitionDate
Lifetime	Pset_ServiceLife: ServiceLifeDuration
LifetimeUnit	Pset_ServiceLife: ServiceLifeDuration
Maintenance	Pset_Condition: AssessmentDate
InstallDate	Pset_Warranty: WarrantyStartDate
GuaranteeDate	Pset_Warranty: WarrantyEndDate
ProductNum	Pset_ManufacturerTypeInformation: ArticleNumber
ComponentSerialNumber	Pset_ManufacturerOccurence: SerialNumber
Owner	IfcOrganization.Name
OwnerContact	IfcPerson.FamilyName
Manufacturer	IfcOrganization.Name
ManufacturerContact	IfcPerson.FamilyName
Supplier	IfcOrganization.Name
SupplierContact	IfcPerson.FamilyName
Contractor	IfcOrganization.Name
ContractorContact	IfcPerson.FamilyName

Tabell A.2: Egenskaper støttet av IFC4

B | Kildekode

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;
using Xbim.IO;
using Xbim.If2x3;
using Xbim.XbimExtensions.Interfaces;
using Xbim.If2x3.SharedBldgElements;
using Xbim.If2x3.SharedBldgServiceElements;

namespace Ifc_Data_To_LYDIA
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
            lsb_Debug.Items.Clear();
        }

        string ifcFileName = "";

        //Reads ifc file and get the schema (IFC2x3)
        private void btn_Open_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            OpenFileDialog fd = new OpenFileDialog();
            fd.DefaultExt = ".ifc";
            fd.CheckFileExists = true;
            fd.InitialDirectory =
                System.Environment.GetFolderPath(Environment.SpecialFolder.Personal);
            fd.Filter = "Ifc files (*.ifc)|*.ifc";
            fd.FileName = "";

            fd.ShowDialog();

            ifcFileName = fd.FileName;
            txb_FilePath.Text = fd.FileName;

            if (File.Exists(ifcFileName))
            {
                string ifcModelName = ifcFileName;
                string xBIMModelName = Path.ChangeExtension(ifcFileName, ".xBIM");

                using (XbimModel model = new XbimModel())
                {
                    if (!File.Exists(xBIMModelName)) model.CreateFrom(ifcModelName,
                        xBIMModelName);
                    model.Open(xBIMModelName,
                        Xbim.XbimExtensions.XbimDBAccess.Read);

                    IIfcFileHeader iheader = model.Header;
                    lb_Schema.Text += iheader.FileSchema.Schemas.FirstOrDefault();
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        model.Close();
    }
}

//if doors is checked, it loads all the doors into a collection
//gets the total number of doors, chooses the first door, and show all the
properties of this door
private void btn_Import_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string globalID = "";
    string ownerHistory = "";
    string name = "";
    string description = "";
    string objectType = "";
    string objectPlacement = "";
    string representation = "";
    string tag = "";
    string overallHeight = "";
    string overallWidth = "";

    if (File.Exists(ifcFileName) && clb_Components.GetItemChecked(0))
    {
        string ifcModelName = ifcFileName;
        string xBIMModelName = Path.ChangeExtension(ifcFileName, "xBIM");

        using (XbimModel model = new XbimModel())
        {
            if (!File.Exists(xBIMModelName)) model.CreateFrom(ifcModelName,
                xBIMModelName);
            model.Open(xBIMModelName,
                Xbim.XbimExtensions.XbimDBAccess.Read);

            IEnumerable<IfcDoor> doors = model.Instances.OfType<IfcDoor>();
            IfcDoor door = doors.FirstOrDefault();
            long doorsCount = model.Instances.CountOf<IfcDoor>();

            globalID = door.GlobalId;
            ownerHistory =
            door.OwnerHistory.OwningUser.ThePerson.FamilyName;
            name = door.Name;
            description = door.Description;
            objectType = door.ObjectType;
            representation = door.Representation.Name;
            tag = door.Tag;
            overallHeight = door.OverallHeight.ToString();
            overallWidth = door.OverallWidth.ToString();

            lsb_Debug.Items.Add("Number of doors: "+doorsCount.ToString());
            lsb_Debug.Items.Add("\n");
            lsb_Debug.Items.Add("Properties to the first IfcDoor:");
            lsb_Debug.Items.Add("\n");
            lsb_Debug.Items.Add("GlobalID: " + globalID);
            lsb_Debug.Items.Add("OwnerHistory: " + ownerHistory);
            lsb_Debug.Items.Add("Name: " + name);
            lsb_Debug.Items.Add("Description: " + description);
            lsb_Debug.Items.Add("ObjectType: " + objectType);
            lsb_Debug.Items.Add("ObjectPlacement: " + objectPlacement);
            lsb_Debug.Items.Add("Representation: " + representation);
        }
    }
}

```

```
lsb_Debug.Items.Add("Tag: " + tag);
lsb_Debug.Items.Add("OverallHeight: " + overallHeight);
lsb_Debug.Items.Add("OverallWidth: " + overallWidth);

model.Close();
}
}
}
}
```