

*Casper Gullach*

# Paradigme for IKT-understøttet arbejdsproces i et entreprenørfirma

Med udgangspunkt i den  
konstruktionsprojekterende afdeling



# 1 TITELBLAD

**Titel:**

Paradigme for IKT-understøttet arbejdsproces i et entreprenørfirma  
- Med udgangspunkt i den konstruktionsprojekterende afdeling

**Forfatter:**

Casper Gullach, s042488

**Projekttype:**

Kandidatspeciale (30 ECTS point)

**Projektperiode:**

1. august 2011 – 9. januar 2012

**Universitet:**

Danmarks Tekniske Universitet  
Institut for Byggeri og Anlæg (BYG-DTU)  
Brovej, bygning 118  
2800 Kgs. Lyngby

**Samarbejdsvirksomhed:**

Anonym større dansk entreprenørvirksomhed  
Censor og vejledere er bekendt med samarbejdsvirksomhedens navn.  
Virksomheden vil i rapporten blive benævnt: AB Byggeri

**Vejledere:**

Jan Karlshøj, lektor ved institut for byggeri og anlæg, DTU  
Flemming Vestergaard, lektor ved institut for byggeri og anlæg, DTU

---

Casper Gullach

## 2 FORORD

Denne rapport er udarbejdet i forbindelse med afslutningen af min uddannelse til civilingeniør ved Danmarks Tekniske Universitet, DTU. Rapporten er et resultat af mit eksamensprojekt og den er udført ved institut for byggeri og anlæg på DTU (BYG-DTU).

Projektet er udført i perioden 1. august 2011 til 9. januar 2012 og udgør 30 ECTS point.

Rapporten omhandler et studie af de forhindringer og gevinster, der opstår ved implementering af IKT til at understøtte informationsformidlingen i et entreprenørfirma. Rapporten tager udgangspunkt i den konstruktionsprojekterende afdeling, og har fokus på implementering af IKT til at forbedre kvalitetssikringen af tegningsdokumenter.

Gennem projektet har jeg arbejdet sammen med en større dansk entreprenørvirksomhed. Efter ønske fra virksomheden er deres navn holdt anonymt. Derfor er virksomhedens navn og navne på virksomhedens medarbejdere ændret i rapporten.

Rapporten er blevet udarbejdet under vejledning af lektor Jan Karlshøj og lektor Flemming Vestergaard. Jeg vil gerne takke dem begge for at bidrage med ideer, erfaringer og kritik igennem hele projektperioden.

Derudover vil jeg gerne takke AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling for at lade mig følge et af deres projekter igennem hele eksamensprojektet. Til sidst en særlig tak til de medarbejdere i AB Byggeri, som har hjulpet mig med deres erfaringer, kritik og kommentarer under implementeringsforsøget.

## 3 RESUME

Denne rapport tager udgangspunkt i den konstruktionsprojekterende afdeling i et entreprenørfirma og undersøger, hvilke barrierer der opstår, når der skal implementeres en IKT-understøttet arbejdsproces. Dertil redegøres der i rapporten for, hvilke gevinster der kan opnås, hvis de konkrete barrierer bliver nedbrudt.

Ved at redegøre for barriererne og gevinsterne ved implementering af IKT er målet med rapporten, at sætte fokus på potentialerne ved en forbedret informationsudveksling og dermed en højere kvalitet af projekteringen. Rapporten vil i den forbindelse ende op med en strategi for implementering af en IKT-understøttet arbejdsproces i den konstruktionsprojekterende afdeling.

Selve rapporten er inddelt i tre segmenter:

### **Indledende studier**

Den første del består af et teoretisk studie af barriererne, der opstår ved implementering af IKT og ændringer i en virksomheds arbejdsprocesser. Derudover bliver der også redegjort for de potentielle gevinster, der foreligger, hvis den traditionelle dokumentbaserede informationsformidling bliver digitaliseret og modelbaseret.

Udover dokumentation fra litteraturen er studiet baseret på en spørgeskemaundersøgelse og en række interviews med medarbejdere fra AB Byggeri, samt forfatterens egne erfaringer fra arbejdet i AB Byggeri.

### **Casestudie**

En projektgruppe i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri er fulgt under projekteringen af en skole i Frederikshavn. Under projektforsøget er det forsøgt at ændre og forbedre arbejdsprocessen for kvalitetssikring af tegningsdokumenter. Dette er gjort ved at digitalisere processen og implementere IKT, der kan minimere risikoen for manuelle fejl. For at skabe resultater, der kan give et praktisk sammenligningsgrundlag til de indledende teoretiske studier, blev der under implementeringsforsøget lavet konkrete målinger og foretaget interviews med de implicerede medarbejdere

### **Resultatbehandling**

De teoretiske og praktiske studier viser at der er store økonomiske gevinster at hente, hvis der investeres ressourcer i at forbedre projekteringen, således at udgifterne under udførelsen bliver minimeret. Dette kan gøres ved at udarbejde en strategi for en udvikling, hen mod et integreret projekteringsforløb med en modelbaseret informationsudveksling.

## 4 ABSTRACT

This report is focusing on the structural design department at a contractor. It examines the barriers that occur when implementing an ICT aided work process. The report also clarifies the profits which can be obtained if the specific barriers are broken down.

The aim for the report is to bring the potential of an improved exchange of information and a higher quality of the structural design process in to focus. It is done by clarifying the barriers and the profits of implementing ICT.

In the end the report will feature a strategy for implementation of an ICT aided work process in the structural design department.

The report is divided in to three segments:

### **Preliminary studies**

The first part consists of a theoretical study of the barriers occurring when implementing ICT and changing the working processes in a company. The potential profits from digitalizing the traditional document based exchange of information are clarified additionally.

Besides documentation from the literature the studies are based on a questionnaire survey, interviews with the employees at AB Byggeri and the authors own experiences from working at AB Byggeri.

### **Case study**

While designing the structure of a school in the city of Frederikshavn a project team at AB Byggeri has been followed. During the project period an attempt to improve the work process when controlling working drawings has been accomplished. It has been done by digitalizing the process and implementing ICT to minimize the risk of making manual errors. During the implementation experiment specific measurements and interviews with the implicated employees have been performed. This has been done to create results that can stand as a frame of reference to the theoretical studies.

### **Processing of the results**

The theoretical and practical studies show that there is a huge economic profit to be gained if investments in an improved structural design process are made. This is concluded because the building expenses can be reduced if the errors are resolved in the design phase instead of the construction phase. The profits can be gained if a strategy for a development towards an integrated design phase is carried out.

# 5 INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Titelblad	2
2	Forord	3
3	Resume	4
4	Abstract	5
5	Indholdsfortegnelse	6
6	Introduktion	9
6.1	Baggrund	9
6.1.1	AB Byggeri	10
6.2	Problemstilling	11
6.3	Afgrænsninger og fokus	12
6.4	Metode	14
6.4.1	Studie af barrierer og gevinster ved implementering af IKT	14
6.4.2	Interviews af medarbejdere i AB Byggeri	15
6.4.3	Spørgeskemaundersøgelse	16
6.4.4	Markeds- og virksomhedsanalyse	16
6.4.5	Implementeringsforsøget	16
6.4.6	Resultater fra implementeringsforsøget	17
6.4.7	Diskussion	17
6.4.8	Paradigme for implementering af IKT	18
6.4.9	Konklusion	18
6.4.10	Perspektivering	18
7	Studie af barrierer og gevinster ved implementering af IKT	19
7.1	Potentielle forhindringer	19
7.1.1	Kommercielt	19

7.1.2	Det menneskelige (psykologisk aspekt)	27
7.1.3	Teknisk	31
7.2	Potentielle gevinster	32
7.3	Delkonklusion	38
8	Markeds- og virksomhedsanalyse	40
8.1	Markedsanalyse	40
8.2	Virksomhedsanalyse – AB Byggeri som eksempel	43
8.2.1	Overordnet struktur	43
8.2.2	Konstruktionsprojekterende afdeling	44
8.2.3	Projektforløb	45
8.2.4	swot	46
8.2.5	Delkonklusion	47
9	Implementeringsforsøget	49
9.1	Formål	49
9.2	Baggrund for valg af implementeringsforsøg	49
9.3	Fremgangsmåde	52
9.4	Arbejdsprocessen	54
9.4.1	Illustrering af arbejdsprocessen	54
9.4.2	Analyse af arbejdsprocessen	56
9.5	Redegørelse for den effektuerede IKT i arbejdsprocessen	58
9.5.1	Revit Structure	58
9.6	Redegørelse for den ønskede IKT i arbejdsprocessen	61
9.6.1	Autodesk Design Review	61
9.6.2	Navisworks manage	64
9.7	Implementeringskoncept	66
9.8	Udførelse af implementeringsforsøget	68
10	Forsøgsresultater	71
10.1	De ansattes og mine erfaringer med implementeringsforsøget	71
10.1.1	Kommercielt og organisatorisk	71

10.1.2	Psykologisk	74
10.1.3	Teknisk	76
10.2	Resultater fra målinger	78
10.2.1	Ændring af papirforbrug	78
10.2.2	Reduktion af arkivplads	80
10.2.3	Ændring i arbejdstid	80
10.2.4	Fejl fundet ved sammenligninger i Autodesk Design Review	82
10.3	Delkonklusion	83
11	Diskussion	84
11.1	Forsøgsmetode og resultatdokumentation	84
11.2	Arbejdsprocessen	85
11.3	Det uforløste potentiale	86
11.4	Relevansen af casestudiet og implementeringsforsøget	88
12	Paradigme for implementering af IKT	89
12.1	Forudsætninger for succesfuld implementering af IKT	89
12.2	Strategi for implementering af IKT	90
12.3	Forslag	91
13	Konklusion	93
14	Perspektivering	95
15	Referencer	99
15.1	Litteratur	99
15.2	Hjemmesider	101
15.3	Interviews	101
16	Bilag	103



# 6 INTRODUKTION

## 6.1 BAGGRUND

Ideen om at kommunikation og information i byggeprocessen skal understøttes digitalt har eksisteret i over 20 år [Arayici, 2011]. Men det er først inden for de seneste 10 år at interessen for indførelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) og udviklingen af Building Information Modelling (BIM), for alvor er taget til.

Byggeriets aktører er gradvist ved at udvikle de kompetencer, der skal til for at indføre IKT i virksomhederne og udnytte nogle af de fordele, der kommer ved at digitalisere arbejdsprocesserne og arbejde med BIM. Undersøgelser viser at der blandt andet i USA er sket en stigning af brugen af BIM på 75% fra 2007 til 2009 [McGraw-Hill, 2009].

Informationsudvekslingen i et traditionelt byggeprojekt har i høj grad været afhængig af mange manuelle genindtastninger. I takt med en større kompleksitet i byggeriet vil dette medføre et større manuelt arbejde og dermed risiko for flere fejl.

En forøgelse af digitalt understøttede arbejdsprocesser vil reducere den arbejdsmængde, der beror på manuelle inputs og dermed nedbringe risikoen for fejl.

Derfor er interessen for implementering af IKT tiltaget, da det vil muliggøre et byggeri med større kompleksitet, uden at øge udgifterne under udførelsen ved montagestop o. lign. [Hooper, 2010].

Udover de førnævnte fordele ved en øget indførelse af IKT, har særligt regeringens initiativ "Det Digitale Byggeri" fået virksomhederne i byggebranchen til i at udnyttet de informationsteknologier og værktøjer, der er udviklet til markedet.

Ved at pålægge de statslige bygherrer at stille særlige krav om: Brug af Dansk Bygge Klassifikation i byggeprojekter, brug af projektweb i byggeprojekter, brug af digitale bygningsmodeller i 3D, digitalt udbud og digital aflevering, har man fået virksomhederne i byggebranchen til at fokusere på anvendelsen af IKT, for at kunne leve op til kravene [DDB, 2011].

På trods af de umiddelbare fordele ved digitaliseringen af byggeprojekterne og det øgede brug af 3D modellering, som følge af Det Digitale Byggeri, står byggebranchen stadig med et stort uforløst potentiale, når det kommer til brugen af informationsteknologi. Der er stadig mange barrierer og forhindringer for virksomhederne, når de prøver at ændre manuelle arbejdsprocesser til digitalt understøttede. Så selvom der nu bliver modelleret i 3D, er der stadig meget koordinering, informationsudvikling og kvalitetssikring internt og eksternt i

firmaerne, som foregår med begrænset hjælp af IKT. Dette på trods af både forskere og virksomhederne selv kan påpege potentialer på dette felt [Linderoth, 2008].

Jeg har selv arbejdet de sidste 4 år i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling. Her har jeg fra nærmeste hold kunne se, hvordan interessen for BIM og indførelse af IKT har vokset både blandt ledere og medarbejdere, men også oplevet, hvor svært det kan være at få nyhvervet software og IT til at passe ind og effektivisere de ønskede arbejdsprocesser.

Jeg ønsker derfor at undersøge, hvilke forhindringer og hvilke gevinster et entreprenørfirma som AB Byggeri står overfor, ved en forøgelse af IKT i projekteringen. Og hermed udforme et paradigme for implementering af en IKT-understøttet arbejdsproces i den konstruktionsprojekterende afdeling.

### **6.1.1 AB BYGGERI**

AB Byggeri er en af Danmarks største og en af Nordens førende entreprenørvirksomheder. Virksomhedens arbejdsområde dækker både projektering, opførelse og reovering af anlæg, broer, boliger og erhvervsbygninger.

AB Byggeris projekterende afdeling består af ca. 100 medarbejdere som hovedsageligt udfører rådgivning på projekter, hvor virksomheden selv er både projekterende og udførende. Afdelingen rådgiver inden for alle ingeniørdiscipliner og arbejder på projekter både i ind- og udland. [AB, 2011]

## 6.2 PROBLEMSTILLING

Med Finland, Norge, Singapore og USA i spidsen har virksomhederne i byggebranchen i dag et større fokus på digitalisering af byggeriet end nogensinde før [BIMsight, 2011].

De danske virksomheder er også godt med, da krav fra den offentlige bygherre og ønsker om et mere energirigtigt-, bæredygtigt- og ofte mere komplekst byggeri har fået arkitekter, rådgivere, entreprenører mm. til at bruge flere ressourcer på indførelse af IKT i det daglige arbejde.

På trods af de gode hensigter og anvendte ressourcer, har der været en tendens til at der opstår forhindringer under implementeringen af IKT, som dermed bremser for udviklingen.

Set fra et entreprenørfirmas synsvinkel er der opstillet følgende problemstillinger, som jeg i projektet vil besvare og redegøre for:

- **Hvordan er den nuværende situation omkring brugen af IKT og BIM-programmer, i den konstruktionsprojekterende afdeling, under et byggeprojekt?**
- **Hvor skal et entreprenørfirma som AB Byggeri investere ressourcer, og hvor høster de gevinsten af en digitaliseret og modelbaseret informationsudveksling?**
- **Hvilken strategi skal lægges forud for implementeringen af en IKT-understøttet arbejdsproces i den konstruktionsprojekterende afdeling, og hvilke barrierer skal der være fokus på?**

Ud fra litteraturen og mine egne praktiske erfaringer kan barriererne for implementering af IKT i byggebranchen inddeles i tre primære kategorier:

1. *Kommercielt (organisatorisk/forretningsmæssigt)* – Et stort pres på økonomi og tid samt en projektorienteret og skarpt opdelt afdelingsstruktur, giver ugunstige forhold for innovation og udvikling.
2. *Menneskeligt (psykologisk)* – Frygten for det ukendte og en angst for ikke at kunne leve op til de nye forventninger hos den enkelte medarbejder, betyder at mange ansatte foretrækker at blive ved det eksisterende og derfor ofte vil modsætte sig nye tiltag.
3. *Tekniske værktøjer* – Mange af de applikationer og filformater, der skal muliggøre interoperabiliteten mellem software fra forskellige udbydere er mangelfulde, hvilket besværliggøre eller helt umuliggøre en digital informationsformidling mellem programmerne.

I arbejdet mod et paradigme for implementering af en IKT-understøttet arbejdsproces, vil afsøgningen af problemstillingen ske med udgangspunkt i disse tre kategorier.

### 6.3 AFGRÆNSNINGER OG FOKUS

Svarene på problemstillingen er fortrinsvis rettet mod danske entreprenørfirmaer, der både har en konstruktionsprojekterende og en udførende afdeling. Dog skal læser være opmærksom på at analyser og resultater er baseret på situationen i et enkelt entreprenørfirma – AB Byggeri. Derfor er det sandsynligt at en implementeringsstrategi, lavet med udgangspunkt i denne rapport, skal tilpasses, såfremt den er tilsigtet et andet firma.

Regeringens initiativ Det Digitale Byggeri har haft stor betydning for, at der for alvor er sat fokus på en digitalisering af byggeriet. Information omkring initiativet og dets indsatsområder har indgået som en væsentlig del af mine baggrundsstudier. Jeg har dog valgt ikke at rette min opmærksomhed mod en beskrivelse af Det Det Digitale Byggeri, da jeg mener at projektet er fint afdækket i adskillige andre rapporter.

Dette speciale har som titlen antyder, til formål at udarbejde et paradigme for implementering af IKT.

IKT omfatter i dag utroligt mange aspekter, og næsten alle arbejdsprocesser i en moderne virksomhed, er på den ene eller anden måde understøttet af IKT. I byggebranchen forholder situationen sig ligesådan og den IKT, der bruges bliver mere og mere avanceret. Problemstillingen ligger således ikke i at optimere den allerede implementerede IKT, men derimod, at optimere den kommunikation og informationsudvikling, der foregår mellem de forskellige programmer. For selvom der i dag f.eks. bliver brugt avancerede BIM-programmer til at modellere bygningerne i, så foregår en stor del af informationsudvekslingen stadig gennem de traditionelle todimensionelle arbejdstegninger.

Specialet vil dermed tage udgangspunkt i implementering af IKT til at optimere informationsudvekslingen i de processer, som stadig beror på manuelle udvekslinger.

Da der er stor forskel på den nuværende situation og de potentielle muligheder, der rent teoretisk foreligger, har specialet fokus på to faser i udviklingen af BIM og implementering af IKT: Den aktuelle, som er fasen fra den manuelle til digitale informationsudveksling, og den potentielle, som er fasen fra den digitale informationsudveksling til kommunikation gennem en BIM-model.

Den første fase tager udgangspunkt i de forhindringer og gevinster, der forekommer ved overgangen fra en manuel håndtering af dokumenter til en digital håndtering af dokumenter.

Den anden fase tager udgangspunkt i de forhindringer og gevinster, der vil forekomme, når de forskellige dokumenter bliver erstattet af en BIM-model.

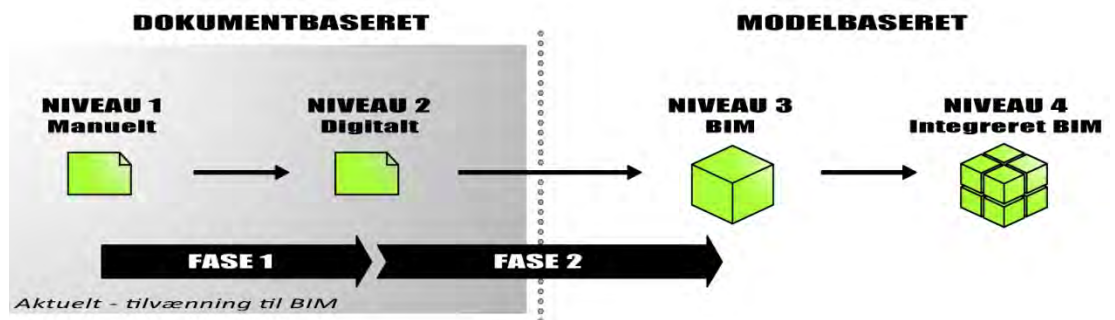


Fig. 6-1  
De forskellige niveauer af informationsudveksling  
Efter illustration af  
Flemming Vestergaard,  
DTU 2011

Undersøgelsen af udviklingen gennem begge faser, er gjort på baggrund af et indledende teoretisk studie af de barrierer og gevinster, der opstår ved implementering af IKT, samt et casestudie.

Casestudiet er tilknyttet et byggeprojekt i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri. Det har omdrejningspunkt omkring et pilotforsøg på implementering af IKT til at understøtte kontrol og kvalitetssikring af tegningsdokumenter.

Implementeringsforsøget tager således udgangspunkt i den aktuelle situation, men vil igennem interviews også forholde sig til de potentielle udviklingsmuligheder.

Ved at vælge et pilotforsøg på et konkret projekt, sikres det at færre problemer bliver overset. Det er således muligt at undersøge flere af de forhindringer, der opstår i løbet af en aktuell implementeringsproces. Mange af disse forhindringer kan betragtes som værende generelle for organisations- og procesændringer, hvilket gør implementeringsforsøget relevant for et paradigme for implementering af IKT i både fase 1 og fase 2.

## 6.4 METODE

Afsøgning af problemstillingen er lavet på baggrund af et indledende studie af barrierer og gevinster ved implementering af IKT, og et casestudie af en arbejdsproces i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling.

Teorier, resultater og konklusion er opnået på basis af følgende fremgangsmåde:

### Indledende studier

1. Studie af barrierer og gevinster ved implementering af IKT.
2. Interviews af medarbejdere i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling, og en intern konsulent i firmaet.
3. En spørgeskemaundersøgelse hos medarbejderne i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling

### Casestudie

4. Markeds- og virksomhedsanalyse
5. Implementeringsforsøg
6. Resultater fra implementeringsforsøget

### Resultatbehandling

7. Diskussion
8. Revideret koncept for implementering af IKT
9. Konklusion
10. Perspektivering

#### 6.4.1 STUDIE AF BARRIERER OG GEVINSTER VED IMPLEMENTERING AF IKT

For at redegøre for de aktuelle og potentielle forhold omkring implementering af IKT-understøttede arbejdsprocesser i byggebranchen, er der gennemført et indledende studie. Studiet består af en teoretisk redegørelse for, hvilke forhindringer der kan opstå, når en virksomhed i byggebranchen vil ændre i arbejdsprocesserne, samt hvilke gevinster en succesfuld implementering af IKT kan give.

Teorien er baseret på nyere artikler, bøger og papers omkring implementering af IKT og brugen af BIM. Litteraturen stammer blandt andet fra den internationale CIB W78 konference i Cairo 2010. Bogen "Technology, Economics, Management and Organisation" [Meyer, 2008] er brugt som grundlag for analyser af de kommercielle forhold. Derudover afdækkes teorien omkring de psykologiske forhold ved organisationsændringer

hovedsageligt af Ph.D. afhandlingen ” Modstand mod forandring i organisationer” [Christensen, 2004].

Teorien i det indledende studie bliver støttet af data fra interviews, samt en spørgeskemaundersøgelse i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri. Derudover er teorien sammenholdt med erfaringer jeg selv har gjort, gennem mit arbejde i AB Byggeri.

#### 6.4.2 INTERVIEWS AF MEDARBEJDERE I AB BYGGERI

Før og under casestudiet er der foretaget interviews, med flere medarbejdere i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri.

Som et indledende studie er tre medarbejdere interviewet. Dette er gjort med henblik på at redegøre for, på hvilke områder der opstår barrierer ved forsøg på implementering af IKT. For at få belyst holdningen til problemstillingen fra flere sider, blev der valgt tre personer med forskellige arbejdsområder – henholdsvis en ingeniør, en konstruktør og en IT-kordinator.

Før implementeringsforsøget blev de tilhørende medarbejdere på projektet interviewet, for at høre deres holdning til den arbejdsproces, der skulle ændres.

Som afslutning på forsøget blev personerne interviewet igen. Denne gang for at få deres holdning omkring selve implementeringsforsøget foruden deres holdning til de nye digitale værktøjer. Derudover blev flere af de ansatte spurgt til den fremtidige udvikling, fra den dokumentbaserede informationsformidling til kommunikation gennem BIM-programmer.

Som en del af de teoretiske studier og resultatanalysen er en intern konsulent fra AB Byggeri interviewet.

Dette er gjort for at for at danne et overblik over, hvor stor en del af de samlede udgifter til et byggeprojekt, som tillægges fejl i udførelsen.

Information fra interviews er også brugt i de indledende studier, til at analysere forholdene omkring rolle- og kompetencefordelingen i den konstruktionsprojekterende afdeling.

I alt er følgende personer fra AB Byggeri interviewet som en del af specialet (se bilag 1-9):

Navn:	Stilling:	Interviewets brug:
Anders Andersen	Konstruktør	Kap. 6 og kap. 9
Bent Bentsen	Konstruktør	Kap. 9
Dina Dinesen	Konstruktør	Kap. 9 og kap. 14

<b>Nikoline Nielsen</b>	konstruktionsingeniør	Kap. 9
<b>Mads Madsen</b>	konstruktionsingeniør	Kap. 6 og kap. 10
<b>Peter Petersen</b>	konstruktionsingeniør	Kap. 10
<b>Jens Jensen</b>	IT-koordinatør	Kap. 6
<b>Rasmus Rasmussen</b>	Intern konsulent	Kap. 7 og kap. 10
<b>Poul Poulsen</b>	Byggeleder	Kap. 6

#### 6.4.3 SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE

Som en del af det indledende studie og som optakt til casestudiet, blev der udsendt et spørgeskema til medarbejderne i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling. Spørgeskemaet er udarbejdet for at få et helhedsindtryk af nogle generelle tendenser og holdninger i AB Byggeri, omkring brugen af IKT, de enkelte medarbejders kompetencer og arbejdsvaner, afdelingens potentiale og virksomhedens konkurrenceevne. Spørgeskemaet blev besvaret af 30 ud af 50 medarbejdere, så der er grundlag for at resultaterne dækker den generelle holdning hos de ansatte. Spørgsmålene blev besvaret anonymt.

Data fra spørgeskemaundersøgelsen er blevet brugt i kapitel 6, 7, 9 og 14.

#### 6.4.4 MARKEDS- OG VIRKSOMHEDSANALYSE

Casestudiet indeholder et forstudie, der er baseret på en analyse af konkurrencesituationen på det danske byggemarked, og en organisatorisk redegørelse af en dansk entreprenørvirksomhed med AB Byggeri som eksempel.

Afsnittet har som formål at anskueliggøre, hvilke forhold en dansk entreprenørvirksomhed som AB Byggeri arbejder under, og hvorledes en digitalisering af arbejdsprocesser i den konstruktionsprojekterende afdeling, kan være med til at hjælpe firmaet med at forbedre dets konkurrenceevne.

#### 6.4.5 IMPLEMENTERINGSFORSØGET

Som et led i casestudiet er en projektgruppe i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri blevet fulgt. Gennem design og projekteringen af en skole i Frederikshavn er gruppen blevet iagttaget og superviseret, under et forsøg på at få implementeret IKT til brug for kontrol og kvalitetssikring af tegningsdokumenter.

Inden selve implementeringsforsøget er der opsat et koncept for, hvordan forsøget skulle forløbe.



Konceptet er bygget op omkring en gennemgang af den specifikke arbejdsproces, som skal ændres, og hvor i processen der ligger et potentiale for forbedringer.

Derefter kommer en analyse af de digitale værktøjer, som skal benyttes for at forbedre arbejdsprocessen. Analysen indeholder både en redegørelse for fordelene og ulemperne ved implementeringen. Desuden indeholder analysen en gennemgang af, hvordan den nye IKT, på den bedst mulige måde, skal implementeres i arbejdsprocesserne og erstatte de tidligere manuelle processer.

På baggrund af procesanalysen er der lavet nogle konkrete målinger af ændringerne i materialeforbrug, arbejdstid og kvalitet af tegningsmaterialet, som følge af brugen af den implementerede IKT. Dertil er der foretaget interviews af de implicerede medarbejdere for at få de forskellige personers holdning til den nye IKT og processen, hvorpå den er blevet implementeret.

#### **6.4.6 RESULTATER FRA IMPLEMENTERINGSFORSØGET**

Resultaterne fra implementeringsforsøget er baseret på følgende elementer:

- Interviews og samtaler med medarbejderne i projektgruppen fra den konstruktionsprojekterende afdeling før og efter implementeringsforsøget.
- Registrering af ændringer i arbejdstid ved omlægning til den nye arbejdsproces.
- Måling af papirbruget ved brug af den IKT-understøttede arbejdsproces.
- Optælling af fejl og mangler i tegningsdokumenterne fundet ved brug af de digitale værktøjer.
- Ændringer arealforbruget ved reducere af arkivplads.

Der er gennemført målinger for at kunne verificere og argumentere for, om der ligger en økonomisk fordel i at bruge digitale værktøjer til kontrol og kvalitetssikring af tegningsdokumenter.

#### **6.4.7 DISKUSSION**

Under diskussionen bliver teserne fra teorien holdt op imod resultaterne fra implementeringsforsøget hos AB Byggeri. Forsøgsmetoden analyseres og validiteten af resultatgrundlaget bliver behandlet.

Arbejdsprocessen, som nu er blevet understøttet af IKT, bliver analyseret og der redegøres for, hvad AB Byggeri har opnået, ved at implementere IKT til at understøtte kvalitetssikringen af tegningsdokumenter.

Herefter diskuteres det, hvorfor der stadig er så stort et uforløst potentiale i udviklingen af BIM, med udgangspunkt i de teoretiske og praktiske resultater.

Til sidst sættes relevansen af casestudiet op imod den aktuelle og fremtidige situation omkring arbejdet mod et integreret BIM-projekt.

#### **6.4.8 PARADIGME FOR IMPLEMENTERING AF IKT**

Med basis i resultatbehandlingen dannes et revideret paradigme for, hvordan en konstruktionsprojekterende afdeling kan implementere IKT til at understøtte dets arbejdsprocesser.

Paradigmet tager udgangspunkt i de forudsætninger der skal opfyldes for at opnå en succesfuld implementering af IKT", og hvilke mulige strategier, der er for implementering af IKT.

På baggrund af casestudiet og implementeringsforsøget vil der til sidst blive givet et forslag på et virksomhedsspecifikt implementeringskoncept.

#### **6.4.9 KONKLUSION**

I konklusionen sammenfattes de vigtigste teorier og resultater, som er opnået gennem projektet i henhold til problemstillingen.

#### **6.4.10 PERSPEKTIVERING**

Perspektiveringen ser på de fremadrettede muligheder der er med BIM med en udgangsposition i den arbejdsproces, som er tilknyttet implementeringsforsøget.

## **7** **STUDIE AF BARRIERER OG GEVINSTER VED IMPLEMENTERING AF IKT**

I dette kapitel følger en teoretisk redegørelse for, hvilke potentielle forhindringer og gevinster, et entreprenørfirma står overfor ved implementering af IKT-understøttede arbejdsprocesser.

Studiet er fremstillet på baggrund af teorier og resultater fra nyere artikler, papers og afhandlinger inden for området, samt nogle af de erfaringer jeg selv har gjort mig, i min tid hos AB Byggeri.

Informationen fra litteraturen er understøttet af svar fra en spørgeskemaundersøgelse og interviews af tre medarbejdere, foretaget i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling.

### **7.1 POTENTIELLE FORHINDRINGER**

I henhold til problemstillingen dækker teorien over tre områder, hvor i barriererne ved ændring af arbejdsprocesser ligger. De tre områder vil blive gennemgået i de følgende afsnit

#### **7.1.1 KOMMERCIELT**

Den forretningsmæssige og organisatoriske udfordring i at skulle bruge tid og penge på udvikling i et meget presset marked, spiller en særlig stor rolle i forhold til implementering af IKT-understøttede arbejdsprocesser.

Interviews med de tre medarbejdere i AB Byggeri bekræfter denne påstand. Alle tre peger på områder inden for dette felt, som værende nogle af hovedårsagerne til at udviklingen af IKT møder forhindringer.

I interviewene blev der blandt andet peget på at udviklingen, som den foregår nu, oftest sker på projekterne frem for at køre sideløbende med dem. Dvs. der kun bliver arbejdet på et nyt produkt eller en ændring af arbejdsprocessen, hvis der er et decideret ønske fra bygherrens side. Derudover er tidsplanlægningen ofte så stram på projekterne, at der ikke er overskud til at prøve at sætte sig ind i nye processer eller lære nye programmer [CHIA, 2011/ETA, 2001].

Sammenholdes interviewene og litteraturen på dette område ses der tydelige lighedspunkter. I litteraturen argumenteres der for, at hovedparten af byggeindustrien er

hårdt presset på tid og økonomi, på grund af den hårde konkurrence. Der er ikke tid til at effektuere nye løsninger og ikke råd til at de fejler.

I en afhandling [Arayici, 2011] peges der på 7 præstations indikatorer, som menes at være de væsentligste områder, hvori der skal ske forbedringer, hvis en IKT-understøttet arbejdsproces skal indarbejdes og forblive som en standardløsning i et firma i byggesektoren. De 7 indikatorer er:

- Mandetimer brugt på et projekt
- Hastighed af udviklingen
- Pengestrømmen
- Et bedre produkt
- Reducerede udgifter/rejser/print/dokumentforsendelser
- Tilfredshed og fastholdelse af klienten
- Udvikling af medarbejdernes færdigheder

Sker der ikke en øjeblikkelig forbedring på én og helst flere af disse områder har chefer og ledere en tendens til at fravælge løsningen, da de ikke er overbevist om at det vil give et større økonomisk udbytte [Brewer, 2011].

Der kan stilles spørgsmålstejn ved ønsket om en forbedret arbejdsproces og et bedre produkt, men samtidig en frygt for at bruge tid og penge på udvikling. Nye løsninger bør ikke vægtes på baggrund af hurtige og dermed ofte rationelle beslutninger grundet tidspres i implementeringsforløbet.

Jeg mener dog heller ikke at man kan stille det op så sort på hvidt. Hvis der ikke er udsigt til at et produkt forbedrer arbejdsprocessen, er det naturligt at det bliver kasseret. Er der derimod et fremtidigt potentiale i produktet viser mine erfaringer med AB Byggeri at man er villig fra chefernes side til at få det indarbejdet, på trods af at der ikke er øjeblikkelige forbedringer.

Min oplevelse er at når afdelingen bliver presset på økonomi og tid, så går det oftest ud over innovationen. Udviklingen bliver forsinket eller sat på stand-by, da mandetimerne skal lægges andre steder. Der bliver således søsat færre nye idéer og dem der er under udvikling, bliver i nogle tilfælde tilsidesat, hvis de ikke kan give en konkret effekt på de igangværende projekter.

Det vil sige at de produkter og idéer som rent faktisk har potentiale, ikke altid bliver kasseret på baggrund af rationelle og subjektive holdninger. De bliver færdigudviklede, men på grund af ophold i processen tager det ofte meget lang tid før de bliver implementerede.

I en artikel [Linderoth, 2008] argumenteres der for at fokus skal flyttes, hvis der skal opnås en stabil fremgang inden for brug af IKT i byggebranchen:

*“It can be argued that the focus on time and costs in projects are direct counterproductive for the adoption and use of ICT, if it is taken into consideration that positive outcomes from ICT implementations emerge through processes of knowledge development”.*

Hvis der ønskes en forbedret produktivitet bliver virksomhederne nødt til at indstille sig på, at forskning og udvikling er en arbejdsopgave helt på lige fod med design, projektering og konstruktion. Ellers bliver de samlede udgifter til byggeprojekterne ved med at overhale den teknologiske udvikling og udsigten til en hævet produktivitet forsvinder.

Denne konklusion bliver understøttet af en evaluering af den amerikanske byggeindustri [Dubler, 2010]. Her bliver det beskrevet, at industrien fra 1964 til 2004 faktisk er faldet en lille smule, fordi de stigende omkostninger pr. mandetime opvejer de teknologiske forbedringer, som det kan ses på figur 7-1.

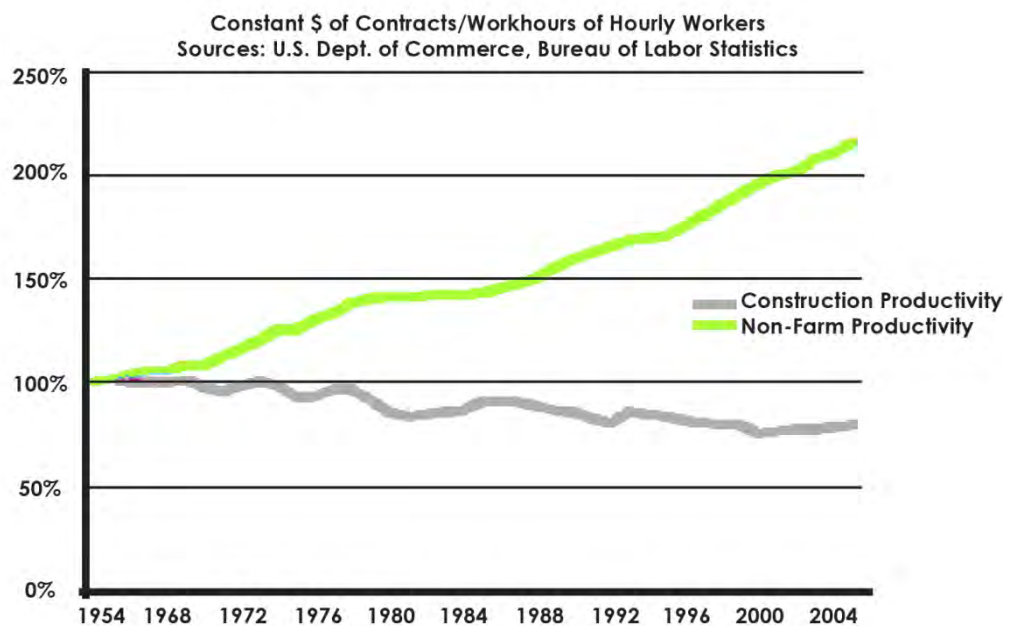


Fig. 7-1  
Produktivitetsindeks for arbejdet i den amerikanske byggeindustri 1964-2004. Non-farm skal læses som fabriksproduktion.

Det har ikke været muligt for byggeindustrien at øge produktiviteten på trods af den teknologiske udvikling, hvorimod industrien inden for fabriksproduktion har udnyttet IKT og mere end fordoblet produktiviteten i løbet af de sidste 40 år.

Det kan være svært at forstå, hvorfor to industrier, hvor informationsformidlingen hovedsageligt bygger på samme princip - fra design via CAD-programmer til udførelse af et produkt - kan have så stor forskel i produktiviteten.

For at finde svaret er det nødvendigt at se på, hvordan forretningsmodellen er i de to brancher.

Virksomheder inden for fabriksproduktion har hovedsageligt et forretningskoncept, som er produktbaseret. Der arbejdes ud fra en model som kaldes for "reciprocal task interdependence" [Meyer, 2008], se figur 7-2.

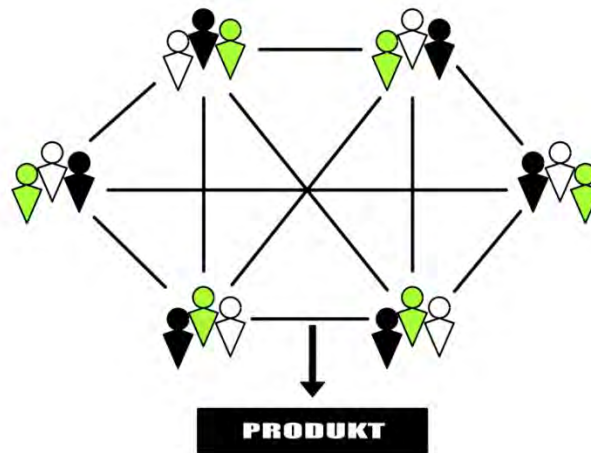


Fig. 7-2  
Reciprocal task  
interdependence  
[Meyer, 2008]

Målet er at skabe en vare, gennem interaktion og informationsudveksling, som vil give firmaet den bedste konkurrenceevne. Herefter sættes prisen på varen ud fra, hvor meget det har kostet at udvikle den og hvor stor forhandlingsstyrke man har opnået på markedet. Da innovation spiller en stor rolle for disse virksomheder, og markedet gør det muligt at bruge tid og penge på udviklingen, er der gunstige forudsætninger for at øge produktiviteten.

I byggebranchen derimod er forretningskonceptet projektbaseret. Her afhænger konkurrenceevnen af, hvor hurtigt og billigt man kan levere det ønskede produkt eller service, og prisen og tidsplanen bliver bestemt før man går i gang med projektet. Modellen der arbejdes ud fra kaldes for "Pooled task interdependence" [Meyer, 2008], se figur 7-3.

Her bliver der oprettet teams, som skal sørge for at et projekt bliver lavet inden for den bestemte økonomi og tid. Når så projektet er færdigt, bliver teamet opløst og man starter forfra på et nyt projekt, oftest i et nyt team.

De forskellige projekter udgør virksomhedens samlede ydelse, men der bliver ikke interageret på tværs af dem.



Fig. 7-3  
Pooled task  
interdependence  
[Meyer, 2008]

Denne arbejdsmetode betyder at udvikling og innovation har svære vilkår.

På grund af det tidsmæssige og økonomiske pres, bliver der ikke i samme grad forsket i, hvor arbejdet kan forbedres.

I stedet for at finde løsninger, der kan minimere fejlene, planlægger virksomhederne sig ud af det ved at indregne "buffer" i økonomi og tid, når der bliver afgivet et bud på et projekt [Dubler, 2011].

Der bliver altså i højere grad brugt ressourcer på at løse problemerne, når de opstår, frem for at løse problemerne inden de opstår.

I en artikel [Linderoth, 2008] konstateres det, at den udefinerbare varighed på udvikling og indfasningen af IKT i en arbejdsproces står i skarp kontrast til den stramme og veldefinerede tidsplan, der bliver givet til et konstruktionsprojekt.

Bliver der ikke allerede inden projektet går i gang indregnet tid til organisatoriske og programtekniske ændringer og evt. kurser til medarbejderne er det stort set umuligt at finde plads til det under projektets løbetid.

Der skal derfor tænkes langsigtet og udover et enkelt projekts løbetid og økonomi, hvis der skal skabes bedre forhold for at implementere IKT, og hermed gives mulighed for at øge produktiviteten.

Konstruktionssektoren bliver nødt til at afvige fra den traditionelle strategi om at differentiering og effektivitet skal skabe lavere omkostninger. I stedet for skal tankegangen ændres fundamentalt og der skal sigtes mod at skabe produkter, processer og ydelser, der har værdi for kunderne, via innovation.

Denne kursændring forudsætter dog forandringer på flere områder [Linderoth, 2008]:

*" This requires changes not only in the information systems and business processes, but also major changes in respect of employees and culture..."*

### **Kompetencer**

Netop forandringer i form af andre kompetencer og et andet samspil mellem bl.a. ingeniører og konstruktører, en stor udfordring for særligt de projekterende afdelinger i byggebranchen. Især når det drejer sig om udviklingen fra en dokumentbaseret til en modelbaseret kommunikationsproces.

På nuværende tidspunkt beror anvendelsen af BIM i projekteringen stadig på en relativ simpel 3D model, som kan bruges til tegningsgenerering, lettere visualiseringer og i nogle tilfælde mængdeudtræk. BIM-modellen er kun informationsbærer for de geometriske informationer omkring byggeriet og informationsudvekslingen foregår ofte via tegningsdokumenter. Det er således kun konstruktøren, der har behov for at arbejde med 3D modellen, hvilket betyder at de traditionelle rollemønstre i projekteringen stadig er bevarede.

I takt med det øgede informationsniveau i BIM-modellen, vil den i højere grad blive et samlingspunkt for information omkring byggeriet. Dette vil stille større krav til kvalitetssikringen af BIM-modellen, hvilket betyder at flere og flere skal have BIM indenfor deres kompetenceområde.

Der stadig er en stor gruppe af medarbejdere, som ikke har de nødvendige kompetencer til at arbejde med en 3D model i f.eks. Revit Structure. Mange af konstruktionsingeniørerne kan manøvrere rundt i en 3D-viewer, men for at afskaffe tegningsdokumenter og kun kommunikere gennem 3D model, vil det kræve kompetencer til et stærkere BIM-program, som Revit Structure, Navisworks Manage, Solibri eller lignende.

Der er altså et uddannelsesefterslæb, som der skal tages hånd om, før fordelene ved BIM for alvor kan udnyttes.

På den længere bane vil der også opstå et behov for, at de traditionelle rollemønstre og kompetenceområder bliver forandret. Hvis beslutninger skal tages tidligere og der skal skabes en integreret projektering, så skal ansatte med forskellig byggeteknisk baggrund have kompetencer indenfor BIM [Levring, 2010].

I en integreret projektering, hvor der skal laves både kalkulationer, simuleringer, dataudtræk og konstruktionstegninger ud fra samme 3D-model, kræves der en helt anden interaktion mellem parterne [DDB, 2011].

Som reference til denne problemstilling skrev jeg i foråret 2011 rapporten "StruSoft FEM-Design som BIM komponent" i samarbejde med AB Byggeri. Her blev mulighederne for at



integrere BIM-programmet Revit Structure med FEM-programmet StruSoft FEM-Design undersøgt.

Konklusionerne blev at informationsniveauet i Revit Structure modellen ikke var højt nok, og der derfor skulle eftermodelleres for meget i StruSoft FEM-Design, til at det kunne svare sig at have en løbende integration mellem de to programmer.

Skulle der løbende være en integration mellem de to programmer, i takt med at byggeriet udviklede sig, ville det kræve at laster, understøtninger mm. blev påsat i BIM-modellen i Revit Structure. Det er dermed nødvendigt at konstruktionsingeniøren kan betjene og kvalitetssikre 3D modellen i Revit Structure.

Det er altså vigtigt at flere parter i projekteringen har kompetencer til at betjene en BIM-model, og der skal således gøres op med opfattelsen af at ingeniører kun regner og konstruktører kun tegner. Før det sker, vil det være en stor barriere for udviklingen mod integreret BIM i byggeriet,

### Arbejdsmetoder

I takt med at informationsformidlingen udvikles fra at være dokumentbaseret til at være modelbaseret og detaljeringsniveauet i BIM-modellen stiger, så vil der ikke kun komme krav om nye kompetencer, men også være krav om nye arbejdsmetoder.

Aktuelt foregår informationsformidlingen gennem projekteringen af et byggeri som illustreret i figur 7-4 nedenfor.

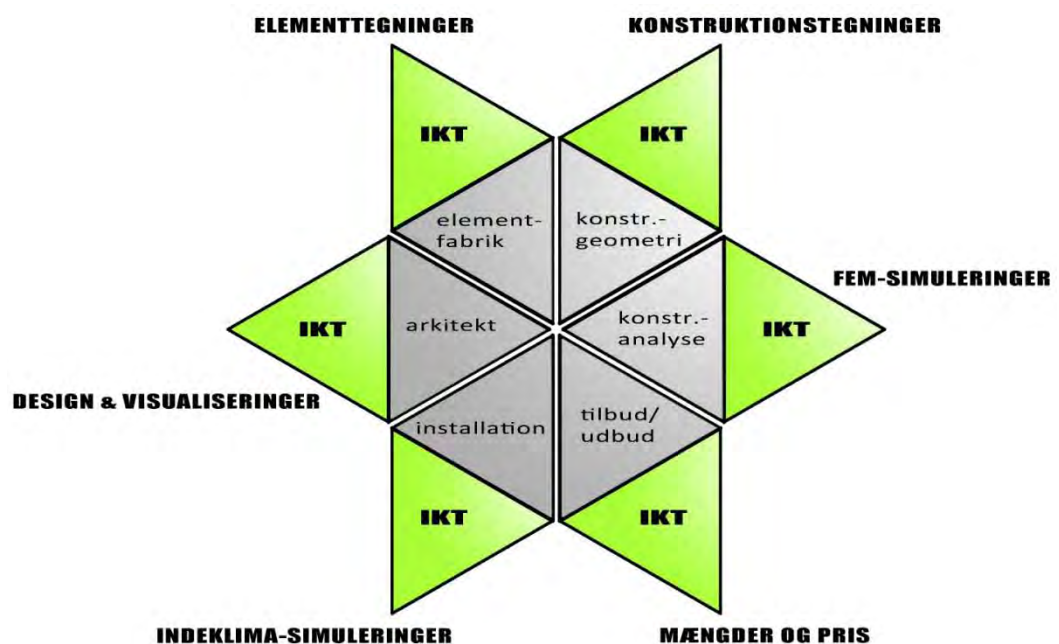


Fig. 7-4  
Nuværende IKT i byggeprocessen. Forskelligt IKT bliver brugt til de forskellige funktioner. Informationsformidling via dokumenter.

Hver part bruger IKT til hjælp i deres interne arbejdsprocesser, men informationen mellem parterne foregår stadig i høj grad gennem printede eller digitale dokumenter. Der er således en klar fordeling af arbejde, ansvar og ressourcer.

Ved en modelbaseret informationsformidling skal ressourcerne samles omkring modelleringen af den fælles BIM-model og der skal oprettes et interaktivt samarbejde mellem parterne. Det bliver hermed nødvendigt at planlægge en ny organisering af ressourcer samt lave en klar aftale omkring ansvar og kvalitetssikring.

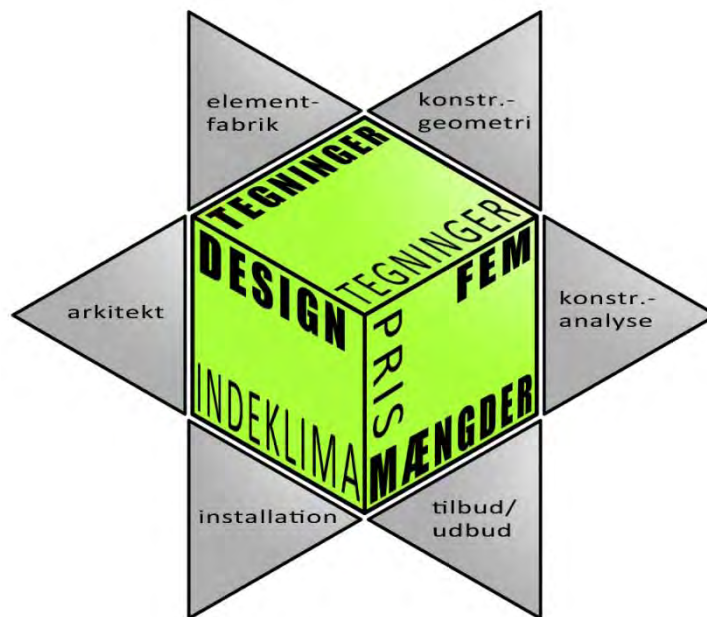


Fig. 7-5  
Fremtidig IKT i byggeprocessen  
Information fra de forskellige funktioner er samlet i én BIM-model.  
Informationsformidlingen foregår via en model

De digitale kompetencer er forskellige fra person til person og nogle vil opnå kompetencer senere end andre. Derfor er det vigtigt at der inden projekteringen går i gang, bliver sammensat teams, så kompetencerne bliver udnyttet bedst muligt. Gennem videndeling og workshops kan der så skabes en større faglighed, som vil skabe fundamentet til den videre udvikling mod et fuldt integreret byggeprojekt [Levring, 2010].

At gøre op med de traditionelle arbejdsmetoder og kompetencefordelinger er en stor kommerciel forhindring, idet strukturen og kulturen i afdelingen skal ændres. Men det er også en psykologisk barriere, da det vil kræve at mange af de ansatte skal opbygge nye kompetencer og gøre op med deres vanlige arbejdsmetoder.

Derfor er det vigtigt at studere holdningen hos den enkelte medarbejder, når der sættes fokus på implementering af IKT i byggebranchen.

Mennesker er ofte utrygge ved forandringer, så i en branche der om noget bygger på erfaring og vaner, er det yderst essentielt at motivere og oplyse medarbejderne ordentligt, da de mange gange kan være den største forhindring for nye projekter og ideer. Det er vigtigt for ledelsen at sætte mål og holde medarbejderne underrettede om visionen.

### 7.1.2 DET MENNESKELIGE (PSYKOLOGISK ASPEKT)

I et interview med en af de ansatte i AB Byggeri blev det fremhævet, at hvis ikke de ansatte er 100% informeret omkring de nye tiltag, der vil forekomme, så er der en tendens til at der kan udvikles en negativ holdning til ændringerne, selv inden de bliver udført.

Derudover bliver det påpeget at det er meget vigtigt, at medarbejderne er med i hele implementeringsforløbet og føler at de har medbestemmelse. Ellers opfatter de det som at beslutningerne bliver trukket ned over hovedet på dem og stiller sig automatisk negativt overfor det [CHIA, 2011/ROE, 2011].

Disse holdninger stemmer overens med litteraturen, da flere artikler og studier peger på at en succesfuld indførelse af IKT i lige så høj grad handler om medarbejdere som det handler om processer og teknik.

Et casestudie får bl.a. følgende resultat fra en interview-baseret undersøgelse i et stort svensk entreprenørfirma [Jacobsson, 2010]:

*“Surprising was that the respondents on the one hand agree with the statement: “A further development of the company's IT systems would increase our competitiveness”, but on the other hand slightly disagree with the statement: “In my workplace, we should use IT more”.”*

Undersøgelsen viser at på trods af, at medarbejderne godt ved at IKT vil kunne forbedre virksomhedens konkurrenceevne, så føler de ikke at der er behov for at implementere det hos dem.

Her kan der drages en parallel til den spørgeskemaundersøgelse, som blev foretaget i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling. Her mente 55,6% af de adspurgte at det kun ville have en middelmådig effekt at implementere mere IKT i afdelingen [Bilag 10].

Der er en udbredt forbeholdenhed mod ændringer og fornyelse, da vi mennesker har det bedst med at blive ved det kendte, have kontrol over vores arbejdssituation og en viden om det vi laver.

Det konstateres således i en artikel, at 2 af de 6 største barrierer for implementering af IKT, er medarbejderes modstand mod forandring og manglende inddragelse af brugerne i beslutningsprocessen [Abuelmaatti, 2010].

Hvorfor der er denne modstand mod forandringer i virksomhederne prøver *Grith Christensen* at gøre rede for i sin Ph. D afhandling fra 2004.

Her bliver modstanden mod forandring beskrevet som en holdning, der er påvirket af 8 komplekse faktorer, bl.a. tidligere erfaringer med forandringer, følelsen af personlig sikkerhed, tillid til kollegaer og overordnede samt frygten for personligt tab, som f.eks. job kollegaer eller status [Christensen, 2004].

Mennesket har følgelig en automatisk negativ holdning til ændringer, da vi forsøger at opretholde en vis kontrol over vores omverden. Dette gøres nemmest ved ikke at foretage nogle ændringer, så alt forbliver det samme.

Denne holdning har til formål at beskytte individet mod oplevelser af skam og trusler og udspringer af en frygt for ikke at besidde de tilstrækkelige kompetencer, som en ny indlæring kræver.

Det betyder rent faktisk at folk i mange tilfælde er mere villige til at blive i en ekstremt utilfredsstillende situation frem for at tage skridtet til at forbedre tingenes tilstand [Christensen, 2004].

For at forklare fænomenet henviser *Grith Christensen* til *D.R. Conner's* teori fra 2003 om den "brændende platform". Her sammenligner *D.R. Conner* motivationen til forandring med en situation han så i nyhederne, hvor en mand hoppede 15 etager ned i vandet fra en brændende boreplatform. Havde han ikke hoppet var han blevet dræbt og omkostningerne ved at blive på platformen var således uoverkommelige på trods af at springet var livsfarligt [Christensen, 2004]. Med andre ord: Der var ikke noget valg.

Denne teori harmonerer fint med de erfaringer jeg har fra AB Byggeri. Her blev 2D AutoCad skiftet ud med 3D modellering i Revit Structure, før starten på et af de største byggeprojekter afdelingen havde på det tidspunkt. Dette var et klart signal fra ledelsen om at, fra nu af var det Revit Structure og der var ingen vej tilbage. Det betød at selvom der var forskellige holdninger omkring overgangen, så havde medarbejderne ikke noget valg, hvis de skulle arbejde på det projekt.

Revit Structure bruges nu på alle projekterne med stor succes og jeg tror at alle medarbejderne i dag er glade for skiftet. Men havde vi i sin tid fået muligheden for at vælge om vi ville arbejde med Revit Structure eller blive ved med at tegne i 2D AutoCad, så er jeg sikker på at nogle af medarbejderne ikke var skiftet til Revit.

Op til og under overgangen fra 2D AutoCad til Revit Structure var der en del mindre diskussioner omkring ændringen. Disse diskussioner vil jeg mene kan ledes tilbage på at nogle medarbejdere følte at beslutningen blev trukket ned over hovedet på dem, uden at de

havde nogen indflydelse på det, samtidig med at kendskabet til Revit Structure på dette tidspunkt ikke var særlig stort blandt de ansatte i afdelingen.

Skiftet var således en succes i den forstand at der blev sat et mål om at der skulle ændres i arbejdsprocessen, hvilket der blev. Men på grund af manglende medbestemmelse gik forløbet ikke helt som det burde.

Det er derfor vigtigt at få bevist overfor medarbejderne at ændringen er nødvendig og at virksomheden er nødt til at tage skridtet for at forblive konkurrencedygtige. Samtidigt er det vigtigt at tage medarbejderne med på råd og informere dem omkring ændringerne, allerede meget tidligt i beslutningsfasen.

Modstanden mod forandringer bunder altså i tidligere erfaringer, samt en frygt for at ændringerne vil true vores identitet og selvopfattelse, idet vi ikke er sikre på om vi kan yde vores arbejde på samme niveau, hvis der kommer ændringer i vores vanlige arbejdsprocesser.

Vi er i dag så loyale overfor vores job at vi ofte forveksler dem med vores egen identitet. Hvis en virksomhed vil undgå en stor modstand mod nye forandringer er det derfor utroligt vigtigt at sørge for at medarbejderne føler en "psykologisk tryghed" under forandringerne [Christensen, 2004].

*Grith Christensen* kommer i sin afhandling ind på nogle af de områder, hvor man skal være opmærksom, hvis man ønsker at sænke modstanden mod forandring.

### ***Ændringsstrategier***

Medbestemmelse er med til at sænke modstanden mod forandring. Dette udledes på baggrund af et casestudie foretaget af *Coch og French* i 1948. Her hævdes det at ledelsen kan overvinde en stor del af trods-reaktionerne ved effektivt at kommunikere behovet for ændringer og samtidig at inddrage medarbejderne i planlægningen.

Ved at høre på medarbejdernes ideer og tanker, kan ledelsen sænke modstandsniveauet, men dette er ikke ensbetydende med at modstanden helt undgås. Men ved at lade de forskellige individers interesser komme til udtryk sørger man for, at de opretholder en hvis følelse af kontrol over dem selv og deres omgivelser [Christensen, 2004].

Dermed kan det konkluderes at for lidt information omkring forandringer i virksomheden vil lede til øget modstand fra de ansatte.

Manglende information kan stille medarbejderne i en situation, hvor de bliver uvisse om deres fremtid, hvilket som før beskrevet, vil lede til en frygt for ændringerne.

Det er derfor vigtigt at kommunikere alle nødvendige oplysninger om hensigten med forandringen, samt de praktiske konsekvenser, da medarbejderne ellers vil kunne danne deres eget billede af, hvorfor de normale forhold skal ændres.

Får man bevist at ændringen er nødvendig, er det meget vigtigt at der før og under implementeringen vedvarende kommer hjælp og information.

*Grith Christensen* refererer til *J.P. Kotter*, som i 1995 beskrev tre kommunikationsmønstre, der hæmmede implementeringen af forandring:

Det første mønster består af en såkaldt underkommunikation. Dvs. at der kun bliver holdt et enkelt møde, hvor visionen bliver fremlagt og herefter er det op til de enkelte medarbejdere at indføre ændringerne.

Ved det andet mønster bliver der holdt lange informationsmøder om forandringerne, hvor der bliver holdt taler om implementeringen. Personlig assistance til de ansatte under implementeringen undlades dog, hvilket resulterer i at forandringerne ikke bliver modtaget og udført som forventet.

I det tredje mønster bliver ændringerne kommunikeret fint ud til medarbejderne og de modtager den nødvendige assistance undervejs. Til gengæld opfører synlige ledere og nøglepersoner i virksomheden i modstrid med visionen, hvilket for de ansatte til at tvivle på om forandringen vil blive en succes [Christensen, 2004].

Det kan heraf udledes at det er vigtigt at inddrage medarbejderne, når der skal foretages ændringer. Ligeledes er det vigtigt at alle nødvendige oplysninger bliver kommunikeret ud til de ansatte, så der ikke opstår rygter og en unødigt frygt for de kommende implementeringer.

Endeligt skal der under hele indkøringsfasen være mulighed for support til de involverede medarbejdere. I samme periode er det yderst vigtigt at ledere og andre nøglepersoner støtter positivt om omkring forandringerne.

Betydningen af ændringsstrategien skal i høj grad ses i lyset af specialets formål, nemlig at implementere en IKT-understøttet arbejdsproces. Det er således ikke en organisatorisk ændring, der udmunder sig i at visse medarbejdere får nye stillinger med dertilhørende nye arbejdsopgaver, men en anmodning om at de ansatte skal gøre deres nuværende job på en anden måde.

Denne lille forskel kan have stor betydning. Fordi i en ny stilling er det underforstået at der kommer nye arbejdsområder, der vil kræve nye eller andre kompetencer. En ændring af det nuværende job vil derimod være et forstyrrende element i det vanlige arbejdsforløb, og derfor i højere grad give anledning til frygt for tab af kontrol og personlig sikkerhed.

### 7.1.3 TEKNISK

Det sidste af de tre områder, hvor der opstår forhindringer, når implementeringen af nye IKT-understøttede arbejdsprocesser er under indfasning, er den programtekniske del.

Hindringerne for implementering af IKT-understøttede arbejdsprocesser opstår, i denne del, hovedsageligt når teknologien i programmerne er mangelfuld, når de forskellige produkter skal interagere.

De forskellige programudbydere bruger hver deres filformat, så det er ikke muligt at åbne filerne i produkter fra andre udbydere, med mindre der findes en applikation til programmet eller der bruges et fælles filformat som IFC. Disse applikationer kan ved komplekse overførsler ofte være mangelfulde, hvilket betyder at den fil der overføres, ikke indeholder alt den information, som der kunne ønskes.

Med udviklingen af det fælles filformat IFC er der dog taget et stort skridt i den rigtige retning. Dette filformat kan læses af næsten alle BIM-programmer og gør det derfor muligt for forskelligt software at interagere. Dog viser erfaringer fra AB Byggeri at der til tider opstår problemer ved overførsler af IFC-filer. Der har i flere situationer været uoverensstemmelser mellem modellerne overført via IFC-formatet, hvilket mindsker brugbarheden af dette format i nogle situationer [CHIA, 2011].

Da der er strenge krav om ansvar i byggebranchen er det meget vigtigt at vide præcis, hvad der bliver overført og hvad der ikke gør. Er der fejl i overførslen vil der derfor hurtigt opstå en mistillid til interaktionen mellem programmerne, og de ansatte tyer til de vante manuelle arbejdsmetoder, som er langsommere men sikre.

Det betyder at mange af de såkaldte BIM-projekter, i realiteten ender med blot at blive 3D modelleringer af konstruktionen, i programmer der ikke er en del af et kollaborativt miljø. Fordi selvom programmerne proklamerer at de kan distribuere informationen mellem hinanden, så begrænser softwareapplikationerne og fillæsningen for interaktionen, og arbejdsprocessen ender med at blive stort set den samme som den traditionelle [Grilo, 2009].

Virksomhederne i byggebranchen må altså stille krav til programudviklerne om at programmerne og de forskellige digitale modeller skal kunne interagere med hinanden.

En anden problemstilling er den at softwareudviklerne altid fremviser deres produkter, som værende mere eller mindre perfekte, og med alle muligheder for at interagere med diverse programmer. Ledere og chefer, der køber programmerne kan derfor få opfattelsen af, at programmerne vil virke uproblematisk, når de først er installerede. Der vil derfor højst sandsynligt opstå et skrid mellem ledernes intentioner med programmerne og de ansattes

formåen. Derfor forsvinder de oprindelige mål med implementeringen og brugen af den ønskede IKT bliver forsinket eller er i værste tilfælde ikke egnet til dets formål [Linderoth, 2008].

Med alle disse problemer og forhindringer for implementering af IKT er det oplagt at spørge, hvorfor virksomhederne skal gå alt dette igennem? Derfor vil jeg i næste afsnit belyse nogle af de fordele der er ved indførelsen af IKT i arbejdsprocesserne og redegøre for de potentielle gevinster, som virksomhederne kan opnå.

## 7.2 POTENTIELLE GEVINSTER

Allerede på nuværende tidspunkt bliver IKT brugt i mange faser af et byggeprojekt. BIM-programmer som Revit, ArchiCAD og Tekla har vundet indpas og mange arbejdsprocesser, som f.eks. oprettelse af tegningsdokumenter, mængdeudtræk og bukkelister er blevet digitaliseret. Noget som flere og flere virksomheder har mulighed for at drage nytte af. Dog har den anvendte IKT-software, som tidligere beskrevet, begrænsninger i udvekslingen af information mellem programmerne. Enten fordi programmerne ikke er udviklet til det ønskede behov eller også fordi de ansatte ikke har færdighederne til at udnytte programmernes fulde potentiale. Det betyder at informationsudvekslingen mellem programmerne i mange tilfælde stadig er afhængigt af manuelle inputs, hvilket øger risikoen for fejl og sænker hastigheden af kommunikationen.

I en traditionel kommunikationscyklus, under projekteringen af et byggeri, skal informationen igennem mange "hænder", hvilket sænker hastigheden, øger risikoen for fejl og tynger de administrative arbejdsgange. Faktisk optager informationsformidling op til 75-90% af en projektleders arbejdstid under et projekt. En tid som i stedet burde bruges til at tage beslutninger og styre projektet [Ahuja, 2009], se figur 7-6.



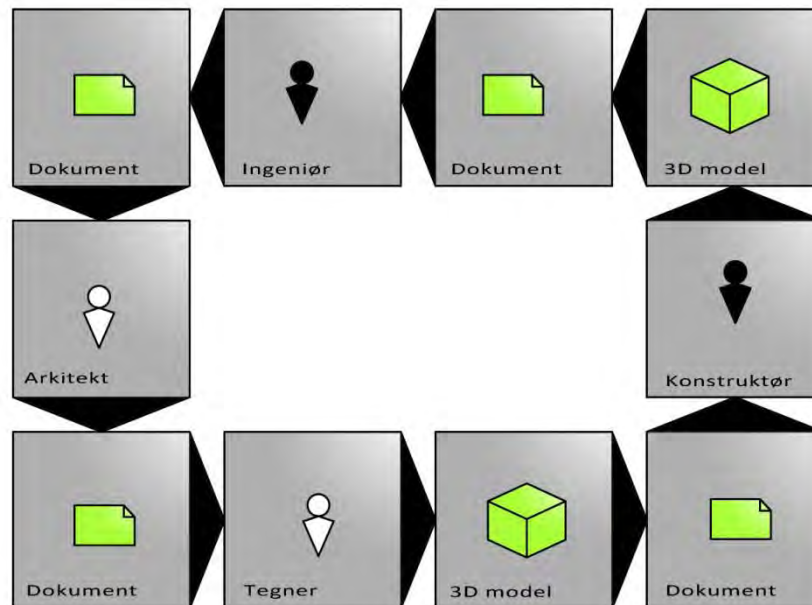


Fig. 7-6  
Traditionel  
kommunikationscyklus

Hver gang information krydser en grænseflade mellem to faser eller to parter med forskelligt fokus, kan der være informationer, der går tabt. Især hvis informationen viderebringes manuelt. Desuden bliver arbejdsgangen langsommeliggjort af, at meget data skal genindtastes og digitaliseres på ny i den nye parts BIM-programmer.

Dernæst kommer at dokumenter og lignende ofte mangler information, da de forskellige aktører har forskelligt fokus, og derfor ikke har interesse i at bruge tid på at indtaste oplysninger, der ikke har gavn for dem selv.

En kommunikationsproces, hvor de forskellige BIM-programmer interagerer med hinanden og al information dermed ligger digitalt, vil skære mange af overgangene væk. Det vil efterlade virksomheden med en hurtigere informationsformidling og en sikring om at konstruktion er identisk i alle modeller. Hermed reduceres fejlene i overgangene mellem de forskellige parter [COWI, 2009]. Se figur 7-7.

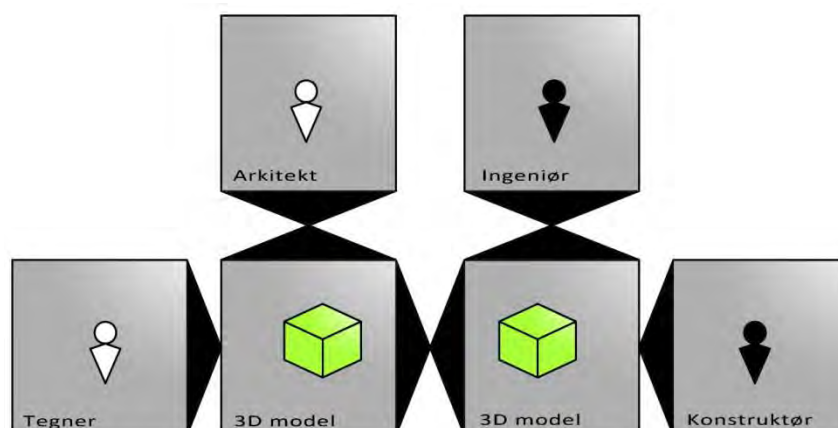


Fig. 7-7  
Integreret  
kommunikationsproces

Ved at understøtte arbejdsprocesserne digitalt og udnytte interaktionsmulighederne mellem BIM-programmerne, er det muligt at øge kvaliteten af det færdige byggeri og opdage flere fejl tidligere i byggeprocessen.

Traditionelt bliver der brugt meget tid på at rette fejl på byggepladsen og finde ud af hvem der har lavet fejlene. Sænkes niveauet af fejl undgår ingeniører og designere at skulle til mange møder i konstruktionsfasen, og kan i stedet koncentrere sig om et nyt projekt. Desuden er fejl billigere at rette under projekteringen frem for i udførelsen, da en udbedring af fejl under udførelsen vil betyde et væsentligt større tids- og materialeforbrug. Der bør således bruges flere ressourcer på at skabe en integreret- og digitalt understøttet byggeproces i den konstruktionsprojekterende afdeling. På den måde vil designprojektet sikres en højere kvalitet og dermed gøre det samlede byggeprojekt meget billigere.

Ifølge Erhvervs- og Byggestyrelsens rapport "Svigt i byggeriet" giver fejl og mangler, der kan henføres til projekteringsfasen årligt omkostninger på ca. 312 millioner kr. på danske byggerier. Hertil kommer at svigt i udførelsesfasen giver omkostninger på mere end 8 milliarder kr. årligt på alle byggerier [EBST, 2004].

Der er altså store beløb at spare, hvis fejlene i byggeprocessen kan opdages tidligere og kvaliteten i projekteringen øges.

Denne konklusion er bedst visualiseret ved MacLeamy kurven, som første gang blev fremlagt i 2005 af den amerikanske arkitekt Patrick E. Macleamy [AIA, 2007] og her tilpasset til et entreprenørfirma:

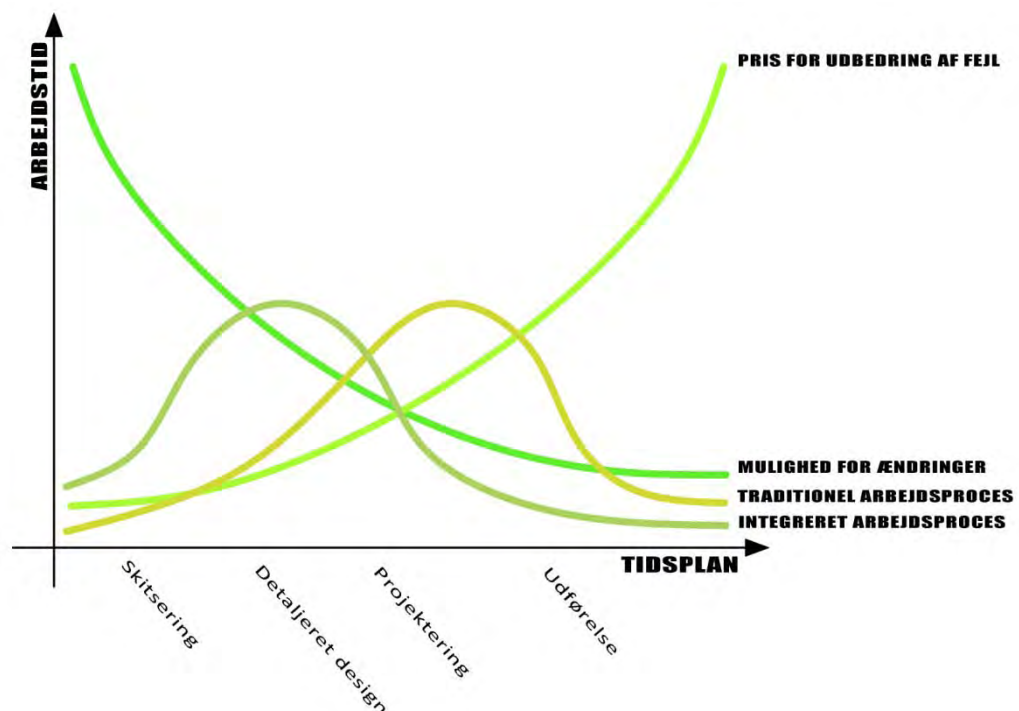


Fig. 7-7  
MacLeamy kurve. Figuren viser, at flyttes ressourcer til tidligere faser i projektet, minimeres omkostningerne for udbedring af fejl.

Kurven viser, at hvis beslutninger og opdagelser af fejl kan flyttes tidligere frem i den samlede design proces, så bliver udførelsen af byggeriet mere effektivt og mindre kostbart. Prisen for fejl mangedobles, hvis de først opdages under udførelsen af byggeriet. Samtidigt forlænges konstruktionsperioden både for de udførende, og for ingeniører og konstruktører.

For et entreprenørfirma, der både har en rådgivende og en udførende afdeling er der derfor mange penge at spare, hvis der forsøkes i at minimere fejl og sikre at alle beslutninger bliver taget under projekteringen, frem for på byggepladsen.

### ***Minimering af fejl ved brug af BIM-model i projekteringen***

Selvom BIM-modellen aktuelt ikke har nået et informationsniveau, hvor der kan snakkes om et integreret byggeprojekt, er der allerede nu mulighed for at eliminere fejl og forbedre byggeriet, ved at udnytte BIM-modellens visuelle fordele.

En 3D model kan gøre det meget nemmere at overskue et byggeri og de udfordringer der ligger. Komplekse konstruktioner og samlingsdetaljer kan være nemmere at identificere og løse i 3D, hvilket kan eliminere fejl og medvirke til at uafklarede detaljer bliver løst under projekteringen og ikke først under udførelsen [DDB, 2011].

I et interview med en intern konsulent i AB Byggeri, omkring fejl i byggeriet, blev uafklarede samlingsdetaljer også nævnt, som en af årsagerne til øgede udgifter under udførelsen [JCA, 2011].

Konsulenten fortalte at rådgivere ikke opdager eller undgår at løse samlingsdetaljer, og overlader dermed udviklede tredimensionelle konstruktioner til betonarbejderne.

Hvis ikke komplekse konstruktioner er løst under projekteringen vil det få økonomiske konsekvenser i udførelsesfasen. Konsulenten i AB Byggeri mener at udgifterne til fejl under udførelsen skønsmæssigt kunne nå op mellem 10% og 50% af de samlede byggeomkostninger, alt afhængigt af, hvor mange skæverter der blev lavet.

Af fejl blev der nævnt mange ting, udover uafklarede samlingsdetaljer, men med udgifter på så mange procent af den samlede byggeomkostning, er der en stor økonomisk gevinst i at kunne afklare detaljerne i en konstruktion inden udførelsen.



Fig. 7-8  
Kompleks elementsamling

På billedet ovenover er der vist en kompleks samlingsdetalje fra byggeriet af DONG's hovedkvarter i Gentofte. Konstruktionen blev løst uden fejl eller problemer pga. at et meget detaljeret tegningsmateriale. Men for at vise det visuelle overblik, der kan opnås med en 3D model, er der nedenfor gengivet to views af samlingen i 3D til sammenligning med en traditionel 2D tegning af samme samlingsdetalje.

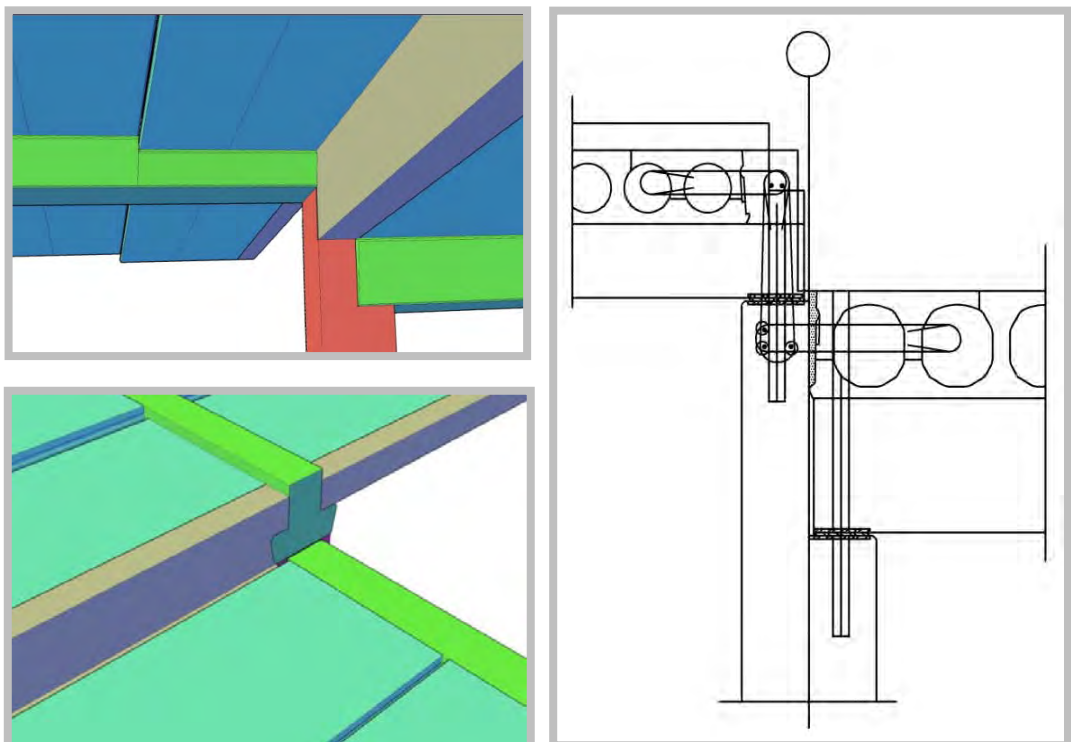


Fig. 7-9  
Tv. To views fra en 3D model af samlingen ovenover.  
Th. En todimensionel detaljtegning af samlingen ovenover

Som billederne gerne skulle vise, kan det være svært både for de projekterende og de udførende at gennemskue komplekse konstruktioner ud fra en 2D tegning, hvorimod der kan skabes et meget bedre overblik med en 3D model.

Erfaringer fra konstruktionsingeniørerne i AB Byggeri viser også at brugen af 3D modeller kan være med til at minimere fejl i byggeriet.

En af konstruktionsingeniørerne, som almindeligvis ikke arbejder med 3D BIM-modeller, har under et enkelt, meget komplekst, byggeprojekt haft muligheden for at tjekke alle konstruktionselementerne i 3D inden tegningerne blev udsendt. Erfaringen herfra var at der under hele byggeriet kun var fejl på et enkelt af de betonelementer, som blev afleveret til byggepladsen [ANLU, 2011].

Dette er en forbedring af den normale fejlprocent. Der er dog ikke nogle opgørelser over, hvor mange elementer, der traditionelt bliver leveret med fejl, da det kan svinge meget fra sag til sag, alt afhængig af, hvor lang tid der er blevet brugt på projekteringen. [MMN, 2011]

En anden konstruktionsingeniør sagde under et interview omkring samme emne [ROE, 2011]:

*"Med en 3D model ved hånden øger man også mulighederne for at fange de samlingsdetaljer, som ikke er blevet løst. Der er en tendens til, især blandt eksterne rådgivere, at der bliver lavet detaljesnit de nemmeste steder i konstruktionen. Det betyder at de mere komplicerede samlinger ikke bliver løst og det er så op til de udførende at løse problemet."*

Det kan heraf udledes at der foreligger en potentiel økonomisk gevinst i udførelsen, hvis alle konstruktioner bliver tjekket i 3D af en ingeniør, inden tegningerne bliver sendt til byggepladsen.

### **Tid og økonomi**

Udover de visuelle fordele ved en 3D model, kan der med en integrering af informationen i en BIM-model, undgås at skulle genskabe "information" som allerede er der.

Dobbeltarbejde kan minimeres, hvis der i større grad bliver benyttet materiale, som allerede er lavet.

Derudover sørges der også for at alle altid har den relevante information til rådighed.

Traditionelt arkiveres hundredvis af konstruktions- og tegningsdokumenter i papirform i store mapper, hvilket gør det meget tidskrævende at finde et specifikt dokument.

Med en øget digitalisering undgås arkivering i papirform og i stedet hentes informationen direkte fra et BIM-program. Dermed minimeres risikoen for at der bliver lavet fejl på baggrund af misforståelser og forældede dokumenter. Desuden kan eventuelle fejl hurtigt opdages og opdateres hos alle parterne i byggeriet [Jespersen, 2008].

Ifølge COWI som i 2009 lavede ” Digital forvaltning af bygninger fra vugge til grav” -en analyse af perspektiverne i digitalisering og digital forvaltning inden for bygge- og boligområdet, er der store potentielle gevinster ved at øge digitaliseringen af byggeriet. Analysen konkluderer at erhvervssektoren kan opnå en mulig gevinst på 50 mio. kroner årligt ved en digitalisering af informationer i byggeprocessen, og en gevinst på 2.590 mio. kroner årligt ved anvendelse af BIM-modeller i byggeprocessen [COWI, 2009].

Der er således en økonomisk gevinst på 50 mio. kroner årligt ved at gå fra niveau 1 til niveau 2, som beskrevet i kapitel 5.3, men en gevinst, der er 50 gange så stor, når virksomhederne tager skridtet fra niveau 2 til niveau 3.

De økonomiske gevinster skal ses som et fremtidigt potentiale efter en langsigtet og fælles investering i en digital infrastruktur. De løbende investeringer i BIM og IKT er ikke medregnet i gevinsten.

### 7.3 DELKONKLUSION

Set over en hel udviklings- og implementeringsperiode kan det være svært at opveje på hvilket område de største barrierer for implementering af IKT ligger. En ting der dog er sikkert, er at ingen af områderne kan ignoreres, hvis en virksomhed skal ændre i sine arbejdsprocesser med succes.

De forskellige udfordringer i implementeringsforløbet opstår på forskellige tidspunkter. Det kan derfor være nærliggende at argumentere for at de vigtigste barrierer at overkomme, er de kommercielle, da der slet ikke vil være en implementering af IKT, hvis ikke der rent økonomisk og ressourcemæssigt er givet plads til det.

Vælger man fra ledelsens side at investere i udviklingen af IKT og nye kompetenceområder, er det vigtigt at lægge en god strategi, således at de ansatte føler at de bliver hørt og bakket op før og under implementeringen og samtidigt er i vished om, at der ikke er nogen vej tilbage og det ikke er tilladt at forfalde til de gamle rutiner.

Derved undgår virksomheden at der opstår en bred negativ holdning blandt de ansatte og samtidig vil projektledere ikke være i tvivl om, hvordan arbejdsprocesserne skal foregå på deres projekter.

Under implementeringsperioden vil der med stor sandsynlighed opstå tekniske problemer, da næsten alle programmer og arbejdsprocesser vil have mangler og ”børnesygdomme”, som skal udbedres.

Størrelsen af disse forhindringer falder med en vis grad tilbage på de to andre områder. Fordi, hvis der er investeret tid og ressourcer i at udvikle programmer og arbejdsprocesser ordentligt og er relevante medarbejdere taget med i beslutningen om, hvilke programmer der er nødvendige at købe, så vil problemerne ofte være mindre og nemmere at løse. Er der derimod indkøbt programmer udelukkende på baggrund af salgstaler fra softwarevirksomheder, som ønskes implementeret i allerede hårdt pressede projekter, så kan der opstå meget større problemer, som i værste fald leder til et helt mislykket forsøg på implementering af en IKT-understøttet arbejdsproces.

Forebygges de omtalte barrierer og forhindringer, så kan en succesfuld implementering af IKT og ændring af de traditionelle arbejdsprocesser give større sikkerhed for at ramme den fastlagte økonomi og tid, mindre risiko for fejl og en reduktion af dobbeltarbejde. For entreprenørfirmaer med både en rådgivende og udførende afdeling, vil et integreret byggeprojekt potentielt kunne give store økonomiske besparelser i udførelsen, hvilket vil øge virksomhedens konkurrenceevne.

## 8 MARKEDS- OG VIRKSOMHEDSANALYSE

Før et entreprenørfirma laver en strategi for implementering af IKT, skal der laves en analyse af virksomheden. Dette er nødvendigt for at finde ud af, hvor implementering af IKT kan give en positiv effekt på virksomhedens konkurrenceevne, hvilke arbejdsgange og roller, der skal ændres, og hvilke kompetencer der skal opbygges for at arbejdet med BIM kan have en positiv effekt på virksomheden.

Gennem den følgende markeds- og virksomhedsanalyse vil der blive redegjort for, hvorfor innovation og udvikling spiller en større rolle end nogensinde før. Det bliver klargjort, hvor implementering af IKT-understøttede arbejdsprocesser, i den konstruktionsprojekterende afdeling, vil styrke entreprenørfirmaets konkurrenceevne og øge kvaliteten af det samlede produkt.

### 8.1 MARKEDSANALYSE

Det centrale mål for enhver virksomhed og organisation er at udnytte dets ressourcer, således at der opnås en så stor konkurrencefordel som muligt. At have en konkurrencefordel vil sige at virksomheden er i stand til at levere et produkt eller en service på en bedre og mere effektiv måde end konkurrenterne.

En fordel på markedet vil sige at en virksomhed har en øget konkurrenceevne på en eller flere af følgende fire områder [Meyer, 2008]:

- Effektivitet
- Kvalitet
- Flexibilitet og innovation
- Reaktionsevne på kundeforespørgsler

Modellen for en virksomheds eller organisations konkurrencefordel er illustreret på figur 8-1 her under:



Fig. 8-1  
De fire områder som udgør en virksomheds samlede konkurrenceevne [Meyer, 2008]



Den danske byggebranche har de sidste mange år været et marked, hvor de største entreprenørfirmaer har kunnet leve af deres knowhow og deres kapacitet til at bygge stort. Konkurrencefordelen har ligget i at være effektiv og levere et produkt og en service af høj kvalitet, hvorimod der ikke har været så stort fokus på innovation og reaktionsevnen på kundeforespørgsler.

I dag er situationen en anden. Konkurrenceparametrene i tilbudssagerne er ikke længere kun kvalitet, pris og tid men også energi, bæredygtighed og en digitalisering af byggeriet. Derudover er konkurrencen om de store byggeprojekter steget markant de sidste par år, i takt med at flere og flere udenlandske koncerner byder med.

Børsen beskriver situationen på det danske byggermarked og hos AB Byggeri således [Rasmussen, 2011]:

*”De danske entreprenørvirksomheder med AB Byggeri som en af markedslederne... ..er dværge i forhold til de toneangivende europæiske entreprenørkoncerner. Det er en hel del af forklaringen på at de danske byggeselskaber taber store entrepriser på hjemmebane.”*

Heraf udleder AB Byggeris koncerndirektør Lars Mikkelsen at det er vigtigt at satse på bæredygtigt byggeri, og det har stor betydning at fejl og mangler bliver minimeret, hvis der skal opretholdes en god konkurrenceevne.

Seniorøkonom ved Dansk Byggeri, *Finn Bo Frandsen*, ser også med kritiske øjne på den nuværende konkurrence blandt bygge- og anlægsvirksomhederne. Han beskriver situationen som ekstraordinær vanskelig, og skriver at den finansielle situation og de tynde ordrebøger er med til at gøre konkurrencen om byggeopgaverne meget hård [Frandsen, 2010].

De danske entreprenørfirmaer er mere pressede end nogensinde før, da udenlandske koncerner med større kapacitet og billigere arbejdskraft nu er begyndt at kæmpe med om de store projekter.

Et entreprenørfirma som AB Byggeri kan således ikke længere opnå en konkurrencefordel ved blot at fokusere på kvalitet og effektivitet. I stedet for skal der i højere grad fokuseres på innovation og udvikling, og på at leve op til kundens krav om bæredygtighed og digitalisering af byggeriet.

Denne betragtning passer godt med resultaterne fra den spørgeskemaundersøgelse, som blev besvaret af de ansatte i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri. Den

viser at holdningen blandt de ansatte er, at innovation og reaktionsevne på kundeforespørgsler i dag er næsten ligeså vigtige som kvalitet og effektivitet.

Ud af 30 besvarelser fik de fire forskellige områder følgende svar efter spørgsmålet om, hvor vigtigt det er i byggebranchen at fokusere på hver af de fire områder [Bilag 10]:

	meget lav	lav	middel	høj	meget høj
<b>Effektivitet</b>	0.0	0.0	10.0	43.3	46.7
<b>Fleksibilitet og Innovation</b>	0.0	10.0	20.0	33.3	36.7
<b>Kvalitet</b>	0.0	0.0	6.7	50.0	43.3
<b>Reaktionsevne på kundeforespørgsl.</b>	0.0	3.3	6.7	63.3	26.7

Spørgeskema:  
Procentvis besvarelse af  
spørgsmål, ud fra 30 svar.  
[Bilag 10]

Som det kan ses mener de ansatte stadigvæk at effektivitet og kvalitet er de vigtigste områder, hvis der skal opretholdes en god konkurrenceevne. Men Flexibilitet og Innovation og reaktionsevne på kundeforespørgsel er ikke langt efter, hvilket viser at der i dag er en bredere forståelse for vigtigheden af en øget digitalisering og fokus på BIM.

Konkurrenceevnen hos et dansk entreprenørfirma afhænger altså af alle fire punkter. Men da de udenlandske koncerner har en fordel i kapacitet og billigere arbejdskraft, er de danske entreprenørfirmaer nødt til at øge produktiviteten gennem nytænkning og ændring af arbejdsprocesserne, således at arbejdstid og fejl bliver minimeret.

*Torben Klitgaard*, som er tilknyttet Det Digitale Byggeri siger, i henhold til ovenstående, til magasinet "Byggeriet" at en forbedret digital kommunikation og en inddragelse af medarbejderne tidligere i beslutningsprocesserne, vil minimere virksomhedernes spild af ressourcer og tid, hvilket vil øge produktiviteten [Sørensen, 2011]..

Hvordan en forbedret digital kommunikation og en bedre integrering af et entreprenørfirma som AB Byggeris funktioner kan øge virksomhedens produktivitet, skal findes gennem en klarlægning af forretningsmodel, organisation og arbejdsprocesser.

## 8.2 VIRKSOMHEDSANALYSE – AB BYGGERI SOM EKSEMPEL

### 8.2.1 OVERORDNET STRUKTUR

AB Byggeris forretningsmodel og vision er med til at bestemme, hvilke produkter og hvilken service firmaet vil yde. Men det er vigtigt at firmaets organisation og struktur er sat op til at kunne efterfølge firmaets vision.

AB Byggeris forretningsenhed er delt op i to hovedsegmenter. Begge segmenter har til formål at levere arbejde til AB Byggeris udførende afdeling.

Segmenterne er overordnet set bygget op omkring en funktionel struktur, se figur. 8-2. Dvs. de ansatte er organiserede ud fra hvilken funktion de har og de forskellige funktioner rapporterer til hver deres overordnede. Der bliver dog i skrivende stund arbejdet på en mere matrix-baseret struktur.

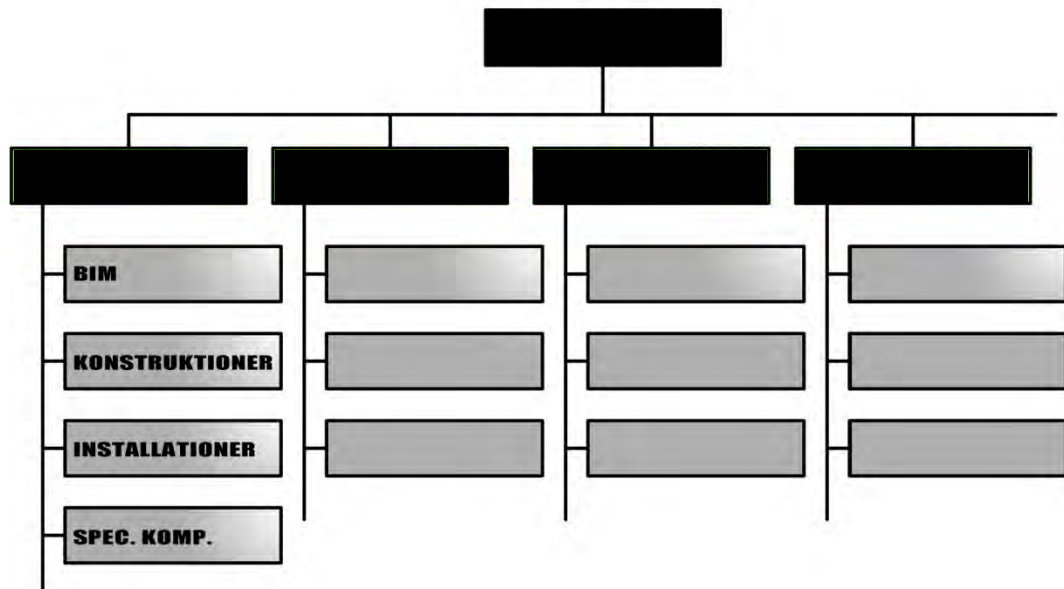


Fig. 8-2  
Illustrering af  
organisationsstrukturen i  
AB Byggeri  
[AB, 2011]

Ved at separere funktionerne er det muligt for de ansatte i hver enkelt afdeling at specialisere sig, da folk med samme viden og færdigheder arbejder tæt op ad hinanden. Det giver de ansatte gode betingelser for at lære af hinanden og udvikle dybere viden om deres fag, samtidig med at de ikke skal bekymre sig om, hvad der ellers foregår i firmaet.

Opgaver der er funktionspecifikke og kræver specialiseret viden kan derfor blive løst meget effektivt med denne struktur. En afdeling tager sig af salg, en anden af tilbud og en tredje klarer rådgivningen. Der er således en differentiering af funktionerne, som er med til at effektivisere de enkelte enheder.

Ulempen ved denne struktur er imidlertid at kommunikationen afdelingerne imellem ikke er så god.

I kapitel 7.1 blev det udledt at danske entreprenørfirmaer er nødt til at satse på innovation og udvikling, for på den måde at kunne tilbyde kunderne et bedre produkt og service. Dette gøres med størst succes, hvis firmaets forskellige funktioner interagerer og der således kommer en integration af firmaets samlede viden under alle opgaver [Meyer, 2008].

Tilbudsafdelingen kan måske godt give et vinderbud på et projekt, ud fra deres ekspertise og retningslinjer, men i jo højere grad den rådgivende afdeling er med allerede under tilbuddet, jo flere afklaringer er det muligt at få lavet tidligt i projektet, og dermed er der en større chance for at økonomien bliver holdt i sidste ende.

### 8.2.2 KONSTRUKTIONSPROJETERENDE AFDELING

Selve den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri er bygget op omkring en projektstruktur. Her er de ansatte i afdelingen fordelt i projektgrupper, hvor de sidder i en given periode, indtil projektet er færdigt, for så at starte i et nyt projekt.

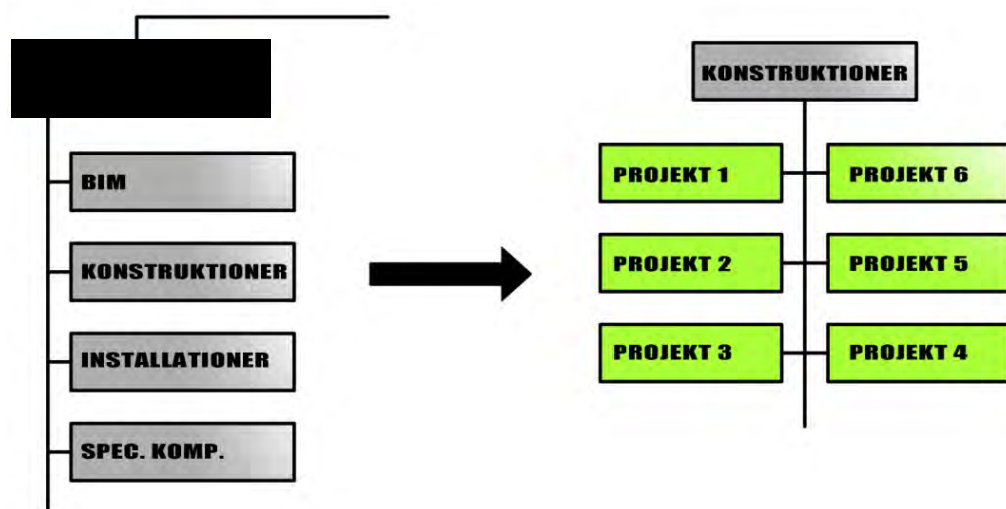


Fig. 8-3  
Illustrering af den organisatoriske struktur i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri [AB, 2011]

Da de ansatte under projekterne ofte er placeret fysisk tæt på hinanden, har strukturen den helt logiske fordel, at det giver medarbejderne, tilhørende et bestemt projekt, de bedste muligheder for at interagere og udveksle information med hinanden [Meyer, 2008].

Som beskrevet i kapitel afsnit 6.1.1 så har afdelinger, der er udelukkende projektstrukturret dog en stor ulempe, når det drejer sig om udvikling og ændring af arbejdsprocesser. Den stramme økonomi og tidsplanlægning giver dårlige forhold for udvikling og de ansatte har meget svært ved at skulle fokusere på at lære noget nyt. Dernæst giver de meget

varierende projektperioder svære vilkår for implementering af IKT, da tiden for en integrering af en ny arbejdsproces godt kan afvige fra varigheden af projektet.

For at kunne fokusere på innovation og øget produktivitet i afdelingen er det derfor vigtigt at der er en eller flere, som sideløbende med projekterne kan have ansvaret for udviklingen og implementering af IKT.

### 8.2.3 PROJEKTFORLØB

Under byggeprojekter står AB Byggeri ofte for både den rådgivende og udførende del, se figur 8-4. Dertil er der nogle eksterne parter, som arkitekter og elementfabrikker, der enten er ansat af AB Byggeri eller bygherren alt afhængigt af, hvordan entreprisekontrakten er formuleret.

Den rådgivende og konstruktionsprojekterende afdeling, skal videreformidle information til alle parter, da det er tegningsdokumenter her fra, som ligger til grundlag for store dele af byggeriet.

Derfor er det også utrolig vigtigt at al dokumentation fra den konstruktionsprojekterende afdeling altid er opdateret og formidlet ud til alle parter.

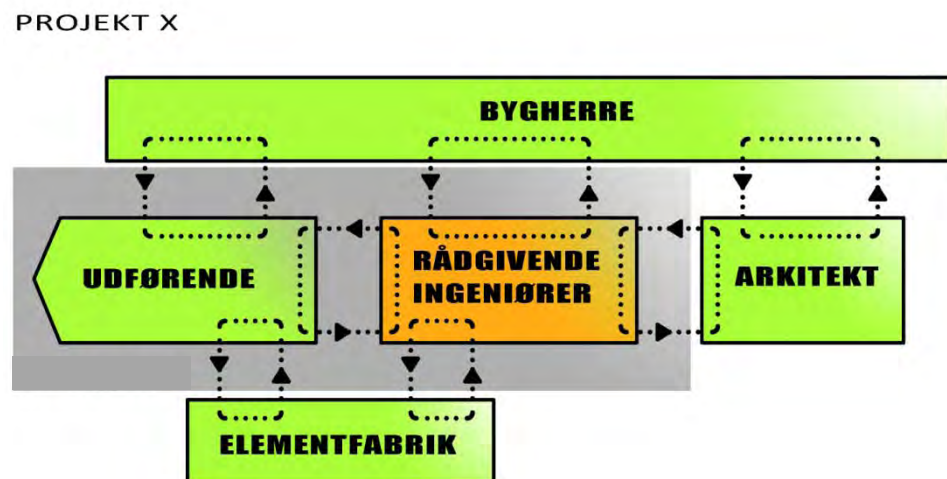


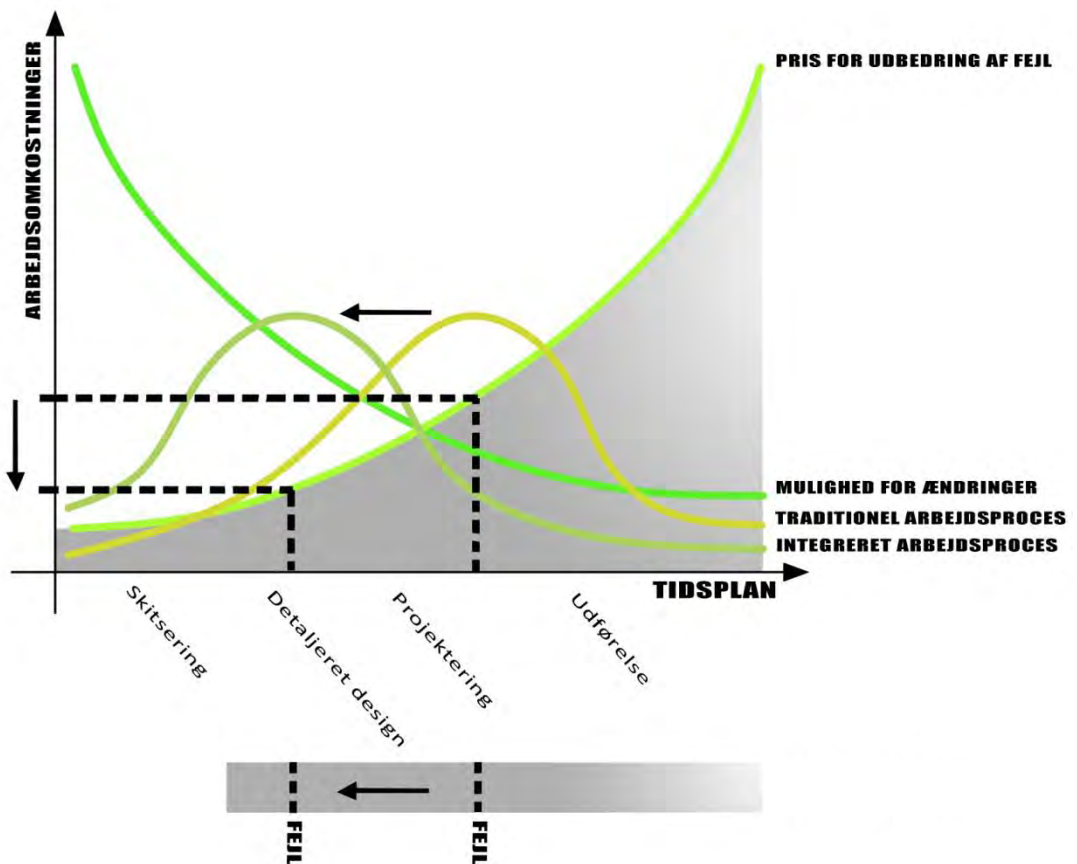
Fig. 8-4  
Illustrering af  
AB Byggeris roller under et  
traditionelt byggeri

AB Byggeri har som både rådgivende og udførende part et stort potentiale for at nedbringe udgifterne på byggeprojekterne. Det kan gøres, hvis det lykkedes dem at flytte beslutninger om design tidligere frem i projektet, og samtidig sørge for at eventuelle fejl bliver fundet under projekteringen og ikke udførelsen.

Da AB Byggeri indgår i projektet fra et meget tidligt stadie og følger det hele vejen til aflevering, kan der ved en ændring af den traditionelle arbejdsproces skæres en væsentlig del af udgifterne for udbedring af fejl.

Ændringen kræver at der bliver lagt mere arbejde i at projektere en fejlfri konstruktion, således at der ikke skal tages vigtige beslutninger eller ændres i konstruktionen under udførelsen, se figur 8-5.

Fig. 8-5  
Økonomisk gevinst for AB Byggeri, hvis ressourcer bliver flyttet til tidligere i projektet. Illustreret på en MacLeamy kurve.



En ekstern rådgiver vil altså ikke kunne få de samme besparelser på en ændring, men da størstedelen af AB Byggeris udgifter ligger i udførelsen, kan der ligge en stor gevinst i at investere nogle flere ressourcer i projekteringen således at kvaliteten og informationsniveauet i denne del af projektet bliver højnet.

#### 8.2.4 SWOT

For at danne et overblik over AB Byggeris styrke- og konkurrencesituation samt virksomhedens strategiske handlingsmuligheder, er de interne og eksterne positioner samlet i en simpel SWOT-analyse.

SWOT er en sammensætning af de engelske ord for styrke, svaghed, muligheder og trusler, og analysen bruges til at pege på nogle af de områder, hvori en virksomhed kan forbedre sin konkurrence evne

**Styrke**

AB Byggeri har både projekterende og udførende afdelinger, hvilket gør det muligt at for den projekterende afdeling at samarbejde om et byggeprojekt internt i virksomheden.

AB Byggeri er en af de største entreprenørvirksomheder i Danmark og er et stærkt brand i Danmark.

**Svagheder**

Udvikling og innovation i den konstruktionsprojekterende afdeling kan til tider være hæmmet af en stram tidsplan under projekterne.

Projektstrukturen gør det svært at udvikle og ændre arbejdsprocesser, da implementeringen ikke må påvirke tidsrammen og økonomien for et projekt.

**Muligheder**

Størstedelen af AB Byggeris udgifter ligger i selve udførelsesfasen. Kun en lille del af udgifterne ligger i projekteringen. Da kvaliteten af udførelsen er afhængig af kvaliteten af projekteringen, kan der således spares mange penge, hvis der bruges flere ressourcer på at øge kvaliteten af projekteringen.

En tidligere afklaring af fejl og mangler og en effektiviseret kvalitetssikring i projekteringsfasen, vil fjerne nogle af udgifterne fra udførelsen og dermed give et billigere byggeri.

**Trusler**

AB Byggeri bliver i stigende grad truet af konkurrerende entreprenørfirmaer fra udlandet. De udenlandske selskaber har en større kapacitet og billigere arbejdskraft, så AB Byggeri bliver nødt til at satse på udvikling og fornyelse for at beholde sine konkurrencefordele

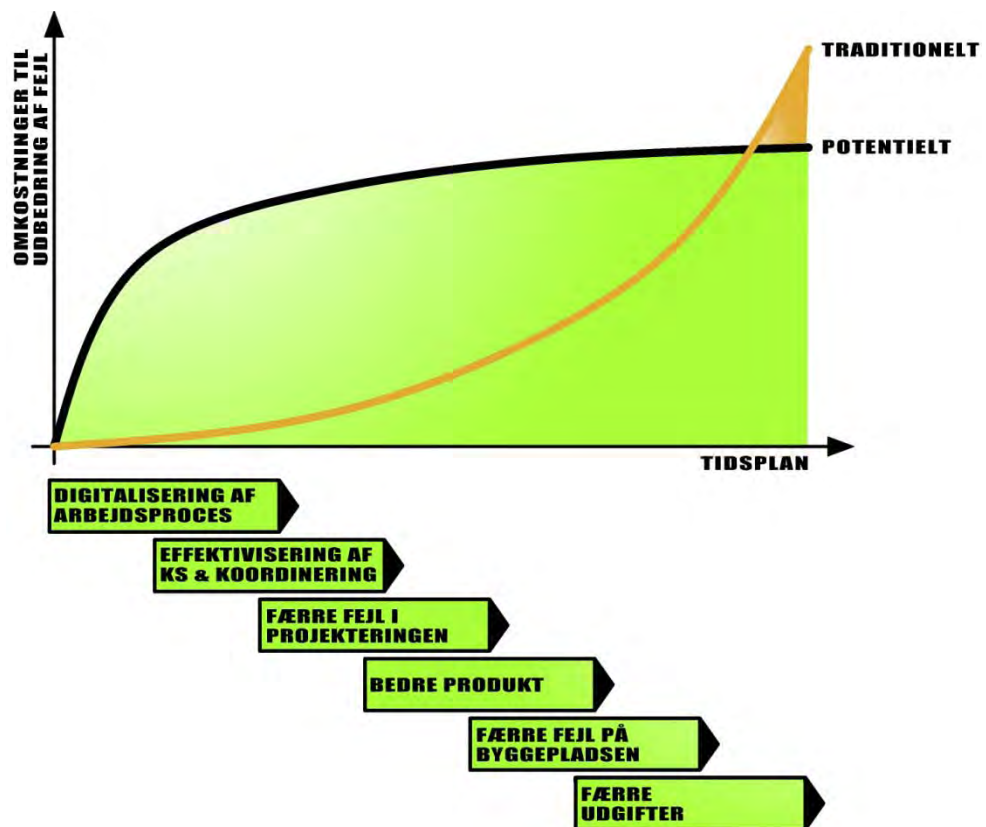
**8.2.5 DELKONKLUSION**

En internationalisering af det danske byggemarked og en forøgelse af statens offentlige bygherrekrav, har ændret danske entreprenørfirmaers konkurrencesituation og er med til at flytte fokus og vision hos blandt andet AB Byggeri.

For at kunne imødegå de nye bygherrekrav og opretholde en fornuftig konkurrenceevne, skal et entreprenørfirma som AB Byggeri investere i en øget implementering af IKT og en optimering af den traditionelle informationsformidling. Herved øges kvaliteten af projekteringsmaterialet, hvilket giver en minimering af udgifter til fejl i udførelsen og dermed et billigere byggeri.

Fejl i udførelsen som resultat af fejl i projektering vil give øgede udgifter. Hos entreprenørfirmaer med både en projekterende og en udførende afdeling kan et integreret byggeprojekt og en forbedret kvalitetskontrol i projekteringsfasen, give en billigere udførelse og dermed et større overskud eller i hvert fald færre omkostninger.

Den øgede digitalisering og kvalitetskontrol kræver at entreprenørfirmaerne fokuserer på en øget implementering, og anvendelse af IKT-understøttede arbejdsprocesser i projekteringsfasen.





## 9 IMPLEMENTERINGSFORSØGET

### 9.1 FORMÅL

For at undersøge sammenhænge mellem teori og praksis er der, som en del af casestudiet, lavet et implementeringsforsøg i den konstruktionsprojekterende afdeling hos AB Byggeri.

Formålet med forsøget er at studere, hvor forhindringerne ligger, når der skal ændres i en arbejdsproces og dermed finde ud af, hvordan en ændring i arbejdsprocesserne kan opnås på den bedst mulige måde.

Derudover kan forsøget være med til at klarlægge nogle af de gevinster, som et entreprenørfirma som AB Byggeri kan opnå ved at implementere IKT, og udvikle og udnytte deres BIM-værktøjer.

### 9.2 BAGGRUND FOR VALG AF IMPLEMENTERINGSFORSØG

En analyse af det aktuelle brug af BIM-værktøjer i AB Byggeri, ligger til grund for valget af implementeringsforsøg.

Analysen er lavet på baggrund af mine erfaringer fra mit arbejde i AB Byggeri og samtaler med mine to vejledere på DTU Jan Karlshøj og Flemming Vestergaard.

På nuværende tidspunkt bliver BIM-værktøjer hovedsageligt brugt i design- og projekteringsfasen, hvorimod udbud, udførelse og vedligeholdelse af byggeriet i et stort omfang stadig udarbejdes efter traditionelle metoder.

Designfasen foregår hovedsageligt udenfor entreprenørfirmaernes normale arbejdsområder. Derfor ligger de bedste muligheder for at implementere IKT, til at optimere informationsudvekslingen, i projekteringsfasen da der i denne fase allerede bliver arbejdet med BIM-værktøjer.

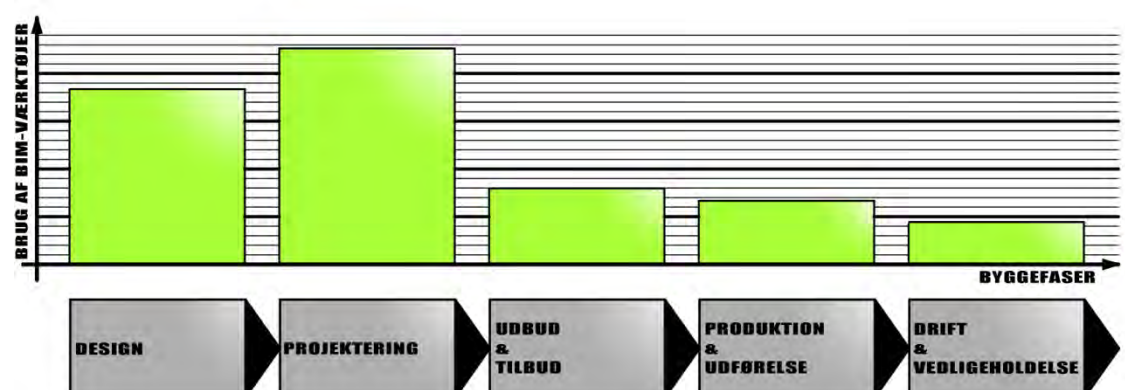


Fig. 9-1  
Brug af BIM-værktøjer i de forskellige faser af byggeriet. Baseret på mine egne erfaringer fra AB Byggeri

Under projekteringen af et byggeri hos AB Byggeri, bliver den centrale BIM model konstrueret i programmet Revit Structure.

Modellen bliver i nogle tilfælde brugt til visualiseringer, kollisionstjek med MEP modellen, dataudveksling og mængdeudtræk, men det altoverskyggende hovedformål er generering af tegningsdokumenter.

Det stadig begrænsede brug, skyldes at informationsniveauet i 3D modellen ikke er højt nok til at den kan bruges i andre funktioner.

Det lave informationsniveau kan henledes til to ting:

1. Der er på de fleste projekter ikke krav fra ledelsen om at 3D modellen skal bruges til andet end tegningsgenerering.
2. Revit Structure bliver udelukkende håndteret af konstruktører og tekniske tegnere. Andre ansatte heriblandt konstruktionsingeniører arbejder på nuværende tidspunkt ikke med Revit Structure. Det betyder at informationsniveauet i modellen ikke kan blive højere end hvad konstruktøren og den tekniske tegner har mulighed for at modellere.

Skal 3D modellen for alvor bruges til at lave dataudtræk og FEM-simuleringer kræves det, at bl.a. tilbudsmedarbejderne og konstruktionsingeniørerne har mulighed for at have indvirkning på modelleringen.

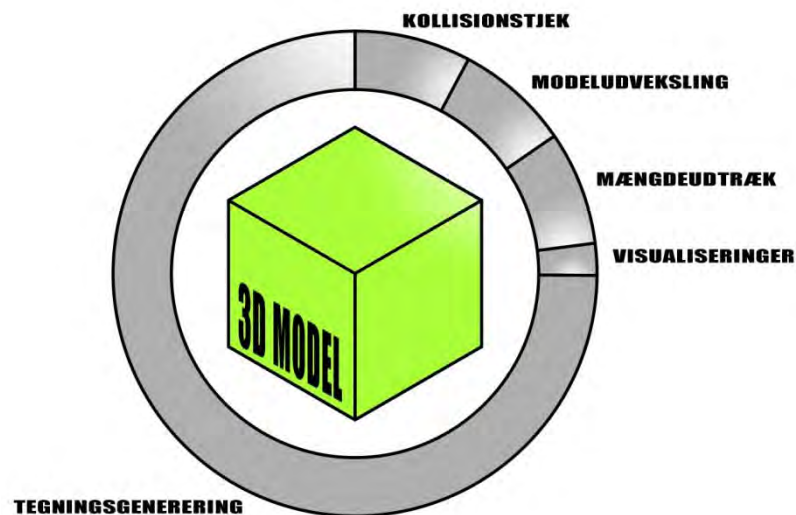
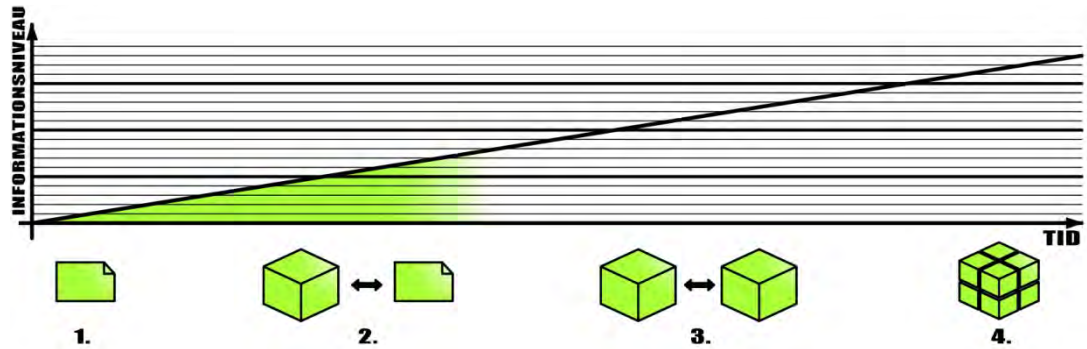


Fig. 9-2  
Visuel illustration af den aktuelle udnyttelse af 3D-modellen. Hovedformålet med modellen er generering af tegningsdokumenter

Sættes den aktuelle udnyttelse af IKT op på en tidslinje mellem de forhenværende 2D CAD tegninger og et fuldt integreret BIM projekt, så er der stadig et stykke vej endnu. Et fuldt integreret byggeprojekt er et mål som alle entreprenørfirmaer i byggebranchen bør have som målsætning, men på den korte bane skal der sigtes efter mere realiserbare delmål.

Fig. 9-3  
Tidslinje for udnyttelse af IKT i byggebranchen.

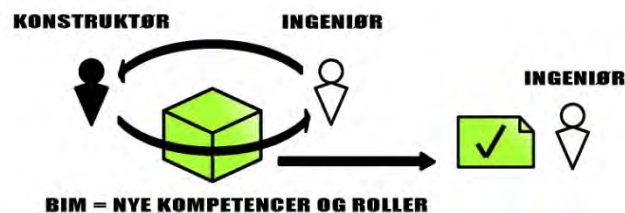


Udvikling og implementering af IKT i byggebranchen er en langvarig proces. Hvert lille skridt imod et fuldt integreret byggeprojekt skal helst give et positivt udbytte før det næste skridt bliver taget.

Forsøget fokuserer på implementering af IKT til at understøtte kvalitetssikringen og koordineringen af de tegninger, der bliver genereret ud fra Revit Structure modellen. Denne proces har altid foregået manuelt, men bliver nu digitaliseret for at øge kvaliteten af tegningsdokumenterne.

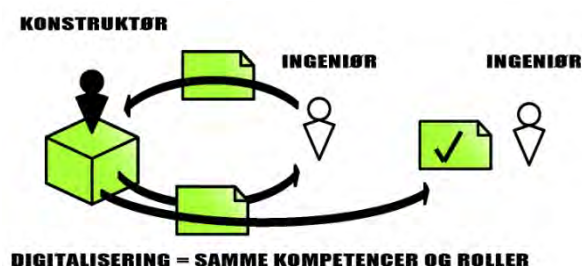
At udviklingen mod integreret BIM skal igennem flere faser, er dette implementeringsforsøg et godt eksempel på. På nuværende tidspunkt er det allerede muligt at kvalitetskontrollere og kollisionstjekke 3D modeller ved hjælp af BIM-programmer som Navisworks Manage og Solibri Modelchecker.

Fig. 9-4  
Kvalitetskontrol i en BIM-model kræver nye kompetencer og nye roller. Efter illustration af Flemming Vestergaard, DTU 2011



Da dette vil helt nye kompetencer og et andet samspil mellem ingeniøren og konstruktøren er springet for stort til at tage af én omgang. De ansatte i afdelingen er ikke teknisk modne til at bruge BIM-programmerne, hvilket nødvendiggør en tilvænningsproces bestående af en digitalisering af den traditionelle arbejdsproces.

Fig. 9-5  
En digitalisering af kvalitetskontrollen betyder at der ikke laves alvorlige ændringer i arbejdsprocessen. Efter illustration af Flemming Vestergaard, DTU 2011



### 9.3 FREMGANGSMÅDE

Gennem specialet er en projektgruppe i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling fulgt og studeret, under projekteringen af en byskole i Frederikshavn.

I denne periode har jeg, sammen med projektgruppen, forsøgt at udnytte nogle af virksomhedens BIM-værktøjer til at ændre kvalitetssikring og koordinering af tegningsdokumenter fra en manuel arbejdsproces til en digitalt understøttet arbejdsproces.

Implementeringsforsøget består af fem faser:

1. Præliminære undersøgelser af den traditionelle arbejdsproces og en analyse af områder med mulighed for potentielle forbedringer.
2. Redegørelse for effektuerede BIM-værktøjer i arbejdsprocessen.
3. Undersøgelse af IKT til understøttelse og forbedring af arbejdsprocessen.
4. Implementering af IKT med fokus på de forhindringer og gevinster som opstår.
5. Resultatanalyse og diskussion

De præliminære undersøgelser og analyser er baseret på mine egne erfaringer med kvalitetssikring og koordinering af tegningsdokumenter i den konstruktionsprojekterende afdeling hos AB Byggeri, foruden det kendskab til BIM-værktøjer, som jeg har opnået gennem mine studier på DTU og samtaler med mine to projektvejledere Jan Karlshøj og Flemming Vestergaard.

Analysen er udarbejdet ved at illustrere den samlede arbejdsproces. Herefter er hver enkel rutine mellem to udvekslinger studeret detaljeret, for at undersøge muligheden for en potentiel optimering ved en digitalisering af processen.

For at kunne undersøge hvilken IKT, der vil kunne indgå som en forbedring af arbejdsprocessen for kvalitetssikring og koordinering af tegningsdokumenter, er de allerede anvendte BIM-værktøjer i processen gennemgået.

Gennemgangen består af en redegørelse for brugen af Revit Structure til oprettelse af tegningsdokumenterne og den efterfølgende håndtering af dokumenterne.

Undersøgelse af IKT til understøttelse og forbedring af arbejdsprocessen er foretaget på baggrund af de foregående analyser af arbejdsprocessen.

Som udgangspunkt skal den valgte IKT kunne optimere de arbejdsrutiner, som er fundet i analysen af den samlede arbejdsproces. Derudover skal den valgte IKT være programmer eller applikationer, som AB Byggeri allerede er i besiddelse af eller som er gratis.

De programmer og applikationer, som er udset til implementering er valgt på baggrund af samtaler med IT koordinatoren i AB Byggeri og studier og afprøvning af programmer vha. training guides fået via autodesks hjemmeside [Autodesk, 2011].

Inden implementeringsforsøget er det gennemgået med de implicerede medarbejdere, hvorledes ændringerne består og hvad de skal foretage sig. Desuden er de interviewet for at få en fornemmelse af hvad de synes om den traditionelle metode.

Gennem implementeringsforsøget er de ansatte blevet superviseret og der er løbende lavet målinger af registrerede fejl, ændringer i arbejdstid og reduktion af papirbrug.

Efter implementeringsforsøget er de ansatte interviewet igen, for at høre om deres holdninger til forsøget undervejs og hvordan de synes de nye implementeringer fungerer. På den måde har det været muligt at iagttage og studere de forhindringer der er mødt og de gevinster som er opnået gennem forsøget.

Til sidst er nogle af de implicerede medarbejdere blevet spurgt om, hvordan de mener arbejdsprocessen kan udvikles til at blive modelbaseret, og på hvilke områder der skal arbejdes for at undgå barriere, der vil bremse udviklingen.

De opnåede resultater er afslutningsvis blevet opstillet som sammenligningsgrundlag for de indledende studier af barrierer og gevinster ved implementering af IKT, og som en basis for et revideret paradigme for implementering af en IKT-understøttet arbejdsproces i den konstruktionsprojekterende afdeling i et entreprenørfirma.

## 9.4 ARBEJDSPROCESSEN

### 9.4.1 ILLUSTRERING AF ARBEJDSPROCESSEN

Fra tegningsfiler og 3D modeller bliver modtaget fra arkitekten og til informationen bliver omdannet til konstruktionsdokumenter og sendt videre, undergår hvert eneste tegningsdokument en kontrolprocedure.

Processen er en kommunikationsgang mellem konstruktør og ingeniør i den konstruktionsprojekterende afdeling. Den er til for at alle tegninger, der bliver sendt ud, er tjekket og kontrolleret, således at de passer til arkitektens tegninger og til de beregninger, som ingeniøren har lavet.

Arbejdsprocessen foregår traditionelt som illustreret på figur 9-6.

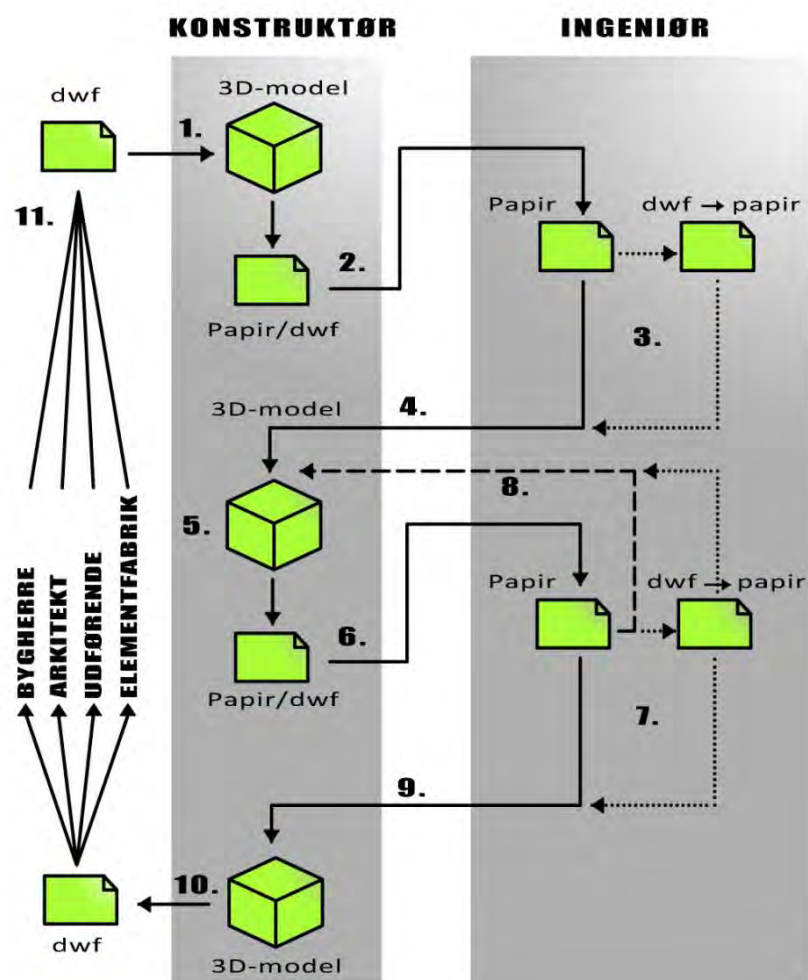


Fig. 9-6  
Traditionel arbejdsproces  
for kvalitetskontrol af  
tegningsdokumenter

Trin for trin foregår proceduren som følger:

1. Konstruktøren modtager tegningsfiler og 3D model fra arkitekten. Geometrien fra tegningerne bliver modelleret i den 3D model, som den konstruktionsprojekterende

afdeling arbejder ud fra. Hvis arkitekten benytter Revit Architecture bliver modellen brugt som underlag i Revit structure modellen.

2. Fra 3D modellen printes konstruktionstegningerne, som videregives til en ingeniør.

3-4. Ingeniøren modtager tegningerne. Hvis tegningerne er sendt som dwf, bliver de skrevet ud på papir, så de kan rettes med tusch. Ingeniøren tjekker tegningerne for fejl og kontrollerer at de stemmer overens med de beregnede tværsnit og geometrier. Alle korrekte dele af tegningerne markeres med gult og alle fejl i tegningerne markeres med rød.

Herefter bliver tegningerne igen overbragt til konstruktøren.

5. De reviderede tegninger bliver gennemgået af konstruktøren og 3D modellen bliver opdateret, så det passer med ingeniørens rettelser.

Når konstruktøren overfører ingeniørens rettelser til 3D modellen, overstreges bemærkningerne på tegningen med grønt, således at ingeniøren kan se at rettelserne er blevet opdaterede.

6. De opdaterede tegninger sendes igen til ingeniøren.

7. Tegningerne kan nu godkendes. Ingeniøren tjekker at alle rettelser er blevet opdaterede og markerer dem med blå. Hvis alt er som det skal være og der ikke er flere bemærkninger gives tegningsdokumenterne til konstruktøren.

8. Hvis Ingeniøren opdager yderligere fejl i tegningen sendes de tilbage til konstruktøren og 3D modellen opdateres endnu engang.

9. Er der ingen fejl på tegningen bliver den godkendt, underskrevet og sendt retur til konstruktøren.

10. Konstruktøren arkiverer de godkendte tegningsdokumenter i en mappe til kvalitetstjek. Derefter oprettes nye digitale tegningsfiler fra 3D modellen, som bliver sendt ud til de andre parter i byggeprojektet.

11. bliver der opdaget fejl af de andre parter, eller kommer der revisioner udefra bliver tegningerne sendt til konstruktøren og der startes en ny udsendelse og kvalitetssikring.

I denne kontrolprocedure er der fire manuelle udvekslinger af information. Derudover skal informationen to gange overføres og genindtastes manuelt fra papir til en digital 3D model.

Da netop manuelle udvekslinger og genindtastninger er en af årsagerne til fejl i byggeriet, er der flere steder i denne kommunikationsgang, hvor der foregår rutiner, der med den teknologi og software som AB Byggeri besidder, kan optimeres og dermed reducere fejl, arbejdstid og materialeforbrug.

#### 9.4.2 ANALYSE AF ARBEJDSPROCESSEN

For at redegøre for, hvor IKT kan implementeres i arbejdsprocessen med en formodning om en potentiel gevinst, fremhæves nogle arbejdsgange, der kan forbedres.

De potentielle områder med mulighed for forbedringer er illustreret på figur 9-7 herunder og er markeret med rødt.

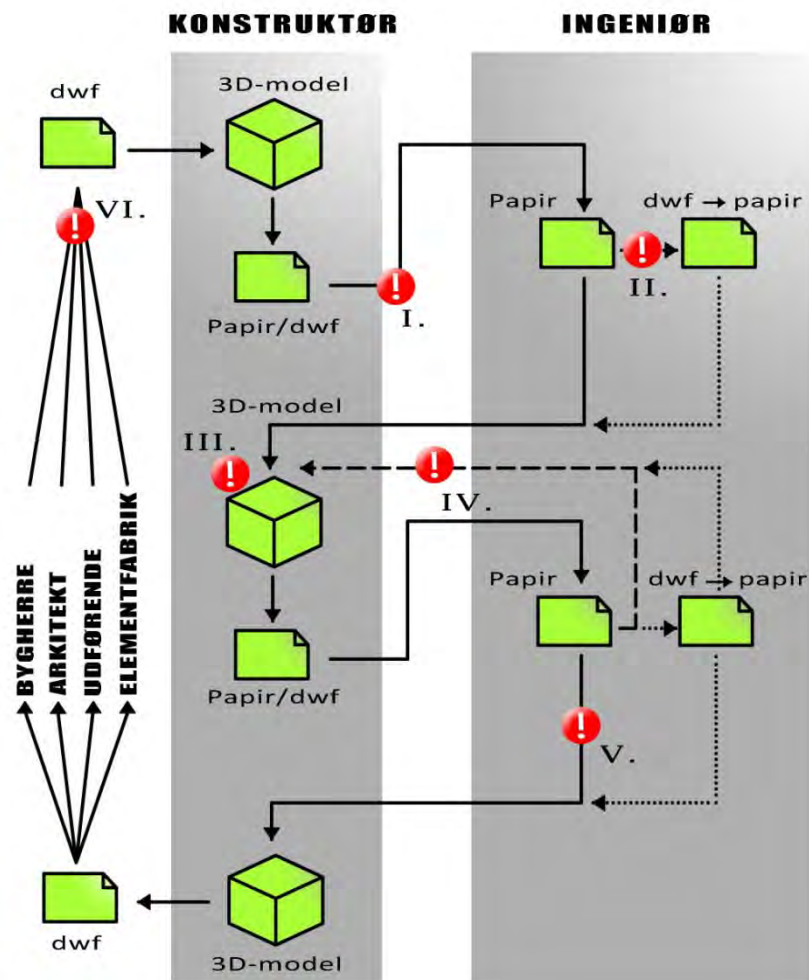


Fig. 9-7  
Områder i den traditionelle arbejdsproces som kan optimeres ved implementering af IKT

I. Efter konstruktøren har opdateret 3D modellen så den passer med arkitektens model, skal alle reviderede tegningsdokumenter kontrolleres af en ingeniør.



Da ingeniøren ikke kan rette tegningerne direkte i 3D modellen, skal tegningsdokumenterne med de reviderede elementer enten printes på papir og videregives til ingeniøren eller eksporteres til ingeniøren som dwf-filer eller pdf-filer.

I de fleste tilfælde, når ingeniøren og konstruktøren arbejder i samme kontor, videregives tegningsdokumenterne på papir.

I denne proces kan der optimeres i form af reducere af arbejdstid og materialeforbrug, hvis videreformidlingen foregik udelukkende via dwf-filer.

II. I de tilfælde hvor ingeniøren modtager tegningen digitalt, som dwf eller pdf skal tegningen printes, hvorefter den rettes for derefter at blive scannet og sendt tilbage til konstruktøren.

Her vil et program, der kan rette tegningerne digitalt, spare ingeniøren for den tid det tager at printe og scanne tegningerne.

III. De rettede tegninger modtages igen af konstruktøren og eventuelle bemærkninger fra ingeniøren, skal opdateres i 3D modellen.

Da rettelserne enten er på et papirdokument eller på en dwf-fil, som er åbnet i en viewer, skal konstruktøren manuelt tjekke at alle rettelser bliver opdaterede. Der skal således arbejdes med to informationskilder, hvor alt data skal overføres manuelt.

I denne proces vil en integrering af tegningsdokumenterne og 3D modellen sørge for at der ikke blev overset nogen rettelser, og samtidig betyde at konstruktøren kun skal arbejde i ét program.

IV. Ingeniøren tjekker de opdaterede tegninger. Hvis det viser sig, at der er rettelser, som ikke er blevet opdaterede kan ingeniøren ikke godkende tegningerne og konstruktøren skal på ny opdatere modellen.

En integrering af tegningsdokument og 3D model, vil kunne reducere uopdagede rettelser og andre uoverensstemmelser, og dermed bliver risikoen for at rettelsesproceduren skal gentages minimeret.

V. Når revisionstegninger tjekkes og godkendes af ingeniøren, er det ofte kun de områder på tegningen, som er markeret med en revisions sky, der bliver tjekkede. Er der således ændret noget andre steder på tegningerne, er det ikke sikkert at det vil blive opdaget.

Da der i de fleste projekter sidder flere konstruktører og arbejder i samme 3D model, er der en risiko for at nogle objekter ved en fejl bliver flyttet eller slettet. Dette kan slå igennem på adskillige tegningsdokumenter uden nogen vil opdage det, da ændringen ikke er markeret.

Det kan derfor i værste tilfælde ende med, at der bliver bygget efter ukorrekte tegninger.

Ved at lave en digital sammenligning af den tidligere og den gældende tegningsfil vil ingeniøren hurtigt kunne få et overblik over præcis, hvor der forekommer ændringer på

tegningen. Er der ændringer andre steder end ved revisionsstyrerne, kan ingeniøren tjekke om ændringerne er rigtige, og det kan undgås at der bliver sendt tegninger ud med fejl og mangler.

VI. Hvis der findes fejl i tegningerne efter udsendelserne skal de tegninger, som indeholder fejlene rettes på ny og derfor igennem hele arbejdsprocessen igen. Der kan også komme ændringer og revisioner fra arkitekten eller andre parter i byggeriet, hvilket betyder at alle tegninger, der indeholder de ændrede elementer skal opdateres og udsendes på ny. Når et konstruktionselement eller en geometri bliver ændret er det vigtigt at alle tegninger, hvor ændringen forekommer, bliver udsendt igen. Hvis kun nogle af tegningerne bliver udsendt i en revideret udgave, risikeres det at der bliver bygget efter forældede oplysninger. Derfor er det vigtigt at alle tegningsdokumenter bliver gennemgået ved revisioner, så det sikres at ændringer, der går igennem på flere tegninger bliver opdaterede alle steder.

Denne procedure kan være tidskrævende, hvis konstruktøren manuelt skal tjekke hvilke tegningsdokumenter, der indeholder de reviderede konstruktionselementer. Derfor kan der spares tid og samtidigt sikres at alle tegningsdokumenter altid er opdaterede, hvis der via et BIM-program laves et digitalt krydstjek af alle tegningsfilerne.

Der er flere områder i kvalitetstjek- og kontrolproceduren, hvor der kan optimeres igennem implementering af IKT til at understøtte arbejdsprocessen.

BIM-programmerne der kan bruges til at effektivisere og øge kvaliteten af arbejdsprocessen, er analyseret i følgende afsnit ud fra en redegørelse af, hvordan tegningsfilerne bliver dannet.

## **9.5 REDEGØRELSE FOR DEN EFFEKTEREDE IKT I ARBEJDSPROCESSEN**

Valget af IKT til implementeringsforsøgene er taget på baggrund af de allerede anvendte BIM-værktøjer og de programmer som AB Byggeri er i besiddelse af. Desuden har de skulle passe ind og effektueres på nogle område, hvor de kunne give en forbedring af arbejdsprocessen.

### **9.5.1 REVIT STRUCTURE**

I den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri bliver tegningsdokumenter genereret i programmet Revit Structure 2012.

Revit Structure er et BIM-program udviklet af producenten Autodesk.

Et BIM-program er et Computer Aided Design (CAD) program der giver mulighed for at arbejde med intelligente 3D objekter, som repræsenterer rigtige byggekomponenter og konstruktionselementer.

En Revit Structure model består af en database fil, dvs. alt information omkring modellen er gemt i samme fil. Ved at oprette en central database fil er det muligt for flere personer at arbejde i den samme model, hvis personerne har adgang til serveren, hvor centralfilen er gemt og de laver en kopi af filen [Wiki, 2011].

I Revit Structure arbejdes der ud fra en enkelt 3D model bestående af parametriske objekter. Ud fra denne model er det muligt at lave snit, opstalter, planer og detaljer, som så bliver oprettet i separate views.

Da det kan være svært at bevare overblikket i den store 3D model, er det muligt at arbejde i de oprettede views, der fungerer som 2D tegninger. Fordelen her er at alle views er integreret med 3D modellen, så en ændring i et hvilket som helst objekt vil blive videreført til alle views og 3D modellen.

For at oprette tegningsdokumenter til udsendelse laves der et såkaldt sheet. Et sheet er en afbildning af et papir i et ønsket format. I sheetet gengives et billede af et valgt view og der kan også laves referencer til noter og tegningshoveder.

Sheetet er som udgangspunkt en reference af et view og en tekst. Det er således ikke meningen at der skal modelleres i selve sheetet, selvom det godt kan lade sig gøre.

Når et sheet eksporteres digitalt til dwf eller dwfx format oprettes der en 2D tegning som er vektorbaseret. Det betyder at det er muligt at sammenligne tegningsdokumenter i et program eller en viewer, der kan "læse" vektorer.

Derudover giver Revit Structure hvert enkelt objekt en unik identifikationskode, når en tegning eller model eksporteres. Et objekt vil altid have samme kode i alle tegningsfiler og i modellen, hvilket gør det muligt at lave krydsreferencer i programmer, der kan importere flere repræsentationer med samme objekt i.

Sammenhængen mellem 3D model, view, sheet og tekst er illustreret i figur 9-8 på næste side.

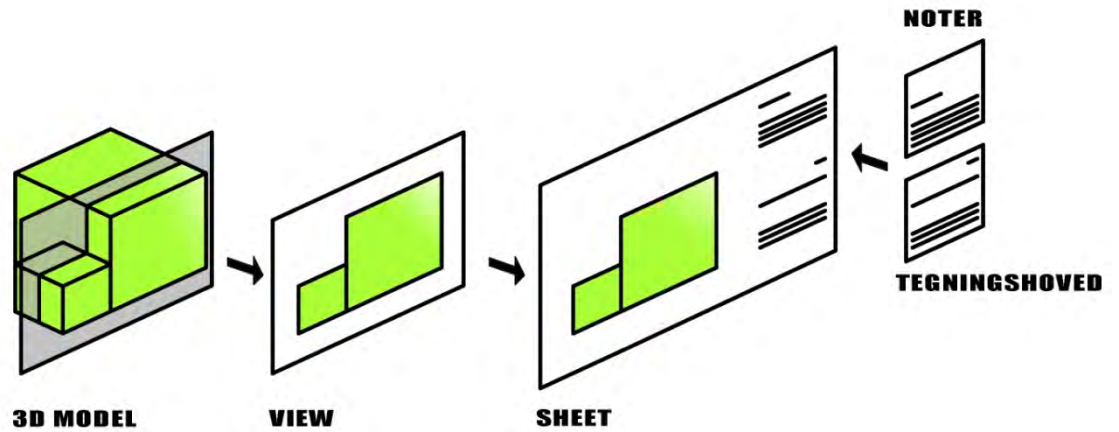


Fig. 9-8  
Sammenhæng mellem 3D  
model, view, sheet og  
noter i Revit Structure

Hvordan og hvilke programmer der er blevet brugt i implementeringsforsøget er redegjort i de kommende to afsnit.

## 9.6 REDEGØRELSE FOR DEN ØNSKEDE IKT I ARBEJDSPROCESSEN

### 9.6.1 AUTODESK DESIGN REVIEW

Autodesk Design Review er et gratis software fra Autodesk, der er i stand til at vise dwf og dwfx filer.

Dwf og dwfx filformatet er udviklet af Autodesk og bruges til at komprimere fildata således at det er muligt for arkitekter, ingeniører og andre brugere hurtigt at læse og gennemse designs og 3D modeller.

Alle programmer fra Autodesk kan læse og eksportere dwf og dwfx filformater [Autodesk, 2011].

Da Autodesk Design Review er udviklet til hurtigt at kunne se og revidere i 2D tegninger og 3D modeller har programmet alle de funktioner, der skal til for at lave et digitalt kvalitetstjek af tegningsdokumenter.

#### **Fordele ved Autodesk Design Review**

Sammenlignet med den traditionelle manuelle arbejdsproces har en kvalitetssikring ved brug af Autodesk Design Review nogle klare fordele [Autodesk, 2011].

1. Når der rettes og markeres i en dwf fil gemmes hele historikken. Det er således hele tiden muligt at gå tilbage og se på hver enkelt rettelse og hvornår den er foretaget.
2. En dwf fil med markeringer og rettelser kan hentes ind i Revit Structure og bruges som underlag i et view.

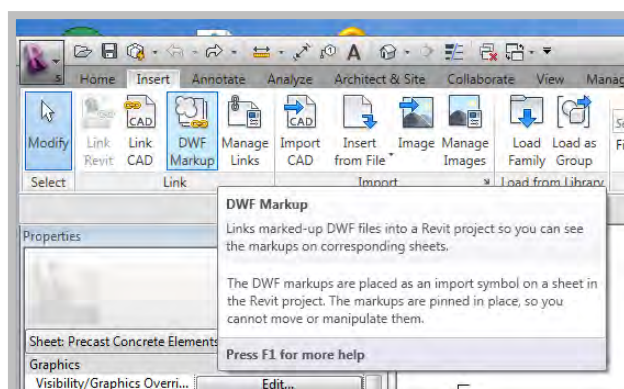


Fig. 9-9  
Importeret af dwf-filer i  
Revit Structure

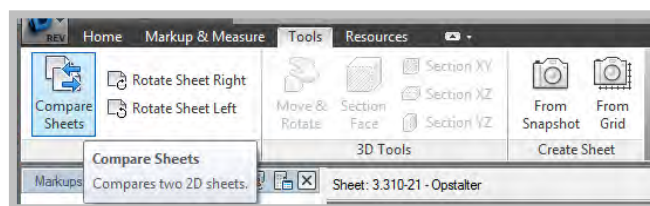
Når en ingeniør har rettet en dwf-fil i Autodesk Design Review er det muligt for konstruktøren at hente filen ind i Revit Structure, og derefter kontrollere at alle ingeniørens revisioner bliver opdaterede i modellen.

Eksporteres en ny dwf-fil fra Revit Structure, følger rettelseshistorikken med, hvis den gamle dwf-fil er blevet hentet ind og brugt som underlag.

3. Ved oprettelse af revisionstegninger bliver nye ændringer i tegningsdokumenterne ofte markeret med revisionskyer. Ved kvalitetssikring af tegningerne bliver alle ændringer, der er markerede med revisionskyer kontrollerede. Skulle der ved en fejl være sket en ændring i tegningsdokumentet, som ikke er markeret med en revisionskyl, kan det være meget svært for ingeniøren og konstruktøren at opdage.

Autodesk Design Review har en funktion, der kan sammenligne et revideret tegningsdokument med en tidligere udgave.

Fig. 9-10  
Sammenligning af forskellige revisionsudgaver af samme tegning i Autodesk Design Review



Her sammenligner programmet vektorerne i den ene dwf-fil med vektorerne i den anden dwf-fil. Herefter oprettes to revisionslag, hvor alt hvad der er på den nye tegning, som ikke var på den gamle vil være markeret med grønt. Alt hvad der var på den gamle tegning og som ikke er på den nye er markeret med rødt.

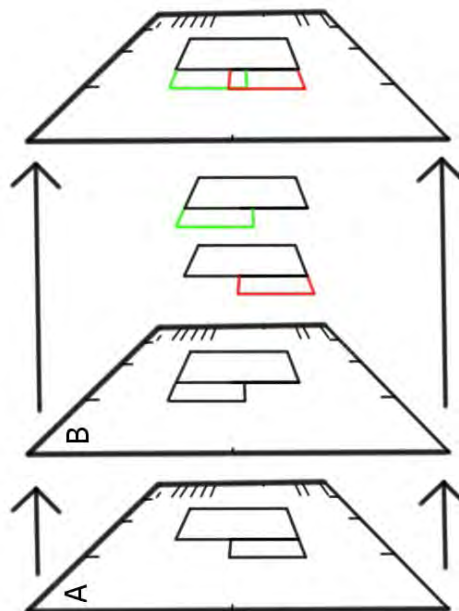


Fig. 9-11  
Metoden hvorpå Autodesk Design Review sammenligner vektorerne i tegningsfilerne

Denne funktion giver ingeniøren og konstruktøren mulighed for at tjekke de nye tegningsdokumenter med de gamle, for at kontrollere at der ikke ved en fejl er blevet ændret eller flyttet på konstruktionselementerne.

Processen tager kun ganske få minutter, men kan sikre at der ikke bliver sendt fejlbehæftede tegningsdokumenter videre fra den projekterende afdeling.

4. Ved at kvalitetssikre tegningerne digitalt giver det også mulighed for, at arkivere både de gældende tegningsdokumenter og kvalitetstjekkene i et digitalt mappesystem. Traditionelt bliver hver enkelt byggetegning printet og arkiveret sammen med et dokument indeholdende alle rettelser og en godkendelse af ingeniøren – et såkaldt kvalitetstjek. Alle disse tegninger fylder utrolig meget, koster en masse forbrug af papir og det er utroligt tidskrævende både at arkivere og finde tegningerne igen, hvis der er brug for et bestemt dokument. En digital arkivering vil gøre det nemmere at arkivere tegninger, nemmere at finde tegninger og desuden gøre det muligt at få fat i tegningerne, selvom man ikke befinder sig i den bygning, hvor tegninger er arkiverede.

#### ***Ulemperne ved brug af Autodesk Design Review***

Udover de mange gevinster, der kan opnås ved implementering af Autodesk Design Review, er der også nogle ulemper, som der skal gøres opmærksom på:

1. Størrelsen på en computerskærm kan gøre det vanskeligt at bevare overblikket over en stor arbejdstegning. Hos de medarbejdere, der er vant til at arbejde med print af tegningerne, vil det være en stor omvæltning at skulle håndtere tegningerne gennem en computerskærm.
2. Det er stadig hurtigere at lave markeringer og bemærkninger med en tusch eller kuglepen frem for en mus. Derfor skal der afsættes lidt ekstra tid til at kontrollere tegningerne digitalt. I hvert tilfælde indtil at medarbejderne har vænnet sig til at bruge programmets funktioner.
3. Sammenligningen af et revideret tegningsdokument med en tidligere udgave, kan som beskrevet før gøres i Autodesk Design Review. Den vektorbaserede sammenligning er dog en smule lavpraktisk. Programmet kan således kun sammenligne tegninger, hvis papirstørrelsen er uændret og hvis der ikke er rykket på det gældende view. Flyttes et view blot en enkelt millimeter på en tegning, så vil alle vektorer være rykket og Autodesk Design Review kan således ikke sammenligne tegningen med en tidligere version længere.

## 9.6.2 NAVISWORKS MANAGE

Navisworks Manage er et Autodesk program, der kan samle og kombinere forskellige modeller og data, lavet i BIM programmer, til en enkelt integreret projektmodel og derefter analysere modellen. Navisworks Manage kan blandt andet lavet 4D simuleringer, kollisionskontrol og kryds-tjek af tegninger og modeller [Autodesk, 2011].

Det er programmets egenskab til at kryds-tjekke digitale 2D tegningsdokumenter og 3D modeller, der gør at der vil kunne drages nytte af Navisworks Manage til kvalitetstjek og særligt koordinering af de mange tegningsdokumenter, som tilhører et byggeprojekt.

Det er først i 2012 udgaven af Navisworks serien at 2D sheets er understøttet i dwf format [Walker, 2011]. Så tidligere har det ikke været muligt at bruge Navisworks til kontrollere 2D tegningsdokumenter.

Nu hvor muligheden forefindes, giver integrationen mellem Revit Structure og Navisworks Manage et bedre overblik over alle projektets tegningsdokumenter og simplificerer koordineringen af udsendelser af revisioner.

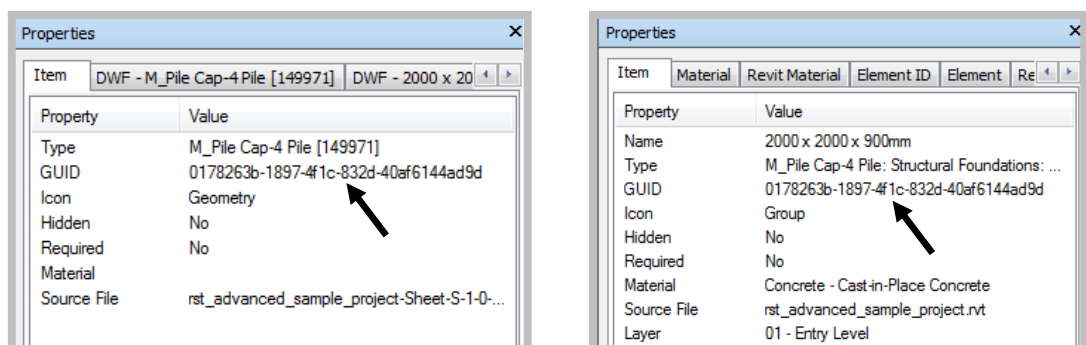
### *Kryds-tjek af tegningsdokumenter og 3D model*

I Revit Structure er det muligt at oprette ekporteringsæt. Dvs. at der kan laves en gruppe af de sheets man ønsker at eksportere. Revit Structure samler og eksporterer så de valgte sheets i en enkelt dwf-fil. Eksporteringsættet kan bestå af alt fra et enkelt sheet til en samling af alle sheets i modellen.

3D modellen kan også eksporteres fra Revit Structure. Den kan eksporteres som en dwf-fil eller en dwfx-fil som standard, men skal der eksporteres til et Navisworks filformat, skal der installeres en add-in i Revit Structure. Herefter kan 3D modellen eksporteres som en nwc-fil.

Både ved eksportering af 2D dwf-filer og 3D nwc-filer giver Revit Structure, hvert enkel objekt en unik identifikationskode kaldet GUID. Opræder et objekt på flere tegningsdokumenter vil det have den samme GUID kode på alle dokumenter.

Fig. 9-12  
GUID identifikationskoden på det samme objekt i 3D modellen og på et sheet importeret i Navisworks Manage





Når en 3D model og et sæt af dwf-filer er importeret i Navisworks Manage kan et hvilket som helst objekt markeres i enten modellen eller på et sheet. Herefter kan der spørges efter andre sheets, hvor objektet indgår. Programmet vil så søge efter passende GUID koder og derefter levere en liste indeholdende 3D modellen og alle de sheets, hvor det valgte objekt indgår [Walker, 2011].

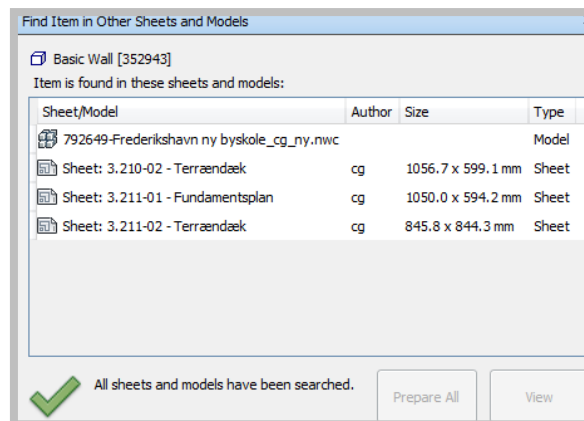


Fig. 9-13  
Liste fra Navisworks  
Manage med alle de  
sheets, hvor et udvalgt  
objekt indgår.

Til kontrol og koordinering af tegningsdokumenter er dette et utrolig godt redskab. Ved større projekter, hvor der bliver oprettet mange snit, opstalter og detaljetegninger, kan det være svært at holde styr på, på hvilke tegninger et objekt går igen. Hvis f.eks. en arkitekt ønsker at rykke en væg, så kræver det et større koordineringsarbejde, at finde alle tegninger som er berørt af ændringen, hvis det skal gøres manuelt. Er arbejdsprocessen i stedet understøttet af Navisworks Manage kan der hurtigt eksporteres et sæt af alle sheets fra Revit Structure, hvorefter det Navisworks Manage kan give en liste over de tegninger, som skal revideres.

På denne måde skabes der er et overblik over alle tegningsdokumenterne og projekteringsafdelingen sikrer sig at alle tegninger bliver opdaterede, således at der ikke bygges efter forældede tegninger.

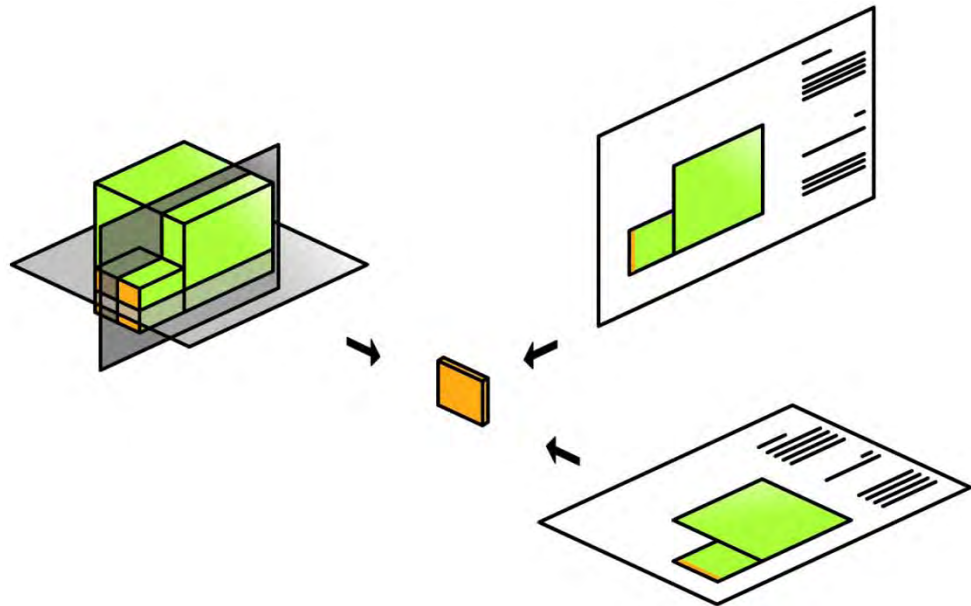


Fig. 9-14  
Illustration af krydstjek-  
funktionen i Navisworks  
Manage

## 9.7 IMPLEMENTERINGSKONCEPT

For at skabe et brugbart og sammenligneligt forsøgsresultat er implementeringskonceptet udformet med udgangspunkt i de indledende studier og analysen af arbejdsprocessen.

Målet med implementeringsforsøget er deraf at studere forhindringerne ved implementering af IKT indenfor de tre kategorier opstillet i problemstillingen:

- Kommercielt
- Psykologisk
- Teknisk

Derudover at undersøge om en implementering af IKT kan forbedre arbejdsprocessen og hvori de største gevinster ligger.

Researchmetoden til at fremskaffe de ønskede resultater er todelt og består af interviews af de implicerede medarbejdere, samt konkrete målinger af ændringer forårsaget af den implementerede IKT.

På grund af ingeniørens geografiske placering under projektet, var det allerede forudbestemt at kvalitetstjek af tegningerne skulle foregå via dwf-filer. Forsøget lå derfor i at få ingeniøren til at bruge Autodesk Design Review til at kontrollere tegningsdokumenterne og få konstruktørerne til at integrere dwf-filerne med Revit Structure, når ingeniøren havde rettet dem. Derudover skulle der også oprettes et digitalt mappesystem som kunne understøtte korrespondancen af dwf-filerne.

Gennem forløbet blev det ligeledes testet om sammenligning af tegningsrevisioner i Autodesk Design Review kunne minimere risikoen for fejl i udsendelserne og det blev testet

om Navisworks Manage kunne bruges til at koordinere og krydstjekke udsendelser af tegningsdokumenterne.

For at få de impliceredes holdning om de forhindringer, der måtte opstå i de forskellige kategorier, blev der inden implementeringsforsøget ikke lavet nogen foranstaltninger, der ville fremme implementeringen. Dvs. der blev ikke afsat ekstra tid af til at implementere den nye arbejdsproces, de ansatte fik ikke nogen oplæring i den nye IKT inden implementeringen og den digitale mappestruktur var ikke på forhånd sat op til korrespondancen mellem konstruktøren og ingeniøren.

Ved at gennemføre implementeringsforsøget efter denne strategi, var det muligt at få de implicerede parter til at forholde sig til alle tre kategorier af forhindringer, da de i løbet af forsøget ville opleve dem alle.

## 9.8 UDFØRELSE AF IMPLEMENTERINGSFORSØGET

Implementeringsforløbet blev heraf gennemført som følger, og er illustreret på figur 9-15:

Først blev den digitale mappestruktur ændret, således at der kunne køres en digital korrespondance mellem konstruktør og ingeniør.

1-2. Alle tegninger, der skulle kvalitetstjekkes blev herefter generet i Revit Structure, eksporteret til dwf og derefter gemt i digitalt i det nyoprettede mappesystem, således at ingeniøren kunne gå direkte ind og åbne dem.

3. Tegningerne blev kontrolleret af ingeniøren og fejl blev markeret direkte på dwf-filen ved hjælp af Autodesk Design Review. Herefter blev tegningerne gemt på ny i mappesystemet.

4. Konstruktøren kunne herefter importere de reviderede dwf-filer i Revit Structure og bruge dem som underlag, når 3D-modellen skulle opdateres.

5. Efter Revit-modellen var opdateret blev der printet nye dwf-filer af de relevante tegninger. Da de tidligere dwf-filer var importeret i Revit-modellen som underlag, blev alle konstruktørens og ingeniørens tidligere bemærkninger overført til de nye dwf-filer.

6. Ingeniøren kunne nu godkende tegningerne til udsendelse.

7. Inden tegningerne blev udsendt, blev de sammenlignet med tidligere revisioner ved hjælp af Autodesk Design Review. Dette blev dog gjort af undertegnede gennem størstedelen af forsøgsperioden.

8-9. Konstruktøren arkiverede de godkendte tegningsdokumenter i digitalt, hvorefter tegningerne blev sendt ud til de andre parter i byggeprocessen.

10-11. Under implementeringsforløbet blev det også testet, hvorvidt Navisworks Manage kunne bruges til at krydstjekke tegningsdokumenterne, når der blev modtaget revisioner fra andre parter. Denne test blev som i punkt 7 foretaget af undertegnede under forløbet.

Strukturen for den digitalt-understøttede arbejdsproces er dermed ikke meget anderledes end den er for den manuelle. Som beskrevet i kapitel 8.2 er der derfor ikke behov for mange nye ændringer, bortset fra at de implicerede skal lære at bruge de digitale værktøjer.

Den store forskel ligger i at digitaliseringen reducerer genindtastningerne og gør det muligt at integrere tegningsfilerne i Revit Structure. Dette betyder at risikoen for fejl reduceres og digitaliseringen minimerer papirbruget.

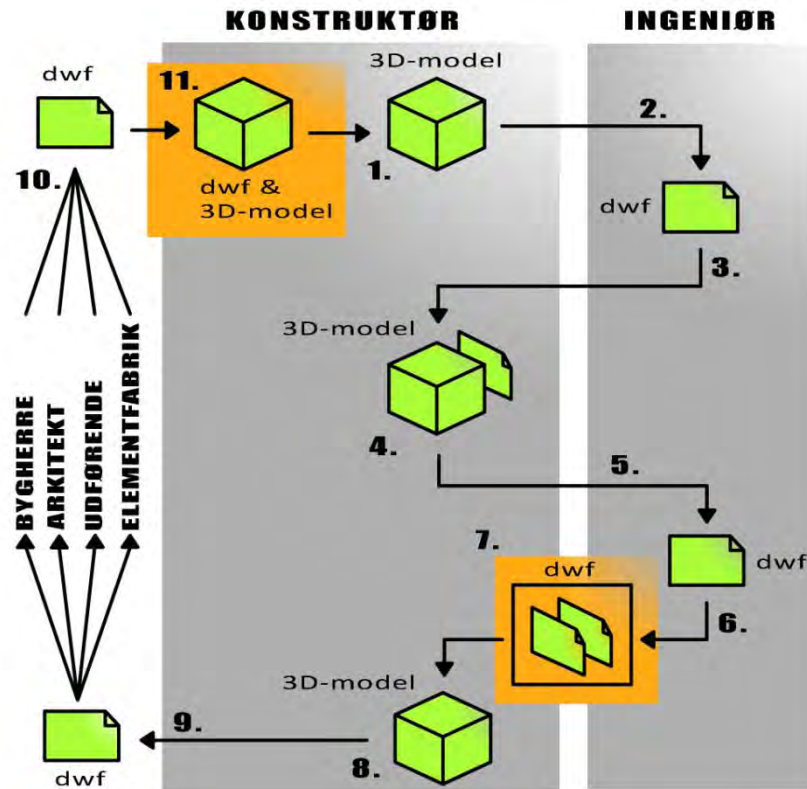


Fig. 9-15  
Den digitalt-understøttede  
kvalitetskontrol af  
tegningsdokumenter.

### Målinger:

Sideløbende med at konstruktøren og ingeniøren kvalitetssikrede tegningsdokumenterne, blev dwf-filerne sammenlignet i Autodesk Design Review.

For at teste om programmet kunne finde nogle ændringer, som ingeniøren og konstruktøren ikke så, valgte jeg i første omgang at tjekke filerne selv og så konfrontere konstruktøren og ingeniøren med mine opdagelser bagefter.

Dette blev gjort for at kunne skabe et reelt billede af, hvilken betydning en sammenligning af dwf-filerne ville kunne have.

Desuden ville evt. fejl opdaget i Autodesk Design Review bevise betydningen af programmets funktion overfor konstruktørerne og ingeniøren.

Ved at kunne vise at den implementerede IKT kan skabe forbedringer af arbejdsprocessen, er det også lettere at få dem til at tage funktionen til sig, som en del af processen.

Først til sidst i forsøgsperioden begyndte ingeniøren og konstruktøren at prøve proceduren, for at få en holdning til programmet og for at tjekke, hvor meget mere arbejdstid der gik med at sammenligne tegninger.

Målinger af ændring i arbejdstiden er lavet på baggrund af nogle simple sammenligninger af et kvalitetstjek af en tegning udført manuelt og udført i Autodesk Design Review. Derudover er målingen baseret på et interview med en konstruktionsingeniør.

Ændringen af papirforbruget er blevet udregnet ved at tælle, hvor mange tegningsdokumenter, der bliver eksporteret digitalt, som før ville være blevet printet i papirformat og derefter sammenligne resultatet med tre tidligere byggeprojekter.

Afprøvning af Navisworks Manage er prøvet sideløbende med projektet. Efter at have lavet en vejledning til brugen af programmet, som er lagt ud på AB Byggeris interne IT-blog blev programmet afprøvet og konstruktørerne på projektet blev interviewet, for at få deres holdning om funktion i programmet.

Udover målinger blev de tekniske problemer, der opstod undervejs noteret og kan ses sammen med de andre resultater i kapitel 9.

#### **Interviews:**

En stor del af forsøgsresultaterne er baseret på kvalitative interviews med de ansatte i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling. De har med deres erfaring og kendskab til byggebranchen kunne give nogle detaljerede holdninger omkring de barrierer, der opstår ved implementering af IKT, både generelt og ved dette implementeringsforsøg. Herudover har de kunne give deres mening omkring den nye IKT og beskrive, hvordan de mener at en implementeringsproces bør foregå.

Interviewene af de implicerede ingeniører og konstruktører er foretaget gennem hele implementeringsforløbet. Både før, under og efter.

# 10 FORSØGSRESULTATER

Gennem implementeringsforsøget er der via interviews, målinger og studier indsamlet data og information, omkring ændringen af arbejdsprocessen for kvalitetssikring og koordinering af tegningsdokumenter. Det er dette data og information, der udgør forsøgsresultaterne. Resultaterne er indsamlede og opstillet med udgangspunkt i problemstillingen og de indledende studier. Dette er gjort for at kunne sammenligne teorien med praksis, og derved at kunne drage nogle konklusioner på baggrund af generelle tendenser og uoverensstemmelser.

## 10.1 DE ANSATTES OG MINE ERFARINGER MED IMPLEMENTERINGSFORSØGET

### 10.1.1 KOMMERCIELT OG ORGANISATORISK

#### *Forhindringer*

På det organisatoriske plan lå forhindringerne for implementering af IKT på to områder. For det første var der et utroligt stort tidspres på sagen. Det betød at ændringen i den vante arbejdsproces i stressede perioder blev set som et irritationsmoment og en unødvendig forsinkelse af arbejdet. I nogle tilfælde resulterede det i at de ansatte valgte at lave kvalitetssikringen på den traditionelle måde på et print af byggetegningen.

En konstruktør beskrev situationen således [PDU, 2011]:

*”Tidspresset på sagen har gjort at det nogle gange har været umuligt at nå at rette tegningerne digitalt. Rette-processen tager stadig lidt længere tid digitalt og når der virkelig er stress på, så bliver tegninger rettet i hånden.”*

Det er en uholdbar situation, hvis medarbejderne føler sig nødsaget til at vende tilbage til de gamle metoder, når de føler sig presset af tiden. Det gør det svært at overbevise dem om, at de nye ændringer er til deres fordel og dermed sværere at få implementeret den nye IKT.

Det andet område, hvor der skal ske forbedringer, hvis implementering af IKT skal være en succes er i selve arbejdskulturen.

På dette projekt, såvel som på mange af de andre projekter, er den interne informationsudvikling for lav. Alle arbejder hver for sig, på hver deres facon og udveksler kun i et begrænset omfang deres viden og erfaringer.

Der er således ikke en tradition for at udveksle erfaringer omkring modelleringen af konstruktionen i Revit Structure og brugen af diverse BIM-værktøjer. Sker der en ændring i en arbejdsproces er det derfor ofte op til den enkelte medarbejder at få helt styr på, hvordan de nye tiltag fungerer.

Dette betyder at de forskellige konstruktører og designere udfører det samme arbejde, men på hver deres måde, da der ikke er lagt en fælles strategi omkring ændringerne og der ikke bliver delt erfaringer igennem forløbet.

En konstruktør sagde følgende omkring problemet [HEE, 2011]:

*” Når der laves en ændring i arbejdsprocessen som denne her, så er det vigtigt at alle medarbejderne kommer med kommentarer og feedback, hver gang de har været ude for et problem eller har opdaget en mulighed for forbedring. På den måde lærer alle medarbejderne alle programmets funktioner og den måde som processen skal forløbe på.”*

Gennem interviewene blev der klarlagt at, hvis der skal opbygges et godt fundament for implementering af IKT, så skal der arrangeres flere forberedende møder, hvor arbejdet med BIM under projekterne bliver diskuteret og tilrettelagt.

Kommentarerne omkring den manglende informationsformidling kom bl.a. på baggrund af en konkret situation under implementeringsforsøget. Her blev en nytilkommen konstruktør ikke informeret omkring mulighederne for at importere dwf-filerne i Revit Structure, før et stykke inde i projektet. Derudover var holdningen omkring den manglende planlægning, også baseret på den generelle situation i afdelingen.

Særligt var der en bekymring over at modelleringen i Revit Structure er forskellig fra person til person, og ikke er underlagt nogen særlige retningslinjer eller fremgangsmåde.

Opfattelsen blandt de interviewede var her, at der skulle holdes nogle flere planlægningsmøder og at der skulle nedskrives nogle retningslinjer for brugen af de forskellige BIM-værktøjer. Skete det ikke var der enighed om, at den fremtidige udvikling af BIM ville have svære betingelser [PDU, 2011].

Den manglende informationsudveksling gav sig også til udtryk i en spørgeskemaundersøgelse foretaget i den konstruktionsprojekterende afdeling. Her svarede 40 procent af de adspurgte at de kendte til funktioner i BIM-programmerne som ikke bliver brugt, men som vil kunne forbedre de givne arbejdsprocesser [Bilag 10].

### **Gevinster**

Forretningsmæssigt ligger den største gevinst i at den implementerede IKT har forbedret muligheden for at opdage fejl på tegningsdokumenterne inden de bliver sendt ud. Risikoen



for at en modelleringsfejl ikke bliver opdaget og dermed sendt ud til elementfabrikker og de udførende afdelinger er minimeret. Det betyder at fejlene kan blive rettet mens de stadig er på papiret frem for at de i værste tilfælde skal rettes på byggepladsen.

En af konstruktørerne beskrev fordelene ved den implementerede IKT sådan [PDU, 2011]: *”Jeg er begyndt at sammenligne dwf-filerne [i Autodesk Design Review red.] hver gang vi sender tegninger ud. Vi arbejder under et stort tidspres, så det er ofte at der er nogle små ændringer, som vi ikke opdager. Når man sammenligner tegningerne i Autodesk Design Review, kan man lynhurtigt se om der er fejl på tegningerne. Jeg har endnu ikke haft en udsendelse, hvor jeg ikke har fundet nogen småfejl.”*

Derudover mente konstruktøren at muligheden for at kryds-tjekke tegningsdokumenter i Navisworks Manage giver en ekstra sikkerhed. F.eks. ved modificeringer af objekter, der medfører ændringer på andre objekter. Her er det muligt, med den nye IKT, at se præcis hvilke objekter og tegninger, der er reviderede og det er så op til konstruktøren at tage stilling til, hvilke tegninger der bør udsendes.

Det kan være svært at måle præcis, hvor stor den økonomiske gevinst er ved at bruge de nye BIM-værktøjer i arbejdsprocessen. Tegningerne skal igennem mange hænder inden der bliver produceret ud fra dem, så evt. fejl kan nå at blive opdaget mange gange inden udførelsen. Dog skal der kun opdages en enkelt stor fejl, før den nye IKT-understøttede arbejdsproces må betegnes som en økonomisk succes.

Udover den økonomiske gevinst ligger der også en organisatorisk fordel i at lave kvalitetstjek af tegningsdokumenterne digitalt. Kvalitetssikring af tegningsdokumenter har været en af de sidste arbejdsprocesser, hvor informationen er blevet formidlet gennem 2D papirtegninger fra person til person. Det har betydet at ingeniøren og konstruktøren helst skulle befinde sig i samme lokale, når der skulle kvalitetssikres.

Ved at digitalisere processen er det nu muligt at udføre arbejdet uanset, hvor i landet de ansatte befinder sig.

I dette forsøg har det betydet at ingeniøren på projektet har, kunne sidde på kontoret i Svendborg og rette tegninger, mens konstruktøren har siddet på hovedkontoret og opdateret 3D modellen.

En fuld digitalisering af byggeprojektet giver altså en meget større geografisk frihed for de ansatte. Det betyder også at en virksomhed som AB Byggeri kan udnytte arbejdskraften meget bedre og ikke være afhængig af, hvor de forskellige medarbejdere er placeret.

### 10.1.2 PSYKOLOGISK

På det byggeprojekt som er blevet fulgt som casestudie var det fra start besluttet at tegninger til kvalitetssikring skulle sendes digitalt. Det var gjort fordi ingeniøren det meste af tiden ville befinde sig i Svendborg.

Indstillingen til at der skulle forsøges en implementering af programmer som Autodesk Design Review og Navisworks Manage til at understøtte arbejdsprocessen, var derfor overvældende positiv som udgangspunkt, da det sås som en hjælp til processen.

På trods af et positivt udgangspunkt, har der gennem implementeringsforsøget været nogle situationer, som har givet anledning til en negativ holdning hos nogle af medarbejderne. Den negative holdning har ikke direkte været henledt til brugen af de nye programmer, men ofte været et resultat af arbejdsbetingelserne omkring forsøget.

#### ***Forhindringer***

De to situationer, som har givet anledning til de største frustrationer er de to nævnte under de kommercielle og organisatoriske forhindringer.

Manglende tid og manglende information var hovedårsagerne til at der kunne opstå en negativ holdning til de nye tiltag.

Hvis der ikke er afsat tid til at de ansatte kan lære en ny arbejdsmetode, så vil der opstå stressede situationer, hvor der vil være en tilbøjelighed til at vende tilbage til de kendte og sikre metoder, som beskrevet i kap. 9.1.1.

Dette betyder at der vil opstå en negativ holdning til den nye arbejdsproces, da de ansatte føler at den giver anledning til unødige forsinkelser. Disse erfaringer vil så forplante sig og give anledning til en større negativ holdning til implementeringsforsøg generelt. Dette kan være skadeligt for udviklingen i virksomheden.

Gennem interviews og samtaler med medarbejderne på projektet kunne der spores en negativ holdning og-eller frygt for den manglende information og planlægning af brugen af BIM-programmerne .

Ud fra spørgsmål omkring informationsniveauet på implementeringsforsøget blev samtalen i flere tilfælde drejet hen på, at der generelt manglede en styring af arbejdsmetoderne i blandt andet Revit Structure.

Den manglende information og planlægning gjorde at de ansatte var usikre omkring de konsekvenser det vil give under udviklingen af et fuldt integreret byggeprojekt.

Under et interview med en konstruktør, blev der blandt andet sagt [PDU, 2011]:

*” Et problem er at alle tegner på hver deres måde i Revit Structure. Dette har ingen konsekvens nu, hvor vi kun bruger programmet til tegningsgenerering. Men når vi skal bruge 3D modellen til andre ting, så er det vigtigt at hele modellen er konstrueret korrekt. For at alle konstruktører og designere modellerer på samme måde, kræves det at der bliver lavet nogle regler og procedurer, som bliver skrevet ned.”*

Før der bliver dannet en samlet plan for udviklingen i afdelingen, og en struktur for hvordan det skal foregå, så vil kompetencer og arbejdsmetoder hos de enkelte medarbejdere gå i hver sin retning. Det vil skabe en usikkerhed om hvordan den fremtidige udvikling vil gå og frygten for konsekvenserne vil i værste tilfælde skabe en bredere negativ holdning til ændring i arbejdsprocesserne og implementering af IKT.

### **Gevinster**

Gevinsterne på det personlige plan er et resultat af de holdninger, der er blevet givet omkring implementeringen af IKT til at understøtte arbejdsprocessen.

Positive oplevelser og gode resultater kan være basis for, at den nye arbejdsproces bliver fast implementeret i hele afdelingen og at det vil være nemmere at implementere IKT i fremtiden.

Et af formålene med implementeringsforsøget har været, at udbrede en forståelse for betydningen af et integreret byggeprojekt. Det har det været vigtigt at få både konstruktører, designere og ingeniører til at se fordelene ved en IKT-understøttet arbejdsproces.

Positive udtalelser fra både konstruktører og ingeniøren kan derfor vise sig at være en stor gevinst for afdelingen, i arbejdet hen mod en øget implementering af IKT og en større interaktion af BIM-programmerne.

Ingeniøren på projektet sagde således om den nye IKT-understøttede arbejdsproces [SUA, 2011]:

*” Jeg er glad for at kvalitetssikre tegningsdokumenterne som dwf-filer gennem Autodesk Design Review. Jeg synes arbejdsprocessen er bedre sådan her end da vi brugte papir.”*

Og i et interview udtalte en konstruktør [HEE, 2011]:

*”Jeg synes at kvalitetssikringen af tegningsdokumenter skal foregå sådan på alle projekter, da der er tydelige fordele. Jeg foretrækker det frem for papir og jeg bruger stort set ikke papir tegninger mere.”*

Sammenfattet med den positive indgangsvinkel, som de ansatte havde til implementeringsforsøget, så er der på baggrund af ovennævnte udtalelser en tendens til en positiv holdning til implementering af IKT. Nu er det så op til afdelingen at udnytte denne situation og skabe en strategi og et miljø, der giver de bedste muligheder for den fremtidige udvikling af BIM.

### 10.1.3 TEKNISK

På den tekniske plan lå det klart største problem i størrelsen på computerskærmen. Både ingeniører, konstruktører og designere har gennem hele deres karriere været vant til at sidde med et print foran sig, når de har kontrolleret tegninger.

Det har således været en stor omstilling, pludselig at skulle have overblik over en hel tegning på en computerskærm. Dette resulterede også i at den nye arbejdsmetode ikke blev udført helt som ønsket af alle medarbejderne på projektet.

Blandt andet beskriver ingeniøren problemet således [SUA, 2011]:

*"I forhold til at rette tegninger på papir, så bruger jeg mere tid ved "første runde" - da jeg tit printer tegningen alligevel og retter med rød tusch, hvorefter jeg "skriver det ind" på dwf'en."*

Og en af konstruktørerne beskriver det samme problem [PDU, 2011]:

*"Skal jeg have overblikket over en større byggetegning mens jeg retter den, er jeg nødt til at printe den ud og rette den på papir. Herefter kan jeg så indtegne rettelserne på dwf-filen."*

Bliver tegningen først printet, derefter rettet på printet og først derefter rettet på dwf-filen, bliver proceduren hurtigt mere tidskrævende end nødvendigt.

En computerskærm har desværre stadig det problem, at det ikke er muligt at vise en hel byggetegning på et zoom-niveau, som kan give et detaljeret overblik over tegningen.

Det kan dog diskuteres om kontrol af tegninger på en computerskærm er en tilvænnings sag. Særligt i betragtning af at nogle af de andre medarbejdere på projektet stort set var stoppet med at bruge papir.

Ud over størrelsen på computerskærmen var der nogle få programtekniske problemer undervejs i forsøget:

Ved de første forsøg på at importere dwf-filer i Navisworks Manage, var der problemer med at objekterne på nogle af tegningerne ikke fik en GUID-kode. Det betød at det ikke var muligt at lave kryds-tjek af de tegninger, da Navisworks Manage ikke havde mulighed for at sammenligne GUID-koderne.

Der var også problemer med at eksportere en 3D model til dwf. Modellen kunne godt eksporteres, men den kunne ikke åbnes i Autodesk Design Review.

Begge problemer forekom kun på Revit-modellen for projektet i casestudiet. Ved en test af Revit-modeller på andre projekter var der ingen problemer.

Dertil kom at problemerne var forsvundet et par dage senere, da importeringen og eksporteringen blev forsøgt igen.

Der blev altså ikke fundet nogen forklaring på problemet og heller ikke på hvorfor det kun forekom på den ene Revit-model.

Det er problemer som disse, der gør at der kan skabes en utryghed omkring en øget digitalisering, da det ikke umiddelbart er til at vide, hvornår tingene vil gå galt.

På den anden side må man dog kalkulere med, at der engang imellem vil opstå problemer, når der arbejdes med IKT.

Herudover spiller problemstilling omkring de manglende retningslinjer ved oprettelse af Revit-modeller også en rolle i denne situation. Er der en generel fremgangsmåde for oprettelse og modellering af Revit-modellerne, vil alle modeller opføre sig ens og det vil dermed være lettere at redegøre for opståede problemer og finde en løsning på dem.

### ***Gevinster***

På trods af et stort tidspres under projekteringen og personlige udfordringerne med at skulle tilvænne sig brugen af computerskærmen frem for at printe tegningerne, lykkedes det at få implementeret og testet to nye BIM-værktøjer.

Den implementerede IKT modtog hovedsageligt positive kommentarer, hvilket fører til en forhåbning om at den nye arbejdsproces vil blive integreret på alle projekter.

Bliver dette tilfældet, ligger der en stor teknisk gevinst i at afdelingen har fået to BIM-værktøjer, der kan understøtte en arbejdsproces og være med til at øge kvaliteten af projekteringen.

## 10.2 RESULTATER FRA MÅLINGER

Under implementeringsforsøget blev der lavet undersøgelser og målinger af de konkrete arbejdsprocedurer, som efter implementeringen blev understøttet af de nye BIM-værktøjer. Målingerne blev udført for at få et reelt svar på, hvordan den implementerede IKT påvirkede arbejdsprocessen.

Der blev gennem implementeringsforsøget målt på følgende ændringer:

- Papirforbruget
- Arbejdstiden
- Fejl i udsendelserne

### 10.2.1 ÆNDRING AF PAPIRFORBRUG

Til beregning af det ændrede papirforbrug, er der kigget på tre byggesager ud over den, som casestudiet er tilknyttet. Dette er gjort for at have et godt sammenligningsgrundlag. Der er udelukkende kigget på konstruktionstegninger til betonelementprojekteringen, da projektgruppen, som er fulgt under implementeringsforsøget udelukkende arbejder med betonelementprojekteringen [Bilag 11].

Følgende information fra den konkrete byggesag og de tre studerede byggesager er brugt til at udregne ændringerne i papirbruget:

Data fra den konkrete byggesag:		
Areal af byggeriet	13500	m <sup>2</sup>
Antal af konstruktionstegninger der i alt skal oprettes	80	stk
Antal A1 print pr. udsendelse	0,5	stk
Antal A3 print pr. udsendelse	1	stk

Data fra de tre andre byggesager:		
Gennemsnitligt antal udsendelser af en konstruktionstegning	3,5	gange
Deraf antal af kvalitetstjek pr. tegning	3,5	stk
Antal A1 print pr. udsendelse	1	stk
Antal A3 print pr. udsendelse	2	stk

Prisdata fra reproduktionsafdelingen:		
Pris for et print af et A1 ark	14	kr
Pris for et print af et A3 ark	0,175	kr

**Gevinst på sagen**

Sættes den konkrete byggesag op mod de 3 andre byggesager kan omkostningerne sammenlignes og den samlede gevinst kan udregnes:

<b>Omkostninger ved traditionelt kvalitetstjek:</b>		
Antal tegninger	80	stk
Kvalitetstjek pr. tegning	3,5	gange
Samlet pris for print pr. kvalitetstjek	14,35	kr
Samlet omkostninger til kvalitetstjek	4018	kr

<b>Omkostninger ved under implementeringsforløbet:</b>		
Antal tegninger	80	stk
Kvalitetstjek pr. tegning	3,5	gange
Samlet pris for print pr. kvalitetstjek	7,715	kr
Samlet omkostninger til kvalitetstjek	2009	kr

<b>Reel gevinst og potentiel gevinst:</b>		
Reel gevinst (4018kr – 2009kr)	<u>2009</u>	kr
Potentiel gevinst (4018kr – 0kr)	<u>4018</u>	kr

**Potentiel årlig gevinst for den konstruktionsprojekterende afdeling**

Hvis den nye arbejdsproces bliver implementeret på alle sager i den konstruktionsprojekterende afdeling, og tages der udgangspunkt i en kvalitetssikring uden papirbrug, vil afdelingen have følgende årlig besparelse:

<b>Data om årlig antal projekterede kvadratmeter:</b>		
Gevinst pr. projekteret kvadratmeter	0,297	Kr/m <sup>2</sup>
Antal kvadratmeter der bliver projekteret årligt, i afdelingen	100000	m <sup>2</sup>

<b>Potentiel gevinst:</b>		
Antal projekterede kvadratmeter * kvadratmeter udgift	<u>30000</u>	kr

Ud af den årlige omsætning i afdelingen er dette ikke mange penge. Men ser man besparelsen fra et bæredygtigt synspunkt, så vil afdelingen årligt kunne spare 2074 print af A1 tegninger og 4148 print af A3 tegninger.

Beregningerne er lavet på baggrund af forespørgsler blandt ingeniørerne og konstruktørerne i den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri. I beregningen indgår der ikke prisen på blækpatroner, hvilket betyder at besparelsen er lavt sat.

### 10.2.2 REDUKTION AF ARKIVPLADS

Ved en digitalisering af tegningsdokumenter og dermed en digital arkivering af dokumenter og information, vil der blive frigjort et relativt stort areal i kontorlandskabet. Printede dokumenter og arbejdstegninger optager en del plads, når de skal arkiveres og det betyder at huslejen kan reduceres, hvis arkiveringen bliver digitaliseret.

Med udgangspunkt i arealanvendelsen på en enkelt etage på AB Byggeris hovedkontor, er der lavet en beregning af, hvor meget der ville kunne spares, hvis der ikke skulle bruges fysisk plads til arkivering:

<b>Arealforbrug på en enkelt etage (ekskl. gangareal):</b>		
Antal medarbejdere på etagen	60	stk.
Antal kvadratmeter pr. medarbejder ekskl. arkiveringsplads	4,6	m <sup>2</sup>
Samlet areal brugt på kontor ekskl. arkiveringsplads	276	m <sup>2</sup>
Arkiveringsplads pr. medarbejder	0,6	m <sup>2</sup>
Ekstra areal på etagen brugt til arkivering	21,5	m <sup>2</sup>
Samlet areal brugt på arkivering	57,5	m <sup>2</sup>

<b>Potentiel gevinst ved digital arkivering:</b>		
Antal ekstra kontorpladser $(57,5/4,6)m^2$	<u>12</u>	pladser
Maksimal reduktion af huslejen $100 - (276/(276+57,5))*100$	<u>17</u>	%

Dertil kommer et større arkiv i kælderen, som også ville kunne benyttes anderledes, hvis arkiveringen blev digitaliseret.

Det er altså ikke på selve printene at der er det store at spare. Derimod kan der spares mange penge årlig på husleje, hvis den fysiske arkivering forsvandt og etagearealet blev benyttet til kontorpladser i stedet.

### 10.2.3 ÆNDRING I ARBEJDSSTID

At lave en beregning af, hvor meget arbejdstid, der kan spares ved at implementere IKT til at understøtte arbejdsprocessen for kvalitetssikring af tegningsdokumenter er utrolig



vanskelig. Der er mange faktorer der spiller ind og hver enkelt måling afhænger af, hvilken person der tegner og retter, og hvor meget indhold der er på den givne tegning.

For at give et bud på den foreliggende og potentielle ændring af arbejdstiden, blev der under implementeringsforsøget lavet nogle tidsmålinger [Bilag 12].

Målingerne er taget på forsøg, hvor arbejdet er forløbet flydende, uden nogle problemer eller mindre forstyrrelser. Der er således ikke kalkuleret for problemer med printeren, evt. ophold ved kaffeøen efter papirerne er afleverede eller andre mindre tidsrøvere.

Test 1:		
Reduktion af arbejdstid pr. kvalitetstjek	5	min

Test 1 viste at der ved en digitalisering af udvekslingen af tegningsdokumenter ville kunne spares ca. 5 min pr. kvalitetstjek. En besparelse der skyldes at der ikke skulle printes tegninger, og der ikke skulle bruges tid på at aflevere dem manuelt.

Test 2:		
Gennemsnitlig reduktion af arbejdstid pr. tegning	47	sek

Test 2 viste at der ved en digitalisering af arkiveringen af tegningsdokumenterne, ville kunne spares mellem 20 sek og 75 sek pr. tegning der skal findes.

Derudover giver en digital arkivering også mulighed for at få fat i tegningsdokumenterne selvom man ikke er på kontoret, blot man har adgang til virksomhedens netværk.

Test 3:		
Gennemsnitlig forøgelse af arbejdstid pr. kvalitetstjek	7,5	min

Test 3 var en undersøgelse af forskellen på at rette en tegning digitalt og på papir. Her var resultatet at de digitale revisioner tog 5min – 10min længere tid at færdiggøre.

Ved de fleste kvalitetstjek blev der, som ingeniøren beskrev, først rettet på et print og derefter digitalt. Denne ekstra tid blev også opgjort til 5min – 10min pr. kvalitetstjek.

Det betyder at det på nuværende tidspunkt tager 5min – 10min ekstra pr. kvalitetstjek hvad enten tegningen bliver rettet direkte på dwf-filen, eller om den bliver rettet på et print først og derefter opdateret på dwf-filen.

**Reel forøgelse af arbejdstiden ved en digital kvalitetssikring:**

<b>Maksimal forøgelse af arbejdstid pr. kvalitetstjek (10-3)min</b>	<u>7</u> min
<b>Maksimal forøgelse af arbejdstiden på hele sagen</b>	<u>32</u> timer

Dette er en ret væsentlig ændring i arbejdstiden. Der er dog ikke fratrukket den tid der i alt bliver sparet ved at tegningsdokumenterne er lettere tilgængelige [SUA, 2011].

Når tilvænningsperioden for den digitale revision er ovre, vil det potentielt set ikke være langsommere at rette tegningerne som dwf sammenlignet med print.

Potentielt vil det altså være muligt at spare 5min pr. kvalitetstjek:

**Potentiel reduktion af arbejdstiden ved en digital kvalitetssikring:**

<b>Maksimal reduktion af arbejdstid på hele sagen</b>	<u>23</u> timer
<b>Maksimal reduktion af arbejdstid på i hele afdelingen</b>	<u>167</u> timer

Det er vigtigt at pointere at tallene er baseret ud fra få tests og derfor ikke er fuldstændigt retvisende. Der er mange faktorer der kan spille ind, og derfor skal resultatet også ses som en potentiel forbedring, ved en fuldkommen udnyttelse af den implementerede IKT.

**10.2.4 FEJL FUNDET VED SAMMENLIGNINGER I AUTODESK DESIGN REVIEW**

Gennem hele implementeringsforsøget blev alle dwf-filer tjekket i Autodesk Design Review efter ingeniøren og konstruktøren havde færdiggjort kvalitetssikringen. Dette blev gjort for at teste, hvor mange ting der slap igennem en manuel kvalitetssikring, men som vil blive fanget af en digital kontrol.

Der var under implementeringsforsøget fire udsendelser af tegningsrevisioner. Ved alle fire udsendelser blev der fundet små fejl og ændringer, som ikke var blevet markeret med en revisionsky eller som ikke var opdaterede.

Der blev ikke opdaget nogen markante fejl, men de fejl der blev fundet ville stadig kræve en del arbejdstid at skulle opdatere senere hen i projektforløbet [Bilag 13].

**Fejl fundet vha. "compare sheets"-funktionen i Autodesk Design Review:**

**Manglende overskrifter i tegningshovedet i alle tegninger ved en udsendelse**

**To bjælketyper var ændret uden at det var blevet markeret (elementfabrikken var dog klar over at alle bjælkerne af den givne type skulle ændres)**

**Kote og målsætning på flere dørhuller manglede på en tegning**

Som skrevet var fejlene ikke markante, men testen viste at det er umuligt at holde styr på alle de ændringer der forekommer på en tegning, hvis man ikke har digital hjælp.

Autodesk Design Review er ekstremt simpelt og lige til at gå til. Derfor tager det ikke mange minutter at tjekke alle tegningerne igennem inden en udsendelse og de ekstra minutter kan være givet rigtig godt ud.

### 10.3 DELKONKLUSION

På baggrund af de målinger og interviews, som er foretaget gennem implementeringsforløbet kan nedenstående udledes:

Implementering af IKT skal, inden det påbegyndes, medregnes i tidsplanen, da nye arbejdsprocedurer kræver en tilvænningsperiode. Der skal desuden laves en strategi for udviklingen af BIM i afdelingen, for at skabe et fælles mål og en fælles fremgangsmåde.

Sker dette og bliver der for alvor etableret en arbejdskultur, hvor videndeling er i højsædet, så er der potentiale for at opnå en øget integrering af byggeprojektet. En integrering, som vil medføre et byggeri i højere kvalitet og en reduktion af udgifter som følge af fejl i udførelse.

Ses der blot på dette mere lavpraktiske implementeringsforsøg, så kan det potentiel sikre forbedringer på følgende områder:

#### Potentielle forbedringer:

- |  |                  |
|--|------------------|
| - Årlig besparelser på print                             | <u>30000</u> kr  |
| - Årlig besparelser på arbejdstid                        | <u>167</u> timer |
| - Minimering af utilsigtede fejl i tegningsudsendelserne |                  |

Dertil kommer at en digital arkivering vil kunne sænke huslejen for afdelingen med 17 %

# 11 DISKUSSION

Det foreliggende speciale har gennem et indledende studie og et efterfølgende casestudie, undersøgt de forhindringer og gevinster der opstår ved implementering af IKT. Dertil er der studeret hvilke muligheder, der foreligger ved en digitaliseret arbejdsproces, samt hvilke rolle- og kompetenceområder, der bør forandres i arbejdet hen mod en modelbaseret arbejdsproces.

Nærværende diskussion vil behandle implementeringsforsøget og de metoder der blev brugt til at opnå resultaterne. Dernæst vil resultaterne fra implementeringsforsøget blive studeret, og den digitalt-understøttede arbejdsproces vil blive sammenholdt med den traditionelle manuelle arbejdsproces og den fremtidige modelbaserede arbejdsproces. Herefter vil det diskuteres, hvorfor udviklingen ikke er nået længere på trods af det store økonomiske potentiale.

Til sidst vil relevansen af casestudiet og implementeringsforsøget blive diskuteret, i henholdt til den konstruktionsprojekterende afdeling i AB Byggeri og i henholdt til danske entreprenørfirmaer generelt.

## 11.1 FORSØGSMETODE OG RESULTATDOKUMENTATION

Implementeringsforsøgets hovedformål har været at klarlægge nogle af de forhindringer, der opstår når nyt IKT skal implementeres. Samtidigt har det været vigtigt at implementeringen af IKT skulle vise en konkret effekt og ikke blot være et studie af potentialer.

For at skabe et brugbart resultat er informationerne under implementeringsforsøget indsamlet gennem en kvantitativ spørgeskemaundersøgelse, kvalitative interviews og reelle målinger. Denne metode har bevirket at det har været muligt at skabe et helhedsbillede, og samtidigt få nogle dybdegående holdninger og konkrete effekter af forsøget.

Selve implementeringsforsøget foregik i AB Byggeris konstruktionsprojekterende afdeling og på det aktuelle projekt, var der under implementeringsperioden tilknyttet fire konstruktører og en ingeniør. Projektet var utroligt tidspresset, men alle medarbejderne stillede gerne op til interviews, når det var muligt. Dog gjorde ingeniørens geografiske placering det lidt svært at lave interviews. Derfor foregik korrespondancen via mail i nogle tilfælde.

Med en besvarelsesprocent på 60% af spørgeskemaundersøgelsen og flere kvalitative interviews af erfarende medarbejdere, giver informationerne fra interviewdelen af resultatindsamlingen et meget veldokumenteret billede af medarbejdernes holdninger til forsøget og implementering af IKT generelt.

Målingerne der blev gennemført under implementeringsforsøget, har ikke det samme dokumentariske niveau som interviewene og spørgeskemaundersøgelsen. Dette skyldes at det ikke har været muligt at lave nok målinger af de forskellige arbejdsprocedurer, hvilket har betydet at resultaterne skal betragtes som estimater og ikke et eksakt facit.

På baggrund af de skøn som er gjort under målingerne, vil det ikke være pålideligt at de alene skulle danne grundlag for konklusionerne givet i dette speciale. Men kombineret med de dybdegående interviews og en spørgeskemaundersøgelse giver de et godt billede af forhindringerne og gevinsterne ved en digitalisering af informationsudvekslingen.

## 11.2 ARBEJDSPROCESSEN

På nuværende tidspunkt har implementeringen af IKT betydet at manuelle udvekslinger og print af papir er bortskaffet. Dette giver en langt større geografisk frihed for både ingeniøren og konstruktøren.

De mange genindtastninger er også reducerede og det er blevet muligt for konstruktøren at integrere tegningerne i BIM-modellen, hvilket minimerer risikoen for fejl i arbejdsprocessen.

På grund af et stadigt behov for tilvænnning betyder det at arbejdstiden hos ingeniøren ved første gennemgang er længere end normalt. Dog reducerer digitaliseringen af tegningsdokumenterne arbejdstiden for konstruktøren og for ingeniøren ved den sidste kontrol. Der er således et potentiale for en samlet reduktion af arbejdstiden, når tilvænningsperioden er slut.

Analyseres den nye arbejdsproces er der ikke sket nogle ændringer i selve proceduren for kvalitetssikringen. Den implementerede IKT har gjort det muligt at digitalisere tegningsdokumenterne og integrere de forskellige BIM-værktøjer. Tegningerne skal således stadigvæk igennem den samme proces, men kvaliteten, materialeforbruget og arbejdstiden har set en effekt.

Dannes der et samlet overblik over gevinstområderne, så giver den IKT-understøttede arbejdsproces potentielt set ikke så store gevinster for den konstruktionsprojekterende afdeling. Der er en vigtig psykisk gevinst ved at de fleste implicerede medarbejdere under forsøget var glade for den nye IKT og følte at arbejdet gik hurtigere. Men ses der helt

nøgternt på arbejdsprocessen, så vil forøgelsen af IKT til at forbedre kvalitetsikringen også forlænge den tid det tager at kvalitetssikre. I hvert tilfælde så længe at kvalitetssikringen ikke er integreret i et BIM-program.

Før der for alvor kan komme en ændring af proceduren så kvalitetskontrollen foregår direkte i BIM-modellen kræves det at der udarbejdes en udviklingsstrategi, hvor der bliver gjort op med de traditionelle roller og kompetenceområder, således at ingeniøren opnår kompetencer til at betjene en 3D BIM-model.

Det er altså nødvendigt at gå fra niveau 2 til niveau 3, som beskrevet i kapitel 6.3, før der for alvor kan ses en effekt. Når det for alvor begynder at ske, og informationsudvekslingen bliver modelbaseret, vil det betyde at det bliver meget nemmere at sammenholde information fra de forskellige parter under projekteringen, hvilket vil resultere i færre fejl og en mere nøjagtigt økonomi.

Så længe at informationsudvekslingen er dokumentbaseret vil det kun være muligt at optimere til en hvis grænse, og kvalitetsikringen vil kun bestå i en kontrol af det enkelte dokument. Men når informationsudvekslingen bliver modelbaseret er det muligt at sammenligne arkitektmodeller, MEP-modeller, mængdeudtræk og FEM-modeller i en samlet BIM-model og dermed kontrollere at alt passer sammen.

Sker dette vil ligge der en stor potentiel gevinst især i den udførende afdeling, men også hos parterne i den projekterende fase.

### 11.3 DET UFORLØSTE POTENTIALE

- COWI estimerer at der er en samlet gevinst på ca. 2,5mia kroner årligt for den private byggesektor, ved en fuld integrering af BIM. Samtidigt er gevinsten for en digitalisering blot 50mio årligt
- Erhvervs- og Byggestyrelsen konstaterer at fejl og mangler, der kan henføres til projekteringsfasen årligt, giver omkostninger på 312mio kroner på danske byggerier.
- Den interne konsulent i AB Byggeri vurderer at udgifterne til fejl i udførelsen ligger mellem 10% og 50% af de samlede omkostninger.
- Virksomhedsanalysen af AB Byggeri viste at der er store økonomiske besparelser i udførelsen, hvis fejl og beslutninger blev afklaret under projekteringen.

- Samtidigt er den nuværende konkurrence mellem bygge- og anlægsvirksomheder større end nogensinde og de danske entreprenører taber projekter til de store udenlandske koncerner.

Der er dermed rigeligt med anledninger til at satse mere på innovation og udviklingen af en modelbaseret informationsformidling, især hos de danske entreprenørfirmaer. Alligevel er udviklingen begrænset og der er således stadig informationsudvekslinger, der stadig foregår manuelt.

Men hvorfor ses der ikke større fremskridt og hvorfor satses der ikke mere på BIM, når nu potentialet foreligger?

Ud fra studierne og resultaterne fra dette projekt, kan der henledes til følgende forklaringer:

1. Der er ingen der for alvor tør tage førerstokken. Virksomhederne står altså hele tiden overfor ukendte territorier, og da der ofte ikke er nogen eksempler på, hvordan en ændring af en arbejdsproces er gået, frygtes det ukendte. Det betyder at der ikke bliver satset på BIM før der kommer et decideret krav fra en bygherre, som eksemplet med Det Digitale Byggeri.
2. Der mangler BIM-kompetencer blandt de ansatte. BIM er stadigvæk mest af alt 3D modellering og anses for et arbejdsområde tilhørende konstruktørerne. Informationsniveauet i 3D modellen er efterhånden ved at stige, men så længe det kun er konstruktørerne der besidder de nødvendige kompetencer er det svært at have en modelbaseret informationsudveksling.
3. Der er stadig en usikkerhed tilknyttet filformatet IFC og de applikationer, som skal understøtte udvekslingen af modelfiler. Det indebærer at der ikke er tiltro til informationsformidlingen, hvilket betyder at modellen i nogle tilfælde bliver konstrueret på ny i stedet for at blive udvekslet digitalt.
4. Mange af BIM-programmerne er ikke 100% tilpasset til de funktioner, som de enkelte firmaer vil benytte dem til. Derfor kræves der et større eller mindre arbejde med at få programmeret og indstillet programmerne til at virke som de skal. I nogle tilfælde kan denne proces være langvarig og kompliceret og dermed forsinke implementeringen af BIM-programmet.
5. Sidst men ikke mindst mangler der en overordnet strategi fra ledelsen. Den økonomiske gevinst ligger hovedsageligt i udførelsen, hvilket betyder at de ressourcer der bruges i projekteringen skal ses som en investering. Bliver afdelingsledere og medarbejdere i den projekterende afdeling ikke belønnet for denne ekstra indsats vil den ikke blive effektueret. Der skal laves en plan for de organisatoriske og ressourcemæssige ændringer før der for alvor er mulighed for at arbejde med en ide om et integreret byggeprojekt.

Der er følgelig store potentialer for integrering af BIM men også mange barrierer, der står i vejen før at potentialet bliver forløst.

#### 11.4 RELEVANSEN AF CASESTUDIET OG IMPLEMENTERINGSFORSØGET

I BIM sammenhæng var implementeringsforsøget tilknyttet casestudiet rimelig lavpraktisk. Forsøget gik i al enkelthed ud på at ændre arbejdsprocessen for kvalitetstjek af tegningsdokumenter gennem implementering af IKT. Det var således ikke et forsøg på at skifte 2D tegninger ud med 3D modeller, eller øge informationsniveauet i BIM-modellen. Forsøget var i højere grad basis for at studere selve implementeringsforløbet, for herved at kunne klarlægge de metoder og strategier, der bør anvendes ved ændring af arbejdsprocesser som følge af integrering af IKT.

For den konstruktionsprojekterende afdeling ligger de væsentlige aspekter af casestudiet og implementeringsforsøget derfor i redegørelsen af de barrierer, som på nuværende tidspunkt står i vejen for en større udnyttelse af potentialet ved BIM.

Forhindringer som tidspres på projekterne, tilvænningsperioder og tekniske mangler i softwaren vil opstå under alle implementeringsforløb, så en klarlægning af disse forhindringer og en strategi for at løse dem, vil være til gavn for afdelingen i arbejdet mod en integreret projektering.

For hele AB Byggeri som virksomhed har casestudiet og implementeringsforsøget fremhævet de gevinster der ligger i udførelsen, hvis kvaliteten af projekteringen bliver forbedret.

Det er blevet påvist at der ligger et stort potentiale i at genbruge data og minimere manuelle udvekslinger, men også påpeget at der er behov for et overordnet strategisk overblik og udvikling af kompetencer og roller, hvis der skal opnås et integreret byggeprojekt og ikke blot integrerede arbejdsprocesser.

Ses der på den generelle situation i den danske byggebranche, så viser både de indledende studier og casestudiet at de danske entreprenørfirmaer er under pres. Der er brug for udvikling og innovation for at forbedre produktiviteten, men det vil komme til at foregå under svære forhold på ofte meget tidspressede projekter.

Det er derfor vigtigt at der fra øverste ledelse gives grønt lys til udvikling af BIM, da der ellers ikke vil blive afsat tid og økonomi til det. Og så kan et implementeringsforsøg som dette, på trods af sin størrelse, måske være med til at bevise, at der ikke nødvendigvis behøver at være en ambitiøs bygherre før der bliver arbejdet med BIM, men at en innovativ udviklingsstrategi, kan give et forspring og en økonomisk gevinst på længere sigt.



# 12 PARADIGME FOR IMPLEMENTERING AF IKT

På baggrund af de indledende studier og casestudiet, opstilles der i dette kapitel et koncept for implementering af IKT. Konceptet vil tage udgangspunkt i den konstruktionsprojekterende afdeling, men da udviklingen af BIM vil have en effekt på hele virksomheden og dens struktur skal en hensigtsmæssig implementeringsmetode have fokus på hele organisationen.

## 12.1 FORUDSÆTNINGER FOR SUCCESFULD IMPLEMENTERING AF IKT

For at opnå en succesfuld udnyttelse af virksomhedssystemer er der nogle faktorer, som er udslagsgivende for, hvordan implementeringen af IKT vil forløbe [Nah, 2001].

De faktorer der berører emner bearbejdet i dette speciale og derfor har særlig relevans for en succesfuld implementering af IKT, er opstillet nedenfor:

**Forandringskultur** – Det er vigtigt at de ansatte i afdelingen er åbne overfor forandringer og nye tiltag. Dette sker bedst ved at ledelsen sørger for at få kommunikeret alt information ud til de ansatte, således at der ikke opstår usikkerhed eller frygt omkring forandringerne forårsaget af uvidenhed.

**Opbakning fra ledelsen** – Ledelsen skal under hele implementeringen støtte op om projektet. På den måde undgås det at der opstår tvivl om visionen, og en eventuel ændring af strukturen vil kunne ensrettes ned gennem hele organisationen.

**Forretningsplan** – Der skal gennem hele forløbet være en klar strategi for implementeringen, således at der er taget højde for ændringer i økonomi og ressourcer, samt de eventuelle risici, det vil medføre at ændre i arbejdsprocessen.

**Kommunikation** – Det er vigtigt for ledelsen at få kommunikeret målet for implementeringen ud til de ansatte. Under implementeringsforløbet er det endvidere vigtigt at de ansatte kommenterer på den implementerede IKT og den ændrede arbejdsproces, så funktionaliteten kan optimeres.

**Kompetencer** – Gennem uddannelse og workshops skal de ansatte opnå de rigtige kompetencer. Derved opnås en højere viden omkring fordelene ved ny IKT og implementeringsprocesserne vil ikke have så store tidsmæssige omkostninger på projekterne.

**Udviklingsansvarlig** – Hvis der for alvor skal sættes på innovation skal der udvælges en eller flere, som får ansvaret for udviklingen. Ved at udnævne en leder, vil der være en som kan opstille krav til forandringer og legitimere at der bruges ressourcer på fornyelse. På den måde ligestilles udvikling med alle de andre områder af afdelingens arbejde, og er dermed ikke underlagt projektspecifikke ønsker.

**Delmål** – Udviklingen skal hele tiden evalueres og der skal opstilles delmål så afdelingen sikrer sig, at der bliver ved med at være fremdrift.

**Relation mellem ønsker og evner** – Programmets egenskaber såvel som de ansattes evner skal stemme overens. Der må ikke opstå skrid mellem ledernes intentioner med programmerne og de ansattes formåen, da det kan besværliggøre implementeringsprocessen.

**Sikkerhed for kvaliteten af informationsudvekslingen** – Pga. det store ansvar, der ligger hos de forskellige parter under et byggeri, bliver der ikke taget chancer med applikationer og filformater, hvor der er den mindste risiko for fejl ved filoverførsler. Det betyder at både entreprenørfirmaet, men også softwareudbydere, skal arbejde hen i mod at skabe bedre muligheder for informationsudvikling via IKT, gennem applikationer, filformater og arbejdsprocesser.

Opfyldes disse betingelser har implementeringen af IKT gode forudsætninger for at blive gennemført med succes.

Det er dog ikke nok at have opfyldt ovennævnte betingelser. Det er også nødvendigt at lægge den rigtige strategi for implementering af IKT.

## 12.2 STRATEGI FOR IMPLEMENTERING AF IKT

I teorien arbejdes der med tre strategier for implementering af IKT [Gebauer, 2007]:

1. Big Bang – De nye systemer bliver implementeret fra den ene dag til den anden.
2. Gradvis implementering – Implementeringen sker trin for trin.
3. Parallel indlæring – Den nye IKT læres mens den gamle stadig er i brug.

Valget af strategi er afgørende for implementeringen og er med til at fastlægge tidshorisonten og kompleksiteten af forløbet.

Før der vælges en implementeringsstrategi skal der tages højde for følgende[Gebauer, 2007]:

- Den tekniske modenhed hos de implicerede
- Er det muligt at få den nødvendige hjælp, hvis der skulle opstå problemer
- Hvor stort er omfanget af implementeringen
- Hvor kompleks er implementeringen
- Hvad er de interne risici ved implementeringen
- Hvad er de eksterne risici ved implementeringen

Hvert eneste program eller system skal analyseres, og der skal tages højde for de ovennævnte faktorer før implementeringsprocessen sættes i gang.

Tages der udgangspunkt i implementeringsforsøget tilknyttet casestudiet i dette speciale, kan det konkluderes at en Big Bang var den rigtige strategi i overgangen fra niveau 1 til niveau 2 [se kapitel 5.3].

Dette skyldes at kompleksiteten af den implementerede IKT ikke var særlig stor. Dette betød at der ikke var de store interne og eksterne risici ved implementeringen, og det var samtidigt muligt at få fat i den nødvendige hjælp.

Grunden til at der til tider opstod forhindringer under implementeringsforløbet, var hermed ikke en forkert implementeringsstrategi, men skyldtes at nogle af forudsætningerne for en succesfuld implementering ikke var opfyldt.

Ses der på udviklingen fra en dokumentbaseret informationsudveksling til en modelbaseret informationsudveksling skal implementeringsforløbet andre forudsætninger og strategien skal dermed ændres.

I denne situation vil der være behov for oprustning af kompetencer og en detaljeret analyse af, hvilke risici det vil have på de projekter, som indgå som pilotforsøg. Det vil dermed være at foretrække at vælge en gradvis implementering. Dvs. at der trin for trin lægges information over i BIM-modellen, som før blev håndteret gennem dokumenter.

### 12.3 FORSLAG

På baggrund af casestudiet og de teoretiske fremgangsmåder er det forsøgt at opstille en strategi for en virksomhedsspecifik implementering af IKT-understøttede arbejdsprocesser.

Først og fremmest skal der laves et mål og delmål for udviklingen. Disse mål skal ikke kun være bestemt af ledelsen, men være baseret på samtaler mellem alle parter i

projekteringen, således at der er en fælles strategi ud fra ønsker, behov og potentialer i de forskellige afdelinger.

Det nytter ikke at have et endeligt mål der hedder integreret BIM, hvis ikke planlægningen gøres målbar og håndgribelig for alle implicerede afdelinger og medarbejdere.

Der skal lægges en økonomisk strategi så udgifter i projekteringsfasen bliver indregnet som en investering rettet mod besparelser i udførelsen.

Der skal udpeges en eller flere i afdelingerne, som skal have ansvar for udviklingen og ansvar for at de forskellige delmål bliver nået.

Forøgelsen af informationsniveauet i BIM-modellerne skal planlægges og strømlines. På den måde ved alle de implicerede, hvordan de skal håndtere BIM-modellen, og hvordan den skal opbygges.

Der skal udvælges programmer, hvor det er muligt at lave aftaler med udbyderen, således at eventuelle afvigelser i programmets kapacitet kan blive opdateret i nye udgaver. Der vil altid opstå afvigelser mellem konkrete behov og BIM-programmernes egenskaber. Derfor er det vigtigt, at der gennem softwareudbyderen, er mulighed for at få hjælp til at ændre i programmets kapacitet.

Implementering af IKT skal ske gradvist, da de rigtige kompetencer skal opbygges. Der skal derfor udvælges ansatte, som brænder for innovation og fornyelse. Disse ansatte skal være de første til at afprøve de nye arbejdsprocesser på strategisk udvalgte pilotforsøg.

Ved at udføre pilotprojekter opnås der en større viden om den implementerede IKT og den nye arbejdsproces. Dermed er det lettere for virksomheden at planlægge den videre implementering. Samtidigt kan der redegøres for hvilke tekniske og organisatoriske modifikationer der skal laves, før at den implementerede IKT fingerer perfekt.

Gør brug af sidemandsoplæring og interne workshops. Det kan forøge kompetencerne og viden omkring de muligheder der foreligger. Dermed gøres BIM mere håndgribeligt for de ansatte og det kan være med til at skabe en mere innovativ kultur i afdelingerne.

## 13 KONKLUSION

På trods af markedsanalyser viser store økonomiske gevinster ved implementering af informationsteknologi og en forøgelse af informationsniveauet i BIM-modellerne, er udviklingen begrænset og byggebranchen står stadig med et stort uforløst potentiale. I den konstruktionsprojekterende afdeling bruges 3D modellering således stadig mest af alt til tegningsgenerering, og på mange områder er den interne og eksterne informationsudveksling stadig dokumentbaseret.

Den langsomme udvikling skal ses som et resultat af de barrierer, der opstår før og under implementeringen af IKT-understøttede arbejdsprocesser, hvilket begrænser forudsætningerne for en succesfuld implementering.

Forhindringerne for implementering af IKT kan deles op i tre kategorier, som er kommercielt, psykologisk og teknisk.

Gennem et implementeringsforsøg, et studie af litteratur, interviews med medarbejdere i AB Byggeri og egne erfaringer, har det vist sig at barriererne ved implementering af IKT i størstedelen af tilfældene, opstår på grund af en manglende eller utilstrækkelig implementeringsstrategi.

En implementeringsstrategi skal blandt andet tage hånd om:

- Tekniske kompetencer,
- Aftaler med softwareudbydere om supervisering og modificeringer af BIM-programmerne
- En tidsplan der gør det muligt at indkøre nye IKT-understøttede arbejdsprocesser
- Sammenhæng mellem brugernes ønsker og softwarens egentlige kapacitet.

Dette er nødvendige forudsætninger for at der kan skabes en succesfuld implementering af IKT og nødvendigt i udviklingen mod en fuldstændig modelbaseret byggeproces.

Implementeringsforsøget tilknyttet casestudiet har vist at det på trods af forhindringerne er muligt at implementere IKT til at understøtte en arbejdsproces uden en detaljeret strategi. Dette kan dog kun gøres så længe at informationsudvekslingen forbliver dokumentbaseret og der derfor ikke skal ændres i selve arbejdsprocessen.

Skal der derimod udvikles en modelbaseret informationsudveksling og en integrering af BIM kræver det at alle forudsætninger for implementering bliver mødt og at der fra top til bund i virksomheden indføres en implementeringsstrategi.

Både litteraturen og resultater fra implementeringsforsøget viser at der kan opnås økonomiske gevinster, hvis informationsudvekslingen i byggeprocessen bliver digitaliseret og modelbaseret.

Særligt kan entreprenørfirmaer med både en projekterende og en udførende afdeling hente store gevinster, ved at investere flere ressourcer i kvaliteten af projekteringsmateriale, for på den måde at minimere de store udgifter til fejl i udførelsen.

# 14 PERSPEKTIVERING

*“Building modeling software includes placement and composition rules that can expedite the generation of standard or pre-defined construction documentation. This provides the option of both speeding up the process and enhancing quality. Construction modeling is a basic strength of current BIM authoring tools. Today, the primary product of this phase is construction documents. But this is changing. In the future, the building model itself will serve as the legal basis for construction documentation.” [Eastman, 2008]*

Perspektiveringen vil med udgangspunkt I arbejdsprocessen tilknyttet implementeringsforsøget se på de fremtidige muligheder, der ligger i arbejdet med BIM og diskutere, hvorledes den konstruktionsprojekterende afdeling kan bevæge sig fra niveau 2 til niveau 3 med reference til kapitel 5.3.

Sættes kvalitetskontrollen af bygningen i et lidt større perspektiv, så der både kigges på kontrollen af konstruktionerne, installationer og arkitekturen ligger den nuværende informationsudveksling et sted mellem en dokumentbaseret og en modelbaseret udveksling, som vist på figur 14-1 og 14-2.

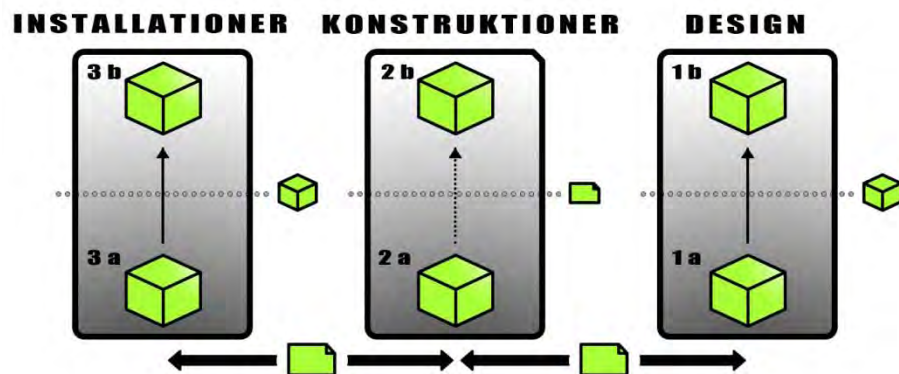


Fig. 14-1  
Eksempel på en dokumentbaseret informationsudveksling

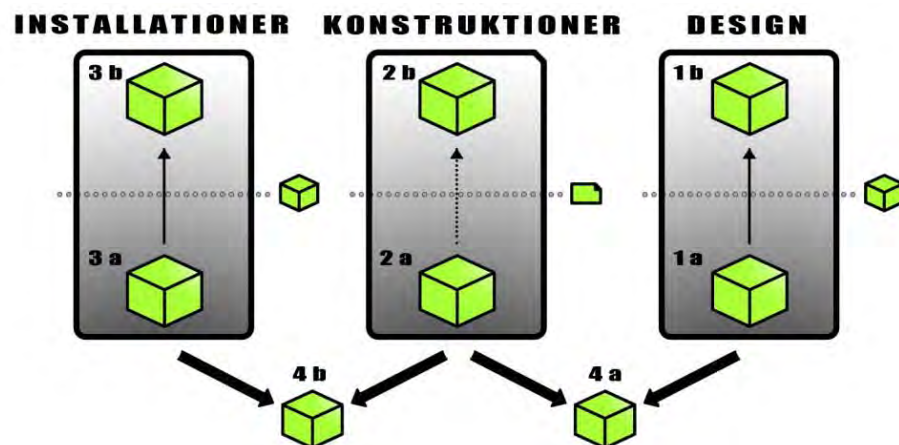


Fig. 14-2  
Eksempel på en modelbaseret informationsudveksling

Nummeroversigt	
<b>1a</b>	Arkitektens hovedmodel – ex. Revit eller ArchiCad
<b>1b</b>	Visualiseringsværktøj – ex. 3D StudioMax eller Maxwell
<b>2a</b>	Konstruktions hovedmodel – ex. Revit eller Tekla
<b>2b</b>	FEM-simuleringsværktøj – ex. Robot, StruSoft eller Staad Pro.
<b>3a</b>	Installations hovedmodel – ex. Revit eller ArchiCad
<b>3b</b>	Indeklima-simuleringsværktøj – ex. IESVE, BSim eller LightCalc
<b>4a</b>	Kollisionskontrol – ex. Revit eller Solibri
<b>4b</b>	Kollisionskontrol – ex. Revit eller Solibri

Ovennævnte BIM-programmer er noget af det mest benyttede IKT på nuværende tidspunkt. Informationsudviklingen mellem de tre parter er stadig ikke helt gået over til at være modelbaseret og kollisionskontrol foregår heller ikke på alle projekter.

Kontrollen af de forskellige 3D modeller ligger således stadig hos de enkelte parter og informationen bliver så udvekslet via dokumenter og 3D modeller. Der er på nuværende tidspunkt, det samme samspil, som der altid har været mellem parterne og selvom udvekslingen af 3D modeller er blevet mere og mere udbredt, foregår den endelige kontrol stadig på tegningsdokumenterne.

Næste skridt nu bliver at få forbedret den modelbaserede informationsudveksling mellem parterne og samtidig gøre brug af nogle BIM-værktøjer, som kan samle og kontrollere de forskellige BIM-modeller i et program.

Ved at skabe et større sammenhæng mellem de forskellige BIM-modeller og sikre at de altid er opdaterede, vil det også være muligt at inddrage flere parter, som vil have gavn af den samlede information og den modelbaserede informationsudveksling.

For at det vil kunne ske vil det kræve et af følgende tre scenarier følgende:

- Softwareproducenterne begynder at satse mere på IFC-filformatet og sørger for at filerne læses uden risiko for fejl.
- Softwareproducenterne begynder at lave programmer, der kan læse konkurrenternes filformat.
- De applikationer, der kan installeres så 3D modeller kan overføres til andre programmer simplificeres og effektiviseres.

Derudover vil det som beskrevet i kapitel 12 kræve nogle strukturelle og kompetencemæssige ændringer.



En model for hvad vi så småt er begyndt at se inden for informationsudveksling er illustreret på figur 14-3.

De forskellige parter har mulighed for at hente de andre BIM-modeller ind som referencer og samtidigt bliver der lavet kollisionstjek af en samlet model i et andet BIM-program.

Ved hurtigere at kunne skabe en konstruktionsmodel ud fra arkitektens 3D-model, er det nu muligt for tilbudsafdelingen at hente information til deres kalkulationsværktøj. Derudover betyder en sammenføring af MEP-modellen og konstruktionsmodellen at det er muligt for de udførende at lægge en nøjagtig tidsplan for byggeprocessen.

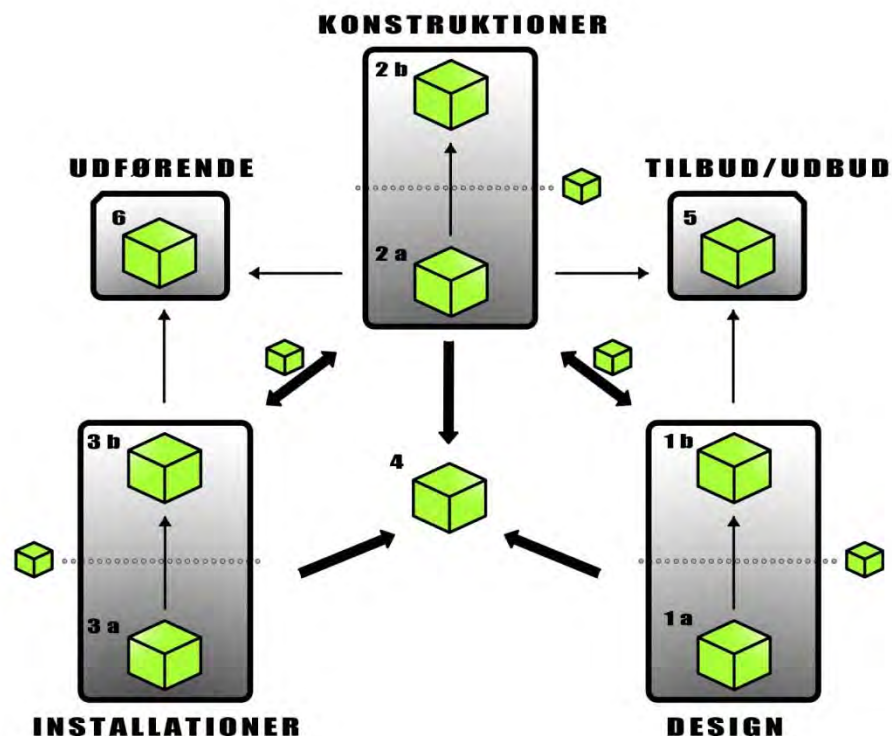


Fig. 14-3  
 Eksempel på en avanceret  
 modelbaseret  
 informationsudveksling

Nummeroversigt	
1a	Arkitektens hovedmodel – ex. Revit eller ArchiCad
1b	Visualiseringsværktøj – ex. 3D StudioMax eller Maxwell
2a	Konstruktions hovedmodel – ex. Revit eller Tekla
2b	FEM-simuleringsværktøj – ex. Robot, StruSoft eller Staad Pro.
3a	Installations hovedmodel – ex. Revit eller ArchiCad
3b	Indeklima-simuleringsværktøj – ex. IESVE, BSim eller LightCalc
4	Kollisionskontrol – ex. Navisworks Manage eller Solibri
5	Kalkulationsværktøj – ex. Sigma
6	Tidsplanlægning – ex. Navisworks Manage

Længere ude i fremtiden kunne det forestilles at alle informationer blev samlet i én database og de forskellige parter kunne så udtrække den information, som de har brug for til deres respektive BIM-værktøjer.

Dette vil dog kræve nogle helt nye retningslinjer for fastsættelse af ansvar og kontrol af den samlede database.

Det er måske utopi at forestille sig alt information samlet ét sted, men der er om ikke andet, mange interne og eksterne arbejdsprocesser, som vil kunne blive effektiviseret, hvis informationen blev centraliseret.

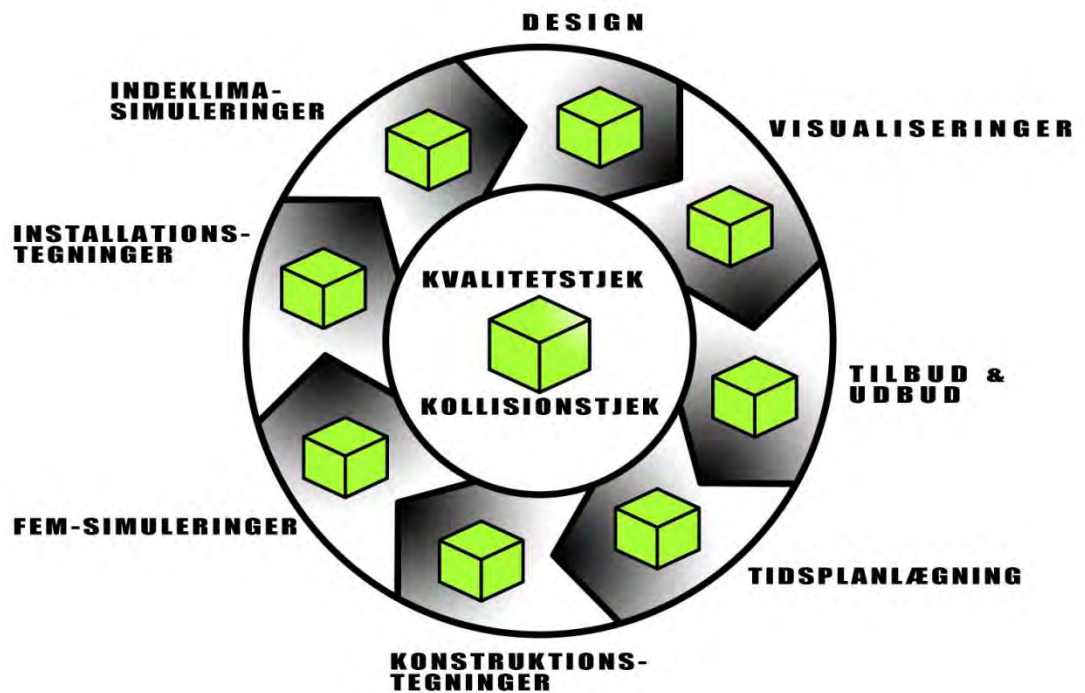


Fig. 14-4  
Fremtidig integreret BIM

# 15 REFERENCER

## 15.1 LITTERATUR

- [Abuelmaatti, 2010] Aisha Abuelmaatti, Vian Ahmed  
Collaborative environments and their effect on construction companies: The current context, CIB W78 2010: 27th International Conference – Cairo, Egypt, 16-18 November 2010.
- [Ahuja, 2009] Vanita Ahuja, Jay Yang, Ravi Shankar  
Benefits of collaborative ICT adoption for building project management. Construction Innovation, 9(3). pp. 323-340, Emerald Group Publishing, 2009.
- [AIA, 2007] The American Institute of Architects  
Integrated Project Delivery: A Guide, AIA, 2007.
- [Arayici, 2011] Y. Arayici, P. Coates, L. Koskela, M. Kagioglou, C. Usher, K. O'Reilly  
BIM adoption and implementation for architectural practices, Emerald Group Publishing Limited, 2011.
- [Brewer, 2010] Dr Graham Brewer, Dr Thayaparan Gajendran  
A case study of the effects of attitude, behavior, and project team culture on building information model use in a temporary project organisation, CIB W78 2010: 27th International Conference –Cairo, Egypt, 16-18 November 2010.
- [Brewer, 2011] Graham Brewer, Thayaparan Gajendram  
Attitudinal, behavioural, and cultural impacts on e-business use in a project team: A case study, Itcon, 2011.
- [Callahan, 2011] Michael Callahan  
BIM: How Contractors Can Reduce Risks, Contractor Magazine, April 2011.
- [Christensen, 2004] Grith Christensen  
Modstand mod forandring i organisationer, Aarhus Universitet, Psykologisk institut, 2004.
- [COWI, 2009] COWI  
Digital forvaltning af bygninger fra vugge til grav, COWI, 2009.
- [Dubler, 2010] Craig R. Dubler, John I. Messner  
Evaluating the value of early planning for building information modeling using LEAN theory, CIB W78 2010: 27th International Conference –Cairo, Egypt, 16-18 November 2010.

- [Eastman, 2008] Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston  
BIM Handbook - chapter 5 - BIM for Architects and Engineers, John Wiley & Sons, Inc., 2008.
- [EBST, 2004] Erhvervs- og Byggestyrelsen  
Svigt I byggeriet – Økonomiske konsekvenser og muligheder for en reduktion, Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004.
- [Frandsen, 2010] Finn Bo Frandsen  
Tynde ordrebøger giver hård konkurrence, Dansk Byggeri, 2010.
- [Gebauer, 2007] Judith Gebauer, Fei Lee  
Enterprise system flexibility and implementation strategies – Aligning theory with evidence from a case study, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2007.
- [Grilo, 2009] A. Grilo, R. Jardim-Goncalves, V. Cruz-Machado  
Analysis of Interoperability Value Proposition in the Architectural, Engineering and Construction, UNIDEMI, FCT-UNL and UNINOVA, FCT-UNL, Lisbon, Portugal, 2009.
- [Hjelseth, 2010] Eilif Hjelseth, Nick Nisbet  
Overview of concepts for model checking, CIB W78 2010: 27th International Conference –Cairo, Egypt, 16-18 November 2010.
- [Hooper, 2010] Martin Hooper, Anders Ekholm  
A pilot study: Towards BIM integration – an analysis of design information exchange & coordination, CIB W78 2010: 27th International Conference –Cairo, Egypt, 16-18 November 2010.
- [Jacobsson, 2010] Mattias Jacobsson, Henrik CJ Linderoth  
User perceptions of ICT in a major Swedish building and construction company, CIB W78 2010: 27th International Conference –Cairo, Egypt, 16-18 November 2010.
- [Jespersen, 2008] Jonas Maaløe Jespersen  
Håndbog for byggeindustrien: Det Digitale Byggeri, HFB, 2008
- [Linderoth, 2008] Henrik C .J Linderoth, Mattias Jacobsson  
Understanding adoption and use of ICT in construction projects through the lens of context, actors and technology, University of Talca, 2008.
- [Levring, 2010] Asbjørn Levring  
BIM-implementering og praktisk projekthåndtering, Implementeringsnetværket for Det Digitale Byggeri, 2010.
- [McGraw-Hill, 2009] McGraw-Hill Construction  
The business value of BIM – Getting Building Information Modeling to the Bottom Line, McGraw-Hill Construction, 2009.

- [Meyer, 2008] Meyer – Ashleigh – George – Jones and Afuah  
Technology, Economics, Management and Organisation, Course book  
version 3, DTU, McGraw-Hill, 2008.
- [Nah, 2001] Fiona Fui-Hoon Nah, Janet Lee-Shang Lau  
Critical factors for successful implementation of enterprise systems,  
Business Process Management Journal, Vol. 7 No. 3, 2001
- [Olatunji, 2010] Oluwole Alfred Olatunji  
Modelling the cost of corporate implementation og building information  
modeling, CIB W78 2010: 27th International Conference –Cairo, Egypt,  
16-18 November 2010.
- [Rasmussen, 2011] Peter B. Rasmussen  
Danske byggekørcerner er europæiske dværgc og AB Byggeri: Vi tager  
kampen op, Børsen.
- [Sørensen, 2011] Morten Refgaard Sørensen  
Sådan sikres byggebranchens fremgang, Dansk Byggeri, 2011.

## 15.2 HJEMMESIDER

- [Autodesk, 2011] <http://students.autodesk.com/> set 20-12-2011.
- [BIMbyen, 2011] <http://www.bimbyen.dk/news/fasthold-faserne> set 20-12-2011.
- [BIMsight, 2011] <http://www.bimsightblog.com/finland-norway-singapore-usa-lead-progress-in-construction-industry/> set 20-12-2011.
- [DDB, 2011] <http://www.detdigitalebyggeri.dk/tech-article/bim-%E2%80%93-bygningsinformationsmodeller-og-modellering> set 20-12-2011.  
<http://www.detdigitalebyggeri.dk/tech-article/informationsniveauer> set 20-12-2011.  
[http://www.detdigitalebyggeri.dk/public\\_client/bygherrekravene](http://www.detdigitalebyggeri.dk/public_client/bygherrekravene) set 20-12-2011.
- [AB, 2011] <http://AB.dk/> set 20-12-2011.
- [Walker, 2011] <http://beyonddesign.typepad.com/posts/2011/05/2d-or-not-2d-that-is-the-question.html> set 20-12-2011.
- [Wiki, 2011] <http://en.wikipedia.org/wiki/Revit> set 20-12-2011.

## 15.3 INTERVIEWS

- [ANLU, 2011] Interview med Peter Petersen, konstruktionsingeniør, AB Byggeri,  
vedlagt som bilag 1.
- [CHIA, 2011] Interview med Jens Jensen, IT-kordinator, AB Byggeri, vedlagt som bilag  
2.

- [ETA, 2011] Interview med Anders Andersen, bygningskonstruktør, AB Byggeri, vedlagt som bilag 3.
- [HEE, 2011] Interview med Dina Dinesen, bygningskonstruktør, AB Byggeri, vedlagt som bilag 4.
- [JCA, 2011] Interview med Rasmus Rasmussen, intern konsulent, AB Byggeri, vedlagt som bilag 5.
- [PDU, 2011] Interview med Bent Bentsen, bygningskonstruktør, AB Byggeri, vedlagt som bilag 6.
- [MMN, 2011] Interview med Poul Poulsen, byggeleder, AB Byggeri, vedlagt som bilag 7.
- [ROE, 2011] Interview med Mads Madsen, konstruktionsingeniør, AB Byggeri, vedlagt som bilag 8.
- [SUA, 2011] Interview med Nikoline Nielsen, konstruktionsingeniør, AB Byggeri, vedlagt som bilag 9.

# 16 BILAG

1. Interview med Peter Petersen
2. Interview med CHIA
3. Interview med ETA
4. Interview med HEE
5. Interview med JCA
6. Interview med PDU
7. Interview med MMN
8. Interview med ROE
9. Interview med SUA
10. Spørgeskemaundersøgelse
11. Beregning af papirbrug
12. Beregning af arbejdstid
13. Uoverensstemmelser fundet i Autodesk Design Review