BYGMA

SYSTEM TIL OPSAMLING AF DATA OM SVIGT I BYGGEBRANCHEN

FINN BRØDBÆK JENSEN

AFGANGSPROJEKT
SPECIALET I BYGGELEDELSE
DE INGENIØR -, NATUR- OG SUNDHEDSVIDENSKABELIGE FAKULTETER
AALBORG UNIVERSITET 2008

Aalborg Universitet juni 2008

Afgangsprojekt, civilingeniøruddannelsen med speciale i byggeledelse

Titel:

– System til opsamling af data om svigt i byggebranchen

Projektperiode:

2. februar – 2. juni 2008

Vejledere:

Per Christiansson

Kjeld Svidt

Oplagstal:	4
Sidetal – Hovedrapport:	105
Antal – bilag:	5
CD:	1 stk.

Projektet udarbejdet af:

Finn Brødbæk Jensen

Synopsis

Nærværende rapport omhandler udvikling af en kravformulering til et system kaldet Bygma, som skal hjælpe totalentreprenører i byggebranchen med at reducere mængden af svigt på byggeprojekter.

Udviklingen af systemet sker gennem en bredere analyse af kvaliteten i byggebranchen og vha. et casestudie. Analysen tager udgangspunkt i at undersøge miljøet, hvori fejl, svigt og mangler opstår. I analysen konkluderes det bl.a., at kvaliteten i byggebranchen er ringe og det konstateres, at der er et stort økonomisk potentiale at udforske her, da der anvendes ca. 12 *mia. kr.* om året på udbedring af svigt.

Med udgangspunkt i analysen er der udviklet en kravformulering til systemet Bygma. Kravformuleringen kan anvendes for implementering af systemet Bygma i et IKT system og formålet med systemet er, at totalentreprenører skal registrere de hændelser, blandt aktører, der bidrager til, at svigt opstår i bygningsdele på et byggeprojekt. Registreringer kan senere udtrækkes fra systemet for at forebygge svigt i bygningsdele og svigt opstået blandt aktører på fremtidige byggeprojekter.

Sidst i rapporten følger en perspektivering, hvor yderlige forslag til reduktion af kvalitetsproblemet er beskrevet.

Forord

Denne rapport er udarbejdet i foråret 2008 i forbindelse med 10. semester afgangsprojekt i byggeledelse på Aalborg Universitet. Projektperioden har forløbet fra d. 2. februar til d. 2. juni 2008.

Formålet med afgangsprojektet er at belyse og øge forståelsen for omfanget af fejl, svigt og mangler i byggebranchen, hvorefter at udvikle et udkast til et system, som totalentreprenører kan anvende til at reducere omfanget heraf. Projektudarbejdelsen er gennemført som et teoristudie, kombineret med et casestudie, hvor interview med byggeledere og erfaringsopsamlinger fra casen danner grundlag for projektet.

Der skal rettes en tak til de personer som har taget sig tid til at indvillige i projektet, og i at dele deres erfaringer og idéer omkring reduktion af fejl, svigt og mangler i byggeriet.

Finn Brødbæk Jensen

Byggeledelse 10. semester

Aalborg Universitet, juni 2008

Læsevejledning og rapportstruktur

Dette afgangsprojekt henvender sig primært til alle aktører i byggebranchen, dog med hovedvægt på personer, der varetager ledelse og styring af byggesager. Rapporten er opbygget af en hovedrapport bestående af 10 kapitler med tilhørende bilag placeret bagest i hovedrapporten. Den overordnede rapportstruktur er vist på figur 1.1.

Figur 1.1: Rapportstruktur i rapport (egen tilvirkning).

Rapporten er, som det fremgår af figur 1.1 opdelt i to analyser, efterfulgt af en løsningsdel, en konklusion og til sidst en perspektivering. Rapportens opbygning følger pilens retning og starter med synopsis og ender med bilag.

Til rapporten er vedlagt en cd med rapporten i en digital version. Derudover er det muligt at se rapporten på følgende websted:

- http://www.fbjhome.dk/afgang/

Henvisninger i rapport

Kapitlerne nummereres fortløbende gennem rapporten. Figurer og tabeller nummereres efter kapitelnummeret, de befinder sig i. Rapporten indeholder fem typer af henvisninger:

- Referencehenvisning til litteratur (Forfatterens efternavn eller organisation, udgivelsesår). Henvisninger refererer til kapitel 10.
- Referencehenvisning til Websider (Navn på Internetsiden, samt årstal). Henvisning refererer til kapitel 10.
- Reference til interne kapitler, afsnit samt underafsnit:
    - Kapitel X
    - Afsnit X.X
    - Afsnit X.X.X
- Reference til figurer eller tabeller:
    - Figur X.X
    - Tabel X.X
- Reference til bilag:
    - Bilag X

Eksempler fra casestudiet, som er anvendt i rapporten er skrevet med *kursiv* og benævnt som eksempler. Citater i rapporten er ligeledes skrevet i *kursiv* og starter og slutter med tegnet ”.

Indholdsfortegnelse

1 Resumé ... 7
1.1 Dansk resumé ... 7
1.2 English summary ... 8
2 Metode ... 9
2.1 Systemudvikling ... 9
2.2 Informationsgrundlag ... 11
2.3 Metodekritik ... 12
3 Grundidé i projekt ... 13
3.1 Initierende problem ... 14
4 Kvalitet i byggebranchen ... 15
4.1 Definition af fagtermer ... 15
4.2 Kvalitetsbegrebet ... 16
4.3 Kvalitet gennem faser i byggeriet ... 17
4.4 Svigt og mangler i byggebranchen ... 21
4.5 Årsager til fejl i byggebranchen ... 29
4.6 Redskaber, metoder og applikationer til forbedring af kvaliteten. ... 34
4.6.1 Redskaber ... 34
4.6.2 Procedurer og metoder ... 38
4.6.3 Software og applikationer ... 41
4.7 Delkonklusion ... 45
5 Afgrænsning og problemformulering ... 46
6 Kategorisering af fejl, svigt og mangler ... 47
6.1 Tankegang bag systemudviklingen ... 47
6.2 Kategorisering af fejl i den virtuelle og fysiske bygning ... 50
6.2.1 Bygherrer ... 51
6.2.2 Projekterende ... 53
6.2.3 Aktører på byggepladsen ... 56
6.3 Kategorisering af svigt i den virtuelle og fysiske bygning ... 59
6.3.1 Svigt i mundtlig aftale ... 62
6.3.2 Svigt i skriftlig aftale ... 62
6.3.3 Svigt iht. god byggeskik ... 63
6.4 Kategorisering af mangler i den fysiske bygning ... 67

6.4.1 Forventningsmangler ... 69
6.4.2 Projektmangler ... 71
6.4.3 Materialemangler ... 73
6.5 Fejl, svigt og mangler i byggeprocessen ... 74
6.6 Opsummering ... 78
7 Systemudvikling ... 82
7.1 Svigt i produkter ... 83
7.2 Kravspecifikationer til system ... 85
7.3 Krav til output ... 87
7.3.1 Erfaringsopsamling og risikostyring ... 87
7.3.2 Uddannelse ... 88
7.4 ER diagram ... 89
7.4.1 Beskrivelse af ER diagrammering ... 89
7.4.2 ER diagram over systemet Bygma ... 90
7.5 Krav til input ... 93
8 Datamodel og programmering ... 94
8.1 User Environment ... 94
8.2 Programmering ... 95
9 Konklusion og perspektivering ... 99
9.1 Konklusion ... 99
9.2 Perspektivering ... 101
10 Litteraturliste ... 104

1 RESUMÉ

I dette kapitel gengives et dansk og et engelsk resumé af rapportens indhold.

1.1 Dansk resumé

Denne rapport omhandler min kandidatgrad i byggeledelse på instituttet for produktion, Aalborg Universitet. Vejlederne i dette projekt er Professor Per Christiansson og Lektor Kjeld Svidt.

Grundlaget for 10. semester projektet er, at belyse hvordan kvaliteten i byggebranchen ikke lever op til de forventninger, der stilles af bygherrer, hvilket skyldes at omfanget af fejl, svigt og mangler igennem hele byggeprocessen er for højt. Der er et stort økonomisk potentiale at udforske inden for dette område, da der årligt anvendes op mod 12 *mia. kr.* i byggebranchen på udbedring af svigt (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2005). Dette projekt tager derfor udgangspunkt i, at undersøge det miljø hvori fejl, svigt og mangler opstår for, at kunne fastlægge årsager til, hvorfor omfanget af svigt er så stort. Der fastlægges bl.a. følgende årsager til, at der opstår svigt i byggebranchen:

- Incitament for at udføre et kvalitetskorrekt produkt er middelmådigt hos aktørerne i byggebranchen.
- Vidensdelingen om opståede svigt i byggebranchen er middelmådigt.
- Kontrolplaner, som anvendes til kvalitetskontrol er al for generaliserende i byggebranchen.

Ud fra de fastlagte årsager udarbejdes en kravformulering til et system, som skal skabe bredere viden om de svigt, der opstår i byggebranchen. Dette system er udviklet specifikt til totalentrepriser, da der i denne entrepriseform opstår mange svigt. Systemet kaldes Bygma og totalentreprenørens byggeledere skal anvende systemet til, at registrere og udtrække erfaringer om svigt i byggebranchen, for på den måde at reducere svigt i fremtiden igennem byggeprocessen.

Systemet Bygma er udviklet ved, at kategorisere fejl, svigt og mangler, hvorefter at anvende disse kategorier i en datamodel. Datamodellen er en formel beskrivelse af de input og output, som indgår i systemet Bygma og skal danne grundlag for, at kunne implementere systemet Bygma i MT Højgaard. Systemet er udviklet, så det kan implementeres i MT Højgaards paradigmer, men vil også kunne implementeres i andre entreprenørvirksomheder. Der gives eksempler på, hvordan et IT-system kunne programmeres på basis af datamodellen, men en komplet implementering har ligget udenfor rammerne af dette projekt, da programmeringen vil være en omfattende og tidkrævende proces.

1.2 English summary

This report is my candidate degree in building management at the institute of production, Aalborg University. The supervisors in this project are Professor Per Christiansson and Lecturer Kjeld Svidt.

The basis of the 10th term is to illustrate how quality does not live up to the expectations proposed by builders which is caused by the amount of errors, failures and defects through the entire building process is too high. In the building industry there is an annual cost of 12 *mia. dkr.* to remedy the failures. There is a high economic of potential to explore in this field (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2005). This project takes its starting point in examining the environment in which errors, failures and defects can emerge. This has been examined to determine why the extent of failures are that high. The following causes are contributory to why failures emerge in the building industry.

- Incentive to producing a quality product that is substandard for the parts in the building industry.
- The sharing og knowledge og emerged failures is substandard in the building industry
- Control plans which are used in quality control are too generalized in the building industry.

A demand for a system is being compiled to reveal the causes. The system is to create a wider knowledge of the failures which emerge in the building industry. The system is developed specific to total contractors which is a contracting system where many failures emerge. The system is called Bygma and the leaders of the total contractors are to use the system to register and extract knowledge of failures in the building industry. In this way it is possibly to reduce failures throughout the building process in the future.

The Bygma system is developed by categorizing errors, failures and defects according to which these categories are used in a data model. The data model is a formal description of the inputs and outputs which is a part of the Bygma system and it is to form the basis of the implementation of the Bygma system in MT Højgaard. The system is developed so it can be implemented in MT Højgaard's paradigms. It can implement in other contracting firms as well. Examples are given of how an IT system could be programmed on the basis of a data model. However a complete implementation of the system has not been possible in this project because programming would be extensive and a time consuming process.

2 METODE

I dette kapitel gennemgås de metoder og overvejelser jeg har gjort igennem projektarbejdet. Dette gøres ud fra 3 overordnede punkter:

a) Systemudvikling.

b) Informationsgrundlag.

c) Metodekritik.

Først redegøres for metoden, som har været anvendt til at udvikle systemet med, hvorefter informationsgrundlaget konkretiseres og til sidst gennemgås en metodekritik.

2.1 Systemudvikling

Projektmetoden jeg har anvendt i projektforløbet er illustreret nedenfor på figur 2.1.

Figur 2.1: Illustration af anvendt metode i projekt. (egen tilvirkning frit efter model opstillet af Per Christiansson).

Figur 2.1 illustrerer de faser, der indgår i metoden som nærværende rapport tager udgangspunkt i. Metoden er anvendt fra SE kurset "Virtual buildings" på 7. semester, Aalborg Universitet og metoden illustrerer, hvordan udvikling og implementering af et system kan foregå.

På figur 2.1 er de kapitler og bilag, som er udarbejdet i rapporten ligeledes vist og de er placeret ved de faser som de hører til i metoden. Udarbejdelsen af disse faser er sket igennem studier af tilgængeligt skriftligt materiale, som er udarbejdet af forskellige parter i byggebranchen og gennem interviews og erfaringer gjort gennem et casestudie. Følgende præsenteres faserne på figur 2.1.

Verden, systemdefinitioner og systemer i verden

I disse faser betragtes først den virkelige verden, som består af mange forskellige systemer, hvilket er illustreret øverst i figuren. Heri er der udvalgt et system, hvori problemstillinger om fejl, svigt og mangler i byggebranchen indgår. I denne problemstilling er der opstillet et konkret system vha. en kategorisering. Kategoriseringen er udarbejdet med henblik på, at kan opstille en konceptuel model, som sker i den efterfølgende fase.

Konceptuel modellering og konceptuel model

Den konceptuelle model udarbejdes over systemet fundet i forrige fase, hvor bl.a. Rich Pictures, IDEF0 og Mindmaps kan være med til at identificere og løse problemstillinger i det valgte system. Det er valgt at anvende ER diagrammer og Rich Pictures for at illustrere og løse problemstillingerne i systemet. Et Rich Picture for systemet er vist i bilag 4, mens ER diagrammet fremgår i rapporten.

Datamodellering og datamodel

I denne fase anvendes den konceptuelle model fra forrige fase til at udarbejde en formel beskrivelse med henblik på en softwarepræget løsning. Dette sker igennem datamodellering, hvor Decisions Trees, Relationsdatabaser og Hypertext kan være output fra denne fase. Det er valgt at Hypertext og Relationsdatabase for udvikling af datamodellen, som er udmundet i bilag 5, der viser hovedstrukturen i en relationsdatabase.

Implementering og ICT systemer

Når datamodellen er udarbejdet og der er udført tilstrækkelige test på denne model skal datamodellen programmeres og implementeres i de allerede anvendte ICT systemer i verdenen. Dette afgrænses der fra i dette projekt, da det pga. tidshorisonten i projektet ikke har været muligt. Der gives dog eksempler på, hvordan datamodellen kan programmeres, hvilket er at finde i kapitel 8.

2.2 Informationsgrundlag

I dette projekt er der anvendt en række metoder til informationsindsamling. Disse metoder præsenteres efterfølgende i dette afsnit.

Internet

Internettet har været anvendt til informationsindsamling af artikler, rapporter og analyser. Følgende links fremhæves specielt, som har dannet grundlag for den indledende analyse:

- (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2005).
- (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2004).
- (www.byggetal.dk, 2008).

Møde med vejledere

Der er afholdt møder med vejledere Kjeld Svidt og Per Christiansson fra Aalborg Universitet ca. to gange månedligt. De har kommet med megen konstruktiv kritik, inspiration og engagement. Møderne har primært været anvendt til systemudvikling og diskussion af rapportopbygningen.

Litteratur

Der har været hentet inspiration fra forskellige trykte udgivelser, hvor der til udarbejdelsen af den indledende analyse har været draget stor nytte af følgende udgivelse:

- (Josephson & Hammarlund, 2002).

Senere i rapporten i kapitel 8, hvor systemet er blevet udviklet har følgende litteratur om databaser primært været anvendt:

- (Online Training Solutions, 2002).
- (Vang, 2001).

Casestudie

I dette projekt er der inddraget erfaringer fra et casestudie. For oplysninger herom henvises til bilag 1.

Praktik og studiejob

Jeg har fra d. 28. juni 2007 til d. 30. december 2007 været i praktik på byggeprojektet fra casestudiet. Gennem denne periode har jeg gjort erfaringer omkring fejl, svigt og mangler, som er inddraget i denne rapport. Efter endt praktikperiode har jeg været ansat to dage om ugen på byggesagen fra casestudiet. Dette job har jeg haft imens jeg har skrevet afgangsprojekt i perioden fra d. 1. januar 2008 til d. 15. april 2008. I denne periode har jeg observeret og registreret data omkring svigt, samt interviewet ansatte ledere på byggeprojektet.

Interviews

Der er i sammenhæng med projektet udført interviews med ledere fra casestudiet, som alle har haft forskellig anciennitet i byggebranchen. De tre interviewede er:

- Claus Ottow – Nyansat som entrepriseleder med kort anciennitet.
- Troels Tylvad – Projektchef med mellemlang anciennitet i entreprenørbranchen.
- Elvin Eckerberg – Afdelingsleder med lang anciennitet i entreprenørbranchen.

Interviewene er forsøgt afholdt på et afslappet niveau, ved at få lederne til at tale "frit". Denne form for interviewemåde opnås teoretisk set ved anvendelse af et narrativt interview. I den narrative interviewform bliver informanten bedt om at tale frit gennem dialog og samtale, hvilket resulterer i, at interviewene bliver subjektive. Det vil sige at interviewene i højere grad følger informanternes associationer end at følge interviewerens intentioner (Lorensen, 1998). Det er valgt at anvende denne form for interviews for at indhente baggrundsviden omkring fejl, svigt og mangler i byggebranchen. Derudover er denne interviewform valgt, da min erfaring, om fejl, svigt og mangler i praksis, er begrænset. Ved at anvende denne form for interviews, har jeg opsamlet viden, som er subjektiv, og derfor bærer præg af de holdninger og meninger informanterne har. Jeg kunne have valgt at strukturere interviewene og anvendt et problemcentreret interview. Denne interviewform kunne ikke på samme måde have fremskaffet viden om, de mange erfaringer informanterne har haft om fejl, svigt og mangler i byggebranchen.

Der er bevidsthed om datagrundlagets usikkerheder i form af afvigelser imellem de interviewede personers individualitet.

2.3 Metodekritik

Metoden anvendt i denne rapport mener jeg som udgangspunkt har været det naturlige forløb for et afgangsprojekt af denne karakter. Metoden omtalt i afsnit 2.1 har været fulgt igennem projektet og har givet en sammenhængende rapport.

Det kunne, i enkelte faser af metoden, have været gunstig at underbygge den fremskaffede viden. Dette drejer sig bl.a. om fasen omhandlende designet af det konceptuelle system. Her kunne det have været en fordel for systemet, hvis modellen også have været vurderet blandt brugere inden modellen blev videreudviklet til en datamodel. Dette har ikke været muligt pga. tidshorisonten og ressourcerne i dette projekt. Den konceptuelle model er dog blevet vurderet ved at svigtobservationerne har gennemløbet den konceptuelle model, hvilket har resulteret i en forbedret model.

Den viden, der er skabt gennem de narrative interviews i dette projekt kunne have været underbygget af nogle objektive interviews og der kunne have været inddraget andre aktører fra byggebranchen. Dette kunne have været med til at underbygge den viden der er fremskaffet og gøre den mere valid. Igen er dette fravalgt pga. tidshorisonten og ressourcerne.

Metoden anvendt i dette projekt er blevet valideret af undertegnede og diskuteret og valideret af vejledere på vejledningsmøder.

3 GRUNDIDÉ I PROJEKT

Byggebranchen er en branche, som befinder sig i komplekse omgivelser, da de bygeprojekter som udføres heri oftest har forskellige lokaliteter, aktører og indhold. Dette gør denne branche set i forhold til andre brancher meget kompliceret, da der kræves en høj grad af koordinering. Betragtes byggebranchen som en produktionsvirksomhed, produceres der i byggebranchen et nyt produkt til hvert projekt der udføres. Produktet som produceres indeholder processer i forskellige rækkefølger og afhængigheder alt efter hvilket produkt der produceres. Dette gør at hvert produkt der produceres er unikt, hvilket giver udslag i, at der i byggebranchens opstår problemer med lav indtjening, svigtende produktivitet, mangel på innovation og ikke mindst dårlig kvalitet. Specielt den dårlige kvalitet har fået meget mediebevågenhed i de sidste par år, og der dukker med jævne mellemrum byggesager op, hvor danske entreprenører er blevet hængt ud. Det tvivlsomme image har derfor tvunget byggebranchen til at sætte fokus på fejl, svigt og mangler.

Kvaliteten i byggebranchen i dag lever ikke op til de forventninger der bl.a. stilles af bygherrer, hvilket skyldes at omfanget af fejl, svigt og mangler igennem hele byggeprocessen er for højt. En analyse af den danske byggesektor viste i 2004, at et beløb estimeret til 12 *mia. kr*. blev anvendt til afhjælpning af svigt i byggeriet (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2005). Det svarer til ca. 10 % af den samlede årlige produktionsværdi. Økonomiske ressourcer som hverken er værdiskabende for bygherre, entreprenør eller for den sags skyld nogen af byggeriets parter, og derfor må disse omkostninger betragtes som rent spild. Gevinsten ved at reducere antallet af fejl, svigt og mangler burde derfor være incitament nok for branchen til at forbedre situation. Dog synes udviklingen siden årtusindeskiftet ikke prangende, og omtalen i pressen synes ligeledes ikke aftagende.

Regeringen har gennem den seneste årrække haft fokus på de komplekse problemer, der tynger byggeriet og der er gjort en række forsøg på at løse byggeriets problemer. Dette afgangsprojekt vil føje sig ind i rækken af forsøg på at reducere fejl, svigt og mangler i byggebranchen.

Afgangsprojektet vil tage udgangspunkt i at undersøge miljøet, hvori fejl, svigt og mangler opstår, ud fra en opfattelse af, at en øget forståelse af problemet vil hjælpe med til at udarbejde en løsning heraf med henblik på at forbedre situationen i byggebranchen.

3.1 Initierende problem

Med udgangspunkt i forrige afsnit ønskes det høje omfang af svigt i byggebranchen undersøgt. Det ønskes bl.a. undersøgt, hvilke årsager der ligger til grund for det høje omfang af svigt. Dette skal besvares gennem en bredere analyse af den præsterede kvalitet i byggebranchen, hvor følgende spørgsmål ønskes besvaret:

- Hvad er kvalitet og hvilke aktører er med til at skabe kvalitet i byggeprocessen?
- Hvilke årsager ligger til grund for, at der i byggebranchen opstår for mange fejl, svigt og mangler, således der ikke skabes den ønskede kvalitet?
- Hvad findes der af eksisterende værktøjer og metoder i byggebranchen for at forbedre kvaliteten af byggeriet?

Til besvarelse af ovenstående spørgsmål udarbejdes der i efterfølgende afsnit et litteraturstudie omkring kvaliteten i byggeriet. Litteraturstudiet suppleres med egne erfaringer fra et casestudie (omtalt i bilag 1), og interviews med ledere i virksomheden MT Højgaard.

4 KVALITET I BYGGEBRANCHEN

I dette kapitel undersøges kvaliteten i byggebranchen, hvor der indledes med en definition af de gængse fagtermer, som anvendes i hele kapitlet. Herefter defineres begrebet kvalitet, hvor det undersøges, hvilke aktører, der er med til at skabe kvalitet i byggeprocessen fra salg til aflevering af et færdigt byggeri. Til sidst undersøges omfanget af fejl, svigt og mangler i byggebranchen og herunder hvilke årsager, der ligger til baggrund for, at der opstår fejl, svigt og mangler i byggebranchen.

4.1 Definition af fagtermer

I dette afsnit defineres de almene og gængse udtryk der ligger til baggrund for at fejl, svigt og mangler opstår i byggebranchen. Begreberne er defineret ud fra (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2004).

Fejl benyttes om de beslutninger og handlinger, der fører til svigt, og dette begreb knyttes således til byggeriets aktører. Fejl anvendes derfor om de processer der fører til svigt.

Svigt defineres som når projektmateriale, byggematerialer, konstruktioner eller bygningsdele i en bebyggelse savner egenskaber, som efter aftaler eller forudsætninger ud fra offentlige forskrifter eller god byggeskik hører med. Svigt omfatter alle sådanne forhold uanset deres årsag og uanset, hvornår de konstateres. Svigt henviser derfor til et produkt, hvorom der savnes nogle egenskaber.

Mangler defineres som de svigt, for hvilke der kan gøres økonomiske krav gældende med henvisning til misligholdelse. Det vil sige at en mangel er et svigt, som strider imod en aftale indgået mellem aktører på et byggeprojekt

Skader er uacceptable følgevirkninger af svigt. For eksempel kan en skade forudsaget af råd være en følge af manglende fugtbeskyttelse, og en kollaps være en skade forudsaget af en fejl begået under dimensioneringen.

Ovenstående kan illustreres ved hjælp af figur 4.1.

Figur 4.1: Sammenhæng mellem fejl, svigt, mangel og skade (egen tilvirkning).

4.2 Kvalitetsbegrebet

Ordet kvalitet er et begreb, der anvendes som udtryk for et produkt eller en serviceydelses evne til at opfylde krav og forventninger. Opfattelsen af kvalitet kan jf. David A. Garvin (Nielsen V. H., 1998) opdeles i fem forskellige definitioner:

Den transcendentale definition er, at opfatte kvalitet som noget udefinerbart, men dog stadigt vide, hvilken grad af kvalitet der snakkes om. Et eksempel på dette kan være at vælge bilen Audi frem for bilen Lada eller tv'et Philips frem for tv'et Prosonic.

Den produktorienterede definition er når et produkt har mindre eller større forekomst af ønskede egenskaber eller ingredienser. Hvis fedt er ønsket kvalitet, så er fløde af højere kvalitet end mælk. Hvis en lav u-værdi er ønsket kvalitet, så er energiruder af bedre kvalitet end termoruder.

Det forbrugerorienterende og værdibaserede kvalitetsbegreb er når kunden oplever en høj grad af funktionsduelighed set fra kundes synspunkt. Kunden kan opleve en høj grad af funktionsduelighed, når kunden opfatter at ydelsen eller produktet fungerer efter hensigten, og at det løser de problemer kunden forventer. Dette kan inkludere kriterier til holdbarhed og ensartethed, som alt sammen indgår i den enkelte kundes ønsker og præferencer.

Det forbrugerorienterende og værdibaserede kvalitetsbegreb inddrager varen eller ydelsens pris og sætter funktionsdueligheden i forhold til denne. Den vare eller ydelse, hvor kunden synes der fås mest valuta for pengene vil blive benævnt som den mest kvalitetsberigede.

Den produktionsorienterede definition er når en virksomheds produkter eller ydelser lever op til fastlagte krav og normer. Denne definition er mindre ambitiøst, men til gengæld meget mere håndgribelig, da den ønskede kvalitet er opnået når ydelsen eller produktet svarer til virksomheden eller offentlighedens normer og krav.

I byggebranchen er det bygherrens krav og forventninger til kvaliteten i byggeriet, der skal opfyldes. Disse kvalitetskrav inkluderer punkter fra alle af de fem ovenstående definitioner af kvalitet. Bygherren vil oftest have et transcendentalt krav til æstetikken i byggeriet. Disse kvalitetskrav er svære at få formuleret til konkrete udførelseskrav for entreprenøren. Udover de transcendentale krav vil bygherren også have produktorienterede krav til kvaliteten, der bl.a. omfatter ønsker til materialer og konstruktionsdele i projektet. Der kan eksempelvist stilles krav til en lav u-værdi på de vinduer, som anvendes i projektet. De forbrugerorienterede og værdibaserede kvalitetskrav, som i høj grad indgår på et byggeprojekt er sværere at evaluere, da de opfattes individuelt fra person til person. I denne kvalitetskategori vil bygherren bl.a. bedømme den byggetekniske kvalitet, hvor der bl.a. ses på byggeriets holdbarhed og levetid, men bygherren ser også på de mindre konkrete kvaliteter, såsom brugsværdi. Sådant et krav ses allerede tænkt ind i udbudsfasen, hvor følgende kriterium anvendes:

"Tildelingskriteriet skal være det økonomisk mest fordelagtige tilbud"

En præcis definition for at dette kvalitetsbegreb er opfyldt for bygherren, må derfor være når bygherrens behov er opfyldt ud fra en totaløkonomisk betragtning.

Det produktionsorienterede kvalitetsbegreb anvendes også af bygherren, hvor bygherren stiller krav til, at de gængse normer og regelsæt som f.eks. at AB 92, ABT 93 vil danne grundlag for byggeprojektet. Derudover kan bygherren stille krav til, at projektet skal anvende standarder fra BIPS eller at det digitale

byggeri skal anvendes i projektet, alt sammen for at højne kvaliteten af byggeriet. Udover at bygherren stiller krav til det produktionsorienterede, så stiller entreprenøren i høj grad krav til kvaliteten hos sine rådgivere og underentreprenører. Størstedelen af disse krav tilhører produktionsorienterede og produktorienterede krav.

4.3 Kvalitet gennem faser i byggeriet

I faserne på et byggeprojekt indgår der mange aktører, som alle i forskellige grader bidrager med kvalitetsforøgelse. På figur 4.2 er de aktører, der bidrager med kvalitetsforøgelse gennem et byggeri vist. Figuren illustrerer faserne på en totalentreprise, hvor der nederst på figuren er vist de fire mødetyper, som er med til at sikre kvaliteten i byggeriet. Figuren vil også kunne anvendes for illustration af de samme faser, som indgår i en hoved- eller fagentreprise.

Figur 4.2: Aktører, som bidrager med kvalitetsforøgelse i de forskellige faser på et byggeri. De stiplede pile viser kommunikationsmønstrer mellem aktørerne og de fuldt optrukne pile benævner den enkelte aktørs kvalitetsforøgelse (egen tilvirkning).

Følgende gennemgås de seks faser vist på figur 4.2, hvor de stiplede pile viser kommunikationsmønstrer mellem aktørerne og de fuldt optrukne pile benævner den enkelte aktørs kvalitetsforøgelse.

Tilbud/kravspecifikation

I denne fase gennemgås og udarbejdes et tilbud af entreprenøren ud fra specifikke kravspecifikationer givet af bygherren. Det vil sige at bygherrens opgave inden denne fase er, at fastlægge konceptet for byggeriet. Bygherren har oftest flere bygherrerådgivere til at hjælpe sig med at rådgive om hvilke krav, der skal stilles til kvaliteten af det færdige produkt. Derudover har bygherren ofte i sit bagland mange brugere, som skal anvende det aktuelle byggeri i fremtiden. Disse brugere har derfor også krav til kvaliteten, som skal inddrages i kravspecifikationerne. Størsteparten af disse krav vil høre til de forbrugerorienterede kvalitetskrav, beskrevet i afsnit 4.2, hvor f.eks. krav til arbejdsstationer, ruminddeling og støj kan indgå.

Udarbejdelsen af kravspecifikationerne sker i samarbejde med en entreprenør, som på nuværende tidspunkt er valgt af bygherren. Entreprenøren har hyret arkitekter og rådgivere, som i samarbejde bearbejder de krav bygherren stiller. De udarbejder et udkast til projektet i form af et myndighedssæt. Myndighedssættet indeholder tegninger og beskrivelser, der fortæller og viser hvad bygningen skal indeholde og i hvilken kvalitet dette skal udføres i. Disse krav kan både være nemme og svære at evaluere ved aflevering og nedenfor følger eksempler fra casestudiet.

"Der etableres arbejdsstationer i antal svarende til 1 stk. dobbelt udtag pr. 9 m^2"

Dette krav er umiddelbart nemt at evaluere gennem projektet, da der kan optælles opsatte arbejdsstationer i bygningen. Det næste eksempel, som er krav til anvendte materialer i byggeriet, er sværere at evaluere gennem projektet.

"Materialerne er af høj kvalitet og så vidt muligt vedligeholdelsesfrie"

Hvad vil det sige at materialer er af høj kvalitet og hvad er vedligeholdelsesfrie? Definitioner som disse indgår i mange byggeprojekter, og er svære at evaluere. Defineres sådanne krav ikke mere specifikke i starten af et byggeprojekt, kan der senere i projektet opstå brist i kvaliteten.

I tilbud/kravspecifikationsfasen opstartes byggemøderne og de vil blive afholdt jævnlig gennem hele byggeprojektet. Til møderne deltager bygherren, bygherrerådgivere og totalentreprenøren. Formålet med møderne er at få diskuteret behov og krav fra bygherren, således kravene kan projekteres korrekt og udføres korrekt i praksis. Derudover sikres det på møderne, at projektets stade svarer til det viste på udførelsestidsplanen, og at det udførte svarer til den forventede kvalitet bygherren stiller.

Planlægning

Planlægningsfasen og projekteringsfasen foregår sideløbende, men er for overskuelighedens skyld vist efter hinanden på figur 4.2. I planlægningsfasen foregå planlægningen af projektet, hvor ansvaret for byggeprojektet normalt vil blive overlagt til en byggeleder, som er ansat hos totalentreprenøren. Byggelederen gennemgår sammen med sjakbajser og formænd en procesgranskning, som indebærer en planlægning af projektet ud fra givne krav, specifikationer og afleveringsfrist givet af bygherren. Det er nødvendig at have en gennemgående forståelse og kendskab til det projekt, der skal udføres for at lederen kan gennemføre projektet optimal.

I procesgranskningen gennemføres bl.a. følgende faser:

- Granskning af beskrivelser og tegninger.
- Gennemgang og planlægning af arbejdsprocesser.
- Gennemgang af vanskelige områder.
- Myndighedskrav.
- Afdækning af forskellige entreprisers grænseflader og risikoområder.

Resultatet fra procesgranskningen arbejdes ind i kontrolplaner, som senere anvendes af byggelederen til kvalitetssikring.

I planlægningsfasen sker der en stor kvalitetsforøgelse til projektet, da det er her projektet gøres entreprenørvenligt, således at fejl, svigt og mangler kan reduceres. Det vil sige at projektet kan udføres

konstruktionsmæssigt til den aftalte kvalitet med færrest mulige anstrengelser med hensyn til bemanding, arbejdsmiljø tid, materialer og økonomi. Af den grund vil byggelederen derfor også have en løbende kontakt til ingeniører og arkitekter for at få en større forståelse af projektet og dermed forøge kvaliteten på det udførte.

Projektering

Inden udførelsen af byggeriet kan påbegyndes, skal der være et udførelsesgrundlag. Dette grundlag udarbejdes af arkitekter og ingeniører, som i en totalentreprise er hyret af totalentreprenøren. Den kvalitet, der tilføjes til projektet i denne fase består af arbejdsbeskrivelser og herunder kvalitetsforudsætninger for projektet, beregninger, tegningsmateriale mm., som alt sammen skal danne et udførelsesgrundlag. I en totalentreprise vil udførelsen være påbegyndt inden projekteringen er afsluttet og det er derfor vigtigt at arkitekter og ingeniører har projekteret detaljerne i de første faser af udførelsen og rådført disse med de resterende parter i projektet.

Grundlaget udarbejdet i projekteringen vil blive drøftet på projekteringsmøder, hvor arkitekter, ingeniører og totalentreprenør i fællesskab sikrer kvaliteten i byggeprojektet ved en grundig gennemgang af detaljer og beskrivelser for på den måde at udarbejde et udførelsesvenligt projekt.

Ofte vil arkitekter og ingeniører udarbejde kontrolplaner, der skal anvendes af totalentreprenøren til at kontrollere det udførte arbejde. Disse planer er ofte generaliserende og genanvendt fra gamle projekter, hvilket gør disse planer mindre anvendelige, da hvert byggeprojekt er unikt. Dette vil i praksis betyde, at der ikke udføres kontrol af udførelsen på de områder, som er nødvendige for det aktuelle projekt, hvilket kan resultere i svigt.

Et eksempel på et punkt fra en kontrolplan fra casestudiet kan ses nedenfor i tabel 4.1.

Tabel 4.1: Udsnit af tilsynsplan til kontrol af alufacader fra casestudiet (uddrag fra case).

Pkt.	Bygningsdel	Hvad kontrolleres	Tilsyn	Risiko
4	Glas	Korrekt glastype, samt at det vender rigtigt	Ved levering på pladsen og efter endt montage, stikprøver	Ja

Tabel 4.1 viser et kontrolpunkt for glas anvendt i alufacader. Det fremgår ikke af kontrolpunktet, hvordan denne kontrol skal valideres, men kun at glasset skal kontrolleres for korrekt type og at det vender rigtigt. Hertil foreskriver kontrollen, at glasset skal kontrolleres ved levering og efter montage i form af stikprøver. Hvad er omfanget af denne stikprøvekontrol og hvilke kriterier skal kontrolleres for at se om glasset er vendt forkert og om korrekt glastype er anvendt? Dette er ikke oplyst i dette kontrolpunkt, hvilket gør kontrollen svær at udføre. Det samme er gældende for kontrolpunkter i andre kontrolplaner fra casen, hvilket inciterer at de kontrolplaner, der udarbejdes af arkitekter og ingeniører i byggebranchen er af ringe kvalitet, hvilket også er den generelle holdning blandt de interviewede byggeledere.

Udbud

I udbudsfasen skal totalentreprenøren kontrahere med de underentreprenører, der skal udføre de forskellige entrepriser, totalentreprenøren ikke selv kan udføre via egenproduktionen. Udvælgelsen af underentreprenører vil oftest ske ud fra et krav til den enkelte underentreprenørs anciennitet i branchen.

Derudover vil udvælgelsen ske gennem omdømme blandt kollegaer. Kvalitetsforøgelsen sker allerede i udvælgelsesfasen, for kan en underentreprenør levere et godt produkt og skabe sig et godt omdømme, vil underentreprenøren blive valgt igen. I denne form for kvalitetsforøgelse kan der trækkes paralleller til den transcendentale kvalitet omtalt i afsnit 4.2, hvor kvaliteten ikke kan benævnes konkret, men det vides, at kvaliteten er der og kan leveres.

Når udvælgelsen af en entreprenør er gjort vil den næste kvalitetsforøgelse ske ved projektgennemgang med underentreprenøren. Her fastlæggelse underentreprenørens grænseområder og kvaliteten af det som skal udføres, fastlægges. Kvaliteten kan fastholdes ud fra *"bips beskrivelser"*, som er produktionsorienterede krav på kvalitet. Disse krav kan tilføjes i kontraktgrundlaget, med underentreprenøren, således at underentreprenøren er fastlagt på den aftalte kvalitet.

Alt efter, hvor grundig procesgranskningen omtalt i planlægningsfasen har været, jo bedre forhold er der for fastholdelse af kvalitet i udbudsfasen En generel fejl, der begås i udbudsfasen er, at underentreprenøren sender en sælger ud til totalentreprenøren når der skal diskuteres kontrakt, grænseflader for entreprise, og kvalitet. Underentreprenørens sælger har ofte gode forhandlingsevner, men ringe indblik i hvad der kan lade sig gøre i praksis. Derfor bør den person, som har ansvaret for at udføre ydelserne i praksis også deltage i denne diskussion, hvilket vil medføre at kvaliteten af projektet i udbudsfasen forøges.

Udførelse

I udførelsesfasen er det entreprenøren og underentreprenørerne, der skaber den synlige værdi til projektet. Udførelsen sker på baggrund af projektgrundlaget, som er udarbejdet ud fra kravspecifikationen stillet af bygherren

I udførelsesfasen sker kvalitetsforøgelsen gennem det underentreprenører udfører og gennem det egenproduktionen udfører. Totalentreprenøren skal kontrollere, at det udførte svarer til hans forventninger, som i sidste ende er bygherrens forventninger. Dette gøres gennem kontrolplaner, som blev defineret i procesgranskningen.

For at sikre at kvaliteten bibeholdes gennem hele udførelsesfasen afholdes der entreprenørmøder et par gange månedligt. Til disse møder deltager totalentreprenørerne og entrepriseledere fra underentreprenørerne. Disse møder skal være med til at fjerne forhindringer og snublesten i den næste periode af ca. 5 uger. På møderne diskuteres detaljer, nye løsninger, økonomi, tidsplan mm. Udover entreprenørmøder kan der afholdes ugentlige formandsmøder for at negligere de fejl og svigt, der opstår mellem de forskellige entrepriser og for at planlægge processer i den kommende uge.

Aflevering

I afleveringsfasen skal projektet overdrages til bygherren og her skal den ønskede kvalitet af projektet bedømmes. I denne fase deltager bygherrer og totalentreprenør, der sammen gennemgår det færdige resultat. Alle de krav, stillet af bygherren, der ikke er opfyldt i det færdige resultat noteres og skal efterfølgende udbedres af totalentreprenøren. Totalentreprenøren vil herefter kunne give ansvaret videre til sine underentreprenører. Udover dette kan der fra bygherren side stilles krav om digital aflevering af projektmateriale, hvilket foregår i projekter, som anvender "det digitale byggeri".

Opsummering

Kvaliteten i et byggeri sikres igennem alle faser af byggeprocessen, og det sker ikke kun i udførelsesfasen, hvor projektet bliver udført i praksis. I programfasen, hvor de første overvejelser om byggeriet sker, fastsættes niveauet af kvaliteten og jo tidligere kvaliteten tænkes ind og beskrives i byggeprocessen, desto mindre er risikoen for, at der opstår fejl, svigt og mangler. Den kvalitet, der tilføjes til projektet viste sig, at være forankret i alle fem definitioner af kvalitet, men i forskellige grader gennem de forskellige processer. Disse krav kunne både være nemme og svære at evaluere gennem byggeprocessen, hvor de svære krav skulle forsøges at detaljeres i starten af et byggeprojekt.

De kontrolplaner, udarbejdet af ingeniører og arkitekter, der skulle sikre kvaliteten på et byggeprojekt er ofte af så ringe en kvalitet, at de ikke bliver anvendt af aktørerne i byggebranchen. Dette skyldes at disse kontrolplaner er generaliserende og genanvendt fra forrige byggeprojekter.

På figur 4.2 var det tydeligt, at der var mange kommunikationsveje på et byggeprojekt og der var tilknyttet mange forskellige aktører i de forskellige faser af projektet. Muligheden for at information kunne gå tabt gennem byggeprocessen var derfor høj og kvaliteten kunne derfor falde undervejs i byggeprocessen. Dette kunne resultere i svigt, som både kunne have små og store konsekvenser for byggeprojektet. Men i hvilken fase er omfanget af disse svigt størst og hvad er årsagen til disse svigt? Dette ønskes undersøgt i efterfølgende afsnit.

Tesen i den videre undersøgelse må være, at totalentreprenøren overvejende er skyld i mange af de fejl, svigt og mangler der opstår. Dette begrundes med, at der er mange kommunikationspile og kvalitetspile fra totalentreprenøren, som alle sammen skal koordineres med de forskellige aktører i byggeprocessen.

4.4 Svigt og mangler i byggebranchen

I dette afsnit belyses omfanget af svigt og mangler i byggebranchen. Først undersøges mangler i byggebranchen, hvor mangler i dette afsnit er konstateringer på noget der mangles ved aflevering eller 1 og 5 års gennemgang. Manglerne undersøges først i det almene byggeri, hvorefter det undersøges om forskellige entreprise- og samarbejdsforme har indflydelse på omfanget af mangler i byggebranchen. Til sidst undersøges de omkostninger, der anvendes på udbedring af svigt i byggebranchen.

Mangler i det almene byggeri

For at belyse omfanget af alvorlige mangler (A2) i det almene byggeri, (se bilag 2 for nærmere forklaring af mangelklasser), er der nedenfor i tabel 4.2 udtrukket statistik fra (www.bsf.dk, 2008) ved 1 og 5 års eftersyn i år 1999 og i perioden fra år 2003 til år 2006. Det er valgt at se bort fra antallet af kritiske mangler (A3), da observationerne herom er ganske få og derfor ikke kan give et fornuftigt statistisk billede af situationen i byggebranchen.

Tabel 4.2: Omfanget af alvorlige mangler i forhold til opførte boligtyper ved 1 års og 5 års (www.bsf.dk, 2008).

	2006		2005		2004		2003		1999	
	1 år	5 år	1 år	5 år	1 år	5 år	1 år	5 år	1 år	5 år
Almene familieboliger	3 %	2 %	7 %	7 %	3 %	4 %	3 %	9 %	6 %	9 %
Private andelsboliger	13 %	10 %	10 %	10 %	13 %	27 %	5 %	21 %	19 %	28 %
Ældreboliger	0 %	5 %	7 %	7 %	1 %	6 %	4 %	7 %	8 %	50 %
Ungdomsboliger	28 %	0 %	2 %	2 %	0 %	4 %	11 %	0 %	9 %	22 %
I alt	3 %	4 %	4 %	7 %	3 %	10 %	4 %	8 %	9 %	27 %

I tabel 4.2 ses det at antallet af alvorlige mangler ved 5 års eftersyn er reduceret markant fra 2003 til 2006, hvilket kunne skyldes, at beskæftigelsen i byggebranchen har været dalende fra år 1998 til 2001, hvor 5 års eftersynet fra år 2003 til år 2006 tager udgangspunkt i. En tænkt påstand er, at jo lavere beskæftigelsen er, jo færre mangler opstår der pga. at der er færre personer involveret i værditilvæksten på byggeprojekter. Dette er dog ikke helt tilfældet, hvor der i tabel 4.3, er udtrukket statistik om beskæftigelsen i byggebranchen fra (www.dst.dk, 2008).

Tabel 4.3: Sammenligning af beskæftigelse med alvorlige mangler observeret ved 5 års eftersyn (www.bsf.dk, 2008).

År for 5 års eftersyn	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
År for opførelse	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**
Beskæftigelse i byggebranchen i året for opførelse	453.169	453.653	467.608	459.299
Procent af fejl ved 5 års eftersyn fra tabel 4.2	8	10	7	4

Tabel 4.3 viser, at der kun er en lille sammenhæng mellem beskæftigelsen og mængden af mangler ved 5 års eftersyn. I år 2003 til år 2004 og i år 2005 til år 2006 passer påstanden godt og det ses, at når beskæftigelsen stiger, stiger mængden af alvorlige mangler og omvendt, falder beskæftigelsen, falder mængden af alvorlige mangler. Påstanden holder ikke stik i år 2004 til år 2005, hvor beskæftigelsen stiger voldsomt, samtidig med at antallet af mangler falder. Anvendes den samme påstand på alvorlige mangler opdaget ved 1 års eftersyn, fås et tilsvarende udfald, hvor der igen ikke er sammenhæng mellem beskæftigelse og mangler. Påstanden holder derfor ikke stik i det almene byggeri.

Betragtes tabel 4.2 igen, kan der undres over, hvorfor omfanget af mangler ved 1 års eftersyn i ungdomsboliger fra år 2005 til år 2006 har været markant stigende. Den høje procentdel kan tilskrives opførelse af 77 ungdomsboliger etableret i gamle fabriksbygninger, hvor størstedelen af de alvorlige mangler har været observeret. Der kan derfor forekomme høje tal i statistikken, som stammer fra et

enkelt byggeprojekt, hvor der været store problemer med mangler. Dette er misvisende når statistikken anvendes, da et enkelt byggeprojekt kan ødelægge gode resultater fra alle de andre byggeprojekter.

Sammenlignes tallet sammenlagt i år 2006 er resultatet 3 % ved 1 års eftersyn, som må betragtes som relativt lavt i forhold til de andre år, hvor dette tal tilbage i år 1999 var oppe på 9 %. Det ses også at den lave procentdel er gennemgående fra årene 2003 til 2006, hvilket kan dokumenterer om, at de almene bygherrer er blevet mere professionelle og velkvalificerede, når det drejer sig om at tilrettelægge og gennemføre nybyggerier. Dette kan bl.a. være fordi bygherrer i kraft af kurser og videreuddannelse er blevet bedre til at håndtere et byggeprojekt [BSF Årsberetning, 2006].

Det lave resultat vist i tabel 4.2 er kun gældende for de almene byggerier, da den byggetekniske kvalitet i private nybyggerier ikke registreres på samme måde som hos byggeskadefonden. Hertil vurderer byggeriets parter og videninstitutioner, at der opstår væsentlig færre mangler i almene byggerier end i private nybyggerier. [BSF Årsberetning, 2006].

Mangler i forskellige entrepriseformer

For at undersøge de omkostninger, som anvendes på alvorlige mangler (A2) i byggeriet i forskellige entrepriseformer er der i figur 4.3 udtrukket statistik fra byggeriets evalueringscenter (www.byggetal.dk, 2008)[1].

Figur 4.3: Antal alvorlige mangler (A2) pr. *mio. kr.* fordelt efter entrepriseform (www.byggetal.dk, 2008).

I den udtrukne statistik på figur 4.3 skelnes der mellem total, hoved, stor, fag- og underentreprenører, hvor et projekt i en totalentreprise er, hvor bygherren ud fra et givent byggeprogram kontraherer byggeprojektet direkte med en totalentreprenør. Totalentreprenøren kontraherer herefter med de nødvendige rådgivere og underentreprenører. Kvalitetskontrolfunktionen i en totalentreprise varetages både af bygherre og entreprenør, imens styring af projektet alene er totalentreprenørens ansvar.

[1] Dataene er udtrukket via sorteringsværktøjet på hjemmesiden.

Et projekt i en hovedentreprise er karakteriseret ved, at bygherren kontraherer med en hovedentreprenør, som udfører projektet ud fra et færdigt sæt af tegninger og beskrivelser. Det vil sige, at bygherren selv har kontraheret med rådgivere. Bygherren er derfor alene ansvarlig for kvalitetssikringen, mens hovedentreprenøren er ansvarlig for styringen af projektet. (Kristiansen, 2008) og (www.byggeevaluering.dk,b, 2008).

Et projekt i en storentreprise er et projekt, hvor bygherren kontraherer med flere storentreprenører, som igen kontraherer med flere underentreprenører. Bygherren er på sådant et projekt ansvarlig for både styring af byggeprocessen og kvalitetssikringen, mens storentreprenørerne er ansvarlig for styring af deres egne underentreprenører.

Fagentreprenører er entreprenører, som har indgået en direkte aftale med en bygherre og underentreprenører er entreprenører, der har indgået en aftale med f.eks. en totalentreprenør. (Kristiansen, 2008) og (www.byggeevaluering.dk,b, 2008).

Det fremkommer af figur 4.3, at antallet af mangler er størst hos en fagentreprenør, som ligger på ca. 0,3 alvorlige mangler pr. *mio. kr.* Dette viser, at der forekommer flest alvorlige mangler, hvor bygherren selv entrerer med entreprenøren. Dette kan skyldes at bygherren mangler entreprenørens styringsindsats, værktøjer og produktionssystemer. Derudover kan det høje tal skyldes at fagentreprenører har en mindre omsætning fordelt på flere små byggeopgaver end f.eks. en totalentreprenør, så der derfor opstår flere mangler pga. de mange små opgaver.

Efter fagentreprenørerne er antallet af alvorlige mangler næststørste hos total, hoved- og underentreprenøren, hvor der udarbejdes ca. 0,1 alvorlige mangler pr. *mio. kr.* Grunden til at disse ligger så tæt skyldes, at underentreprenørerne indgår i enten en total- eller hovedentreprise, og derfor kan omfanget af mangler tilskrives disse entrepriser. Betragtes figur 4.3 mere præcis ses det at der forekommer færrest alvorlige mangler hos hovedentreprenøren blandt total, hoved- og underentreprenører, hvilket kan skyldes, at der i en hovedentreprise er udført et mere detaljeret udførelsesgrundlag i form af beskrivelser og tegninger end, der foreligger i en totalentreprise.

Det kan undres, at der ved en storentreprise er færrest alvorlige mangler. En grund hertil er, at der kun har været opsamlet få observationer i denne entrepriseform, og derfor vil der være statistiske udsving på dette nøgletal (Kristiansen, 2008). For at undersøge dette nærmere er det valgt at se på antallet af mindre alvorlige mangler (A1), da datagrundlaget her er større. I figur 4.4 er der udtrukket statistik herom.

Figur 4.4: Antal af mindre alvorlige mangler pr. *mio. kr.* fordelt efter entrepriseform (www.byggetal.dk, 2008).

Det fremgår af figur 4.4, at mængden af mangler i en storentreprise er steget lidt, mens resten af mængderne stor set er uændret. Her er datagrundlaget igen lille for storentrepriser, så det kan ikke konkluderes at der i denne entrepriseform forekommer færrest mangler. Det kan dog ved sammenligning af de andre entrepriseforme i figur 4.3 og figur 4.4, konkluderes hvilke entrepriseformer, der har flest og færrest mangler, da datagrundlaget her er væsentlig større.

Mangler i forskellige samarbejdsformer

For at belyse om en valgt samarbejdsform påvirker omfanget af mangler i byggebranchen er det igen valgt at udtrække statistik fra (www.byggetal.dk, 2008). Det er valgt at sammenligne samarbejdsformen partnering med den traditionelle form og resultatet er vist på figur 4.5. Resultatet er igen vist i gennemsnitlige alvorlige mangler (A2) *pr. mio. kr.*

Figur 4.5: Antal af alvorlige mangler (A2) fordelt efter samarbejdsform (www.byggetal.dk, 2008).

Det overraskende i figuren er, at der ikke er nogen forskel mellem antallet af alvorlige mangler i de to samarbejdsforme. Det vil sige, at der ved valg af samarbejdsformen partnering ikke opnås en reducering af alvorlige mangler i forhold til den traditionelle samarbejdsform. Det undersøges om samme påstand gælder for mangler kategoriseret som A0 og A1 mangler og nedenfor på figur 4.6 kan resultatet heraf ses.

Figur 4.6: Antal af mindre og ikke alvorlige mangler sammenlignet mellem den traditionelle samarbejdsform og i samarbejdsformen partnering (www.byggetal.dk, 2008).

Det fremgår af figur 4.6, at reduceringen af mangler er lille ved valg af samarbejdsformen partnering, hvor der faktisk opstår flere ikke-alvorlige mangler i samarbejdsformen partnering. Dette kan igen skyldes, at der kun er opsamlet data i et begrænset omfang om projekter udført i partnering og derfor kan der være statistiske udsving på de viste tal.

Svigt i hele byggebranchen

For at undersøge svigt i byggebranchen anvendes en analyse udarbejdet af Erhvervs- og byggestyrelsen (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2004) og (Nielsen & Hansen, 2007). I denne analyse er de økonomiske tab som følge af svigt i byggeriet blevet estimeret. Dette estimat baserer sig på en formel, der med en række parametre inkluderer direkte omkostninger og følgeomkostninger placeret i projektering, udførelse, garantiperiode og driftsfase. I analysen viste det sig, at der årligt blev anvendt 12 *mia. kr.* på udbedring af svigt i byggeriet og fordelingen heraf kan ses på figur 4.7. Det samlede resultat på 12 *mia. kr.* er med en betydelig usikkerhed, da de fleste af parametrene til udregningen heraf er skønnet. Dette er fordi, der kun foreligger udenlandske undersøgelser om omkostninger anvendt på svigt, som er mindre repræsentative for Danmark. Det viste sig dog at størstedelen af de forskellige anvendte kilder i undersøgelsen alle pegede i samme retning, nemlig at der var tale om et meget betydeligt problem med et stort økonomisk potentiale.

Figur 4.7: Procentdele af udgifter anvendt til udbedring af svigt fordelt efter, hvilken fase de anvendes i (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2004).

Betragtes figur 4.7 ses det, at størstedelen af udgifterne er placeret i udførelsesfasen, 67 %, hvilket svarer til ca. 8 *mia. kr.* årligt. Omkostningerne i projekteringsfasen ser overraskende lille ud, hvor der anvendes under en halv *mio. kr.* årligt. Dette kan besvares med, at hvis der skal udbedres en svigt i projekteringsfasen vil udgifterne gå til omprojektering, hvor der f.eks. kun skal ændres på en tegning eller en udregning, der ofte kun giver omkostninger i form af arbejdsløn til rådgivere. I udførelsesfasen vil et svigt medføre større omkostninger, da der her indgår flere faktorer. Der kan f.eks. være udgifter til nedrivning af en bygningsdel, arbejdsløn og udgifter til udførelse af en ny bygningsdel og leje af materiel mm. Det skal endvidere siges, at størstedelen af udgifterne i udførelsesfasen kan tilskrives svigt opstået projekteringsfasen, hvilket ikke fremgår af figuren. Dette gælder også udgifterne i garantiperioden og driftsfasen. Det vil derfor være væsentligt, at minimere svigt i projekteringsfasen for videre, at kunne reducere svigt i de efterfølgende faser.

Opsummering

Der opstår mangler i hele byggebranchen både i det almene, offentlige og i den private sektor af byggebranchen. Dog er der en tendens til at de almene byggerier har færrest mangler og at bygherrerne her er mere professionelle end i den private sektor.

Det viste sig i afsnittet, at når der ses bort fra fagentrepriser, så var det i totalentrepriser at der var flest mangler pr. *mio. kr*. Dette skyldes bl.a. at projekteringen foregår sideløbende med udførelsesfasen på et byggeprojekt, hvilket medfører at de udførende ikke altid har et fornuftigt projektgrundlag på byggeprojektet. Det blev konstateret at den valgte samarbejdsform ikke havde den store indflydelse på omfanget af mangler og det viste sig faktisk at der ved valg af samarbejdsformen partnering opstod der flere ikke-alvorlige mangler på byggeprojektet.

Udgifterne, som anvendes på udbedring af svigt i hele byggebranchen er ca. 12 *mia. kr.,* hvilket svarer til ca. 10 % af byggesektorens produktionsværdi. Denne høje sum illustrerer, at der et stort økonomisk potentiale at udforske her. Mere specifikt drejer det sig om udførelsesfasen, hvor over 2/3 af udgifterne viste sig at være. Mange af disse udgifter kunne dog tilskrives svigt, der er opstået i projekteringsfasen.

Årsagerne til at der opstår svigt og mangler i byggebranchen er fejl begået af aktørerne på et byggeprojekt. I næste afsnit ønskes det belyst hvilke årsager der ligger til grund for, at der udvikles fejl i byggebranchen.

4.5 Årsager til fejl i byggebranchen

I dette afsnit belyses de bagvedliggende årsager for, at der opstår fejl, som kan medføre svigt og mangler i byggebranchen. Årsagerne til at der begås fejl i byggebranchen skal findes hos alle involverede aktører i byggeprocessen. En undersøgelse fra 90'erne (Josephson & Hammarlund, 2002), der indeholder en analyse af 7 byggeprojekter i Sverige viste, at det hovedsageligt var hos den projekterende, planlæggeren og den udførende at omkostninger til udbedring af svigt var størst. Resultatet af undersøgelsen kan ses på figur 4.8.

Figur 4.8: Omkostninger til udbedring af svigt fordelt i procent i henhold til aktør som er skyld i svigtet. (Kristiansen, 2008).

Betragtes figur 4.8 må tesen, som blev opstillet i afsnit 4.3 antages at være korrekt, da den antydede at det var hos totalentreprenøren, som oftest har rollen som planlæggeren og den udførende, at omkostningerne til udbedring af svigt var største. Dog ligger den projekterende på en klar førsteplads med 26 %. Tages der udgangspunkt i de 5 roller, som har de største omkostninger på figur 4.8, er disse uddybet på figur 4.9 med, hvilke årsager der er skyld i at der begås fejl, som fører til svigt.

Figur 4.9: Årsager til fejl hos byggeriets aktører. (egen tilvirkning vha. (Josephson & Hammarlund, 2002)) Fejlkategorier og aktører vist til venstre er anvendt direkte fra (Josephson & Hammarlund, 2002).

Figur 4.9 illustrerer mere specifikt resultatet fra undersøgelsen i (Josephson & Hammarlund, 2002), hvor der under de fem roller er vist handlinger, der er skyld i at der begås fejl. Figuren skal være med til at illustrere de afhængigheder der er mellem nogle de årsager, som fører til fejl og måske senere svigt og mangler.

Til venstre i figuren er der for leverandøren og den projekterende vist de aktører, som er skyld i at fejlen begås. Derudover er der til venstre også vist nogle af de eksterne påvirkninger som har indflydelse på at der begås fejl. For eksempel kan vejret påvirke kvaliteten af den udførendes arbejde. Til højre i figuren er årsagerne til fejlene vist, hvor hver rolle har en farve. Denne farve illustrerer, hvem af aktørerne, der har ansvaret for at fejlen begås. For eksempel kan bygherren placeret øverst være skyld i, at der er valgt nogle forkerte materialer, som igen kan skyldes dårlig rådgivning fra f.eks. arkitekt.

Det fremgår til højre på figur 4.9, at det er den projekterende og planlæggeren, der er skyld i mange af årsagerne til, at der begås fejl på et byggeprojekt. Specifikt under den projekterende kan det ses, at

arkitekten er skyld i størstedelen af fejlene med 42 % ud af de 26 %. Det vil sige at ca. 11 % af de omkostninger der anvendes på fejl i byggebranchen skyldes arkitekten. Betragtes den udførende på figur 4.9, så stammer 65 % af denne mængde fra forkert udført arbejde, hvilket vil sige at 13 % af de omkostninger, der anvendes på udbedring af fejl i byggebranchen skyldes forkert udført arbejde blandt de udførende. De ovenstående eksempler fremhæves da de bevidner om, at der er en sammenhæng mellem de fejl arkitekten udarbejder og det, at den udførende udfører noget forkert. Dette skyldes bl.a. at de fejl der begås af den udførende, ofte skyldes fejl i arkitektens tegninger.

En af grundene til at der forekommer mange fejl i byggebranchen er, at det er mennesker som i fællesskab skaber et produkt og ikke en maskine der skaber produktet som i en traditionel produktionsvirksomhed. Når en produktion omhandler mennesker er der mange faktorer der ligger til baggrund for, at det færdige produkt lever op til den rigtige kvalitet. Der er i (Josephson & Hammarlund, 2002) ydermere analyseret på dette og herunder, hvilke årsager, der ligger til grund for at aktørerne udarbejder fejl. Analysen tager igen udgangspunkt i de syv byggeprojekter og nedenfor på figur 4.10 kan resultatet fra undersøgelsen ses.

Figur 4.10: Årsager til fejl opdelt i procentdel af omkostninger (Josephson & Hammarlund, 2002).

Det fremgår af figur 4.10, at ca. halvdelen af omkostningerne, som er anvendt på udbedring af fejl skyldes manglende engagement blandt aktørerne. Mere end en fjerdedel af fejlene kan tilskrives kompetence og en ottendedel kan tilskrives manglende information/informationsbrist. Det må anses at være et stort problem at 50 % af de fejl, som opstår i byggebranchen skyldes manglende engagement. Det vil sige at 5 % [2] af den samlede produktionsværdi i byggebranchen anvendes på svigt, som skyldes fejl der udspringer af manglende engagement. Ses der nærmere på den manglende engagement i byggebranchen er denne del uddybet nedenfor i tabel 4.4.

[2] De 5 % er udregnet som 50 % af de 10 %, som var omkostninger anvendt på spild i hele byggebranchen.

Tabel 4.4: Årsag til fejl i engagement (Josephson & Hammarlund, 2002).

Årsag	Andel af fejl, som skyldes manglende engagement
Glemsomhed	55 %
Sjusk	40 %
Bevidste fejl	5 %

Det fremgår af tabellen, at 95 % af fejlene, som skyldes manglende engagement skyldes glemsomhed og sjusk blandt aktørerne, hvilket kan bevidne om at der i byggeriet ikke er nogle incitamenter for at de involverede aktører vil lave tingene rigtige og levere den ønskede kvalitet. For at uddybe dette nærmere inddrages endnu en tabel fra (Josephson & Hammarlund, 2002), som viser årsagerne til projekterings-, planlægnings- og udførelsesfejl. Tabellen er vist nedenfor i tabel 4.5.

Tabel 4.5: Årsager til projekterings-, planlægnings- og udførelsesfejl (Josephson & Hammarlund, 2002).

Årsag	Projektering	Planlægning	Arbejdsudførelse
Bristende kundskab	44 %	34 %	12 %
Bristende information	18 %	11 %	6 %
Bristende engagement	35 %	42 %	70 %
Stress	2 %	5 %	1 %
Risikohandling	1 %	8 %	11 %

Betragtes tabel 4.5 fremgår det at størstedelen af de årsager til fejl, som begås i projekteringen og planlægningen er; bristende kundskab, engagement og information. Den bristende kundskab blandt disse aktører kan bevidne om at kompetencerne blandt aktørerne er dårlige. Dette kan skyldes et dårligt vidensdeling internt og eksternt i virksomhederne. Denne vidensdeling kan foregå gennem et IT baseret system, men kan også foregå ved at arrangere aktørerne på et fælleskontor, fælles skurby eller gennem projekteringsteam for på den måde, at anvende hinandens kompetencer inden for specifikke fagområder. Derudover kan den projekterende og planlæggeren supplerer med relevante kurser for at forbedre sine kundskaber.

Den bristende information blandt den projekterende og planlæggeren skyldes bl.a. de mange aktører og kommunikationsmønstre der er imellem disse, som det tidligere blev vist på figur 4.2. Jo flere aktører, der indgår i kommunikationssystemet, jo større sandsynlighed er der for, at noget information går tabt.

En anden væsentlig ting, som bør iagttages er, at stressfaktoren i planlægningen er størst, hvilket er med til at skabe bristende engagement blandt planlæggeren. Dette skyldes bl.a. tidspres fra bygherrer, dårligt udførelsesgrundlag og uengagerede entreprenører. De uengagerede entreprenører giver sig til udtryk i tabel 4.5 under arbejdsudførelse, hvor 70 % af fejlene kan tilskrives dette. En grund hertil er, at incitamentet for at undgå sjusk eller glemme aftaler ikke er til stede hos medarbejderen. Der er således ingen konsekvenser for, at den enkelte medarbejder udarbejder sjusk eller glemmer noget. Det høje aktivitetsniveau i byggebranchen i dag supplerer heller ikke incitamentet hos entreprenørerne i en positiv retning grundet den kraftige mangel på arbejdskraft. Derfor forekommer en konsekvens som f.eks. en fyring blandt entreprenører sjældent. Spørgsmålet er om aktøren i stedet skal belønnes for fejlfri

aflevering gennem en bonusordning eller om der skal udøves ris for ikke tilstrækkelig afleveret kvalitet. Denne form for bonusordninger er til forskel for de normale bonusordninger ikke bundet til produktion og leveringstid, men bundet til den leverede kvalitet. Et godt eksempel på inddragelse af en lign. bonusordning skal findes på DR byen. Her blev anvendt en bonusordning, som gik ud på at skabe god sikkerhed og et godt arbejdsmiljø på byggepladsen. Bonusordningen indgik i selve entreprisen med underentreprenørerne, hvor ca. en halv procent af entreprisesummen for bygherren omhandlede sikkerhed og arbejdsmiljø. Der blev givet en økonomisk gulerod til håndværkere og ledere, hvis de tog sikkerhedskurser og for at undlade at overtræde forskellige gældende sikkerhedsregler. Hvis f.eks. entreprenøren undlod at rapportere en sikkerhedsforsættelse blev bonussen tilsvarende reduceret. Bonusordningen på DR byen havde den positive effekt, at der opstod færre arbejdsulykker end på andre danske byggepladser i gennemsnit (www.byggeri.dk, 2008). Dette incitamentsværktøj kunne være et nyttigt redskab til, at reducere fejl og mangler i byggebranchen.

En sidste ting det bør ligges mærke til på tabel 4.5 er, at risikohandlingen er størst på selve udførelsen, hvilket skyldes at den udførende pga. manglende engagement i projektet ikke kan vurdere konsekvensen af en udført handling.

Opsummering

Alle aktører i byggebranchen er, i form af de fejl som begås, med til at skabe svigt og mangler. Størstedelen af disse fejl, skyldes den projekterende, planlæggeren og den udførende. Det viste sig at den projekterende og planlæggeren havde problemer med brist i kundskab og engagement, mens det hos den udførende hovedsagelig var brist i engagement. Mere specifikt var det arkitekten, som var skyld i størstedelen, næsten 50 %, af fejlene under den projekterende.

Bristene i kundskab blandt planlæggeren og den projekterende kunne minimeres gennem kurser og bedre vidensdeling blandt disse aktører. Bristene i engagement blandt de udførende gav udslag i sjusk og glemsomhed blandt aktørerne og bristene kunne mindskes ved at forbedre incitamentet blandt aktørerne. Det blev forslået at anvende en bonusordning, som var bunden til den kvalitet, der blev præsteret for at hæve incitamentet.

4.6 Redskaber, metoder og applikationer til forbedring af kvaliteten.

I dette afsnit undersøges nogle af de redskaber, metoder og applikationer, der kan hjælpe med at reducere omfanget af fejl og mangler i byggeriet. Nedenfor på figur 4.11 er de forskellige faser, som blev anvendt i afsnit 4.3 igen vist. Til hver fase er der lavet linier ud til de redskaber, metoder og applikationer, der findes anvendelig i denne fase. Efterfølgende forklares og kommenteres disse.

Figur 4.11: Redskaber, metoder og applikationer for reducering af fejl og mangler i byggebranchen (egen tilvirkning).

4.6.1 Redskaber

I dette afsnit beskrives de redskaber, der kan anvendes for at reducere mængden af fejl i byggeriet. Disse beskrives og kommenteres og der refereres til Figur 4.11 for illustration af, hvilken fase redskabet er anvendelig i.

Mock up model

En mock up model er et udsnit af en bygning f.eks. i 1:1. Modellen kan f.eks. være en model af en lejlighed eller et rum i det færdige byggeri. Det er således en fysisk model af den virkelige verden, der skal illustrerer det færdige resultat. På det nye stråleterapicenter i Herning, som står færdigt i år 2009, har der i de indledende faser været anvendt mock up modeller. Der har eksempelvis været modeleret en stue for at bl.a. lægerne kunne se det færdige resultat og evt. komme med ændringer inden dette skulle udføres i virkeligheden. Derudover har bygherren kunne se det færdige resultat og på den måde har mock up modellen været med til at definere den kvalitet, der ønskes af bygherre ved aflevering. Udover at brugere og bygherrer kan anvende denne model kan de udførende komme med indvendinger, hvis der er noget som virkede uhensigtsmæssigt at udføre i praksis. Kommentarer og indvendinger fra den

udførende til mock up modellen forekommer dog sjældent i totalentrepriser, da de udførende ikke er kontraheret på tidspunktet for opførelsen af mock up modellen. Dette redskab er meget anvendeligt i opstartfasen af et projekt, hvor kravspecifikationerne til byggeriet bliver fastlagt.

Erfaringsopsamling - BygErfa.dk

Dette websted (www.bygerfa.dk, 2008) kan anvendes til at undgå at de fejl, som er begået på byggeprojekter i Danmark begås på igangværende eller kommende byggeprojekter. Websteder består af erfaringsformidling af allerede skete svigt i byggebranchen så webstedet kan medvirke til at øge kvaliteten gennem indsamling, bearbejdning og formidling af byggetekniske erfaringer, så svigt forebygges eller udbedres mest hensigtsmæssigt.

Erfaringerne på webstedet er opdelt i SfB systemet, som er et anerkendt og internationalt klassifikationssystem inden for byggeri. SfB systemet er baseret på facetter der klassificerer et objekt ud fra tre forskellige synsvinkler, hvilke er:

- Bygningsdele (tal i parentes).
- Konstruktioner (stort bogstav).
- Materialer/ressourcer (lille bogstav + ciffer).

Den samlede SfB-kode for et objekt kan eksempelvis se således ud:

- (21) F g2

hvor (21) angiver den pågældende bygningsdel (her 21 = ydervæg), F angiver den pågældende konstruktion (her F = murværk) og g2 angiver det pågældende materiale (her g2 = brændt ler). Den samlede kode angiver således, at der er tale om mursten anvendt i en ydermur. Der er således specificeret erfaringer til enkelte objekter, som indgår på et byggeri.

Webstedet har en god inddeling af underemner og henvender sig både til rådgivere, arkitekter og entreprenører. Derudover vil siden også kunne finde anvendelse af bygherrer. Der skal dog tegnes et abonnement for et overkommeligt beløb for at kunne anvende webstedet.

Erfaringsopsamling - Bygviden.dk

Dette websted (www.bygviden.dk, 2008) er en søgemaskine, som indeholder lovstof, anvisninger, branchebeskrivelser og byggeerfaringer. Bygviden.dk bygger på en søgeteknologi leveret af Autonomy, hvilket er den samme teknologi, der ligger til grund for bl.a. den fælles offentlige sundhedsportal – sundhed.dk. Det smarte i disse søgemaskiner er, at de er i stand til at lære, hvordan et godt dokument ser ud og dermed vise disse for brugerne. Redaktører og fagmedarbejdere fra bygviden.dk kan pege på et ideelt dokument, og søgemaskinen kan så genkende tekstmønstret fra databaser og websider på nettet og finde disse til brugeren. Dette gør at brugeren får sorteret den unødvendige viden fra, således der kun er brugbart viden tilbage, som vises for brugeren.

Bygviden.dk henvender sig til entreprenører og håndværkere, men kan ligesom BygErfa.dk være anvendelige for rådgivere og bygherrer. Dette websted formidler viden og bidrager til et bedre byggeri ved bl.a. at øge tilgængeligheden af eksisterende viden om materialer, konstruktioner og udførelse inden

for de gængse fag i entreprenørbranchen. Bygviden.dk er i forhold til BygErfa.dk gratis, så tilgængeligheden for viden er bedre på Bygviden.dk end på BygErfa.dk.

Dansk byggeri – Hvor går grænsen

Dansk byggeri har udgivet en række tolerancehåndbøger, der skal hjælpe med at fastlægge tolerancer og måleregler på væsentlige faglige områder inden for nybyggeri. Disse håndbøger har en fælles titel "Hvor går grænsen" og de skal være med til at løsne op på problemer med grænseflader mellem de forskellige fag i byggeriet. En fagentreprenør, som f.eks. opfatter et udfaldskrav som et acceptabelt udfaldskrav, kan give problemer for næste faggruppe, hvis de stiller et andet indfaldskrav. Disse bøger er alle tilgængelige gennem førnævnte bygviden.dk (www.bygviden.dk, 2008). Bøgerne henvender sig hovedsageligt til den udførende, men kan også anvendes som opslagsværker for bygherrer og rådgivere.

Bips beskrivelsesværktøj

Bips beskrivelsesværktøj er en fælles national standard for, hvordan strukturen og indholdet af de beskrivelser, der knytter sig til en byggesag skal udformes. Dette værktøj anvendes bl.a. til at gøre kommunikationen mellem rådgivere og de udførende klarerer og mere entydig, fordi der i Bips arbejdes med et fælles referencegrundlag. Beskrivelsesstrukturen tager udgangspunkt i, at et projektmateriale til en byggesag skal bestå af følgende dokumenter:

- Dokumentfortegnelse, inkl. tegningslister.
- Byggesagsbeskrivelse.
- Arbejdsbeskrivelser.
- Tegninger.
- Tidsplaner.
- Tilbudsliste, eventuelt inklusive retningslinier for mængdeopgørelse og prisfastsættelse.

For en nærmere specifikation af disse henvises til (www.bips.dk, a, 2008), hvor disse dokumenter findes i en række paradigmer, som opdateres løbende med den nyeste erfaring, gældende normer og standarder. Målet med bips er at effektiviserer projekterings- og byggeprocessen fra byggeprogram til drift og vedligehold, således kvaliteten i byggeprocessen øges. Derfor vil dette værktøj være anvendeligt i alle faser af byggeriet.

Nøgletal fra BEC

Siden d. 1.januar 2005 har virksomheder, der ønsker at bygge for staten skulle fremlægge nøgletal om deres tidligere byggesager og siden hen, har det almene byggeri fulgt med på vognen. Det forventes at nøgletallet med årene vil blive anvendt på samme vilkår af private bygherrer, som de i dag bliver anvendt i det statslige og almene byggeri (www.byggeevaluering.dk, a, 2008).

Nøgletallene fra BEC er et effektivt redskab, som kan anvendes af bygherrer til at vælge netop de entreprenører og håndværksmestre, som giver en frugtbar samarbejdspartner på den konkrete opgave, der skal løses. Nøgletallene opsamles af de involverede entreprenører på den enkelte byggesag og datene bliver opsamlet i et faktablad, der er kategoriseret i fire områder, som er følgende:

Oplysninger om tidsfrister fortæller bygherren i hvilket omfang, entreprenøren har overholdt tidsplanen. Tallet beregnes i procent og et tal på 110 % fortæller, at entreprenøren er blevet forsinket med 10 % i forhold til det aftalte tidspunkt, og omvendt er tallet mindre end 100 %, er projektet blevet hurtigere færdigt end aftalt. I forsinkelsen er der taget højde for de forhold der retsmæssig jf. AB 92 og ABT 93 giver entreprenøren ret til tidsfristforlængelse.

Data om kvalitet kan bygherren anvende til at se antallet af mangler, som er konstateret ved afleveringsforretning. Derudover kan bygherren se om mangelafhjælpning er blevet udført efterfølgende. Disse mangler er opdelt i fire kategorier fra A0 til A3, hvor A0 kategoriserer de ikke alvorlige mangler og er som regel ren som kosmiske mangler uden væsentlige økonomiske konsekvenser. I den anden ende er der A3, der karakteriserer de kritiske mangler, med store økonomiske følger. For nærmere oplysninger om de fire kategorier henvises til bilag 2.

Data om arbejdsmiljø viser antallet af arbejdsulykker pr. *mio.* arbejdstimer og kan ligeledes være en forudsætning for valg af entreprenør.

Data om kundetilfredsheden fortæller bygherrens tilfredshed med byggeprocessen. Denne måles på en karakterskala fra 1 til 5, hvor 5 defineres som "meget bedre end forventet". Karakteren gives ud fra et interview med bygherren efter byggeprocessen er afsluttet. Udover at bygherren kan anvende disse faktablade kan entreprenøren anvende disse til at undersøge og udvælge sine underentreprenører.

Kravet om nøgletal hos entreprenører vil med tiden få den positive effekt, at entreprenører og håndværksmestre vil stræbe efter gode nøgletal, for at have en større chance for at blive valgt til byggeopgaver, hvilket medfører at der er et større incitament blandt entreprenører for at aflevere et mangelfrit byggeri til bygherren.

4.6.2 Procedurer og metoder

I dette afsnit beskrives de procedurer og metoder, som kan hjælpe aktørerne i byggebranchen med at reducere mængden af fejl, svigt og mangler.

Teamentreprise

Teamentreprise er en entreprise, hvor rådgivere og entreprenører sammen byder ind på en opgave og på den måde også deler udgifter og indtægter på opgaven. Dette er med til at hæve kvaliteten på de beskrivelser og tegninger, der udarbejdes, da alle parter høster en gulerod af det færdige resultat. Denne form for entreprise skal anvendes så tidlig i byggeprocessen som muligt, således projektet endnu ikke er detailprojekteret.

Fællesakkorder

Fællesakkorder er en type af akkord, som belønner en gruppe af forskellige entreprenører, når byggeriet afleveres til tiden med ganske få mangler (Erhvervs- og byggestyrelsen, 2005). Fællesakkorder skal være med til at forbedre og optimere byggeprocessen i fællesskab blandt de udførende. De almindelige akkorder, som anvendes af de forskellige faggrupper i dag i byggeriet er effektfuld og skaber god fremdrift på et byggeri. Problemet er at den ønskede kvalitet ikke indgår i disse akkorder. Fællesakkorder skal være med til at løse dette problem, således de forskellige håndværkere kan være med til at give et højt niveau af samarbejde og kvalitetssikring i byggeriet. Denne type af akkorder kan dog give problemer mellem de forskellige faggruppers fagforeninger, da disse foreninger er fastholdte af gamle traditioner om, hvordan deres medlemmer skal aflønnes.

Ny afleveringsprocedure

For at reducere mangler ved aflevering har Bygherreforeningen (Bang, 2007) i 2006 præsenteret et initiativ til afhjælpning af dette. De har udarbejdet "Ny afleveringsprocedure", som består af nogle faser, som gennemføres inden den normale aflevering. Disse faser er vist i figur 4.12.

Figur 4.12: Faser, som gennemføres i ny afleveringsprocedure, (Bang, 2007).

I den første fase udarbejder alle entreprenører en stadeopgørelse ca. en måned før aflevering. Denne opgørelse anvendes i næste fase, før-aflevering, hvor stadeopgørelsen skal danne grundlag for den næste måneds indsats, for at aflevere et fejl- og mangelfrit byggeri. Der aftales en prioritetsliste, der færdiggøres i den næste fase inden byggeriet afleveres (Bang, 2007). Ved at indføre dette initiativ sættes der fokus på manglerne ved aflevering og mangelafhjælpningen kan planlægges og følges op på i perioden op til afleveringen.

Det digitale byggeri

Siden januar 2007 har de statslige bygherrer stillet krav til arkitekter, ingeniører og entreprenører om, at kunne håndtere en række nye digitale rutiner, metoder og værktøjer, der alle hører til det digitale byggeri. Helt konkret kan bygherren stille krav til fire områder som beskrives nedenfor (www.detdigitalebyggeri.dk,a, 2008).

Udbud og tilbud

- Udbudsprojektet skal foreligge digitalt og indeholde en beskrivende mængdefortegnelse, i hvilken rådgiveren har opgjort de mængder, som entreprenørerne skal lægge til grund for deres tilbud. Den beskrivende mængdefortegnelse er dog først obligatorisk fra 2009.
- Den beskrivende mængdefortegnelse skal udformes på grundlag af det nye klassifikationssystem, DBK. Arbejds- og byggesagsbeskrivelser skal baseres på bips B 100 standarden.
- Selve tilbudsgivningen foregår ved at de bydende entreprenører uploader deres tilbud til bygherren via en portal på internettet. Her foregår licitationen ved at bygherren samtidig offentliggør de indkomne tilbud.

Projektweb

- De medvirkende parter ved et statsligt byggeprojekt skal dele projektdata og udveksle dokumenter, tegninger og beskrivelser via en projektweb på internettet.
- Alle byggeprojektets væsentlige aktører skal have adgang til projektwebben - og de skal overholde en række fælles spilleregler for datadisciplin og samarbejde.
- Entreprenørerne og håndværkerne skal - i en "digital skurvogn" på byggepladsen - have adgang til projektwebben og mulighed for at udprinte tegninger i A3 format. De projekterende skal tilpasse deres tegningsformater med dette for øje.

3D modeller

- Arkitekter og ingeniørrådgivere skal udføre 3D visualiseringer og simuleringer ved idé- og projektkonkurrencer, når det skønnes at "bidrage væsentligt" til at belyse forslagenes arkitektoniske og tekniske kvaliteter. Ved byggesummer over *40 mio. kr.* er kravet obligatorisk.
- Arkitekter og ingeniørrådgivere skal anvende 3D modeller i projekteringen, når det skønnes hensigtsmæssigt ud fra en samlet bedømmelse af økonomi og nytteværdi. Ved byggesummer over 40 *mio. kr.* er kravet obligatorisk.
- 3D modeller i projekteringen skal opfylde en række krav til indhold, informationsniveauer mv. i de forskellige faser, som bygherren skal specificere for det enkelte projekt. Modellerne skal kunne udveksles i IFC-formatet med mindre andet aftales.
- 3D modellerne skal give mulighed for at genanvende geometriske data og egenskabsdata i de efterfølgende faser. Modeller og CAD-filer skal stilles til rådighed for entreprenøren.

Digital aflevering

- Ved byggesager med en samlet byggesum på 15 *mio. kr.* eller mere skal byggeprojektets deltagere digitalt aflevere de driftsrelevante data, som bygherren har stillet krav om.
- Bygherren fastlægger hvilke projektdeltagere, der er omfattet af digital aflevering, og udpeger den Part, der i forbindelse med afleveringen skal varetage overdragelsen.
- Den digitale aflevering skal, efter bygherrens valg, ske enten i form af XML-filer med tilhørende dokumenter, som en 3D model eller ved direkte indtastning i driftsherrens FM- og driftssystemer.

Derudover skal de rådgivende på et projekt efterleve 10 krav om anvendelse af IT, hvis de vil rådgive eller udføre byggeopgaver for statens bygherrer. De ti krav omfatter bl.a. krav til obligatorisk brug af projektweb, tegninger skal kunne udskrives i A3, 3d modellering i konkurrencer mm.

Det seneste skud på stammen inden for det digitale byggeri er et internetbaseret værktøj, som skal lette den digitale aflevering i byggeriet. Der er i skrivende stund (18. april 2008) igangsat en betatest, som ruller indtil sommer 2008. Værktøjet skal hjælpe byg- og driftsherrene med at formulere, hvilke data de skal kræve fra rådgivere og entreprenører i forbindelse med digital aflevering af byggeprojekter (Krog, 2008).

Om hvorvidt det digitale byggeri udbreder sig fra de statslige byggerier til de private byggerier i fremtiden vil sandsynligvis være påvirket af de erfaringer de statslige bygherrer gør sig i fremtiden. Derudover vil manglende IKT systemer og det manglende kendskab til disse i byggebranchen være en forhindring for, at det udbreder sig.

Beskrivende mængdefortegnelser

I et normalt projekt i Danmark udarbejder en entreprenør et tilbud ud fra udleverede tegnings- og beskrivelsesmaterialer, som er udarbejdet af arkitekter og rådgivende ingeniører. Tilbuddet baserer sig på entreprenørens opmålinger og optællinger af, hvad bygningen indeholder. I det digitale byggeri vil dette blive nemmere for entreprenørerne, da det pr. 1. januar 2009 er obligatorisk for rådgivere og arkitekter at aflevere det helt specifikke materialevalg og mængder til entreprenøren i form af tilbudslister, som kan genereres automatisk ud fra 3D objektorienterede modeller. På tilbudslisterne skal entreprenørerne kun tilføje deres enhedspriser på de viste materialer, som så kan afleveres til bygherren. Dette er med til entreprenørerne kan give et præcist tilbud på de materialer, der indgår på byggeprojektet. Derudover kan entreprenørerne helt nøjagtig vide, hvilke objekter der indgår i entreprisen og på den måde bedre planlægge byggevareleverancer til byggepladsen.

Produktionskort

Ved hjælp af et produktionskort kan produktionen på byggepladsen planlægges og udføres som enkelte produktionsdele. Produktionskortet er en delmængde af data om selve produktionsdelen, der er nødvendigt for at kunne producere denne. Produktionskort giver således et detaljeret overblik over nøglekarakteristikaene i en produktionsdel, som bl.a. omfatter materialer, tid og placering af dele, som indgår i processen for at udføre produktionsdelen. Effekten ved anvendelse af produktionskortet er, at informationsstrømmen til de udførende på byggepladsen bliver struktureret, da informationerne i

produktionskortet indsamler alle relevante informationer, der skal til for at udføre den enkelte produktionsdel. Disse informationer kunne være udfaldskrav, tolerancer, tegninger, beskrivelser, placering, løn, produktionsmetode, materiel, materialer, mandskab, kvalitetssikring osv. I fremtiden vil denne form for informationskilde evt. kunne hentes ned på en PDA, således informationerne er hurtige og let tilgængelig for den udførende part (www.detdigitalebyggeri.dk,b, 2008).

4.6.3 Software og applikationer

I dette afsnit beskrives og kommenteres nogle af de softwareprogrammer og applikationer, der kan hjælpe med at reducere fejl, svigt og mangler i byggeriet.

DRofus

DRofus er et databaseværktøj udviklet i Norge, som kan anvendes til at støtte arbejdsprocesser i komplekse byggeprojekter. Programmet er det eneste værktøj i Norden, som kan håndtere informationer om rum, rumfunktioner og udstyr i én model og kan igennem en række moduler hjælpe med udstyrsplanlægning og projektering. Programmet bygger over 20 års erfaring fra byggebranchen og er udviklet i en periode på 10 år i samarbejde med bygherrer og brugere i Norge. Programmet anvendes bl.a. i dag på alle sygehusprojekter, som opføres i Norge.

DRofus støtter en række processer ved planlægning og gennemføring af byggeprojekter. Programmet består af en central database, hvori de nyeste informationer om rum, rumfunktioner og udstyr lagres. Databasen har alle involverede parter på byggeprojektet adgang til, så den nyeste viden om projektet er hele tiden tilgængelig for parterne. I databasen findes en oversigt over alle planlagte rum i projektet, organiseret efter den funktion rummet har. Dette er selve rygraden i programmet og det anvendes til at administrere projektets rumprogram, rumfuktionsnummer, arealer og geografiske oplysninger med. I starten af et byggeprojekt registreres krav fra bygherren i et program kaldet "rumfunktionsprogram". Programmet behandler bygherrens funktionelle krav til hver rum i projektet. Disse krav er i et normalt projekt oftest spredt rundt i mange dokumenter. I DRofus indtastes disse, så de fremstår på en overskuelig måde, således de senere i projektet kan hives frem af projekterende og entreprenører.

Det smarte i DRofus er, at der kan genereres en model, hvori det kan kontrolleres om den projekterende har tegnet det korrekte ud fra de givne krav. Denne model kan også anvendes til kontrol af planlagt udstyr i bygningen, således det kan kontrolleres om det forventede byggeri faktisk er det som også udføres. Programmet indeholder også en udstyrsdatabase, som kan hjælpe planlæggeren med at planlægge indkøb af udstyr/genstande, der skal placeres i forskellige rum.

DRofus kan anvendes til kvalitetssikring af det afleverede projekt. Det kan f.eks. undersøges om planlagt udstyr i et rum lever op til funktionen rummet. Er der f.eks. planlagt nok arbejdsstationer eller stikkontakter i de forskellige rum? Jo tidligere sådanne fejl opdages i byggeprocessen, jo lavere bliver omkostningerne til udbedring af disse. Programmet er tænkt som et værktøj, der skal indgå i de første faser af et byggeprojekt og kan medføre klare fordele for bygherrer, entreprenører og rådgivere.

Revit og Archicad

Revit og Archicad er programmer, der til forveksling ligner andre tegneprogrammer som Autocad og ADT. Revit og Archicad er tegneprogrammer, der arbejder med 3D objekter og programmerne indeholder mange gode features, som kan hjælpe arkitekterne med at reducere mængden af fejl, svigt og mangler. En rigtig god feature er når en arkitekt ændrer på en tegning i enten Revit eller Archicad vil de tilhørende snit, planer og detaljer automatisk blive ændret. Skal arkitekten oprette et nyt snit eller en detalje i Revit eller Archicad kan dette nemt gøres ved blot at definere, hvor på modellen der ønskes et snit eller detalje, hvorefter der oprettes en ny tegning med snittet eller detaljen på. Dette kan lade sig gøre fordi programmerne kun anvender én 3D model som vises for brugeren, hvor det ønskede snit eller detalje blot er en anden måde at fremvise modellen på. Dette gør det nemmere for hele designteamet at holde styr på hele projekts indhold, da alle oplysninger om modellen gemmes i en enkelt fil. Hertil er der i programmet en projektbrowser, der gør det nemt for brugerne at navigerer igennem forskellige visninger, snit, opstalter, detaljer, skemaer og tegninger.

Revit og Archicad kan anvende de gængse formater i byggebranchen og disse kan importeres, eksporteres og der kan oprettes kæder mellem de forskellige filtyper. Kæderne gør det muligt for fuldt dataudveksling mellem ingeniørfirmaer og arkitektfirmaer. Derudover er det muligt i programmet at se konflikter eller uoverensstemmelser mellem f.eks. rørføringer og konstruktionsdele. Dette foregår i fuldt 3D, hvilket i dag er en fordel, da det ofte er nemmere at se konflikter i 3D end i 2D. Dette var dog ikke så stor en kilde til svigt før i tiden, hvor 2D tegninger blev udført i hånden og hvor den projekterende blev tvunget til at se resultatet for sig inden det blev tegnet (Eckerberg, 2008).

I Revit og Archicad er der rigtig god feature, som gør det muligt at kunne udtrække beskrivende mængdefortegnelser, som er et af de krav, der indgår i det digitale byggeri i år 2009. "Revit er d.d. et af de bedste bud på at leve op til fremtidens forventninger til DDB med henblik på tegningsfunktionerne og mulighederne for koordination mellem de forskellige parter, der indgår på et byggeprojekt" (Nielsen T. D., 2008). Dette program ses bl.a. anvendt hos arkitektfirmaet Arkitema.

MagiCad

MagiCad er et finskudviklet program, som giver mulighed for at håndtere alle teknikinstallationer på et byggeri, såsom el, vvs og ventilation. Programmet er et tillægsprogram til Autodesk programmerne, hvor enten ADT eller Autocad kan anvendes. Programmet anvender ligesom mange andre tegneprogrammer, 3D objekter. Det vil sige at der er tilknyttet informationer til komponenterne om deres funktioner og ydeevne i modellen. Programmet anvender virkelige installationskomponenter som kan hentes fra komponentkataloger på internettet. Arkitektens tegninger kan indhentes, hvor der kan modelleres direkte herpå. Det er ofte 2D tegninger fra arkitekten, der hentes ind i programmet, hvorefter installationerne tilføjes. Derefter er det muligt at betragte rørføringerne etagevis i 3D for at danne et overblik over rørføringen. Når en model er opbygget er det muligt at udføre en kollisionskontrol mellem de forskellige installationer og selve konstruktionen.

MagiCad henvender sig til de projekterende ingeniører, som ønsker et program, hvori det hurtigt og nemt er muligt at opbygge f.eks. et ventilationssystem. Det at systemet anvender virkelige komponenter gør det muligt at se om det rent faktisk er muligt at udføre i praksis og det at ingeniøren kan anvende arkitektens tegninger gør at ingeniøren relativt hurtigt i projekteringsfasen kan komme med en skønsmæssig dimensionering, hvor f.eks. størrelser på teknikskakte kan dimensioneres. Jo hurtigere

dette indtænkes i projekteringen forbedrer forholdene for udførelsen, så bl.a. fundamenter og vægge udformes med korrekt antal og størrelse af udsparinger.

Vico software

Vico software (www.vicosoftware.com, 2008) anvender det sidst nye inden for byggebranchen, 5D, hvilket består i at et projekt udover at være i fuld 3D inkluderer tid og omkostninger. Dette skal anvendes til at udføre bygningen inden projektet påbegyndes. Nedenstående figur viser de faser der er i et projekt, som anvender Vico software.

Figur 4.13:Principper I faserne Vico software indeholder (www.vicosoftware.com, 2008).

Først modelleres en model i 3D, hvorefter alle objekter, som indgår i 3D modellen får tildelt en såkaldt "opskrift", hvori der er listet de faser og materialer der skal til for at bygge objektet. Opskrifterne er opdelt i metoder, som viser de aktiviteter, der er nødvendige for at udføre objektet i praksis. Hver eneste metode indeholder helt specifikke ressourceinformationer om udstyr, materiale, arbejdskraft og omkostninger. Alle metoderne er derefter grupperet i konstruktionszoner, som er eksporteret til et tidsplansprogram. Nu er 5D modellen færdig og den kan anvendes til at udarbejde forskellige analyser, mens bygningen udføres. Programmet er meget anvendeligt af entreprenører til bl.a. at minimere omkostninger ved risikoområder, forbedrer tidsplanlægningen og udførelsesbaggrunden.

Solibri model checker

"Solibri model checker" er et finskudviklet program, som giver mulighed for at kontrollere en objektorienteret model ud fra nogle foruddefinerede definitioner. Dette er med til at sikre, at ens model af en bygning er opbygget og indeholder de forudsætninger og krav, der stilles til det byggeri, som modellen repræsenterer. Programmet anvender såkaldte constraint sets, der anvendes til at kontrollere modellen med. De typiske kontroller, der udarbejdes er kontrol for kollisioner, forkerte relationer mellem objekter, forkerte materialer, manglende elementer, forkerte opbygninger og urealistiske dimensioner på objekter. Programmet kan sågar anvendes til at kontrollerer brandkrav og se om flugtveje opfylder gældende krav.

Resultatet fra kontrollerne kan genereres i en rapport, hvori der for hvert punkt angives, hvorledes de stillede krav ikke er opfyldt. Det er derefter muligt at se disse svigt i en viewer og markere de objekter, som skaber problemer. Dette kan derefter gemmes i en rapport og fremsendes til de aktører, der er skyld i de aktuelle svigt, hvorefter de så kan rette op på svigtene. Programmet løser ikke konkrete problemer, men er med til at gøre aktørerne opmærksomme på problemerne. Programmet er ideel til at kontrollere den objektorienterede model rådgivere har opbygget.

Tekla Structures

Tekla Structures er også et finskudviklet program, som anvendes til opbygning af konstruktioner. Programmet anvendes til at modellere omfattende konstruktioner i stål og beton og programmet gør anvendelse af 3D objekter. Applikationen indeholder mange predefinerede objekter og herunder forskellige muligheder for detailsamlinger, som alle er standarder og gængse i entreprenørbranchen.

Når modellen er opbygget i programmet er det muligt at udtrække vilkårlige snit overalt fra modellen, som kan anvendes i bl.a. Autocad. Derudover indeholder Tekla muligheden for at generere en beskrivende mængdefortegnelse med angivelse af antal elementer i modellen og disses dimensioner. En god feature i programmet er, at hvis der er anvendt armering i samlinger mellem f.eks. betondækelementer, er det muligt at udarbejde bukkelister, der kan anvendes direkte af entreprenøren.

Når en model skal udarbejdes sker det løbende og kan ske direkte på de modtagne modeller fra arkitekten. Derudover er det muligt at modtage 3D modeller af installationer for at kunne udforme udsparinger og se om der er koalitioner i modellen.

Tekla Structures henvender sig til konstruktionsingeniører, der arbejder med byggesager, hvor der indgår store mængder af stål og beton.

4.7 Delkonklusion

Det blev i forrige afsnit afklaret, at begrebet "kvalitet" indeholdt forskellige definitioner på, hvordan kvalitet kunne opfattes. Det blev vist, at alle disse definitioner på kvalitet indgår på byggeprojekter, hvilket gør kvalitetsbegrebet kompliceret. Udover dette resulterede de mange kommunikationsveje mellem aktører på byggeprojekter i, at kvaliteten opfattes mere kompleks.

Tilføjelsen af kvalitet på byggeprojekter sker helt fra begyndelsen af i designfasen og forsætter gennem hele byggeprocessen indtil byggeriet står færdig. Det blev konstateret, at det var meget vigtigt at få defineret og fastlagt den ønskede kvalitet allerede i designfasen, således forudsætningen for at kunne udføre denne kvalitet var til stede i projekterings- og udførelsesfasen. Bygherrens kravspecifikation fastlægger konceptet for byggeriet og er med til at definere den kvalitet byggeprojektet skal have. Kravspecifikationen indeholder bl.a. krav til materialer, udførelse, drift mm.

Det blev konstateret, at kvaliteten i byggebranchen i dag er middelmådigt, hvilket giver sig til kende i det høje omfang af fejl, svigt og mangler. Der anvendes ca. 12 *mia. kr.* om året på udbedring af svigt i byggeriet, hvor projekterende, planlæggere og udførende hovedsagelig er skyld i disse svigt. Dette skyldes brist i engagement, kundskab og information blandt disse aktører. Cirka halvdelen af udgifterne til udbedring af svigt kunne findes i udførelsesfasen, hvor størstedelen af disse udgifter dog kunne tilskrives svigt opstået i projekteringsfasen.

Det blev afklaret at totalentrepriser lå blandt de entrepriseformer, hvor der blev konstateret flest mangler, hvilket blev forklaret med, at omfanget af koordineringsarbejde her er stort, samt at der i totalentrepriser ikke ligger et færdigt udførelsesgrundlag når udførelsesfasen begyndes

For at forbedre vilkårene, således at fejl, svigt og mangler minimeres i byggebranchen blev det vist, at der eksisterede forskellige metoder, værktøjer og programmer, der kunne anvendes i de forskellige faser på et byggeprojekt. Disse metoder, værktøjer og programmer er ikke så udbredt i byggebranchen herhjemme endnu, hvilket skyldes at byggebranchen er bundet af gamle traditioner og kutymer, som er svære at optø.

5 AFGRÆNSNING OG PROBLEMFORMULERING

I det efterfølgende af rapporten ønskes det undersøgt nærmere, hvad baggrunden er for, at fejl udvikler sig til svigt og mangler. Dette ønskes gjort ved at kategorisere fejl, svigt og mangler for at uddybe, hvad der karakteriserer disse tre termer. Herefter ønskes det at udvikle et system, der kan opsamle viden om disse termer, således entreprenører kan reducere mængden af svigt i byggebranchen.

I den videre undersøgelse er det valgt at inddrage et casestudie, hvor casen anvendt i forrige afsnit igen er anvendt. For nærmere oplysninger om casestudiet henvises til bilag 1. Det afgrænses i det efterfølgende til kun, at omhandle totalentrepriser fordi det jf. afsnit 4.4 blev vist, at de fleste svigt skulle findes i denne entrepriseform. Derudover er byggeprojektet fra casestudiet udført i en totalentreprise, hvorfor der direkte kan inddrages eksempler på fejl, svigt og mangler i undersøgelsen. Derudover vil der, hvis alle entrepriseformer skulle indgå i systemet, kunne opstå tvetydige output fra systemet, da forskellene mellem entrepriseformerne er for store. For at illustrere forskellene gives et tænkt eksempel diskuteret med (Eckerberg, 2008) og (Tylvad, 2008).

Eksempel

I et byggeprojekt udgives en ny tegning, hvorpå der er tilføjet fire nye radiatorer, som skal monteres for at bygningen kan overholde varmetabsrammen. I dette tilfælde er der begået en fejl i projekteringen, hvor den projekterende har haft en fortegnsfejl i en udregning. Fejlen medfører et svigt, da vvs-entreprenøren skal købe ekstra radiatorer og opsætte ekstra vandledninger her til.

Hvis eksemplet betragtes i en hovedentreprise, så har bygherren afleveret et færdigt sæt af tegninger til hovedentreprenøren. Hovedentreprenøren vil udarbejde en pris på udførelse af det tegningerne viser og dermed kun medregne de radiatorer tegningen viser. Hovedentreprenøren vil derfor kunne fakturere bygherren for de ekstra omkostninger, der har været ved levering og montering af de ekstra radiatorer. De ekstra radiatorer er derfor en merudgift, bygherren alene skal afholde.

I en totalentreprise forholder det sig anderledes. Her vil totalentreprenøren i sit tilbud have inkluderet at bygningen skulle overholde varmetabsrammen. Udgifterne til de ekstra radiatorer skal derfor afholdes alene af totalentreprenøren. Betragtes det lidt firkantet kan totalentreprenøren dog uddele administrations- og leveringsomkostninger for de ekstra radiatorer til rådgiveren, hvis de andre radiatorer til projektet er blevet leveret. Det er dog ikke altid tilfældet, at udgifterne skal tillægges totalentreprenøren, da ændringer i en totalentreprise er stærkt afhængig af tiden. Opdages de manglende radiatorer først ved aflevering kan det diskuteres om udgiften skal afholdes af den projekterende og ikke af totalentreprenøren. Dette kan give undren til, hvornår en fejl skal opdages inden den udvikler sig til et svigt.

6 KATEGORISERING AF FEJL, SVIGT OG MANGLER

I dette kapitel kategoriseres fagtermerne; fejl, svigt og mangler for at få en dybere indsigt i de fejl, svigt og mangler, der opstår i byggebranchen. Kategoriseringen er en iterativ proces, hvor erfaringer om fejl, svigt og mangler fra casestudiet har været hovedkilden til denne kategorisering (se evt. bilag 1 for beskrivelse af casestudiet og bilag 3 for dataindsamling af erfaringer fra casestudiet). Kategoriseringen skal være med til at klarlægge et system, således det er muligt at opsamle erfaringer fra et større område af byggebranchen. Dette er med henblik på at kunne finde helt nøjagtige problemområder i byggebranchen for herefter at fokusere på disse områder. Først indledes dette kapitel med et afsnit, der omhandler tankegangen bag systemudviklingen.

6.1 Tankegang bag systemudviklingen

For at belyse fejl, svigt og mangler i byggebranchen er det valgt at genanvende figur 4.1 og vha. denne analysere videre på fejl, svigt og mangler i byggebranchen. Nedenfor på figur 6.1 er figur 4.1 gengivet med nogle af de spørgsmål, der ville være relevant at inddrage i systemudviklingen.

Figur 6.1: Spørgsmål om fejl, svigt og mangler, der kan være relevant at besvare i kategoriseringen (egen tilvirkning).

Det er, som figur 6.1 illustrerer afgrænset fra at behandle skader, da disse forekommer sjældent i byggebranchen, hvilket bl.a. skyldes definitionen på skader, som er:

- En skade er uacceptable følgevirkninger af svigt, f.eks. i form af et kollaps.

Et eksempel på en skade fra virkeligheden er kollapset af Siemens Arena i Ballerup. Kollapset på Siemens Arena (www.borsen.dk, 2008) skyldes et svigt opstået i projekteringsfasen, hvor en konstruktionsingeniør fejldimensionerede spærene i arenaen, hvilket resulterede i at to spær kollapsede.

Det afgrænses derfor i projektet til at koncentrere sig om mængden af fejl, svigt og mangler, da det må gælde, at hvis mængden af fejl minimeres må mængden af svigt, mangler og skader minimeres, da disse er afhængige af hinanden. For at anskueliggøre de tre mængder vist på figur 6.1 opdeles disse i to delmængder, hvor den ene del indeholder de fejl, svigt og mangler, der befinder sig i den virtuelle

bygning (VB) og den anden del indeholder de fejl, svigt og mangler, der befinder sig i den fysiske bygning (FB). Nedenfor defineres den virtuelle og den fysiske bygning, som anvendes på figur 6.2.

Den virtuelle bygning:

Den virtuelle bygning er jf. (it.civil.aau.dk, 2008) defineret som en formaliseret digital beskrivelse af en eksisterende eller en planlagt bygning, der kan anvendes til simulering og give indikation af den rigtige bygnings opførsel i dens forventede omgivelser. Den virtuelle bygning indeholder beskrivelser, tegninger, udførelsesmetoder, driftsdata mm.

Den fysiske bygning:

Den fysiske bygning defineres som de bygningsdele, der indgår i bygningen, som er observerbare, hvilket betyder at bygningsdelene kan se, føles eller høres i virkeligheden.

Nedenfor på figur 6.2 er de to delmængder vist som kategoriseringen tager udgangspunkt i. Processer er vist som cirkler og produkter er vist som firkanter på figur 6.2.

Figur 6.2: Inddeling af fejl, svigt og mangler i den virtuelle og den fysiske bygning (egen tilvirkning).

Figur 6.2 illustrerer, hvordan bygherrens krav bliver modelleret til en virtuel bygning. Ved modellering af den virtuelle bygning begås der handlinger og beslutninger blandt de projekterende, som resulterer i projekteringsfejl i den virtuelle bygning. Dette er illustreret med cirkelen placeret øverst til venstre i figuren. Nogle af disse projekteringsfejl bliver fjernet ved f.eks. kvalitetskontrol og fjernes derfor fra cirkelen. Dette er illustreret vha. det mørke område af cirkelen. De resterende projekteringsfejl, som ikke bliver opdaget bliver sendt videre i figuren og bliver til svigt i den virtuelle bygning, som er illustreret

med en firkant på figur 6.2. Disse svigt kræver korrigerede handlinger for at blive fjernet fra denne firkant. Bliver der udarbejdet korrigerede handlinger vil svigtene bevæge sig ud i det mørke område af firkanten og dermed forsvinde. Bliver der ikke udført korrigerede handlinger vil svigtene i den virtuelle bygning bevæge sig ned og blive svigt i den fysiske bygning, da dette nu bliver udført i praksis og dermed kræver korrigerede handlinger i den fysiske bygning. Udover at svigt i den virtuelle bygning kan blive til svigt i den fysiske bygning kan det forestilles at svigt i den virtuelle bygning kan blive til mangler i den virtuelle bygning. Dette bliver aktuelt i år 2009, hvor rådgivere for projekter i det digitale byggeri skal til at udarbejde beskrivende mængdefortegnelser og aflevere disse til entreprenøren, som så skal udarbejde et tilbud ud fra disse. Hvis disse mængder ikke svarer til det, der skal udføres vil den rådgivende rent juridisk kunne stilles til regnskab for disse mængder og dermed vil dette blive mangler i den virtuelle bygning. Fremover i rapporten ses der bort fra disse mangler, da informationerne om disse mangler er få, fordi de beskrivende mængdefortegnelser ikke er så udbredt i byggebranchen endnu.

Betragtes figur 6.2 igen og ses der på cirkelen placeret i det nederste venstre hjørne, illustrerer denne cirkel de udførelsesfejl, der begås af den udførende på byggepladsen. Disse udførelsesfejl blev omtalt i afsnit 4.5 og kunne f.eks. være handlinger og beslutninger, der resulterede i at bygningsdele var udført forkert. Disse udførelsesfejl kan forblive udførelsesfejl og et eksempel herpå kan være at et fundament er støbt for stort, hvilket er en udførelsesfejl, men ikke et svigt, hvis fundamentet ikke kræver korrigerede handlinger.

De udførelsesfejl, der kræver korrigerede handlinger bliver til svigt i den fysiske bygning, som er illustreret med en firkant på figur 6.2. Den yderste del af firkanten, omhandler svigt i den fysiske bygning, der endnu ikke er opdaget, og som muligvis aldrig bliver opdaget. Hvis svigtene i den fysiske bygning korrigeres skal omkostningerne til de korrigerede handlinger afklares og det kan diskuteres om disse er omkostningsrige eller omkostningsneutrale for totalentreprenøren. Dette spørgsmål bliver afklaret i den sidste proces, som kaldes mangler på figur 6.2, som er illustreret med en cirkel, Det vil sige at svigt først kan karakteriseres som mangler når svigtene er blevet korrigeret og ansvaret herfor er placeret.

Udover de på figur 6.2 viste processer kan det tænkes at leverandøren bidrager med handlinger og beslutninger, som medfører svigt. Disse handlinger kan tilføjes på figuren som et input til den fysiske og den virtuelle bygning. I den fysiske bygning kan der eksempelvis opstå svigt i form af forsinkede materialer eller transportskader på materialer. I den virtuelle bygning kan der opstå svigt, hvis leverandøren fejlinformere om konkrete materialer som eksempelvis at opgive en forkert u-værdi. Disse to svigtkilder er for overskuelighedens skyld ikke valgt at vise på figur 6.2.

Fremover anvendes figur 6.2 som en grundfigur til at kategorisere fejl, svigt og mangler i byggebranchen.

6.2 Kategorisering af fejl i den virtuelle og fysiske bygning

Begrebet "fejl" anvendes om de beslutninger eller handlinger, der kan føre til svigt. En fejl kan altid knyttes til en af byggeriets aktører, således et ansvar for en givet handling eller beslutning kan placeres. Mange af de fejl, der er i byggebranchen i dag kan ikke undgås, da de er essentielle for at der kan skabes udvikling og innovation. For eksempel så tegner en arkitekt sjældent rigtigt første gang, men anvender ofte flere forsøg på at ramme den helt rigtige detalje. Et andet eksempel kan være en entreprenør, som afprøver nye arbejdsmetoder, der i første forsøg kan give fejl, men efter en gentagelsesperiode vil resultere i en hurtigere byggeproces.

Begrebet "fejl" kan relaterer til svigt, der enten er opstået i den virtuelle eller i den fysiske bygning. Fejl som relaterer til svigt i den virtuelle bygning skyldes forkerte handlinger eller beslutninger begået af den projekterende og kaldes derfor projekteringsfejl. De fejl bygherren begår på et byggeprojekt, vil oftest være projekteringsfejl og vil derfor ofte give svigt i den virtuelle bygning. Fejl som relaterer til svigt i den fysiske bygning skyldes forkerte handlinger eller beslutninger begået af den udførende og kaldes derfor udførelsesfejl. Nedenfor på figur 6.3 er grundfiguren gengivet, hvor delmængderne af fejl på et byggeprojekt er uddybet. Derudover er nogle af de metoder og værktøjer, der kan hjælpe med at reducere mængden af fejl i byggebranchen vist på figur 6.3.

Figur 6.3: Grundfigur i systemudviklingen, hvor mængden af fejl er uddybet (egen tilvirkning).

Figur 6.3 illustrerer de fejl, der findes på et byggeprojekt og disse er placeret i enten den virtuelle eller den fysiske bygning. De mørke områder i cirklerne er de fejl, der opdages og ikke udvikler sig til svigt.

Disse fejl forbliver fejl fordi der, som figuren illustrerer, udarbejdes egenkontrol, afholdes diverse møder, planlægges mm. Den inderste mængde af cirklerne er de fejl, der udvikler sig til svigt. I de forskellige cirkler er der vist fire eksempler fra casestudiet, som gennemgås i dette afsnit.

Opsummeres ovenstående så er fejl følgevirkninger af forkerte handlinger eller beslutninger, der udføres af én aktør. Det ønskes derfor at kategorisere de aktører, der udfører disse handlinger og beslutninger, som resulterer i fejl. For at definere disse aktører kan et allerede defineret klassifikationssystem anvendes. Her tænkes på "Dansk byggeklassifikation" (www.bips.dk, c, 2008), hvori de aktører, som er tilknyttet et byggeprojekt indgår. Problemet i dette system er, at det er alt for uoverskueligt at anvende, da omfanget af aktører er for stort heri og aktørerne er opdelt i grupperinger, som ikke kan anvendes i dette projekt. Dog kan dette system give en idé om de aktører, der er tilknyttet et byggeprojekt. Det vælges at definere aktørerne vha. af begreberne på figur 4.9 og dertil supplere med egne erfaringer fra casestudiet beskrevet i bilag 3. Nedenstående kategorisering er valgt, som efterfølgende beskrives:

- Bygherre.
    - (Overskrift) Fejlhandling.
        - Undergruppe af handling.
- Projekterende.
    - (Overskrift) Fejlhandling.
        - Undergruppe af handling.
- Aktører på byggepladsen.
    - (Overskrift) Fejlhandling.
        - Undergruppe af handling.

6.2.1 Bygherrer

De fejl, der kan begås af bygherrer er afgrænset til at udgøre tre konkrete områder:

- Bygherre.
    - (Fejl i krav)
        - Der er opstillet forkerte krav.
    - (Materialefejl)
        - Dårligt valg af materialer.
    - (Ydelsesfejl)
        - Tillægsydelser.
        - Ydelsesændringer.

Fejl i krav kan opstå, hvis bygherren laver indtastningsfejl i de krav, som anvendes videre i byggeprocessen. Fejl i krav kan også opstå, hvis der opstår misforståelser om de krav, der udarbejdes af bygherren.

Materialefejl udspringer af handlinger, der skyldes forkert eller dårlig materialevalg gjort af bygherre. Disse fejl opstår fordi bygherren bl.a. ikke har rådgivet sig med kompetente personer om disse valg. Dette kan f.eks. forebygges ved rådgivning med bygherrerådgivere, arkitekter og ingeniører.

Ydelsesfejl opstår når bygherren ønsker ændringer i den fysiske bygning. Disse ændringer kan enten være tillæg i ydelser eller ændring af eksisterende ydelser. Ydelserne kan opstå i projekteringsfasen på et byggeprojekt, men kan også, som det oftest opleves i en totalentreprise, opstå i udførelsesfasen. Et eksempel fra casestudiet på en ydelsesfejl er vist nedenfor.

Eksempel 1: (Ydelsesfejl)

Bygherren har midt i udførelsesfasen ændret inddelingen af rummene, hvilket har givet et behov for en ekstra radiator, hvor der skulle trækkes nye rør fra etagen ovenover. Nedenfor på figur 6.4 kan den ekstra opsatte radiator ses.

Figur 6.4: Ekstra opsat radiator pga. ydelsesændring (billede fra case).

Årsagen til, at der er trukket rør fra etagen ovenfra, således der går synlige rør ned til radiatoren er, at bygherren relativt sent i udførelsesfasen har ønsket at ændre på indretningen i bygningen. På dette tidspunkt var rørene til varme lagt i terrændæk og støbt efter. Det fremgår af figur 6.4, at den valgte løsning ikke er pæn pga. de synlige rør, men løsningen giver den funktion, bygherren ønsker. Denne fejl vil, hvis der vendes tilbage til figur 6.3 (eks. 1) bevæge sig direkte ned til et svigt i den fysiske bygning, da fejlen medfører en ændring af allerede udført arbejde eller med andre ord, der kræves korrigerede handlinger i den fysiske bygning. I dette tilfælde er det ikke svigtets ophavsmand, som skal koordinere svigtet. Hvis ønsket om ændringen af rummene havde været nævnt i en tidligere fase, f.eks. på et bygherremøde, kunne fejlen være undgået at blive et svigt i den fysiske bygning, men nøjes med at blive et svigt i den virtuelle bygning. Her kunne en omprojektering så sørge for, at svigtet ikke blev et svigt i den fysiske bygning. Efter svigtet er blevet korrigeret er svigtet blevet til en omkostningsneutral mangel for totalentreprenøren, da den ansvarlige underentreprenører på byggeprojektet er hyret efter funktionsprincippet og derfor skal udføre en funktionskorrekt bygning.

6.2.2 Projekterende

De projekteringsfejl der kan begås af den projekterende, er valgt at opdele i følgende aktører med tilhørende handlinger:

- Arkitekt.
    - (Koordineringsfejl)
        - Der koordineres ikke mellem arkitekterne internt.
        - Der koordineres ikke fra arkitekt til ingeniører.
        - Der koordineres ikke fra arkitekt til entreprenør.
    - (Tegningsfejl/modelfejl)
        - Tegning eller model er ikke udført med korrekte specifikationer.
    - (Konstruktionsfejl)
        - Valg af konstruktionsudformning er uhensigtsmæssig.
- Ingeniør.
    - (Koordineringsfejl)
        - Der koordineres ikke mellem ingeniørerne internt.
        - Der koordineres ikke fra ingeniører til arkitekter.
        - Der koordineres ikke fra ingeniør til entreprenør.
    - (Tegningsfejl/modelfejl)
        - Tegning eller model er ikke udført med korrekte specifikationer.
    - (Konstruktionsfejl)
        - Valg af konstruktionsudformning er uhensigtsmæssig.

Det er valgt at inddele denne kategori i arkitekter og ingeniører og herunder opdele disse i undergrupper. Koordineringsfejl er endvidere inddelt i tre underkategorier, hvilket skyldes at det i kapitel 4 blev fastlagt, at der inden for dette område viste sig mange projekteringsfejl. Det er valgt at opdele koordineringsfejl i; koordineringsfejl begået af ingeniører internt, arkitekter internt og koordineringsfejl mellem arkitekter, ingeniører og entreprenører. Oftest er koordineringsfejl knyttet til tegninger og beskrivelser, hvor disse fejl ofte er kollisioner mellem de tekniske installationer indbyrdes og mellem de tekniske installationer og råhuset og de indvendige vægge. Projekteringsfejlene kan også skyldes arkitektens intentioner, som giver bygningskonflikter imellem de fag arkitekterne projekterer. Et eksempel på det sidste er givet nedenfor fra casestudiet.

Eksempel 2: (Koordineringsfejl) Der koordineres ikke mellem arkitekterne internt.

Efter montage af skørter i bygningen, blev det observeret at en altandør og et vindue ikke kunne anvendes, da skørtet placeret foran disse var i vejen. Dette kan ses på figur 6.5.

Figur 6.5: Altandør kan ikke åbne indad pga. at skørte er i vejen, hvilket skyldes en koordineringsfejl mellem arkitekterne internt (billeder fra case).

Denne projekteringsfejl skyldes manglende koordination mellem arkitekterne internt og er, som det er vist på figur 6.3 (eks. 2), blevet til et svigt i den fysiske bygning, da den kræver korrigerede handlinger udført i den fysiske bygning. Svigtet er derefter gået videre og blevet en omkostningsneutral mangel for totalentreprenøren, da der juridisk kan stilles økonomiske krav fra den projekterende for udøvelsen af projekteringsfejlen. Det er en vigtig pointe for totalentreprenøren at kunne omdanne svigt til omkostningsneutrale mangler, så totalentreprenøren ikke selv skal afholde merudgifter på byggeprojektet. Dette svigt kunne have været undgået, hvis arkitekterne f.eks. havde anvendt programmet Solibri Model Checker, som blev beskrevet i afsnit 4.6.3.

Den næste kategori inden for den projekterende er valgt at benævne "Tegningsfejl/modelfejl" og disse projekteringsfejl henvender sig til én aktør og kan konstateres på tegninger og i beskrivelser. Nogle af disse projekteringsfejl bliver negligeret gennem kvalitetskontrol, mens andre bliver negligeret på projekteringsmøder. Der kan også opstå tilfælde, hvor disse projekteringsfejl bliver til svigt i den virtuelle bygning. Et sådan tilfælde fra casestudiet er vist nedenfor i eksempel 3.

Eksempel 3: (Tegningsfejl/modelfejl), som skyldes arkitekt.

Efter montage af drager og jernrør ved taghat, blev det observeret at disse profiler vil stå synlige i det færdige byggeri. På de tekniske tegninger er disse profiler ikke vist som malet og er derfor monteret uden at blive malet først.

Figur 6.6: Profil i toppen af taghatten og rør til afstivning ikke malet inden opsætning (billede fra case).

Denne projekteringsfejl har givet et svigt i den fysiske bygning jf. figur 6.3 (eks. 3), da disse profiler gennem korrigerede handlinger skal males på stedet, og ikke males hos leverandøren som det kunne have været gjort. I dette tilfælde er svigtet blevet til en omkostningsrig mangel for totalentreprenøren, da disse profiler skal males på stedet og omkostningerne hertil afholdes af totalentreprenøren. Det kan diskuteres om arkitekten skal afholde udgifterne hertil, da det er en projekteringsfejl begået af arkitekten. Udgifter til sådanne fejl er svære at placere og det er derfor valgt at totalentreprenøren selv afholder disse udgifter.

Den sidste kategori under den projekterende er; ”Forkert valg af konstruktionsudformning” og disse projekteringsfejl viser sig når arkitekten eller ingeniøren eksempelvis har valgt en uhensigtsmæssig løsning på udformning af en konstruktion, som kunne løses med en mere gængs løsning fra byggebranchen. Den valgte løsning kunne eksempelvis vanskeliggøre udførelsen af byggeriet.

6.2.3 Aktører på byggepladsen

I denne kategori er det valgt at slå de aktører sammen, som i praksis udfører den fysiske bygning. Det er valgt at opdele denne kategori vha. de syv strømme, som indgår i Trimbyg konceptet (www.mthojgaard.dk, 2008) og supplere med kategorier fra figur 4.9. Dette er gjort fordi der i de syv strømme indgår væsentlige faktorer for at en aktivitet kan foregå fejlfri. Først ønskes det, som i afsnittet før, at kunne placere et ansvar på en bestemt aktør. Dette gøres vha. de faggrupper og aktører, der findes i byggebranchen og nedenfor er et stort udvalg af disse vist.

- Elektriker
- VVS-montør
- Ventilationsmontør
- Beton, herunder elementmontage.
- Tømre.
- Murer
- Tagdækker
- Gulve, herunder undergulve
- Maler
- Smed
- Planlægger
- Leverandør

Efter placering af ansvar ønskes det at kunne finde årsagen til problemet og som beskrevet anvendes de syv strømme i Trimbyg konceptet. Disse strømme er illustreret på figur 6.7 og disse strømme skal være opfyldte for, at en aktivitet kan betragtes som sund.

Figur 6.7: De syv strømme, som indgår i Trimbyg konceptet (egen tilvirkning efter (www.mthojgaard.dk, 2008)).

Der må det gælde, at hvis forudsætningerne i de syv strømme er opfyldte kan en aktivitet foregå fejlfri. Nedenfor er de syv strømme kategoriseret med uddybet med emner fra figur 4.9, samt erfaringer om svigt fra casestudiet vist i bilag 3.

- (Materialefejl)
    - Materialer fremstilles forkert.
    - Der leveres materialer af forkert type.
    - Der leveres materialer af forkert mængde.
    - Materialer leveres med transportskader.
    - Materialer leveres for sent.
    - Materialer håndteres forkert (enten egne eller andres materialer).
- (Informationsfejl)
    - Der gives en forkert metode for udførelse f.eks. tegninger og beskrivelser.
    - Der kommunikeres og koordineres ikke mellem aktører.
    - Der foretages forkert opmåling og/eller afsætning.
- (Materielfejl)
    - Forkert materiel er til stede.
    - Forkert anvendelse af materiel.
- (Aktivitetsfejl)
    - Foregående aktivitet er ikke afsluttet pga. planlægning.
- (Fejl i pladsforhold)
    - Byggepladsen er ikke parat til den pågældende aktivitet.
- (Fejl i de ydre forhold).
    - Der er ikke taget hensyn til vejret.
    - Der er ikke taget hensyn til tyveri.
    - Der er ikke taget hensyn til samfundsmæssige påvirkninger.
- (Mandskabsfejl).
    - Valg af bemanding er ringe.
    - Kompetence/uddannelse hos valgt sjak er ringe.
    - Sjusk i udført arbejde.

For at illustrere fejl placeret under denne kategori er der nedenfor givet et konkret eksempel fra casestudiet.

Eksempel 4 (Materialefejl – materialer leveres for sent), som skyldes tømreren

På et byggemøde blev det oplyst af en tømre, at der på lofter af mærket Dampa, som skulle opsættes i bygningen, var lang leveringstid. De kunne først leveres 3 uger efter det var aftalt de skulle opsættes, hvilket kun giver tømreren en uge til at opsætte disse før bygningen skal afleveres.

Eksemplet viser at tømreren er klar over at lofterne ikke kan leveres til tiden og dermed ville denne udførelsesfejl blive et svigt i den fysiske bygning, fordi der efterfølgende er aktiviteter der kræver, at loftet er opsat. Det vil sige at der er opstået en situation, som kræver korrigerede handlinger. Det kan på nuværende tidspunkt ses, at dette svigt har sandsynlighed for at blive omkostningsneutral mangel for totalentreprenøren, da kontrakten med tømreren foreskriver en afleveringsdato med en dagbod for forsinket aflevering.

6.3 Kategorisering af svigt i den virtuelle og fysiske bygning

Svigt er følgevirkninger af fejl, og svigt bevirker at projektmateriale, byggematerialer, konstruktioner eller bygningsdele i byggeprojekter savner egenskaber, som efter aftaler eller forudsætninger ud fra offentlige forskrifter, normer eller god byggeskik hører med.

Svigt medfører en uforudset situation i byggeprocessen, der kræver nye korrigerede handlinger, som ikke altid skal udføres fra fejlens ophavsmand. Svigt kan observeres i enten den virtuelle eller den fysiske bygning. Nedenfor på figur 6.8 er grundfiguren igen gengivet, hvor delmængderne af svigt på et byggeprojekt er uddybet. Derudover vises nogle af de procedurer, der kan hjælpe med at reducere svigt i byggebranchen, på figur 6.8.

Figur 6.8: Grundfigur i systemudviklingen, hvor mængden af svigt er uddybet (egen tilvirkning).

På figur 6.8 er der igen vist konkrete eksempler fra casestudiet, som vil blive beskrevet i dette afsnit.

Svigtene i den virtuelle bygning består af to delmængder, hvor den ene mængde er grå. Den grå mængde illustrerer de svigt, der opdages på et byggeprojekt, hvorefter der udarbejdes korrigerede handlinger, som medfører at svigtene forsvinder. Disse handlinger kan ske gennem omprojektering, procesgranskning eller kvalitetssikring udført af de involverede aktører i projektet. Inddrages tidsperspektivet vil et svigt i den virtuelle bygning forblive et svigt i den virtuelle bygning indtil den udførende på byggepladsen udfører den fysiske bygning ud fra den virtuelle bygning, hvorefter svigtet bliver et svigt i den fysiske bygning.

Den anden mængde i den virtuelle bygning illustrerer de resterende svigt, som bliver til svigt i den fysiske bygning. I den fysiske bygning kan den udførende fjerne svigt igen vha. korrigerede handlinger. Disse svigt går så videre og bliver enten en omkostningsrig eller en omkostningsneutral mangel for totalentreprenøren. Svigtene i den fysiske bygning bliver til mangler, så snart der er udført korrigerede handlinger og der er placeret et ansvar herfor. De svigt der ikke er blevet mangler er enten svigt som aldrig opdages, svigt der endnu ikke er korrigeret eller svigt, hvor der endnu ikke placeret et ansvar for.

Opsummeres ovenstående, så kræver svigt korrigerede handlinger, som sker på basis af, at projektmateriale eller bygningsdele ikke lever op til krav givet i enten aftaler eller forskrifter. Det er derfor valgt at kategorisere svigt i nogle af de aftaler og love, der anvendes i byggebranchen, således det er muligt at kunne konstatere, at der er et svigt til stede. Følgende kategorier opdels svigt i:

- (Svigt i mundtligt aftale).
- (Svigt i skriftlig aftale).
- (Svigt iht. god byggeskik).

På figur 6.9 er de svigt, der kan foregå mellem de involverede aktører i en totalentreprise illustreret. Svigt i mundtlig og skriftlig aftale foregår mellem aktørerne og vist inden i cirkelen på figur 6.9 Svigt iht. god byggeskik er vist udenfor cirkelen. Der vil i efterfølgende afsnit blive henvist til figur 6.9, hvorfor figuren ikke er uddybet yderligere her.

Figur 6.9: Illustration af svigt på en totalentreprise (egen tilvirkning).

6.3.1 Svigt i mundtlig aftale

Disse svigt omfatter de mundtlige aftaler, der indgås mellem aktørerne på et byggeprojekt. Disse svigt opstår oftest pga. "glemsomhed" blandt aktører og kan foregå mellem alle aktører, hvilket er vist på figur 6.9. Et tænkt eksempel på dette kunne være en mundtlig aftale om, at en bjælke i en bygning skal brandbeklædes af en underentreprenør. Processen er tidskrævende for underentreprenøren og der skal til beklædning af bjælken anvendes dyre materialer. Underentreprenøren kan på udførelsestidspunktet "glemme" den omtalte løsning og i stedet udarbejde en billigere og mindre tidskrævende løsning. Problemet heri er, at svigtet ikke kan observeres på bjælken ved første øjekast, men ved en evt. brand vil svigtet højst sandsynlig komme til udtryk ved et hurtigere kollaps af bjælken end forventet.

Svigt i mundtlige aftaler er svære at bearbejde og dermed også at forholde sig til. Totalentreprenøren vil derfor ofte selv skulle afholde udgifterne til de korrigerede handlinger, som opstår ved mundtlige aftaler og dermed få omkostningsrige mangler. Om hvorvidt en mundtlig aftale er anvendelig på et byggeprojekt kommer meget an på den pågældende situation og på, hvor høj troværdighed der er mellem de indgående aktører. For eksempel er troværdigheden mellem en bygherre og en totalentreprenør oftest stor og en mundtlig aftale vil derfor have ligeså stor betydning hos de indgående parter som en skriftlig, da det specielt er vigtigt for totalentreprenøren at kunne opretholde et godt samarbejde med bygherre gennem hele byggeperioden og dermed evt. sikre fremtidige opgaver hos bygherren. Derimod kan samarbejdet mellem totalentreprenør og underentreprenører kræve mere end mundtlige aftaler, hvor de skriftlige aftaler ville være at foretrække.

6.3.2 Svigt i skriftlig aftale

Disse svigt opstår iht. de aftalegrundlag og kontraktgrundlag, der udarbejdes mellem aktørerne i byggebranchen og kan foregå mellem alle aktører som er vist på figur 6.9. Et eksempel på noget kontekst i en skriftlig aftale, der kan medføre svigt i skriftlig aftale er givet nedenfor.

Eksempel 5 (Svigt i skriftlig aftale).

I kontrakt med tagdækker kan følgende udsagn medføre svigt i en skriftlig aftale:

Arbejdet udføres i overensstemmelse med tidsplan, således at der på de respektive etaper F og G er tæt tag 6 dage efter opstart tagdækning. Overpap kan udføres i en periode af 6 - 8 uger efter opstart. Ved forsinkelser af fristen for etablering af tæt tag i bygning F og G, kan der kræves dagbod, som fastsættes til 5.000 kr. pr. kalenderdag. Ligeledes kan der fastsættes dagbod for forsinkelse af afleveringsdatoen. Dagboden fastsættes til 10.000 kr. pr. kalenderdag.

I det givne eksempel er der i kontrakten varslet en dagbod, hvis aftalen ikke overholdes. Det vil sige at der rent juridisk kan opstilles økonomiske krav, hvis aftalen ikke overholdes og svigtet vil dermed blive en omkostningsneutral mangel for totalentreprenøren, hvis aktiviteten ikke bliver afsluttet til tiden. Det vil sige at, hvis der er udført en konkret aftale om f.eks. udførelsen, og at der ikke er behæftet nogen økonomiske konsekvenser ved denne aftale, bliver svigtet oftest til en omkostningsrig mangel for totalentreprenøren. Er der derimod varslet en dagbod, som i ovennævnte bliver svigtet til en omkostningsneutral mangel. Svigt i denne kategori kan undgås ved god planlægning af udførelsesfasen og gennem et fornuftigt kontraktgrundlag og herunder en fornuftig gennemlæsning af kontraktforudsætningerne.

6.3.3 Svigt iht. god byggeskik

Denne kategori af svigt under betegnelsen "god byggeskik" omhandler både svigt i form af overholdelse af lovkrav og forskrifter, men indeholder også de ikke så konkrete krav, som nærmere opfattes som kutymer i byggebranchen. God byggeskik er derfor svær at definere på et byggeprojekt, da god byggeskik dækker over mange begreber. Først og fremmest dækker den over et sæt uskrevne sædvaner, som er alment anerkendte blandt aktørerne i byggebranchen og som udføres ud fra bedste erfaringer eller efter god håndværkmæssig praksis "Best practice".

Den løse definition af god byggeskik kan konkretiseres med noget lovstof, således det kan vurderes om den gode byggeskik er overholdt. Dette lovstof tager udgangspunkt i, at følgende udsagn i Byggelovens § 1 (www.retsinformation.dk, 2008) skal overholdes:

- at sikre, at bebyggelse udføres og indrettes således, at den frembyder tilfredsstillende tryghed i brand- og sikkerheds- og sundhedsmæssig henseende.
- at sikre, at bebyggelse og ejendommens ubebyggede arealer får en tilfredsstillende kvalitet under hensyn til den tilsigtede brug og vedligeholdes forsvarligt.
- at fremme foranstaltninger, der kan øge byggeriets produktivitet.
- at fremme foranstaltninger, som kan modvirke unødvendigt ressourceforbrug i bebyggelser.
- at fremme foranstaltninger, som kan modvirke unødvendigt råstofforbrug i bebyggelser.

Udover at disse punkter skal være overholdt kræves det, at aktørerne på et byggeprojekt har kendskab til "alment tekniske fælleseje". Dette dækker over de publikationer og den viden, der spredes inden for byggebranchen, som det forventes at den udførende har kendskab til. Dette indebærer normer og standarder, som beskriver det teoretiske og beregningsmæssige grundlag, hvilket mest er rettet mod rådgiverydelserne, men der findes f.eks. også afløbsnormen som stiller krav til underentreprenøren om udførelsen af gulvafløb. Udover normer og standarder findes der SBI anvisninger, som skal følges af aktørerne på byggepladsen. Disse er i et vist omfang knyttet til bygningsreglementerne og beskriver f.eks. udførelse af vådrum. Herudover findes der konkrete Byg Erfa blade, som beskrevet i afsnit 4.6.1. Disse er korte informationsblade der giver information om problematiske konstruktioner, hvilket f.eks. kunne være gulvafløb og afløbsledninger i badeværelser og skimmelsvamp i gipsvægge. Herudover anvender nogle af aktørernes deres egne publikationer, hvor f.eks. gulventreprenøren for overgulve anvender Gulvbranchen Samarbejds- og Oplysningsråd (GSO). Disse love og forskrifter er alle illustreret på figur 6.9.

Den gode byggeskik i byggebranchen opnås når aktørerne tager stilling til deres egne produkter og deres egenskaber, og herunder hvordan det skal tilpasses og indbygges i byggeriet. Dette opnås ved at disse indtænkes allerede på projektstadiet, hvor produkternes og bygningsdelenes egenskaber bliver defineret og standarden dermed sat. God byggeskik inkluderer også logistikken i projektet således at materialer ankommer til byggepladsen i korrekt mængde på aftalt tidspunkt for udførelse. Et eksempel på et svigt, der skyldes svigt iht. god byggeskik er vist nedenfor:

Eksempel 6: (Svigt iht. god byggeskik).

Efter endt montage af stålbro på byggepladsen viste det sig, at der på den nederste ståldrager i broen var en difference på ca. 25 mm mellem midt og ender på drageren i den ene side af broen. Nedenfor på figur 6.10 er der udarbejdet en foranstaltning af leverandøren vha. et stykke fladjern, som er påsvejst flangen i begge sider for at skjule differencen i begge sider når den nederste drager betragtes indefra.

Figur 6.10: Differencen på nedbøjningen er for stor og der er påsvejst et stykke fladjern, som vist til højre på figuren, for at skjule svigtet (billede fra case til venstre og egen tilvirkning til højre).

Svigtet skyldes leverandøren af stålbroen, hvor leverandøren har begået en udførelsesfejl i den fysiske bygning. Udførelsesfejlen kunne være undgået vha. leverandørens interne kvalitetssikring, men da udførelsesfejlen kræver en korrigeret handling på byggepladsen må den kategoriseres som et svigt iht. god byggeskik. Svigtet bliver en omkostningsneutral mangel, da udgifterne til den korrigerede handling skal afholdes alene af leverandøren, hvilket er vist på figur 6.8 (eks. 6) Et andet eksempel, som skyldes svigt iht. god byggeskik er omtalt i eksemplet nedenfor.

Eksempel 7: (Svigt iht. god byggeskik).

I detailtegninger over gulvkonstruktionen er der opgivet 30 mm slidlag oven på monterede betondækelementer. Dette kan ikke lade sig gøre i virkeligheden, hvor der er brug for ca. 70 mm for at kunne ophæve betonleverandørens tolerancer. Dette har resulteret i, at det lagte slidlag skal være af en anden type end planlagt og dermed også dyrere. Udover dette har projektmaterialet forvoldt væsentlig mere spartlingsarbejde på byggeriet. Nedenfor på figur 6.11 kan gulvet ses til venstre og til højre er projekt kontra virkelighed illustreret.

Figur 6.11: Billedet til venstre viser at slidlaget på betondækelementerne ikke kan udstøbes på midten pga. den store pilhøjde. Figuren til højre viser projektforudsætningerne kontra virkeligheden (billede fra case til venstre og egen tilvirkning til højre).

Betondækelementerne som er blevet leveret til byggeprojektet overholder de tolerancer, der er opstillet i kontraktforudsætningerne med betonleverandøren. I udførelsen har der været kompenseret for disse tolerancer ved at høvle gulvene og dernæst anvende en anhydrit som slidlag, da denne slidlagstype kan anvendes ned i meget små tykkelser. Projekteringsfejlen skyldes uegnet valg af konstruktionsudformning valgt af arkitekten og projekteringsfejlen er blevet til et svigt i den fysiske bygning, da der skal udarbejdes korrigerede handlinger på byggepladsen i form af slibning af gulve, ændring af slidlagstype, ekstra spartlingsarbejde. Dette svigt bliver til en omkostningsrig mangel da alle udgifter hertil skal afholdes af totalentreprenør, hvilket også fremgår af figur 6.8 (eks. 7). Et sidste eksempel på et svigt iht. god byggeskik er givet nedenfor.

Eksempel 8: (Svigt iht. god byggeskik).

Ved montage af lamper i loftet, er det på den tekniske tegning vist, at enkelte lamper skal placeres ved KB-bjælker. Disse lamper kan ikke være der, da KB-bjælkerne er for store, så lamperne skal flyttes et loftfelt. Her opstår et nyt problem, da loftfeltet her ikke er stort nok til lamperne pga. en loftskinne. Dette er vist på figur 6.12.

Figur 6.12: Enkelte lamper kan ikke være i loftfelter. Den placerede lampe skulle have været i feltet til venstre men, der er en KB bjælke i vejen (billede fra case).

Dette er en projekteringsfejl udarbejdet af elingeniøren, da KB-bjælken har været tegnet både på konstruktionsingeniørens og arkitektens tegninger. Projekteringsfejlen er blevet til et svigt i den fysiske bygning, som strider imod god byggeskik, da det opfattes som normalt at tage højde for konstruktionsudformningen ved placering af lamper i konstruktionen. Svigtet er endt med, at der skal udarbejdes korrigerede handlinger af underentreprenøren for egen regning, som derefter skal tages op til diskussion med elingeniøren. Dette svigt bliver derfor en omkostningsneutral for totalentreprenøren.

6.4 Kategorisering af mangler i den fysiske bygning

Det er valgt at opdele mangler i den fysiske bygning i to hovedkategorier, hvor den ene omhandler de omkostningsrige mangler og den anden omhandler de omkostningsneutrale mangler for totalentreprenøren. Disse mangler er som før beskrevet i dette kapitel, svigt for hvilke der kan gøres økonomiske krav med henvisning til misligholdelse. Mangler er derfor ansvarspådragende og kan henvises tilbage til den aktør, der begik fejlen, som medførte et svigt. Nedenfor på figur 6.13 er grundfiguren i systemet gengivet sammen med nogle eksempler (eks 9 -12) fra casestudiet, som gennemgås i dette afsnit.

Figur 6.13: Grundfigur i systemudviklingen, hvor mængden af mangler er uddybet (egen tilvirkning).

Det er valgt, at betragte mængden af mangler ren juridisk og vha. de mest gængse aftalesæt, som anvendes i byggebranchen, kategoriseres disse mangler. Disse sæt består af:

- AB92 (www.udbudsportalen.dk,a, 2008).
- ABT 93 (www.udbudsportalen.dk, b, 2008).
- ABR 89 (www.voldgift.dk, 2008).

I disse aftalesæt er udførelsesmangler, materialemangler og projektmangler defineret. Udover disse typer af mangler kan der på et byggeprojekt opstå forventningsmangler, som er bygherrens forventninger til kvaliteten af det færdige byggeri. Nedenfor på figur 6.14 er de forskellige mangeltyper illustreret.

Figur 6.14: Illustration af mangeltyper (egen tilvirkning).

Figur 6.14 illustrerer, hvordan de forskellige aktører bl.a. vha. aftalesættene kan stille økonomiske krav for en mangel over for de andre aktører på byggeprojektet. Igen henviser figuren sig til totalentrepriser.

Det er valgt kategorisere mangler i følgende kategorier:

- Omkostningsrig mangel.
    - Udførelsesmangler.
    - Forventningsmangler.
- Omkostningsneutral mangel.
    - Projektmangler.
    - Udførelsesmangler.
    - Materialemangler.

Sammenlignes ovenstående kategorier med cirkelen omhandlende mangler i den fysiske bygning på figur 6.13, kan ovenstående mangler placeres i denne cirkel. Dette er vist på figur 6.15, som efterfølgende beskrives.

Figur 6.15: Placering af de forskellige kategorier på mangler. (egen tilvirkning).

6.4.1 Forventningsmangler

En forventningsmangel er den åbning, der kan forekomme imellem, hvad bygherren forventer og hvad de forskellige aktører i et byggeprojekt leverer. Disse forventningsmangler skyldes kommunikationsbrist imellem parterne i byggeriet og er derfor ofte ikke ansvarspådragende, da det er efterspørgselssidens eget ansvar at definere og præcisere, hvad der forventes af udbudssiden. Det er karakteristisk på en byggesag, at der er mange parter involveret inden bygherren modtager byggeriet og derfor kan der ske mange brister i kommunikationen og dermed forringelse af kvaliteten. For at illustrerer omfanget af dette problem viser figur 6.16 og efterfølgende forklaring kommunikationsbrister imellem aktører på et byggeprojekt. Figuren illustrerer udførelsen af en gynge fra salg til aflevering.

Figur 6.16: Forventningsmangler gennem en byggeproces (egen tilvirkning vha. (Lynch, 2007)).

Betragtes figur 6.16 fra øverste venstre hjørne ses det, hvordan sælgeren har solgt projektet til bygherren. Det fremgår hvordan sælgeren udsmykker det endelige resultat for at få projektet solgt til bygherren. Efter en accept på projektet fra bygherren udarbejdes der et byggeprogram og allerede her sker en kommunikationsbrist, som medfører et tab i kvaliteten af produktet. Byggeprogrammet er trimmet ind til kun, at indeholde de mest nødvendige oplysninger om projektet, hvilket fremgår af billede to på figur 6.16. Byggeprogrammet bliver sendt videre til arkitekten, der udarbejder en virtuel bygning, der har gode æstetiske intentioner. Igen opstår der en brist i, hvordan arkitekten opfatter forventningerne til færdige produkt. Dette sker igen i den næste fase, hvor ingeniøren vha. arkitektens tegninger forsøger at opstille en gangbar løsning. Hans løsning tager højde for, at gyngen rent statisk kan holde, og derfor overdimensionerer gyngen. Arkitekten og ingeniøren udarbejder herefter en beskrivelse af projektet, som skal danne udførelsesgrundlaget for entreprenøren. Beskrivelsen er begrænset og giver derfor entreprenøren et svagt udførelsesgrundlag. Entreprenørens budget til udførelse af gyngen er trimmet helt sammen, hvilket til dels skyldes at sælgeren har solgt projektet for billigt.

Når entreprenøren påbegynder udførelsen af gyngen opstår der svigt pga. den ringe beskrivelse. Først efter 3. forsøg lykkedes det at udføre det entreprenøren tror bygherren forventer, men igen er det langt fra, hvad bygherren og hvad byggeprogrammet foreviste. Selve dokumentationen og herunder kvalitetssikringen halter gennem hele udførelsesfasen, hvilket medfører at udførelsesfejlene ikke opdages i tide. Bygherren vil efter endt udførelse blive faktureret for et meget større projekt end bestilt og dette skyldes bl.a. de tre forsøg entreprenøren har anvendt på at udføre dette. Til sidst ses det produkt bygherren oprindelige havde brug for, som bygherren måske slet ikke selv var klar over.

Det fremgår af ovenstående, at det er vigtigt at kvaliteten lever op til det bygherren forventer gennem hele byggeprocessen og det er vigtigt at der er klare grænseflader mellem de enkelte aktører såvel rådgivere som fagentreprenører på byggepladsen. Det er essentielt at få defineret de ydelser, der indgår i byggeriet mellem aktørerne, så ydelserne passer sammen. På den måde kan byggeriet blive udført som en helhed. Unøjagtigheder og huller i beskrivelsen af de efterspurgte ydelser kan ofte medføre forventningsmangler, fordi aftalegrundlaget for ydelserne ikke er præciseret tilstrækkeligt. Nedenfor er givet et konkret eksempel på en forventningsmangel fra casestudiet.

Eksempel 9: (Forventningsmangel).

Efter inspektion af bygherren på byggepladsen observeres det, at et af de udvendige døre ikke er bred nok til at der kan komme en EURO palle ind af den. Dette har været et ønske fra bygherrens side helt fra programfasen af. Den isatte dør i byggeriet skyldes en projekteringsfejl i den virtuelle bygning, som er blevet til et svigt i den virtuelle bygning og senere et svigt i den fysiske bygning, da døren er blevet isat i bygningen.

Eksemplet er en forventningsmangel, fordi der har været et ønske fra bygherren helt tilbage fra programfasen på, at døren skulle have den ønskede bredde, således der kunne komme en EURO palle ind af døren. Dette er ikke blevet noteret nogle steder, men bygherren har hele tiden forventet dette. Vendes der tilbage til figur 6.14, så afgrænses forventningsmangler til, at være noget kun bygherrer kan have og de kan dermed stille økonomiske krav fra totalentreprenøren. Selv om de andre aktører kan have forventningsmangler skal disse mangler placeres under en anden mangeltype. I eksempel 9 er svigtet blevet korrigeret og ansvaret placeret hos den projekterende. Dermed er forventningsmangelen senere blevet en projektmangel, da ansvaret kan placeres hos arkitekten.

6.4.2 Projektmangler

Projektmangler er udfald af svigt i den virtuelle bygning og projektmangler opstår pga. at nutidens arkitektur er blevet mere kompleks og derfor giver rådgiverne en større opgave og udfordring når de skal vælge løsninger i projekteringen. Det er valgt at anvende nedenstående definitionen fra ABR89 (www.udbudsportalen.dk, b, 2008) for at definere projektmangler:

- Rådgiveren skal sikre, at alle relevante offentlige forskrifter overholdes, eksempelvis krav angivet i bygningsreglementet, brandkrav m.v., ligesom rådgiveren skal påse, at kendte normkrav indarbejdes og overholdes.

Definitionen fortæller, hvilke krav der forventes af udførelsesgrundlaget som rådgiverne udleverer til den udførende. Opstår der i dette grundlag svigt, som strider i mod ovenstående definition kan svigtet betragtes som en projektmangel. Dette er uanset om projektmanglen består i forkert projektering, ufuldstændigheder, undladelser, manglende sammenhænge og manglende anvisninger på rette udførelse. Kriteriet for at kan kalde det en projektmangel er, at totalentreprenøren kan stille økonomiske krav fra den projekterende. Et eksempel på en projektmangel er givet nedenfor fra casestudiet.

Eksempel 10: (Projektmangel).

I udsendt projektmateriale fra rådgiveren er der ikke entydighed mellem loftplan og plantegning over indvendige vægge. Dette har medført at enkelte vægge skal demonteres og sættes op igen. Derudover skal det opsatte loft flyttes.

Eksemplet viser, at et svigt i den virtuelle bygning er blevet et svigt i den fysiske bygning, som er blevet en projektmangel. Dette skyldes at de udgifter, de korrigerede handlinger har medført, kan faktureres direkte videre til den projekterende, da de er skyld i svigtet er opstået. Projektmangler er derfor omkostningsneutrale for totalentreprenøren og vil kun kunne opstå ved den projekterende.

Udførelsesmangler

En udførelsesmangel henviser til svigt forårsaget af aktører på byggepladsen. Udfaldet af disse mangler skyldes de mange menneskelige faktorer, som finder sted på byggepladsen. Her tænkes bl.a. på kommunikationssvigt, kompetenceforhold, informationsbrist, tidspres og stress. Det vælges at kategorisere en udførelsesmangel vha. definitionen i aftalesættet AB 92 (www.udbudsportalen.dk,a, 2008):

- Hvis arbejdet ikke er udført som aftalt.
- Hvis arbejdet ikke er udført fagmæssigt korrekt.
- Hvis entreprenøren ikke har fulgt de anvisninger om arbejdets udførelse, som han har indhentet ved bygherre, fordi entreprisekontrakten ikke har givet tilstrækkelig vejledning om udførelse af arbejdet, eller arbejdet ikke har kunnet udføres som aftalt.

En udførelsesmangel udarbejdes i udførelsesfasen og kan kun udarbejdes af de udførende på byggepladsen. Betragtes figur 6.14, så vil en udførelsesmangel både kunne konstateres mellem underentreprenør og totalentreprenør og mellem bygherre og totalentreprenør. Følgende gives eksempler på udførelsesmangler fra den valgte case.

Eksempel 11: (Udførelsesmangel).

Efter montage af indvendige skillevægge opdages det, at der et enkelt sted er isat et stykke glas, som har et synligt skar. Den indvendige skillevæg er vist nedenfor på figur 6.17.

Figur 6.17: Eksempel på en udførelsesmangel, hvor det skårne glas kan ses (billeder fra case).

Dette eksempel kan kategoriseres som en udførelsesmangel, da glasset, som er sat i væggen ikke lever op til et arbejde, som er udført fagmæssigt korrekt. Grundet til, at sådan en mangel bliver udført kan skyldes sjusk i udført arbejde, da et glas med så synligt et skar normalt ville være blevet udskiftet med det samme. På grund af, at glasset skal udskiftes er udførelsesfejlen blevet et svigt i den fysiske bygning og pga. at svigtet strider mod korrekt udført arbejde bliver svigtet en udførelsesmangel.

Eksempel 12: (Udførelsesmangel)

Trapperne til kælderen er blevet monteret forkerte iht. de udsparinger der skal anvendes til lamper i væggen. Dette har medført, at der skal udarbejdes nye udsparinger i trappevæggen.

Figur 6.18: Svigt i den fysiske bygning, som er blevet en udførelsesmangel (billede fra case).

Denne udførelsesfejl skyldes at de personer, som har udført arbejdet ikke har haft kompetence til at udføre dette s arbejde ud fra de tegninger de har haft til rådighed. Udførelsesfejlen er blevet et svigt, som er blevet korrigeret ved, at der er udarbejdet nye udsparinger. Svigtet er dermed blevet en omkostningsrig mangel for totalentreprenøren, da det er egenproduktionen, som er skyld i at svigtet er opstået.

6.4.3 Materialemangler

Den sidste kategori indeholder de mangler, der kan opstå i de anvendte materialer på byggepladsen. Det er igen valgt at anvende AB92 for at definerer disse mangler:

- *Hvis materialer ikke er som aftalt.*
- *Hvis materialer ikke er af sædvanlig god kvalitet.*

Hertil er det valgt at tilføje yderligt et punkt.

- *Hvis materialer håndteres forkerte.*

Ved valg af materialer i et byggeri skal det tilsigtes, at relevante materialeegenskaber afspejles i materialernes indbygning i det færdige byggeri, under hensynstagen til krav til form og funktion. Materialemangler opstår ofte, hvor der ikke er et ordentligt kendskab for materialevalget. Især nye materialer på markedet, som benyttes ukritisk, uden kendskab til de tekniske egenskaber, kan resultere i materialemangler. Et eksempel på en materialefejl fra casestudiet er givet nedenfor.

Eksempel 13: (Materialemangel)

Ved udførelse af rør lagt i jord til trækning af kabler til el, blev disse kabler påkørt og delvist knust. Dette resulterede i at betondækket enten måtte brækkes op eller at kablerne måtte trækkes på anden vis. Det er valgt at trække kablerne gennem ventilationskanalerne for på den måde at korrigere svigtet, hvilket er vist på figur 6.19

Figur 6.19: Eksempel på en materialemangel (billeder fra case).

I eksemplet har totalentreprenøren været skyld i at kablerne er blevet påkørt og dette har medført udgifter til kikkertundersøgelse, trækning af nye rør og arbejdsløn, som erstatningsmæssigt skal afholdes af totalentreprenøren. Derfor er dette svigt blevet til en omkostningsrig mangel for totalentreprenøren.

6.5 Fejl, svigt og mangler i byggeprocessen

I dette afsnit placeres kategorierne på fejl, svigt og mangler fra forrige afsnit i byggeprocessen. De placeres efter, hvornår de optræder i byggeprocessen og nedenfor på figur 6.20 er dette illustreret.

Figur 6.20: Kategoriseringerne på fejl, svigt og mangler gennem i byggeprocessen (egen tilvirkning).

Følgende omtales de stadier, som er nummereret fra 1 til 8 samt bogstaverne A til C på figur 6.20. Processer er angivet med firkanter og produkter fra processerne er angivet med en bygning på figur 6.20.

1. Kravproces

I denne proces bearbejdes bygherrens krav til kvaliteten af byggeriet, som tager udgangspunkt i de forestillinger og behov bygherren har til, hvordan byggeriet i virkeligheden skal se ud. Disse krav vil være baseret på de definitioner af kvalitet, der blev omtalt i afsnit 4.2 og vil bl.a. omfatte krav til materialer, udførelse, æstetik, indeklima mm. I denne proces kan der opstå kravfejl, som er vist med en grøn kasse på figur 6.20. Disse kravfejl er uhensigtsmæssige krav til, hvordan "virkeligheden" ser ud og kan bl.a. være materialefejl pga. dårlig rådgivning fra bygherrerådgivere, hvilket blev omtalt i afsnit 6.2.1. Den resterende mængde af kravprocessen indeholder korrekte projektkrav til byggeriet som ligeledes er vist med en grøn kasse på figur 6.20.

2. Krav til bygning – Projekteringsgrundlag

Produktet fra kravprocessen er et byggeprogram, hvori krav, forventninger og behov til byggeriet er formuleret. Det fremgår at nogle af kravfejlene fra kravprocessen er blevet fjernet i dette produkt. Dette er sket vha. kvalitetssikring, som uddybes i næste punkt. De resterende kravfejl i produktet er blevet til svigt i den virtuelle bygning, da de nu er beskrevet i et byggeprogram, som anvendes direkte i projekteringsprocessen.

A. KS – Krav til bygning

Før byggeprogrammet bliver anvendt som et projekteringsgrundlag, udarbejdes der løbende kvalitetssikring af processen, der skaber byggeprogrammet. Dette er illustreret på figur 6.20 vha. en cirkel med bogstaverne KS. Kvalitetssikringen sker bl.a. ved at rådgivere og totalentreprenør giver respons til projekteringsgrundlaget og dermed optimerer disse krav inden, de bliver projekteret. Dette kan eksempelvis foregå på bygherremøder, hvor disse aktører deltager.

3. Projekteringsproces

I denne proces projekterer rådgiverne bygningen vha. projekteringsgrundlaget. De udarbejder tegninger og beskrivelser, som til sammen skal danne udførelsesgrundlaget for totalentreprenøren. I denne proces udarbejdes både projektmateriale, som er korrekt projekteret og projektmateriale, der er fejlprojekteret. Sidstnævnte skyldes projekteringsfejl, som jf. afsnit 6.2.2 kunne være tegningsfejl/modelfejl.

4. Virtuel Bygning - Udførelsesgrundlag

Produktet fra projekteringsprocessen er et færdigt udførelsesgrundlag, som skal anvendes til at udføre den fysiske bygning med. Det ses at nogle af projekteringsfejlene er blevet fjernet, hvilket er sket gennem kvalitetssikring. Kvalitetssikringen har medført at forkerte tegninger og beskrivelser er blevet rettet til i den virtuelle bygning. Derudover kan der være projekteringsfejl fra den forrige proces, der ikke kræver korrigerede handlinger, hvilket i praksis kan være signaturforklaringer, som er glemt på en tegning. Den sidste mængde af projekteringsfejl fra forrige proces, er blevet til svigt i den virtuelle bygning og vil eksempelvis kræve, at der bliver udarbejdet nye tegninger eller beskrivelser.

Til sidst kan leverandøren spille en stor rolle i nogle af de svigt, der kan opstå i den virtuelle bygning. Dette kan være fordi leverandøren fejlinformerer de projekterende med oplysninger om bygningsmaterialer.

B. KS – Virtuel bygning

Inden den virtuelle bygning bliver anvendt som et udførelsesgrundlag, sker der en løbende kvalitetssikring af processen, der skaber den virtuelle bygning. Denne kvalitetssikring kan foregå på

projekteringsmøder, hvor udformningen af bygningen kan optimeres og forbedres. Kvalitetssikringen foregår også når nye tegninger udgives undervejs og fremsendes til involverede aktører på byggeprojektet, der så kontrollerer disse. Kvalitetssikringen sker også når den udførende ude på byggepladsen står med en tegning i hånden og opdager et svigt i den virtuelle bygning og informerer tilbage om dette før dette udføres.

5. Udførelsesproces - Opstartsfasen

I denne proces påbegyndes udførelsesfasen, og i denne fase kan der opstå udførelsesfejl. Udførelsesfejlene skyldes fejl i de syv strømme, hvilke blev omtalt i afsnit 6.2.3. Det fremgår af figur 6.20, at en delmængde af svigtene i den virtuelle bygning er blevet fjernet i denne proces, hvilket er sket gennem korrigerede handlinger, procesgranskning og kvalitetssikring, som er udført af aktørerne på byggeprojektet. Den resterende del af svigtene i den virtuelle bygning er blevet til svigt i den fysiske bygning, da disse nu er blevet udført i praksis. Igen kan leverandøren være skyld i nogle af de svigt, der opstår i denne proces pga. fejlleverancer, transportskader mm. Den resterende mængde i denne proces indeholder arbejde, som er en korrekt udført.

6. Udførelsesproces

I den næste proces af udførelsesfasen ses det, at der er opstået flere udførelsesfejl i den fysiske bygning, hvilket igen skyldes fejl i en af de syv strømme blandt de udførende aktører. Endvidere ses det, at delmængden af udførelsesfejlene fra forrige proces er blevet halveret. Nogle er disse udførelsesfejl er blevet fjernet gennem kvalitetskontrol, mens andre udførelsesfejl er blevet til svigt og dermed kræver korrigerede handlinger. Der skal lægges mærke til, at der er enkelte svigt stammende fra den projekterende, som er blevet til mangler i denne proces, hvilket begrundes med, at disse svigt på nuværende tidspunkt er blevet korrigeret, og ansvaret for svigtene er blevet afklaret. Det skal nævnes, at de korrigerede handlinger i den fysiske bygning nødvendigvis ikke behøver at være korrigerede handlinger på det som er udført, men kan være handlinger, der består i kompensation for noget, som er udført i den fysiske bygning. Bygherren kan f.eks. blive kompenseret for at rette sine kravspecifikationer til, så de passer til den fysiske bygning, som så også skal rettes til i den virtuelle bygning.

Til sidst skal det observeres i figur 6.20, at der er svigt i den fysiske bygning fra den projekterende, som endnu ikke er blevet opdaget på projektet, og disse vil måske først blive opdaget i bygningens driftfase eller endda aldrig opdaget.

7. Udførelsesproces – afsluttende finish og mangelgennemgang

Denne proces indeholder den sidste del af udførelsesprocessen inden byggeriet afleveres til bygherren. Her ses det, at de sidste udførelsesfejl fra forrige proces, enten er blevet fjernet igennem kvalitetssikring, eller blevet til svigt i den fysiske bygning. Det fremgår også, at halvdelen af mængden af svigt fra forrige proces i den fysiske bygning stammende fra den udførende er blevet til mangler, fordi ansvaret er blevet placeret, mens den anden halvdel stadig er svigt.

8. Fysisk bygning - Aflevering

Den fysiske bygning er produktet fra udførelsesprocesserne, som afleveres til bygherren. Her vil størstedelen af svigtene i den fysiske bygning fra forrige proces være afklaret og derfor vist som mangler på figur 6.20. Ved aflevering vil bygherren finde flere svigt på byggeriet, hvorfor der kræves korrigerede handlinger, som det er vist på figur 6.20.

Ved aflevering modtager bygherren et byggeri med svigt og mangler som vist på figur 6.20. De svigt, der afleveres til bygherren er; svigt der kræver korrigerede handlinger, svigt hvor ansvar endnu ikke er placeret, svigt som endnu ikke er opdaget eller en kombination af førnævnte. Manglerne, som afleveres er svigt, som er korrigeret ansvaret herfor placeret. Dette er, sammenlignet med den normale terminologi for ordet mangler, anderledes, hvor mangler normalt tolkes som noget, der mangles i byggeriet og hvor det i denne rapport kan tolkes positivt, da en mangel er resultatet af korrigerede handlinger, hvorom der er placeret et ansvar. Kort sagt vil en bygning med få svigt og mange mangler være bedre end en bygning med mange svigt og få mangler.

C. KS – Fysisk bygning

I løbet af udførelsesprocessen udarbejdes der en løbende kvalitetssikring af processen, der skaber den fysiske bygning. Denne kvalitetssikring udføres af underentreprenører, totalentreprenøren, bygherrerådgivere og bygherre. Underentreprenører udfører kvalitetssikring af egne processer vha. kontrolplaner, der skal leve op til det totalentreprenøren forlanger, som i sidste ende er det bygherren forlanger på byggeprojektet. Totalentreprenøren vil kvalitetssikre, at underentreprenører leverer den ønskede kvalitet, og at de anvender kontrolplaner til at kvalitetssikre med. Derudover kan bygherren og bygherrerådgivere udføre tilsyn med byggeriet og udarbejde tilsynsnotater, som afleveres til totalentreprenøren. Disse notater skal totalentreprenøren sørge for, at der bliver taget hånd om.

Ved aflevering af byggeriet sker der også en kvalitetssikring af den fysiske bygning. Her kontrollerer bygherren om den fysiske bygning lever om til den virtuelle bygning og beder totalentreprenøren om at rette op på de svigt, der måtte være i byggeriet. Når disse svigt er udbedret er bygningen afleveret og der vil først ved 1 og 5 års gennemgang af byggeprojektet blive udarbejdet kvalitetssikring igen.

Det interessante i figur 6.9 er, at der afleveres en stor mængde af svigt ved aflevering, hvilket ikke er acceptabelt i byggebranchen. Det er disse svigt, som ønskes minimeret efterfølgende i rapporten. Disse skal minimeres igennem de viste KS faser på figur 6.9, hvor totalentreprenøren skal anvende et system, der kontrollerer processerne der skaber; byggeprogrammet, den virtuelle bygning og den fysiske bygning, således at svigt i hele byggeprocessen minimeres med henblik på at aflevere et byggeri med færre svigt.

6.6 Opsummering

I forrige kapitler blev de fejl, svigt og mangler, som findes blandt aktører på et byggeprojekt kategoriseret og der er for aktører, som indgår på et byggeprojekt blevet opstillet forskellige fejltyper, svigttyper og mangeltyper. Dette er gjort vha. studiet om kvalitet i kapitel 4 og ud fra de aktører, der har bidraget med forkerte handlinger og beslutninger på casestudiet. Kategoriseringen af fejl blev inddelt i følgende aktørgrupper:

- Bygherre
- Projekterende
- Aktører på byggepladsen

Hver af disse grupper indeholdte aktører med tilhørende fejlkategorier. Dette er gjort for at kunne placere ansvar for forkerte handlinger eller beslutninger, som fører til at svigt, blandt et byggeprojekts aktører.

Svigt blev kategoriseret til at være følgevirkninger af fejl, hvorom der krævedes korrigerede handlinger. Disse korrigerede handlinger kunne både opstå i den virtuelle og i den fysiske bygning, hvor korrigerede handlinger i den virtuelle bygning oftest er projekteringsydelser og korrigerede handlinger i den fysiske bygning oftest er udførelsesydelser. Et svigt blev afklaret til at kunne være i strid med tre forskellige definitioner:

- (Svigt i mundtligt aftale).
- (Svigt i skriftlig aftale).
- (Svigt iht. god byggeskik).

Mangler blev defineret som et svigt, der var blevet korrigeret og ansvaret herfor var blevet placeret. Kategoriseringen af mangler blev opdelt i to forskellige typer; de omkostningsrige mangler og de omkostningsneutrale mangler for totalentreprenøren. Denne opdeling skulle være med til, at vise de mangler totalentreprenøren selv hæfter for og de mangler de andre aktører på byggeprojektet hæfter for. Følgende mangeltyper blev defineret i kategorien mangler.

- Omkostningsrig mangel.
    - Udførelsesmangler.
    - Forventningsmangler.
- Omkostningsneutral mangel.
    - Projektmangler.
    - Udførelsesmangler.
    - Materialemangler.

Nedenfor i tabel 6.1, tabel 6.2, tabel 6.3 og tabel 6.4 er der for hver aktør vist tabeller, som opsummerer de typer af fejl, svigt og mangler der kan opstå hos de forskellige aktører på et byggeprojekt.

Tabel 6.1: Typer af fejl, svigt og mangler, der kan opstå hos bygherrer.

Bygherre	**Type aktør**		
1	Bygherre		
Fejltype	**1. Fejl i krav**	**2. Materialefejl**	**3. Ydelsesfejl**
1	Der er opstillet forkerte krav	Dårligt valg af materialer	Tillægsydelser
2			Ydelsesændringer
Svigt	**Type svigt**		
1	Svigt i mundtligt aftale		
2	Svigt i skriftlig aftale		
3	Svigt iht. god byggeskik		
Mangler	**Type mangel**		
1	Forventningsmangler		
Omkostning	**Typer omkostning**		
1	Omkostningsrig for entreprenør		
2	Omkostningsneutral for entreprenør		

Tabel 6.2: Typer af fejl, svigt og mangler, der kan opstå hos arkitekter.

Projekterende	**Type aktør**		
1	Arkitekt		
Fejltype	**1. Koordineringsfejl**	**2. Tegningsfejl/modelfejl**	**3. Konstruktionsfejl**
1	Der koordineres ikke mellem arkitekterne internt.	Tegning er ikke udført med korrekte specifikationer	Valg af konstruktionsudformning er uhensigtsmæssig.
2	Der koordineres ikke fra arkitekt til ingeniører.		
3	Der koordineres ikke fra arkitekt til entreprenør.		
Svigt	**Type svigt**		
1	Svigt i mundtligt aftale		
2	Svigt i skriftlig aftale		
3	Svigt iht. god byggeskik		
Mangler	**Type mangel**		
1	Projektmangler		
Omkostning	**Type omkostning**		
1	Omkostningsrig for entreprenør		
2	Omkostningsneutral for entreprenør		

Tabel 6.3: Typer af fejl, svigt og mangler hos en ingeniør.

Projekterende	**Type aktør**		
1	Ingeniør		
Fejltype	**1. Koordineringsfejl**	**2. Tegningsfejl/modelfejl**	**3. Konstruktionsfejl**
1	Der koordineres ikke mellem ingeniørerne internt.	Tegning er ikke udført med korrekte specifikationer	Valg af konstruktionsudformning er uhensigtsmæssig.
2	Der koordineres ikke fra ingeniører til arkitekter.		
3	Der koordineres ikke fra ingeniør til entreprenør.		
Svigt	**Type svigt**		
1	Svigt i mundtligt aftale		
2	Svigt i skriftlig aftale		
3	Svigt iht. god byggeskik		
Mangler	**Type mangel**		
1	Projektmangler		
Omkostning	**Type omkostning**		
1	Omkostningsrig for entreprenør		
2	Omkostningsneutral for entreprenør		

Tabel 6.4: Typer af fejl, svigt og mangler der kan opstå hos aktørerne på byggepladsen.

Aktører på byggepladsen	**Type aktør**						
1-6	Elektriker	VVS-montør	Ventilationsmontør	Murer	Tømre.	Beton, herunder elementmontage	
7-12	Tagdækker	Leverandør	Maler	Smed	Planlægger	Gulve, herunder undergulve	
Fejltype	**1. Materialefejl**	**2. Informationsfejl**	**3. Materielfejl**	**4. Aktivitetsfejl**	**5. Fejl i pladsforhold**	**6. Fejl i de ydre forhold**	**7. Mandskabsfejl**
1	Materialer fremstilles forkert	Der gives en forkert metode for udførelse f.eks. tegninger og beskrivelser	Forkert materiel er til stede	Foregående aktivitet er ikke afsluttet pga. planlægning	Byggepladsen er ikke parat til den pågældende aktivitet	Der er ikke taget hensyn til vejret	Valg af bemanding er ringe
2	Der leveres materialer af forkert type eller mængde eller med transportskader	Der kommunikeres og koordineres ikke mellem aktører	Forkert anvendelse af materiel			Der er ikke taget hensyn til tyveri	Kompetence/uddannelse hos valgt sjak er ringe.
3	Materialer leveres for sent	Der foretages forkert opmåling og/eller afsætning				Der er ikke taget hensyn til samfundsmæssige påvirkninger	Sjusk i udført arbejde
4	Materialer håndteres forkert (enten egne eller andres materialer)						
Svigt	**Type svigt**						
1	Svigt i mundtligt aftale						
2	Svigt i skriftlig aftale						
3	Svigt iht. god byggeskik						
Mangler	**Type mangel**						
1	Udførelsesmangler						
2	Materialemangler						
Omkostning	**Type omkostning**						
1	Omkostningsrig for entreprenør						
2	Omkostningsneutral for entreprenør						

Disse tabeller skal anvendes til udvikling af systemet og skal vise, hvilke valgmuligheder, der skal være i systemet, når en registrator skal registrere et svigt på et byggeprojekt. Når et svigt opdages skal skemaet for den pågældende aktør følges kronologisk oppefra og ned. Det vil sige at aktøren, som er skyld i at sviget er opstået først registreres, dernæst registreres fejltype, svigttype osv. Det fremgår, at der ved registrering af svigt kun registreres, hvad aftaleforholdet som svigtet kan være i strid med og ikke registreres hvilket produkt svigtet er begået på, som indgår i definitionen på svigt. Svigt er derfor ringe defineret i ovenstående tabeller. Der vil derfor i næste kapitel blive gjort en indsats for, at få defineret de produkter svigt kan udøves på.

7 SYSTEMUDVIKLING

I dette kapitel udvikles et udkast til et system, som skal anvendes til opsamling af data om svigt i byggeriet. Udvikling af systemet sker på basis af forrige kapitler, som suppleres med en uddybende definition af de produkter svigt kan begås på.

Det er valgt, at udvikle systemet så det kan anvendes af virksomheden MT Højgaard, hvorfor systemet efterfølgende er udviklet, så det kan anvendes direkte i de paradigmer MT Højgaard anvender. Det er valgt at kalde systemet "BYGMA", som er en forkortelse af "byggebranchens mangler" og navnet skal illustrere essensen i systemet hvilket er, at systemet skal opsamle viden om mangler forårsaget af svigt i byggebranchen, for at undgå at disse gentager sig i fremtiden.

For at kan udvikle systemet, er det nødvendigt at få defineret specifikke krav til input og output i systemet, hvor input i systemet er det brugerne registrerer i programmet, og output er det brugerne ønsker at kunne udtrække fra systemet. Følgende spørgsmål ønskes besvaret i dette kapitel:

Output - Forespørgsel

- Hvilke data skal kunne udtrækkes fra systemet?
- Hvem skal anvende disse data?
- Hvordan skal dataene anvendes?

Input - Registrering

- Hvem skal registrere?
- Hvad skal registreres?
- Hvornår skal registreres?
- Hvordan skal der registreres?

Før disse spørgsmål kan besvares, huskes det at definitionen på svigt i afsnit 0 ikke refererede til et produkt, men kun definerede om svigtet skyldes svigt i god byggeskik, mundtlig aftale eller skriftlig aftale. Derfor indledes dette afsnit med en uddybning af de produkter svigt kan udøves på. Herefter defineres de kravspecifikationer, der ønskes udviklet i systemet, hvorefter et afsnit omhandlende output og ER diagrammering skal være med til at definere de input, der ønskes registreret i systemet.

7.1 Svigt i produkter

Svigt blev i afsnit 0 defineret som savnende egenskaber i et produkt, der krævede korrigerede handlinger for at blive udbedret. I dette afsnit uddybes disse produkter og det er valgt at anvende et allerede eksisterende klassifikationssystem hertil. Dette system er udviklet af Bips (www.bips.dk, b, 2008) og kaldes "Dansk Byggeklassifikation" (DBK). Dette system indeholder alle de bygningsdele, som indgår på et byggeprojekt og vil derfor kunne anvendes direkte, når et svigt skal refereres til et konkret produkt. Definitionen på en bygningsdel er:

En bygningsdel er et af de resultater der planlægges, projekteres eller skabes eller drives af byggeriets aktører og en bygningsdel er en del af en bygning, som i sig selv eller i kombination med andre lign. dele, opfylder en karakteristisk funktion i bygningen.

I klassifikationssystemet er alle bygningsdele inddelt i forskellige niveauer som er illustreret på figur 7.1.

Figur 7.1: Illustration af bygningsdele i en bygning, som er nedbrudt i mindre dele (www.bips.dk, b, 2008).

Figur 7.1 viser en bygning, der er opdelt i fire topniveauer bestående af et fundamentsystem (200), et vægsystem (205), et dæksystem (210) og et tagsystem (215). Disse bygningsdele er alle nedbrudt i mindre bygningsdele for til sidst at have defineret alle bygningsdele, som indgår i bygningen.

Det vælges at anvende de bygningsdele, der indgår på øverste niveau i systemet Bygma. Hvis alle bygningsdelene fra underniveauerne skulle anvendes i systemet Bygma ville systemet blive for uoverskueligt. Nedenfor er de dele, som indgår i topniveauet, og som ønskes anvendt i Bygma, listet op:

- 100 Terræn
- 200 Fundamentsystem
- 205 Vægsystem
- 210 Dæksystem
- 215 Tagsystem
- 300 Vandsystem
- 305 Afløbssystem
- 310 Gas- og luftsystem
- 315 Kølesystem
- 320 Varmesystem
- 325 Ventilationssystem
- 330 Belysningssystem
- 335 Adgangssystem
- 340 Elforsyningssystem
- 345 Automationssystem
- 350 Beskyttelsessystem
- 355 Transportsystem
- 360 Kommunikationssystem
- 365 Brand- og alarmsystem
- 400 Inventar
- 500 Sammensat bygningsdel
- 600 Reserveret til fremtidige udvidelser
- 700 Reserveret til fremtidige udvidelser
- 800 Reserveret til fremtidige udvidelser
- 900 Projektspecifik bygningsdel

7.2 Kravspecifikationer til system

Det er valgt at udvikle systemet, så det henvender sig til totalentrepriser pga. at denne entrepriseform er præget af mange svigt, hvilket blev vist i afsnit 4.4. Systemet skal hjælpe totalentreprenøren med, at forbedre kvaliteten i byggeriet gennem erfaringsopsamling og risikostyring. For at systemet skal virke optimalt skal totalentreprenøren, så snart der opstartes på et nyt byggeprojekt påbegynde registreringen i systemet.

For at registrere erfaringer omkring svigt i byggeriet og derefter lave forespørgsler på disse, skal der vælges et system, der kan håndtere dette. Det er valgt at udvikle systemet i en relationsdatabase, da disse er meget anvendelige, når der skal registreres og udarbejdes forespørgsler. I databaser er data organiseret på en systematisk måde i et elektronisk kartotek, hvilket gør det muligt for brugeren, at kunne sortere udvalgt data hurtigt ud fra flere søgekriterier.

De registreringer, der skal anvendes i databasen skal enten registreres af entrepriselederen, projektlederen eller projektchefen i MT Højgaard, da disse personer har stor indsigt i de svigt, der opstår på virksomhedens byggeprojekter. Entrepriselederen i MT Højgaard er en aktør, som er tæt tilknyttet til det, der sker på og omkring byggepladsen og entrepriselederens opgave vil oftest være styring af enkelte entrepriser. Projektlederen i MT Højgaard er også tæt tilknyttet til det der sker på byggepladsen, men samtidig vil projektlederen skulle bevare det store overblik over hele byggeprojektet. En projektleder vil oftest styre en hovedentreprise. Projektchefen varetager ofte styringen af totalentrepriser og er den aktør, der har den tætte kontakt med bygherren, og derfor har mindst indsigt i det, der foregår på byggepladsen. Disse tre aktører er valgt for at danne et fornuftigt opsamlingsgrundlag over de svigt, der opstår på MT Højgaards byggeprojekter. Det kan diskuteres om formænd og sjakbajser skal registrere i systemet. Disse aktører er fravalgt, da IT barriererne er for store til, at disse aktører kan bidrage med registreringer på nuværende tidspunkt. De skal i stedet for opfordres til, at gå videre til en af de andre byggeledere med svigt, som derefter skal registrere disse i systemet.

Når et nyt byggeprojekt påbegyndes skal en af registratorerne oprette projektet i systemet med et sagsnummer[3]. Herefter skal et svigt registreres, så snart det opdages, hvad enten det er i den virtuelle bygning eller i den fysiske bygning.

Det er valgt at opdele systemet i to dele, hvorfor der kan udarbejdes forespørgsler under disse dele. Det er valgt at opdele systemet i disse to dele, da output fra disse er forskellige og skal anvendes forskelligt af virksomheden. Nedenfor er de ønskede kriterier opstillet i de to dele, systemet er opdelt i:

[3] I MT Højgaard har hver byggesag et sagsnummer, således det er nemt at identificere byggesagen.

Erfaringsopsamling og risikostyring

- Opsamling af erfaringer om svigt.
- Undgå svigt på fremtidige projekter.
- Erfaringsopsamling med involverede aktører på et byggeprojekt efter aflevering.
- Hvilke handlinger fører til svigt hos en udvalgt aktør? – risikostyring af udvalgt aktør.
- Hvilke risikoer er der ved en udvalgt bygningsdel? – risikostyring af udvalgt bygningsdel.
- Forbedring af kontraktgrundlag vha. data omkring svigt.

Uddannelse

- Erfaringer omkring typer af svigt de forskellige byggeledere opdager og hvad de ikke opdager, således den interne uddannelse kan forbedres.

Den første del af systemet omhandlende erfaringsopsamling og risikostyring skal ud fra opsamlede erfaringer om svigt, danne grundlag for, at der ikke opstår svigt på fremtidige byggeprojekter. Det skal være muligt at kunne udtrække erfaringer ud fra en enkelt byggesag, som skal anvendes til erfaringsopsamling med involverede aktører på den aktuelle byggesag. Dette kan f.eks. anvendes til at evaluere et byggeprojekts aktører efter aflevering. Derudover skal erfaringsopsamlingen hjælpe totalentreprenøren med at styre risici på byggesager, således at der anvendes korrekte ressourcer på kontrol af de aktører og bygningsdele, der har mange svigt og er omkostningsrige for totalentreprenøren. Det skal være muligt, at kunne se samtlige svigt for en udvalgt aktør eller en udvalgt bygningsdel, hvorefter at kunne afkrydse de punkter, der er aktuelt for den enkelte byggesag. Disse punkter kan så anvendes i et kontrolskema, der skal danne grundlag for kvalitetskontrollen af aktørerne på byggeprojektet eller bygningsdelene, som udføres på byggeprojektet. Endnu vigtigere er at skemaet kan afleveres til aktøren med påtale om at svigtene på skemaet ikke tolereres på det aktuelle byggeprojekt. Dette kan evt. indskrives i kontraktgrundlagene med aktørerne.

Den anden del af systemet omhandlende uddannelse skal skabe statistik om, hvad de forskellige byggeledere i virksomheden opdager af svigt og ikke opdager af svigt, for på den måde at kunne udvikle og forbedre den interne uddannelse i virksomheden.

7.3 Krav til output

I dette afsnit opstilles de konkrete output, der ønskes fra systemet. For at definere disse output opdeles dette afsnit iht. de dele systemet indeholder og som blev omtalt i afsnit 7.2. I dette afsnit anvendes et Rich Picture, som er vist i bilag 4. Dette bilag illustrerer de output brugeren skal kunne udtrække fra systemet og bilaget kan med fordel læses sammen med dette afsnit.

7.3.1 Erfaringsopsamling og risikostyring

I denne del af systemet ønskes det at byggelederen kan udtrække registreringer omkring følgende hovedemner:

- Svigt på en bygningsdel.
- Svigt ved en aktør.
- Svigt på en sag.

Vælges "Svigt på en bygningsdel" skal byggelederen kunne vælge en konkret bygningsdel, som tager udgangspunkt i de bygningsdele, som er oplyst i afsnit 7.1, og derefter få vist de erfaringer, der er tilknyttet til den valgte bygningsdel.

Under "Svigt ved en aktør" skal det være muligt for byggelederen at udvælge en konkret aktør og derefter se, hvilke svigt aktøren har været skyld i er opstået. Disse aktører er de aktører der kan begå fejl på en byggesag og disse blev omtalt i afsnit 0. Systemet skal, hvis f.eks. tømreren vælges vise de bygningsdele, der er opstået svigt på. Samtidigt skal systemet vise hvilke fejl, der er skyld i svigtene og vise om svigtene er blevet til omkostningsrige mangler eller omkostningsneutrale mangler for totalentreprenøren.

For at kunne anvende erfaringerne fra "Svigt på bygningsdel" og "Svigt ved en aktør" til risikostyring skal det være muligt at kunne udskrive et ark med svigt opstået hos en udvalgt aktør eller et ark med svigt på en given bygningsdel. Arket skal gennemgås om den aktuelle byggesag og de svigt, som har indflydelse på den pågældende sag skal afkrydses. Det er umuligt at finde et søgekriterium, der kan afgrænse søgningen til kun at indeholde de svigt, der vedrører en aktuel byggesag pga. at alle byggesager er unikke. De afkrydsede svigt skal kunne tilføjes direkte til kontrakten med den pågældende aktør.

Valgmuligheden "Svigt på en sag" kan anvendes når en byggesag er slut, hvor byggesagen så kan evalueres sammen med de aktører, som har været involveret på byggesagen. Det skal være muligt at vælge et sagsnummer og derefter få alle registreringer vist fra den valgte byggesag, enten sorteret efter aktør eller bygningsdel. Dette er også vist på bilag 4, hvor der er valgt en konkret byggesag.

7.3.2 Uddannelse

I denne del af systemet ønskes det at afdelingen, som varetager den interne uddannelse af byggeledere i virksomheden kan udtrække registreringer om:

- Registrator.

Denne del af systemet skal anvendes til at se, hvilke svigt de forskellige byggeledere i virksomheden opdager og mere vigtig, hvad de ikke opdager. Dette er med henblik på at kunne forbedre uddannelsesniveauet, når byggeledere i virksomheden eksempelvis sendes på kurser. Det skal være muligt at kunne udtrække viden omkring de svigt de forskellige byggeledere opdager og det er derfor vigtigt, at det er personen, som opdager svigtet, der registrerer i systemet. På den måde kan uddannelsesniveauet internt i virksomheden udvikles og forbedres, så virksomheden bliver bedre til at forebygge svigt på deres byggeprojekter.

Det er i denne del af systemet vigtigt, at der kun kan udtrækkes oplysninger om, hvilken stilling byggelederen har og ikke personlige data om en konkret person, da sådanne oplysninger vil virke overvågende for byggelederen og ville kunne misbruges. På bilag 4 er der vist et eksempel på udtræk under uddannelse.

7.4 ER diagram

I dette afsnit opstilles et Entitet Relations diagram (ER diagram), som er en råskitse, der illustrerer designet af datamodellen som skal programmeres ind i et IKT system. ER diagrammet har til formål at vise de elementer og relationer, der er mellem elementerne, som indgår i datamodellen. Først beskrives de grundsten som indgår i ER diagrammering i dette afsnit, hvorefter et ER diagram opstilles for systemet Bygma.

7.4.1 Beskrivelse af ER diagrammering

Et ER diagram indeholder følgende grundsten:

- **En Entitet** er det objekt, hvorom det ønskes at registrere data.
- **Attributter** er de elementer, hvormed entiteter beskrives.
- **Relationer** angiver forholdet mellem entiteter.

Relationerne kan opdeles i følgende tre typer:

- **1:1 relation**, viser at en og kun én værdi i en entitet kan kædes sammen til en og kun én værdi i en anden entitet.
- **1:N relation**, viser at en værdi i en entitet kan kædes sammen med nogle værdier i en anden entitet. Denne relation kaldes også en til mange relation.
- **N:M relation**, viser at flere værdier i en entitet kan kædes sammen med flere værdier i en anden entitet. Denne relation kaldes også en mange til mange relation.

Nedenfor på figur 7.2 er nogle af ovenstående termer vist i et eksempel, som efterfølgende forklares.

Figur 7.2: Eksempel på anvendelser af grundstenene i et ER diagram (egen tilvirkning).

Figur 7.2 viser hvordan et simpelt system er opbygget vha. grundstenene omtalt ovenfor. Systemet består til venstre af en entitet (medarbejder), som har to attributter bestående af (medarbejdernr.) og (navn). Entiteten (medarbejder) indgår på forskellige byggesager vha. en relation over til entiteten (byggesag). Denne entitet har også to attributter (sagsnr) og (projektart). Relationen som anvendes i eksemplet er en N:M relation og viser, at mange medarbejdere kan være tilknyttet til mange byggesager, men samtidig kan mange byggesager have tilknyttet mange medarbejdere. Det vil sige at en post i entiteten medarbejder kan have flere poster i entiteten byggesag og omvendt. De to entiteter på figur 7.2 indeholder begge attributter, som er valgt som primærnøgler, hvilke er understreget og markeret med fed skrift. En primærnøgle er en entydig identifikation af de enkelte forekomster i entiteten og en primærnøgle skal forhindre, at der er to forekomster som er ens i en entitet.

7.4.2 ER diagram over systemet Bygma

I følgende afsnit opstilles et ER diagram over systemet Bygma. ER diagrammet er vist nedenfor på figur 7.3, som efterfølgende forklares.

Figur 7.3: ER diagram over Bygma.

Figur 7.3 viser de relationer, der er mellem de forskellige entiteter, som skal indgå i datamodellen. Der er figur 7.3 vist forslag til nogle poster i entiteterne. I alle entiteter anvendes for overskuelighedens skyld attributterne (ID) som primærnøgler. Følgende beskrives diagrammet ud fra deres entiteter og attributter og relationer, der er imellem disse.

Entiteter og attributter

Aktører

Denne entitet indeholder de aktører, som skaber værdi på byggeprojekter i byggebranchen, hvilket er de aktører der skaber værdi i; krav til bygningen, den virtuelle bygning eller den fysiske bygning. I denne entitet findes de aktører, som blev kategoriseret under bygherre, projekterende og aktører på byggepladsen i afsnit 6.2. En aktør beskrives med en attribut omhandlende aktørens fagområde inden for byggebranchen.

Byggesag

Denne entitet beskriver de byggesager totalentreprenøren har eller er involveret i og entiteten beskrives med fire attributter; (sagsnr), (byggesum), (bygningstype) og (projektbeskrivelse). Entiteten (sagsnr) indeholder et nummer som alle byggesager i MT Højgaard får tildelt. Entiteten (byggesum) indeholder oplysninger om den sum byggesagen er solgt til bygherren med. De sidste to entiteter skal anvendes til at beskrive byggesagen med. Det bør overvejes om attributten (sagsnr) kan anvendes direkte som primærnøgle da alle byggesager har forskellige sagsnumre.

Byggeleder

Denne entitet indeholder informationer om de byggeledere, som er ansatte i MT Højgaard og indeholder derfor attributter, som beskriver medarbejdernummer, initialer og stilling. Attributten (stilling) indeholder i øjeblikket kun tre poster som er; entrepriseleder, projektleder og projektchef. Igen bør det overvejes om attributten (medarnr) direkte kan anvendes som primærnøgle, da denne attribut indeholder numre som er unikke for hver medarbejder.

Fejl

Denne entitet indeholder de fejlkilder, der kan opstå på et byggeprojekt og indeholder en attribut, der beskriver de fejl aktører på en byggesag kan begå. Disse fejl blev omtalt i afsnit 6.2

Svigt

Denne entitet indeholder informationer om de svigttyper, der blev kategoriseret i afsnit 0. Denne entitet indeholder derfor kun tre poster, hvilke er; svigt i mundtlig aftale, svigt i skriftlig aftale og svigt iht. god byggeskik.

Mangel

Denne entitet indeholder informationer om, hvorvidt svigt er korrigeret og viser om de korrigerede handlinger har medført omkostninger for totalentreprenøren. Det afgrænses fra, at denne entitet skal inkluderer de fire forskellige mangeltyper, der blev omtalt i afsnit 6.4, da det væsentlige for totalentreprenøren er, om omkostningerne til svigtene har været omkostningsrige eller omkostningsneutrale for totalentreprenøren.

Bygningsdele

Entiteten bygningsdel indeholder én attribut, som omhandler de bygningsdele, der indgår på et byggeprojekt. Disse bygningsdele blev omtalt i afsnit 7.1.

Observationer

I denne entitet opsamles alle oplysninger om de svigt som opstår, hvorfor der indgår relationer til alle entiteterne i ER diagrammet. Denne entitet skal anvendes når der skal udtrækkes registreringer fra datamodellen.

1:N Relationer

Aktører -> Observationer

I én observation indgår der kun en aktør, men én aktør kan indgå i flere observationer.

Byggesag -> Observationer

En byggesag kan indgå i flere observationer, men én observation kan ikke indeholde flere byggesager.

Byggeleder -> Observationer

En byggeleder kan indgå i flere observationer, men én observation kan ikke have flere byggeledere.

Fejl-> Observationer

En fejl kan indgå i flere observationer, men én observation kan ikke have flere fejl.

Svigt-> Observationer

Et svigt kan indgå i flere observationer, men én observation kan ikke have flere svigt.

Mangel-> Observationer

En mangel kan indgå i flere observationer, men én observation kan ikke have flere mangler.

Bygningsdele-> Observationer

En bygningsdel kan indgå i flere observationer, men én observation kan ikke have flere bygningsdele.

7.5 Krav til input

I dette afsnit defineres de input, der er nødvendige at registrere i systemet for, at der kan genereres de output som blev beskrevet i afsnit 7.3. Dette udarbejdes vha. ER diagrammet over Bygma omtalt i afsnit 7.4.2, som også bør anvendes ved gennemlæsning af dette afsnit. Derudover kan bilag 4 også anvendes ved gennemlæsning af dette afsnit, da der indgår elementer herfra.

Ved opstart af systemet skal registratoren logge ind i systemet, hvilket skal foregå vha. registratorens brugernavn og password. Der skal udføres en kontrol med en database, som indeholder oplysninger om de ansatte i MT Højgaard, hvilket er illustreret på bilag 4. Oplysningerne om registratoren skal anvendes senere i systemet når svigt bliver registreret. Efter login skal følgende valgmuligheder være mulige for brugeren:

- Registrere på en eksisterende sag.
- Udtræk registreringer fra system.

Vælger brugeren at udtrække registreringer fra programmet vil brugeren få valgmulighederne, der blev fortalt om i afsnit 7.3. Vælger brugeren at registrere på en eksisterende sag forudsætter det at byggesagen er oprettet i systemet. Følgende kriterier skal indskrives når en byggesag oprettes:

- Sagsnummer: Sagsnummer på byggeprojektet.
- Byggesum: Samlet byggesum på byggeprojektet.
- Bygningstype: Eksempelvis erhverv eller bolig.
- Byggebeskrivelse: Beskrivelse af byggeprojektet.

Ved valg af registrering på en byggesag skal følgende registreres af brugeren:

- Bygningsdel svigtet er opstået på.
- Aktør som er skyld i fejl.
- Valg af fejl.
- Svigttype.
- En beskrivelse af svigtet.
- Beskrivelse af hvordan svigtet kunne forebygges.
- Mangeltype og herunder om der har været omkostninger, der skulle afholdes af totalentreprenør.

Ovenstående registreringsmuligheder er vist på bilag 4 som ligeledes er vist på entiteten (Observationer) på ER diagrammet i afsnit 7.4.2.

8 DATAMODEL OG PROGRAMMERING

I dette kapitel udarbejdes en struktureret datamodel af systemet Bygma. Dette gøres ved at forbedre brugervenligheden " User Environment" i ER diagrammet og normalisere ER diagrammet fra afsnit 7.4.2. Derefter gives eksempler på, hvordan programmering af datamodellen kan foregå.

8.1 User Environment

I dette afsnit forbedres strukturen fra forrige afsnit. Dette gøres gennem en normalisering og på bilag 5 kan resultatet heraf ses. Bilag 5 viser de entiteter der skal oprettes i datamodellen, dog uden relationernes grad, hvilke fremgår af ER diagrammet i afsnit 7.4.2. Normaliseringen er med til at forbedre layoutet af strukturen i systemet og skal være med til at lette programmeringen af datamodellen. Normaliseringen skal være med til at konstrueres optimale primærnøgler i datamodellen, således at alle andre attributter i datamodellen er afhængige af disse primærnøgler. Derudover fjernes redundant information i databasen gennem en normalisering. Redundant information er information, som er registreret flere steder uden at dette er nødvendigt. Med andre ord er redundant information overflødig information.

For at gøre registreringerne nemmere i systemet, er det valg at registreringerne skal foregå gennem listemenuer, således registreringen bliver hurtig og samtidig sikrer at registreringerne bliver korrekte. Det fremgår derfor af bilag 5, at der er tilføjet nogle tabeller og slettet nogle poster i nogle tabeller i forhold til ER diagrammet over Bygma fra afsnit 7.4.2. For at gennemgå bilag 5 er det valgt at anvende et konkret eksempel fra casestudiet.

Eksempel med en aktør på byggepladsen

Eksemplet tager udgangspunkt i eksempel 6 fra casestudiet beskrevet i afsnit 6.3.3, som omhandlede en stålbro med for stor nedbøjning. Anvendes systemet på bilag 5 og tabel "TaObservationer" ville registratoren efter login skulle indtaste sagsnummer på den byggesag, der skal registres på, hvorefter svigtet skal registreres. Dette foregår ved først, at vælge den bygningsdel, hvor svigtet er opstået på. Det observeres nu at DBK ikke er så anvendelig til at definerer bygningsdele, som det blev antaget i første omgang, da det er svært at placere stålflangen fra eksemplet i nogle af de niveauer, der blev oplyst i afsnit 7.1. Dette er bl.a. fordi der ikke indgår informationer om bærende systemer i DBK. I eksemplet vælges dog vægsystem, da bygningsdelen, hvor svigtet er opstået på kan antages som en del af vægsystemet. Herefter skal registratoren vælge den aktør, som er skyld i at svigtet er opstået. Her er det valgt at registratoren først skal vælge, hvilken hovedgruppe af aktører, der er skyld i, at svigtet er opstået, hvorefter aktøren skal vælges. I eksemplet vælges hovedgruppe "aktører på byggepladsen", hvorefter smeden vælges som aktør. Efter valgt aktør vælges det om aktøren er en intern eller en ekstern aktør.

I den næste kategori skal fejlen vælges og igen er valgt at lave grupper, for at gøre det nemmere for brugeren at registrere, hvilken fejl der begås. I eksemplet skal fejlgruppen "materialefejl" vælges og i denne gruppe skal "materialer fremstilles forkert" vælges. Herefter skal svigttype vælges, hvilket i eksemplet er et svigt iht. god byggeskik. Efter dette er registreret skal registratoren beskrive svigtet, hvor beskrivelsen fra eksempel 6 kan genanvendes:

Efter endt montage af stålbro på byggepladsen viste det sig, at der på den nederste ståldrager i broen var en difference på ca. 25 mm mellem midt og ender på drageren i den ene side af broen.

Dernæst skal det kort beskrives, hvordan svigtet kunne være forebygget. Dette kan eksempelvis gøres med følgende linier:

Svigtet kunne være undgået ved at definere tolerancer i kontraktforhold eller på tegninger. Svigtet kunne også være undgået ved at udføre kvalitetskontrol hos leverandøren.

Til sidst skal det vælges om mangelen er omkostningsrig eller omkostningsneutral for totalentreprenøren, hvilket i eksemplet skal vælges som en omkostningsneutral mangel, da udgifterne til de korrigerede handlinger er afholdt af smeden.

8.2 Programmering

I dette afsnit beskrives, hvordan programmering af datamodellen kan foregå. Først beskrives hvordan datamodellen skal fungere og herefter, hvordan datamodellen kan programmeres. Der gives eksempler på programmeringssprog og elementer der indgår i programmeringen.

For at programmere og håndtere datamodellen i en relationsdatabase er det valgt at anvende nogle forskellige programmeringssprog og programmer. Nedenfor på figur 8.1 er fremgangsmåden for at programmere datamodellen illustreret.

Figur 8.1: Struktur for programmering og anvendelse datamodellen.

På figur 8.1 er der vist tallene fra 1 til 3, som viser de faser der kræves for at programmere og anvende datamodellen i Bygma. Disse processer forklares efterfølgende i dette afsnit.

Punkt 1. Programmere tabeller fra datamodellen

Den første fase i programmering af datamodellen er, at databaseudvikleren opretter de tabeller, som blev vist i bilag 5 i en database. Disse tabeller kan oprettes vha. PHP MyAdmin, som er et webbaseret program, der har en brugergrænseflade, som gør det nemmere at bearbejde tabeller i databaser på en webserver.

For at oprette tabeller med entiteter og tilhørende attributter i databasen anvender PHP MyAdmin Data Definition Language (DDL), som er et delsprog af Structered Query Language (SQL). DDL sproget kan anvendes når, der skal oprettes, slettes eller ændres i strukturen i en database. Det vil sige at alle tabeller, fra datamodellen oprettes vha. sproget DDL. Når tabellerne er oprettet skal der oprettes poster i nogle af tabellerne, som er fastlagte poster brugeren kan vælge imellem. Posterne i tabellerne oprettes igen vha. PHP MyAdmin, men nu vha. et andet delsprog af SQL, nemlig Data Manipulation Language (DML). Dette sprog anvendes når der skal indskrives poster i en tabel, ændres i eksisterende data, fjerne poster og udtrække data fra en eller flere poster fra en eller flere tabeller.

Efter tabellerne er oprettet sørges der for at der er entitets integritet i alle tabeller, hvilket gøres ved, at der i hver tabel er en primærnøgle. Til sidst oprettes de relationer, som er vist på bilag 5 mellem de forskellige tabeller. Et eksempel på oprettelse af en tabel fremgår af nedenstående skema, hvor koden er vist til venstre og forklaring er vist til højre.

Tabel 8.1: Strukturdump på tabel "TaAktoergruppe" fra bilag 5. Programmeringskode vist til venstre og forklaring vist til højre (egen tilvirkning vha. PHP MyAdmin).

`CREATE TABLE `TaAktoergruppe``	Der laves en tabel med navnet TaAktoergruppe
`(` `` `Id` int(11) NOT NULL auto_increment, ``	Kolonnen "Id" tilføjes til tabellen med en autonummerering. Der anvendes en datatype "integer", som kan lagre talværdier på op til 32.000 tegn
`` `Gruppe` varchar(25) NOT NULL default '', ``	Kolonnen "Gruppe" tilføjes til tabellen. Der anvendes en datatype "variable character field", som er bogstaver. Der sættes en begrænsning på 25 tegn.
`PRIMARY KEY (`Id`)` `)`	Kolonnen Id sættes til primær nøgle
`ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1`	Specificerer hvordan tabellen skal gemmes og i hvilket tekstformat.
`AUTO_INCREMENT=4 ;`	Sætter den næste talværdi til 4 i autonummereringen
`INSERT INTO `TaAktoergruppe` VALUES (1, 'Aktører på byggepladsen');`	Indsætter følgende i tabellen "TaAktoergruppe" Værdierne (1, Aktører på byggepladsen)
`INSERT INTO `TaAktoergruppe` VALUES (2, 'Projekterende');`	Indsætter i tabellen "TaAktoergruppe" Værdierne (2, Projekterende)
`INSERT INTO `TaAktoergruppe` VALUES (3, 'Bygherre');`	Indsætter i tabellen "TaAktoergruppe" Værdierne (3, Bygherre)

Til sidst uploades alle tabeller på MySQL databaseserver. Denne server er en flertrådet SQL databaseserver, som understøtter mange samtidige brugere, hvilket er nødvendigt i denne database.

Punkt 2. Oprette dynamiske websider

For at brugere kan anvende datamodellen til at registrere og udtrække forespørgsler fra, er det valgt at anvende websider som tilgangsvinkel, da disse kan anvendes og vises på de fleste hardwaresystemer. Til at oprette websider anvendes Macromedia Dreamweaver. I dette program anvendes følgende programmeringssprog; HTML, PHP og SQL. HTML anvendes til at designe websiderne og dette sprog definerer hvad brugeren ser og hvilke muligheder der skal være på websiderne. Dette sprog består af tags,

som fortæller webbrowseren hvad den skal vise. Disse tag starter og slutter med følgende tags ”<>”, ”</ >”. I dette sprog indgår sproget Java, som anvendes til at skabe dynamiske valgmuligheder for brugeren.

SQL sproget anvendes når der skal kommunikeres med databasen, og hvis der skal tilføjes eller udtrækkes data fra databasen.

PHP (**P**HP **H**ypertext **P**reprocessor) anvendes til at danne dynamisk indhold på f.eks. websider. Dette sprog kan anvendes til at bearbejde data fra databasen inden de vises for brugeren. For at fortælle webserveren at der er tale om PHP koden, skal koden afgrænses med nogle tags. Hvis dette ikke gøres vil koden blive fortolket som almindelig HTML tekst. Et PHP script starter med ”<?” og slutter med ”?>”. For at give et indblik i programmeringen af Bygma er der nedenfor i tabel 8.2 vist et eksempel på, hvordan programmeringskoden til en af listemenuerne i programmet kan programmeres.

Tabel 8.2: Programmeringseksempel i Bygma. Programmeringskode vist til venstre og forklaring vist til højre (egen tilvirkning vha. Macromedia Dreamweaver).

<?	Begynd PHP kode
$database = mysql_connect "localhost","fbjhome","pass");	Forbindelse til netværk med navn og password
mysql_select_db("fbjhome",$database);	Forbindelse til databasen
$ak = $_POST['ak'];	Definerer variablen ak som et opsamlingsarray
$ak1 = $_POST['ak1'];	Definerer variablen ak1 som et opsamlingsarray
$aktoer = mysql_query("SELECT * FROM TaAktoergruppe");	Definerer variablen aktoer som alt fra tabel TaAktoergruppe
if ($ak) {	Kontrol af variablen ”ak” igennem en if-sætning
$query = sprintf("SELECT * FROM TaAktoer WHERE ReTaAktoergruppe= '$ak'");	Variablen ”query” sættes til at være alt fra tabel ”TaAktoer” og værdierne i ReTaAktoergruppe sættes til variabelen ”ak”.
$result = mysql_query($query);	Variablen ”result” sættes til at være variablen ”query” i en forespørgsel til databasen.
$rowModel = mysql_fetch_array($result);	Variablen ”rowmodel” sættes til at være variablen ”result” opstillet i et array.
} ?>	Slut på if-sætning og slut på PHP kode
<html> <head>	Begynd html dokument og begynd på hoved i html
<title>Bygma v. 1.00</title> </head>	Titel på html dokument defineres og slut hoved.
<body>	Begynd på kroppen i html
Bygma v. 1.00	Skriver Bygma v. 1.00 i overskrift 2 tag
<form id="form1" name="form1" method="post" action"Aktoer.php">	Anvender tag som definerer at der påbegyndes en listemenu i html dokumentet som refererer til php dokumentet ”Aktoer”.
AKTØRER 	Skriver Aktører i fed
<select name="ak" onChange="document.forms[0].submit()">	Begynder en listemenu med navnet ”Aktørgruppe”
<option value="">Vælg Aktørgruppe</option>	Vælger variablen ”ak” og gemmer det valg der gøres, således det er muligt at anvende valget senere ved valg i den næste menubjælke.
<?	Begynd php kode
while ($aktoerarray = mysql_fetch_array($aktoer)) {	Anvender en while løkke til at definere et array kaldet ”aktoerarray” vha. variablen ”aktoer” som var alle værdier fra tabellen ”TaAktoergruppe”.
extract($aktoerarray);	Herefter udtrækkes alle værdier fra ”aktoerarray” der anvendes i en listemenu
echo "<option value='$Id'";	Echo anvendes til at udskrive til brugeren med.
if(!(strcmp($Id, $ak))){echo "selected";}	Til sidst defineres det at den valgte værdi skal blive stående i listemenuen, som er valgt.
echo ">$Aktoergruppe</option>\n"; }	
?></select></body> </html>	Slut php kode, listemenu, krop og html dokument

Programmeringskoden i ovenstående giver et output i en webbrowser som kan ses på figur 8.2.

Figur 8.2: Resultatet fra Macromedia Dreamweaver (egen tilvirkning vha., Macromedia Dreamweaver).

Det fremgår at processen for at skabe et simpelt layout som vist på figur 8.2 er kompliceret og kræver meget programmeringskode. Nedenfor på figur 8.3 kan det færdige layout fra hele Bygma ses, som også er programmeret i Macromedia Dreamweaver.

Figur 8.3: Færdige udkast, som skal anvendes til at registrere i programmet med.

Det er valgt ikke at vise koden for ovenstående layout i dette projekt, da Bygma endnu ikke er færdigudviklet. Figur 8.3 skal blot illustrere hensigten med, hvordan registreringerne skal foregå Bygma.

Punkt 3. Indsætte og udtrække registreringer

Efter websiderne er uploadet skal brugere kunne registrere direkte via. en webbrowser, som så gemmes på webserveren ved at trykke på (send registrering) som vist nederst på figur 8.3. Det vil være muligt at kunne afvikle Bygma på PDA'er eller telefoner, da disse kan opkobles direkte til internettet, hvor programmet afvikles på. Det er i dette projekt afgrænset fra at uddybe, hvordan udtræk af registreringer fra webserveren kan foregå, da det pga. tidshorisonten i dette projekt ikke har været muligt at programmere dette. Dette vil dog foregå vha. de samme programmeringssprog, som har været præsenteret i dette afsnit. For at se skitser af dette henvises til bilag 4, som viser layoutstrukturen i Bygma.

9 KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Dette kapitel indeholder en konklusion og en perspektivering af projektet, hvor konklusionen vil svare på om problemstillingerne, der blev opstillet i starten af rapporten, er blevet løst og perspektiveringen vil reflektere over andre områder inden for fejl, svigt og mangler i byggeriet, der kunne være spændende at arbejde videre med.

9.1 Konklusion

Denne rapport har gennem en analyse belyst kvalitetsfænomenet i byggebranchen og herunder undersøgt miljøet, hvori fejl, svigt og mangler opstår. Det blev konstateret, at kvalitetsbegrebet i byggebranchen er komplekst pga. de mange aktører, som indgår på et konkret byggeprojekt. Disse aktører tilføjer alle kvalitet til byggeprojektet gennem hele byggeprocessen og deres forestilling om, hvad god kvalitet er, er forskelligt, hvilket også var med til at gøre kvalitetsbegrebet komplekst.

Det blev belyst, at byggebranchen i dag er præget af mange fejl, svigt og mangler og at udviklingen fremover er svær at tyde pga. det skiftende aktivitetsniveau i branchen. Der er dog gennem den seneste årrække gjort utallige forsøg på at udarbejde nye redskaber, metoder og procedurer for at reducere omfanget af fejl, svigt og mangler. Disse redskaber, metoder og procedurer er ikke så udbredt i Danmark, hvilket skyldes at danske entreprenører er forankret i gamle traditioner og kutymer. En ting er dog klart og det er, at omfanget af fejl, svigt og mangler i byggebranchen er for stort, da der anvendes op mod 12 *mia. kr.* årligt på afhjælpning af svigt. Cirka 6 *mia. kr.* heraf skyldes svigt som er opstået i udførelsesfasen, hvor størstedelen af disse udgifter dog viste sig, at udspringe fra svigt, der er opstået i projekteringsfasen.

Det blev konkluderet, at de største fejludøvere i byggebranchen var planlæggeren, den projekterende og den udførende. Årsagerne hertil skyldes brist i engagement, kundskab og information, hvor manglende engagement var dominerende hos disse aktører. Dette begrundes med, at disse aktører manglede incitament for, at udføre noget korrekt og udføre dette i den rigtige kvalitet. Dette emne belyses senere i perspektiveringen, som er at finde i afsnit 9.2.

Det blev endvidere klarlagt, at totalentrepriser lå blandt de dårligste entrepriseformer, når det gjaldt svigt. Dette skyldes at omfanget af koordineringsarbejde hos totalentrepriser er stort pga. de mange involverede aktører, og at projekteringsarbejdet i totalentrepriser foregår samtidig med udførelsen. Denne vurdering har medført, at nærværende projekt har valgt, at forbedre situationen for totalentreprenører i byggebranchen mht. svigt. Forbedringen er iværksat gennem udvikling af en kravformulering til et system, der kan være med til at reducere mængden af svigt hos totalentreprenører. Udviklingen af dette system er sket gennem en bredere analyse af, hvad der karakteriserer fejl, svigt og mangler og derefter analysere, hvornår disse opstår i byggeprocessen. Analysen har udmundet i at fejl, svigt og mangler kan observeres enten i den virtuelle eller i den fysiske bygning, hvor den virtuelle bygning indeholder beskrivelser, tegninger og driftsdata, der tilsammen beskriver den fysiske bygning og den fysiske bygning indeholder de observerbare bygningsdele, der indgår i den fysiske bygning.

Analysen har endvidere vist, at det er essentielt, at skabe viden om de svigt, der opstår for at kunne forebygge disse. Dette er pga. definitionen på svigt, som er: når projektmateriale, byggematerialer, konstruktioner eller bygningsdele i en bebyggelse savner egenskaber, som efter aftaler eller

forudsætninger ud fra offentlige forskrifter eller god byggeskik hører med. Med andre ord kræver svigt korrigerede handlinger for at blive udbedret og disse handlinger kan der både være behov for i den fysiske bygning eller i den virtuelle bygning. De korrigerede handlinger, som foregår i den virtuelle bygning er oftest ekstra projekteringsydelser og de korrigerede handlinger, der foregår i den fysiske bygning er oftest ekstra udførelsesydelser. Systemet skal hjælpe totalentreprenører i byggebranchen med, at styre risikoer på byggesager systematisk, hvilket skal ske ved at byggeledere opsamler data om svigt på deres byggesager. Disse data skal danne grundlag for et erfaringsopsamlingssystem, hvorved totalentreprenører kan blive mere bevidste om de risici, der er ved en udvalgt aktør eller bygningsdel og derefter anvende de nødvendige ressourcer på disse. Systemet blev udarbejdet således, at totalentreprenøren kunne udtrække følgende data om svigt:

- Hvilken bygningsdel er svigtet opstået på.
- Informationer om svigtet.
- Hvilken aktør er skyld i svigtet er opstået.
- Hvilken fejlhandling er skyld i svigtet.
- Hvilket aftalegrundlag er svigtet imod.
- Hvordan kan svigtet forebygges.
- Hvilke omkostninger har svigtet medført for totalentreprenøren.

Systemet er kaldt Bygma, en forkortelse af ”byggeriets mangler” og der er i rapporten udviklet en kravformulering til Bygma. Kravformuleringen kan anvendes til at implementere systemet Bygma i et eksisterende IKT system og kravformuleringen vil kunne programmeres af en databaseudvikler. Det vil dog sige, at systemdesignet vil kræve en evaluering blandt byggeledere i byggebranchen før dette kan programmeres. Programmeringsprocessen er, som det blev illustreret i kapitel 8, en lang og indviklet proces, som vil kræve en ny tidshorisont på projektet, hvis dette skulle udvikles af undertegnede. Dette skyldes at min baggrundsviden inden for databasesproget er begrænset. Det vurderes derfor, at hvis systemet skulle programmeres af undertegnede og implementeres i en virksomhed, ville et fornuftigt bud herpå være at forlænge projektperioden med ca. 6 måneder.

Dette projekt har gennem analyser og en systemudvikling givet en øget forståelse af problemet med fejl, svigt og mangler i byggebranchen. Projektet har udviklet et udkast til et system, som kan hjælpe til med at styre byggeprocessen og det vurderes at systemet på sigt, hvis systemet anvendes efter hensigten af totalentreprenører, kan mindske omfanget af svigt i byggebranchen.

9.2 Perspektivering

I dette afsnit belyses fremtidsperspektiverne i systemet Bygma og der perspektiveres ud på andre problemstillinger med fejl, svigt og mangler i byggebranchen.

Fremtidsperspektiver i systemet Bygma

Dette projekt har haft fokus på de fejl, svigt og mangler, der opstår i byggebranchen og det viste sig, at der var et stort behov for at reducere disse. Der er derfor i dette projekt udviklet et system kaldet Bygma, som kan være med til at reducere fejl, svigt og mangler i byggebranchen. Bygma er udviklet gennem en kategorisering af fejl, svigt og mangler, som dog ikke er færdigudviklet i denne rapport, da der kan opstå fejl, svigt og mangler, som ikke kan placeres i de udarbejde kategorier. Bygma skal derfor, efter det er blevet implementering, evalueres og udvikles således, at alle opståede fejl, svigt og mangler i byggebranchen kan registreres i Bygma.

Grundidéen i Bygma var, at det kun skulle anvendes i totalentrepriser og specifikt af virksomheden MT Højgaard. Der er dog ingen barrierer for, at Bygma kan anvendes i andre virksomheder og i andre entrepriseforme. Anvendelsen af Bygma kræver dog et stort engagement blandt byggeledere i virksomhederne, da de skal registrere alle de svigt, som opstår på de byggesager, de er tilknyttet. Byggeledere har i forvejen en meget travl hverdag og hvis de skal i gang med at anvende dette system er det vigtigt at registreringen i systemet kan ske hurtigt og er overskueligt at udføre, hvilket er forsøgt i systemet Bygma. Derudover er det vigtig at byggelederne får de rette incitamenter for at registrere og anvende Bygma.

Systemet Bygma er som beskrevet ovenfor ikke færdigudviklet, og det kan diskuteres om bygningsdelene klassificeret i "Dansk Byggeklassifikation", som er anvendt i Bygma er fyldestgørende. De svigt som opstår i byggebranchen er svære at referere til de bygningsdele, der indgår i Dansk Byggeklassifikation. Derudover er de aktører som klassificeres i "Dansk Byggeklassifikation" svære at referere til de fejl som begås, da disse klassifikationer er for uoverskuelige. Det skal derfor overvejes om "Dansk Byggeklassifikation" er anvendelig i systemet Bygma, eller om dette klassifikationssystem blot skal hjælpe med at udbygge klassifikationerne af bygningsdele og aktører.

Registreringen i systemet Bygma foregik ved, at så snart et svigt blev observeres skulle det registreres i systemet. I denne sammenhæng er der ikke taget højde for, at det skal være muligt, at kunne vende tilbage til sin svigtregistrering og evt. ændre eller tilføje noget til denne registrering. Dette er nødvendigt, da byggeledere ved observation af et svigt, sjældent med det samme kan placere ansvar og vide, hvilke omkostninger svigtet har medført sig.

Fremtidsperspektiverne i anvendelse af systemet Bygma er mange og et af dem ville være, at byggeledere bliver udstyret med et PDA lignende værktøj, som har en internetopkobling. Dette værktøj skal anvendes når byggeledere i deres daglige kontakt med byggepladsen observerer svigt, som derefter kan registreres via PDA'en. Fremtidens byggeri giver muligheden for at indbygge eksempelvis chip i alle bygningsdele og vha. disse chips, kan byggeledere via PDA'en registrere på en bestemt bygningsdel, som er ved at blive udført og dermed få oplyst de svigt, der kan opstå på denne bygningsdel. Herefter kan byggelederne informere de aktører, som har ansvar for udførelse af bygningsdelen, om hvilke svigt og risici, der kan opstå på bygningsdelen. En anden mulighed kunne være at informationerne om disse svigt formidles direkte til aktørerne. Dette vil kunne lade sig gøre vha. produktionskortene belyst i afsnit 4.6.2. Det vil

være muligt at kombinere produktionskortene med Bygma, således produktionskortene udover oplysninger om tolerancer, tegninger, placering af bygningsdele, løn, produktionsmetode, materiel og materialer indeholder oplysninger om de svigt, der kan opstå ved udførelse af den bygningsdel produktionskortet omhandler. Disse produktionskort kan som beskrevet i afsnit 4.6.2 formidles direkte til aktøren vha. en PDA som aktørerne er udstyret med.

Et andet fremtidsperspektiv er, at Bygma vil kunne videreudvikles, så det kan anvendes af de projekterende i projekteringsfasen. Her vil Bygma bl.a. kunne anvendes ved modellering af den virtuelle model ved f.eks. at oplyse den projekterende om de svigt, der kan opstå på den bygningsdel den projekterende projekterer. De projekterende vil direkte kunne anvende de erfaringer totalentreprenøren har gjort, hvis de begge anvender de samme klassifikationssystem for bygningsdele. Systemet Bygma vil ligeledes kunne videreudvikles, så det kan anvendes af bygherrer. Bygherrerne kan vha. Bygma forbedre de krav de stiller til det færdige resultat ud fra de erfaringer totalentreprenøren har gjort. Der eksisterer ikke et fælles grundlag for, hvordan bygherren skal udforme krav, hvilket derfor vil gøre systemet svært at implementere. Nedenfor omtales denne problematik.

Bygherrekrav i byggebranchen

Et område som kan være spændende at belyse er bygherrekravene i byggebranchen, da disse krav danner grundlag for kvaliteten i hele byggeprocessen. Disse krav kunne jf. afsnit 4.3 være svære at evaluere ved aflevering, da de er for generaliserende. Det vil være nødvendigt at undersøge forskellige bygherrekrav på forskellige byggeprojekter i byggebranchen for at danne sig et indtryk af de krav, der stilles i byggebranchen. Det skal undersøges om det er muligt, at udarbejde et fælles grundlag for de krav bygherrer stiller til byggeprojekter i byggebranchen.

Anvendt IT i byggebranchen

I afsnit 4.6 blev nogle af de IT redskaber, som kunne anvendes for at forbedre kvaliteten i byggebranchen belyst. Det kunne være spændende at undersøge udviklingen inden for disse redskaber og herunder den udvikling, der er sket inden for modelservere. Det skulle undersøges om, hvorvidt modelservere lever op til den teknologi, der er udviklet inden for IT. Her tænkes bl.a. på mulighederne i anvendelse af avancerede søgemaskiner, som bl.a. anvendes på internettet i dag. Ved hjælp af disse søgemaskiner kan "god" og valid data direkte forespørges og vises for brugeren. Er det muligt at modelservere, kan indeholde samme teknologi, så disse servere indeholder informationer om, hvad en god model indeholder, for på den måde at kontrollere de modeller de projekterende uploader på modelserveren. Et spørgsmål i den henseende, som kunne være relevant at undersøge er, hvorfor der ikke stilles krav om, at der skal udarbejdes ekstra kontrol af de modeller, der udarbejdes i byggebranchen, hvilket kunne ske vha. Solibri Model Checker omtalt i afsnit 4.6.3, såvel som der kræves 3. parts kontrol af statiske beregninger på enkle byggeprojekter. Et andet spørgsmål som kunne være relevant at undersøge er, hvorfor opbakningen omkring disse værktøjer ikke er større og hvorfor de ikke anvendes i større grad end de gør i dag. En grund hertil kan være at disse værktøjer er svære at implementere i byggebranchen pga. fastfrosne traditioner og kutymer. En anden grund kunne være de store IT barrierer, der findes hos mange aktører i byggebranchen i dag.

Incitament for at skabe kvalitet i byggebranchen

I afsnit 4.5 blev det vist at incitamentet for at skabe god kvalitet var ringe blandt aktører, som indgik på et byggeprojekt. Dette skyldes bl.a. at aktørerne var demotiverede og derfor kunne begå sjusk i udført arbejde. Hvordan kan aktørerne motiveres, så kvaliteten øges af det, som udføres i byggebranchen kan være et spændende område at undersøge. Det blev bl.a. foreslået, at udvikle en bonusordning og her kunne det være spændende at se på, hvordan sådan en bonusordning kunne sammensættes. Det kan undersøges, hvilken effekt sådan en ordning har på et byggeprojekt i praksis og her kunne der trækkes paralleller til DR byen, hvor en lignende ordning har været anvendt for at højne sikkerheden på byggepladsen, hvilket har givet positive resultater. Der kan evt. inddrages andre incitamentsmuligheder i denne undersøgelse.

Det blev foreslået i afsnit 4.6 at incitamentet blandt aktørerne kunne forbedres, hvis der blev nedsat et team mellem de projekterende og de udførende, således at overskuddet fra et byggeprojekt blev fordelt mellem rådgivere og entreprenører. Dette kunne ske gennem partnering på byggeprojektet. Hvordan skulle denne ordning fungere mellem disse to parter, og hvilken virkning ville dette have i praksis? På byggepladsen kunne der også dannes teams, hvor forskellige entreprenører kunne indgå i multisjak for på den måde at sikre at de grænseflader, der afleveres til hinanden, indeholder en god kvalitet. Effekten i anvendelse af fællesakkorder, som blev omtalt i afsnit 4.6 kunne evt. inddrages i undersøgelsen.

10 LITTERATURLISTE

Litteratur

(Erhvervs- og byggestyrelsen, 2005) Erhvervs- og byggestyrelsen. (2005). *Byggeriets handlingsplan mod fejl og mangler*. Erhvervs- og byggestyrelsen.

(Erhvervs- og byggestyrelsen, 2004) Erhvervs- og byggestyrelsen. (2004). *Svigt i byggeriet - økonomiske konsekvenser og muligheder for en reduktion*. Erhvervs- og byggestyrelsen.

(Josephson & Hammarlund, 2002) Josephson, P. E., & Hammarlund, Y. (2002). *Kvalitetsfelkostnader på 90-talet*. Göteborg: Chalmers.

(Krog, 2008) Krog, T. B. (18. April 2008). Internetbaseret værktøj skal lette digital aflevering. *Ingeniøren* , s. 3.

(Lorensen, 1998) Lorensen, M. (1998). *Spørgsmålet bestemmer metoden*. Pensum.

(Lynch, 2007) Lynch. (2. Marts 2007). Sådan arbejder et ingeniørfirma. *Ingeniøren* , s. Bagsiden.

(Nielsen & Hansen, 2007) Nielsen, J., & Hansen, E. J. (2007). *Synliggørelse af svigt i byggeriet*. Aalborg: SBI.

(Nielsen V. H., 1998) Nielsen, V. H. (1998). *Kvalitetsstyring*. Erhversskolernes forlag.

(Online Training Solutions, 2002) Online Training Solutions, I. (2002). *Step by Step, Microsoft Access 2002*. IDG Forlag.

(Vang, 2001) Vang, S. (2001). *Relationsdatabaser og SQL*. Ingensiøren|Bøger.

Personer

(Bang, 2007) Bang, H. L. (December 2007). Bygherreforening.

(Eckerberg, 2008) Eckerberg, E. (2008). Afdelingsleder, MTH.

(Kristiansen, 2008) Kristiansen, E. (2008). Direktør ved byggeriets valueringscenter.

(Nielsen T. D., 2008) Nielsen, T. D. (2008). Konstruktørstuderende.

(Tylvad, 2008) Tylvad, T. (2008). Projektchef , MTH.

Intetnetkilder

(www.bips.dk, a, 2008)	http://www.bips.dk/BipsDescrTool/Indhold/bips/index.htm
(www.bips.dk, b, 2008)	http://www.bips.dk > Det digitale fundament > Klasifikation > DBK 2006 resultatdomæne 2: Struktur og klassifikations-tabeller for bygningsdele, Rev A
(www.bips.dk, c, 2008)	http://www.bips.dk > Det digitale fundament > Klasifikation > DBK 2006 ressourcedomænet: Klassifikationstabeller for dokumentation, fag og entrepriser
(www.borsen.dk, 2008)	http://borsen.dk/nyhed/48852/
(www.bsf.dk, 2008)	http://www.bsf.dk/
(www.bygerfa.dk, 2008)	http://bygerfa.dk
(www.byggeevaluering , a, 2008)	http://www.byggeevaluering.dk/db/files/stil_krav_som_bygherre.pdf
(www.byggeevaluering.dk,b, 2008)	http://www.byggeevaluering.dk/db/files/803.pdf
(www.byggeri.dk, 2008)	http://www.byggeri.dk/nyheder/view_news_UE.asp?id=20027&kategori=1
(www.byggetal.dk, 2008)	https://www.byggetal.dk/
(www.bygviden.dk, 2008)	http://www.bygviden.dk
(www.detdigitalebyggeri.dk,a, 2008)	http://www.detdigitalebyggeri.dk
(www.detdigitalebyggeri.dk,b, 2008)	http://www.detdigitalebyggeri.dk/udfoerende/roller/det-digitale-byggeri-paa-byggepladsen_3.html
(www.dst.dk, 2008)	http://www.dst.dk
(www.fbjhome.dk, 2008)	http://www.fbjhome.dk/afgang/
(it.civil.aau.dk, 2008)	http://it.civil.aau.dk/it/reports/r_cib_vancouver_1999.pdf
(www.mthojgaard.dk, 2008)	http://www.mthojgaard.dk/pages/samarbejdsformer_trimbyg
(www.retsinformation.dk, 2008)	https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=87573
(www.udbudsportalen.dk,a, 2008)	http://www.udbudsportalen.dk/data_udbud/1573390/AB92.pdf
(www.udbudsportalen.dk, b, 2008)	http://www.udbudsportalen.dk/data_udbud/1573393/abt93.pdf
(www.vicosoftware.com, 2008)	http://www.vicosoftware.com/
(www.voldgift.dk, 2008)	http://www.voldgift.dk/regler/abr-89.htm