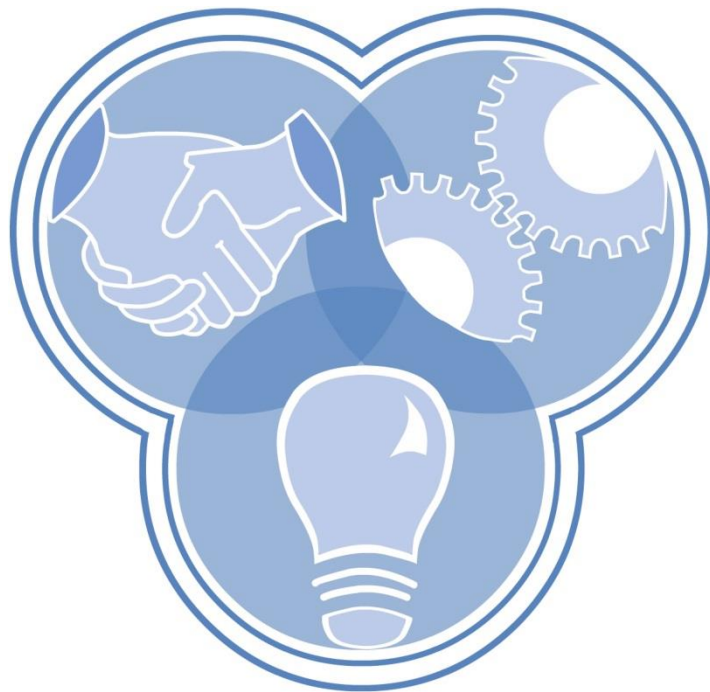


Synergi mellem arbejdsprocesser i Trimmet Byggeri og BIM

- et systemudviklingsprojekt med fokus på synergi mellem teknologiske fremskridt og nye arbejdsmetoder i byggeriet



Kandidatspeciale

Nikolaj Stephansen & Daniel Nielsen

09-01-2014

Titelblad / Synopsis

Synergi mellem arbejdsprocesser i Trimmet Byggeri og BIM - et systemudviklingsprojekt med fokus på synergi mellem teknologiske fremskridt og nye arbejdsmetoder i byggeriet

2014, Aalborg Universitet, School of Engineering and Science

Afgangsprojekt 4. Semester, Cand.scient.techn. i Byggeri og Anlæg, med speciale i Bygningsinformatik

Udarbejdet af:

Nikolaj Stephansen & Daniel Nielsen

Vejleder:

Kristian Birch Pedersen, Exigo

Bi-vejleder:

Kjeld Svidt, Aalborg Universitet

Rapportens omfang samt periode:

Sidetal: 124 (Inkl. forside)

Appendiks: 9 stk. 62 sider i alt

Periode: Specialet er udarbejdet i perioden september 2013 – januar 2014

Afleveringsdato: 09-01-2014

Forsideillustration:

© Donya Lynne 2012

Synopsis:

Nærværende rapport omfatter et kandidatspeciale på Aalborg Universitets kandidatgrad i Bygningsinformatik.

Rapporten omhandler udvikling af en prototype til et system kaldet PES, hvilket ved en synergi mellem Trimmet Byggeri og BIM, skal bidrage til en effektivisering af byggesager.

Udviklingen af systemet sker gennem en forundersøgelse og et prototypeprojekt. I forundersøgelsen analyseres der på eksisterende arbejdsgange i byggesektoren samt problemer herved. Det konkluderes, at evaluering af byggesager ikke struktureres tilstrækkeligt, og der herved ses et stort udviklingspotentiale.

Med udgangspunkt i analyserne, er der udført visioner på systemet PES, hvilket leder videre til prototypeprojektet. I prototypeprojektet er prototypen udviklet og testet. Ud fra tests af prototypen er det konkluderet, at systemets teoretiske virkningseffekter kan bidrage til en effektivisering af byggesager, og skabe en struktureret evaluering og erfaringsopsamling.

Til slut i rapporten findes en perspektivering, hvor bl.a. fremtidig udvikling af systemet, er beskrevet.

Forfatteres kontaktoplysninger:

Nikolaj Stephansen
TLF: +45 22 91 40 06
E-mail: nikolaj2011@hotmail.dk

Daniel Nielsen
TLF: +45 26 18 74 40
E-mail: d.nielsen86@gmail.com

Forord

Denne rapport udgør afgangsspecialet på uddannelsen cand.scient.techn. i Byggeri og Anlæg med speciale i Bygningsinformatik på Aalborg Universitet. cand.scient.techn. i Bygningsinformatik, er en kandidatgrad tilegnet bachelorer inden for Byggeri og Anlæg, der ikke nødvendigvis har en ingeniørmæssig baggrund. På uddannelsen behandles emner såsom: IKT i byggeriet, digitale værktøjer, informationsflow, byggeledelse samt andre emner, der berører ledelsesprocesser og anvendelse af IT i byggeriet. Rapporten er udarbejdet af en projektgruppe på to personer, og er udarbejdet efterår til vinter, fra september 2013 til januar 2014.

Rapporten har til formål, at afdække problemområder i den danske byggesektor, for herefter at forsøge, gennem en grundig forundersøgelse og systemudviklingsproces, at udvikle et system, der ved brug af Trimmet Byggeri og BIM i en synergi, kan adressere nogle af disse problemområder. Hensigten med rapporten er, at interesserede i IKT og ledelse i byggeriet kan få et indblik i, hvordan der kan arbejdes med Trimmet Byggeri og BIM på en fælles platform i et system. Hovedsageligt henvender rapporten sig til personer med interesse i det overordnede emne samt de involverede i eksaminationen af rapporten som afgangspjektet.

Tak

Til udarbejdelsen af rapporten, er en række samarbejdsparter og bidragsydere blevet involveret i større eller mindre grad. Dette er sket både i forbindelse med indsamling og dannelsen af det empiriske grundlag til rapporten, samt ved brugerundersøgelser og tests af prototyper.

Først og fremmest gives en tak til de, der har bistået med vejledning ifm. rapportens tilblivelse, strukturering og indhold.

Vi takker:

- Nis B. Christensen, Stud. cand.scient.techn., AAU, Institut for Byggeri og Anlæg
- Søren H. Sternkopf, Stud. cand.scient.techn., AAU, Institut for Byggeri og Anlæg

Dataindsamlingen til grundlag for rapportens analysearbejde, er indhentet ved interviews, observationer mailkorrespondancer, samt ved deltagelse i workshops og præsentationer. Til de der har afholdt workshops og præsentationer, deltaget i interviews, bidraget med indskud over mail, telefon osv. Gives endvidere en oprigtig tak.

Vi takker:

- Kristine Ann Barnes, MT Højgaard
- Ole Berard, MT Højgaard
- Sven Bertelsen, Sven Bertelsen Strategisk Rådgivning ApS
- Lean Construction DK
- NCC Construction Danmark A/S

- LivingLean ApS
- Benjamin A. L. Hindal, Arkitema A/S
- Thorsten Staub Jürgensen, Rambøll Danmark A/S
- BIM Equity A/S

Til slut gives en tak til de der har deltaget i afprøvningen af den systemprototype, der er udviklet i rapportens forløb.

Vi takker:

- Bjarke K. Kristensen, Stud. cand.scient.techn., AAU, Institut for Byggeri og Anlæg
- Nis B. Christensen, Stud. cand.scient.techn., AAU, Institut for Byggeri og Anlæg
- Simon Ramsløv, Stud. cand.scient.techn., AAU, Institut for Byggeri og Anlæg
- Søren Christensen, Stud. cand.scient.techn., AAU, Institut for Byggeri og Anlæg
- Søren H. Sternkopf, Stud. cand.scient.techn., AAU, Institut for Byggeri og Anlæg

Endvidere, skal der gives en tak til familie og venner for at være overbærende og støttende i projektperioden, ved lange arbejdsdage og øjeblikke af frustration.

Hermed gives en oprigtig tak til samtlige bidragsydere og implicerede i rapporten på vegne af forfatterne.

- *Daniel Nielsen & Nikolaj Stephansen, Aalborg, januar 2014*

Abstract

This report forms the Master thesis done for the 4th and final semester of Aalborg University's 2 year Master degree in Building Informatics.

The purpose of the thesis is to shed light on the need for, and to develop a prototype of a system, that utilizes principles from Lean Construction and BIM, in a synergy. The prototype acts as a basis for a series of tests, done with possible future users of the system. In the development of the system, special focus is placed on functions, which compliment already existing work-conditions. How chosen actors structure their work today as well as their wants and needs for future systems, are thoroughly analyzed and treated by using the method MUST. This is done to form a solid foundation for the development of the prototype system, supported by methods and tools in the system development methodology Contextual Design.

The work in the thesis is based on collected information from empirical data found in the scientific literature about principles in Lean Construction and BIM, this is supplemented by the authors own experiences with relevant tools. A basis is taken from development reports, and scientific papers done mainly by experts on their respective areas of work. An investigation of existing work-procedures is supported by a number of interviews with relevant actors, counting representatives from MT Hoejgaard, Ramboell, Arkitema and NCC.

The thesis mainly addresses individuals with a basic knowledge of the building industry, with a particular focus on work-processes connected to Lean Construction and BIM. This includes Engineers, Architects and Owners that finds interest in the use of information technology in the building industry. The thesis can furthermore be addressed to IT-professionals as programmers etc. This is because the thesis revolves around a system development process, which can work as a foundation for the actual programming of software for use in the building industry.

"Synergi mellem arbejdsprocesser i Trimmet Byggeri og BIM", starts with the introduction of a series of problems in the building industry today. This then leads to an analysis of current work-processes connected to each of the problems in conjunction with the subjects Lean Construction and BIM. Visions about the future use of a new system are then developed. These visions act as a foundation for the development and test of a specific prototype called PES (Planning and Evaluation System). The thesis is parted in three main areas that structure the work in a preliminary investigation, design and visioning, a prototype-project, and a conclusion.

The project work is summarized in a main conclusion, wherein the problem statement is answered to give the reader an overview of the thesis' final results and conclusions.

At the end of the thesis, to conclude the work, a perspective is drawn from the project work. This is done from the viewpoint of the authors of the thesis.

Resumé

Denne rapport, udgør et kandidatspeciale udarbejdet i forbindelse med 4. og sidste semester på Aalborg Universitets kandidatgrad i Byggeri og Anlæg: Cand.scient.techn med speciale i Bygningsinformatik.

Formålet med specialet er, at afklare behovet for, og udvikle en prototype til et system, der anvender principper fra Trimmet Byggeri og BIM i en synergi. Prototypen ligger til grundlag for en række tests, udført på mulige brugere af systemet. I rapporten ligges der ved udviklingen af systemet særligt fokus på funktioner, der komplimenterer allerede eksisterende arbejdsgange. Udvalgte aktørers eksisterende arbejdsgange, samt ønsker og krav, analyseres og behandles grundigt ved forundersøgelsesmetoden MUST. Dette gøres for, at danne grundlag for udviklingen af systemprototypen støttet af metoder og værktøjer i systemudviklingsmetodologien Contextual Design.

Grundlæggende for rapportarbejdet, er indsamling af informationer i den videnskabelige litteratur omkring principper i Trimmet Byggeri og BIM, dette suppleres af forfatterens egne erfaringer med relevante værktøjer. Som udgangspunkt tages der afsæt i udviklingsrapporter, og forskningsarbejder udviklet og udført hovedsageligt af eksperter i deres respektive områder. Undersøgelsen af eksisterende arbejdspraksis, støttes op af en række interviews med relevante aktører, såsom repræsentanter fra MT Højgaard, Rambøll, NCC mv.

Rapporten henvender sig hovedsageligt til individer med en grundlæggende viden om byggebranchen, og med særligt fokus på arbejdsgange tilknyttet Trimmet Byggeri og BIM. Dette udgør eks. rådgivende ingeniører, arkitekter og bygherrer, der finder interesse i brugen af informationsteknologi i byggebranchen. Yderligere kan rapporten henvendes til IT-professionelle, såsom programmører, da denne omhandler en systemudviklingsproces, der kan ligge til grundlag for konkret programmering af software til brug i byggebranchen.

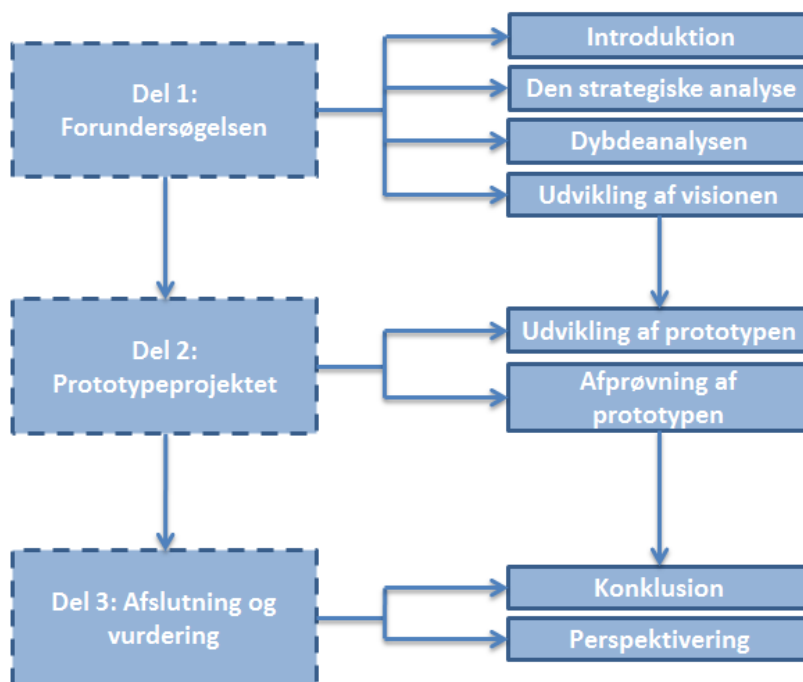
"Synergi mellem arbejdsprocesser i Trimmet Byggeri og BIM", indledes med en introduktion af problemområder i byggebranchen. Dette leder videre til analyse af nuværende arbejdspraksis tilknyttet problemområderne i sammenhæng med emnerne Trimmet Byggeri og BIM. Derefter udvikles visioner for brug af og funktionalitet af et nyt system. Disse visioner ligger som grundlag for udviklingen og testen af en konkret prototype kaldet PES (Planning and Evaluation System). Rapporten er inddelt i tre hovedområder, der strukturerer rapportarbejdet i hhv. en forundersøgelse, et prototypeprojekt og en konklusion.

Det samlede projektarbejde opsamles i rapportens hovedkonklusion, her forsøges problemformuleringen besvaret, for at give læseren et overblik over rapportens samlede resultater og konklusioner.

Som afslutning på rapporten, perspektiveres det samlede projektarbejde fra forfatterens synspunkt.

Læsevejledning

Nærværende rapport er opbygget i tre dele, hvor hver del omfatter særskilte, men sammenhængende arbejdsområder af rapportens udarbejdelse, med fokus på systemudvikling. Det overordnede indhold i disse tre dele, illustreres i figur 1, og beskrives efterfølgende.



Figur 1: Den generelle opbygning af rapporten

Del 1: Forundersøgelsen, Omfatter introduktionen til rapporten, samt informationsindsamlingen og analysearbejdet der ligger til grund for udviklingen af en systemprototype, hvor hovedemnet er Trimmet Byggeri og BIM. Denne forundersøgelsesdel, er baseret på MUST-metoden, suppleret med Contextual Design. MUST-Metoden omfatter fire faser af en IT-forundersøgelse, og de fire kapitler i del 1 er defineret heraf. For en udspecificering af overvejelser iht. metoden, og dens brug i rapporten, henvises yderligere til rapportens metodeafsnit.

Del 2: Prototypeprojektet, Omfatter udviklingen, samt afprøvningen af systemprototypen, baseret på resultaterne fra del 1. Denne del baseres på arbejdsmetoder fra Contextual Design, der har til formål netop at udvikle og afprøve prototyper til systemer. For mere omkring den konkrete brug af Contextual design henvises igen til rapportens metodeafsnit.

Del 3: Afslutning og vurdering, Som titlen angiver, afslutter og opsamler del 3 rapportens samlede resultater i en konklusion hvori resultaterne af systemudviklingen vurderes, til slut perspektiveres der på det samlede arbejde.

Rapportens delområder kan læses særskilt, selvom disse udgør en sammenhæng. Mens den stærkt interesserede læser kan læse alle rapportens tre dele, kan den resultatinteresserede blot læse introduktionen, samt del 2 og 3, eller nøjes med at læse rapportens introduktion og konklusion. For den

nært umættelige læser, er rapportens appendiks endvidere en mulighed for at fordybe sig yderligere i litteraturen.

Praktiske oplysninger og referencer

Rapportens kildehenvisninger og -referencer, er udformet efter Harvard-standard. Dvs. at forfatteres navn og årstal på kilden optræder direkte i teksten. Litteraturlisten til kilderne optræder til slut i rapporten og opstilles alfabetisk efter forfatternavne.

Figurer og tabeller indeholdt i rapporten er fortløbende nummeret, forklaring af tabeller/figurer og deres nummerering, optræder umiddelbart nedenfor de pågældende tabeller/figurer. Samlede figur og tabellister findes til slut i rapporten.

Til slut i rapporten findes yderligere en liste over samtlige appendiks udarbejdet ifm. rapportarbejdet. Selve appendikserne optræder efter listen, og fremkommer i alfabetisk rækkefølge, startende med appendiks A.

Indholdsfortegnelse

TITELBLAD / SYNOPSIS	I
FORORD.....	II
ABSTRACT	IV
RESUMÉ.....	V
LÆSEVEJLEDNING.....	VI
<i>Praktiske oplysninger og referencer.....</i>	<i>VII</i>
DEL 1: FORUNDERSØGELSEN	1
KAPITEL 1: INTRODUKTION	2
1.1 Indledning.....	2
1.2 Udfordringer i byggeriet.....	3
1.2.1 Produktiviteten i dansk byggeri	3
1.2.2 Erhvervs- og byggestyrelsens analyser over indtjening og produktivitet i dansk og internationalt byggeri.....	5
1.2.3 Fejl svigt og mangler i dansk byggeri.....	8
1.2.4 Overskudsgraden i dansk byggeri.....	12
1.3 Problemstilling, afgrænsning og problemformulering.....	14
1.3.1 Rapportens fokusområder/ Afgrænsning	15
1.3.2 Problemformulering.....	16
1.4 Metoder.....	17
1.4.1 MUST.....	17
1.4.2 Contextual Design	20
1.4.3 De 6 faser, MUST og Contextual Design	21
1.4.4 Teknikker og beskrivelsesværktøjer	21
1.5 Den overordnede struktur i rapporten.....	28
KAPITEL 2: DEN STRATEGISKE FORANALYSE	29
2.1 Hvad er Trimmet Byggeri og BIM, er en synergi mulig?	29
2.1.1 Trimmet Byggeri	29
2.1.2 Building Information Modeling (BIM).....	31
2.1.3 Sammenhæng mellem Trimmet Byggeri og BIM.....	32
2.2 Analyse af omgivelser.....	34
2.2.1 Byggebranchens overordnede omgivelser.....	34
2.2.2 Visuel oversigt af omgivelser	35
2.2.3 SWOT-analyse til omgivelser	36
2.2.4 Oversigt over påvirkende omgivelser	37
2.3 Analyse af branchens strategi vedrørende Trimmet Byggeri og BIM.....	38
2.3.1 Bips og IKT	38
2.3.2 Cuneco's fokuspunkter.....	39
2.3.3 BuildingSMART's strategi	40
2.3.4 De projekterendes BIM strategi	42
2.3.5 LC-DK's vision og strategi	44
2.3.6 De større byggevirksomheders strategi vedrørende Trimmet Byggeri og BIM	45
2.3.7 Opsamling af strategier	46
2.3.8 Funktionsanalysens mellem og nedre niveau	46
2.3.9 SWOT-analyse til strategier	49
2.4 Innovativ teknologianalyse.....	50
2.4.1 "Top-Down"-analyse	51
2.5 Udpegning af arbejdsområder.....	52

2.5.2 Projektets Arbejdsområder	52
2.6 Grundlag for dybdeanalysen	53
KAPITEL 3: DYBDEANALYSEN.....	54
3.1 Værktøjer i Trimmet Byggeri og BIM.....	54
3.1.1 Værktøjer og principper for Trimmet Byggeri	54
3.1.2 Værktøjer og principper for BIM	57
3.2 Indsamling af oplysninger til analyse	60
3.3 Væsentlige karakteristika ved nuværende arbejdspraksis med Trimmet Byggeri og BIM.....	61
3.3.1 Virksomhedernes arbejde med Trimmet Byggeri og BIM generelt	61
3.3.2 Affinitetsdiagrammering	62
3.3.3 Beskrivelser af arbejdsforløb	66
3.4 Kortlægning af mål, problemer og behov.....	67
3.4.1 Det diagnostiske kort	67
3.4.2 Vurdering af Idéer til løsninger	73
3.5 Grundlag for udvikling af visioner	74
KAPITEL 4: UDVIKLING AF VISIONER.....	75
4.1 Udvikling af den samlede vision og storyboarding	75
4.1.1 Resultater af den præliminære visionssession.....	75
4.1.2 Den samlede konsoliderede vision.....	76
4.1.3 Storyboarding	78
4.2 Opsamling af forundersøgelsen efter visionering	84
DEL 2: PROTOTYPEPROJEKTET	85
KAPITEL 5: UDVIKLING AF PROTOTYPEN	86
5.1 User Enviroment Design (UED).....	86
5.1.1 Opbygning af User Enviroment Design fra resultater i forundersøgelse.....	86
5.2 Den første prototype	88
5.2.1 Udvikling af den første prototype.	88
5.2.2 Den første prototype af Planning and Evaluation System (PES)	89
5.2.3 Overvejelser ifm. teknisk implementering og databasestrukturering	92
KAPITEL 6: AFPRØVNING AF PROTOTYPEN	96
6.1 Test af PES	96
6.1.1 Testscenarier	96
6.2 Resultater af tests	97
6.2.1 Brugernes opfattelse af PES.....	98
6.2.2 Input og funktionsområder til fremtidig videreudvikling af PES.....	99
6.2.3 Konkluderende tanker og vurdering af PES prototypen	101
DEL 3: AFSLUTNING OG VURDERING	102
KAPITEL 7: KONKLUSION	103
KAPITEL 8: PERSPEKTIVERING.....	105
FIGURLISTE	106
TABELLISTE	107
BIBLIOGRAFI	108
APPENDIKS	113

Del 1: Forundersøgelsen

Kapitel 1:

Introduktion

Kapitel 2:

Den strategiske foranalyse

Kapitel 3:

Dybdeanalysen

Kapitel 4:

Udvikling af visionen





Kapitel 1: Introduktion

Dette kapitel udgør forberedelsesfasen og danner projektgrundlaget for den videre bearbejdning af rapporten. Kapitlet indleder til rapportens formål, og definerer som udgangspunkt en problemstilling, samt metoder hvorpå at behandle denne igennem rapportens forløb. Kapitlet starter med en indledning, hvilken berører de centrale emner i rapportens problematisering.

1.1 Indledning

I byggesektoren høres ofte snak om for lav produktivitet, for mange fejl og for dårligt overskud fordelt på de danske byggerier. Ønskes der at gribe fat i disse udfordringer, og skabe et mere produktivt og effektivt byggeri, er det imidlertid ikke lige til. Adskillige tiltag er forsøgt afprøvet for bl.a. at styrke byggeriets effektivitet, men ses der på de hårde tal, har ingen af disse tiltag tilvirket i eksempelvis bedre produktivitet på landsplan. (Danmarks Statistik, 2013)

Når der projekteres, og bygges huse, institutioner, indkøbscentre, hoteller mv. i den danske byggesektor, er der oftest store pengesummer involveret. I 2002, langede daværende økonomi og erhvervsminister Bendt Bendtsen ud efter byggesektoren. I en artikel udgivet af Børsen 10. april 2002, står bl.a. følgende.

”Et løft i produktiviteten på bare to pct. De næste fem år vil give en samfundsgevinst på ca. 6,5 mia. kr. - Det står sløjt til med produktiviteten i byggebranchen. Der har været produktivitetsstigninger indenfor alle andre sektorer, men vi har ingenting haft herhjemme inden for byggeriet” (Axholm, 2002)

Dette bevidner umiddelbart om, at når der er tale om blot små forbedringer i byggeriets produktivitet, arbejdes der med beløb i milliardklassen. Hvis en vækst i produktivitet derimod skyldes færre fejl og mangler, og dermed skaber større overskud i byggebranchen, bliver dette potentielt sparede beløb endnu højere.

-

”A perfection of means, and confusion of aims, seems to be our main problem”

-Albert Einstein

Einsteins citat tydeliggør, at det ikke er tilstrækkeligt blot at have fungerende værktøjer ved hånden, det er også af høj betydning, at have et konkret mål med udnyttelsen af værktøjerne. Teknologien er der, og arbejdsprocesserne er der, spørgsmålet svæver dog nærmere omkring, hvordan vi har tænkt os at bruge den tilgængelige teknologi og de tilgængelige arbejdsprocesser.

Baseret på de potentielle besparelser i byggeriets udfordringer, omhandler dette speciale brugen af nyere arbejdsfilosofier og deres anvendelsesmuligheder i byggebranchen. Det tilstræbes i rapporten at afdække muligheder for en eventuel synergieffekt mellem arbejdsmetoder og teknologiske fremskridt, således at skabe et miljø, der kan have en positiv virkning på bygge- og anlægssektorens effektivitet. (Med effektivitet menes reducere af fejl og mangler, større vækst i produktivitet samt bedre overskudsgrad)

For at imødekomme udfordringerne bundet til effektivitet, er det betydeligt først at få identificeret hvor udfordringerne ligger, samt deres omfang. Dette introduktionskapitel omhandler byggeriets udfordringer,

fordelt på produktivitet, fejl, svigt og mangler, samt overskud. Dokumenteringen af disse udfordringer leder videre til en problemstilling og -formulering, der danner basis for videreudarbejdelsen af denne rapport.

1.2 Udfordringer i byggeriet

Dette afsnit berører en række af byggeriets udfordringer. Der redegøres for produktivitet i dansk, såvel som internationalt byggeri, foruden fejl, svigt og mangler, samt overskudsgraden i det danske byggeri. Afsnittet danner grundlag for efterfølgende problemstilling og -formulering.

1.2.1 Produktiviteten i dansk byggeri

Produktivitetsniveauet for byggeri er en måde hvorpå at vise byggeriets evne til at skabe teknisk gode og billige bygninger. Samfundet bliver materielt rigere, fordi evnen til at skabe værdifulde produkter af en given mængde arbejdskraft og indkøbte materialer, stiger over tid. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011) Det har længe været en realitet, at produktivitetstilvæksten i dansk byggeri statistisk set har været lavere end de øvrige erhverv. Og det har ofte været diskuteret om produktivitetstilvæksten er "for lav", og om byggeriet derfor bliver for dyrt og dårligt, og/eller bidrager for lidt til samfundets velfærd som helhed. På tabel 1 (Danmarks Statistik, 2013), ses en sammenligning af stigninger på arbejdsproduktiviteten i danske erhverv, fra perioder gennem 1967-2012. Dataudtrækket viser bl.a. en stigning på 1,2 % i bygge og anlægssektoren, hvor næsten samtlige andre erhverv har steget betydeligt mere. Dette angiver, at de beskæftigede i byggeriet generelt har tilføjet mindre værdi ved deres arbejde, end beskæftigede i andre erhverv. Ydermere har der generelt været et fald i den gennemsnitlige arbejdsproduktivitet i byggesektoren gennem de sidste 25 år.

	Bruttofaktorindkomst	Arbejdsproduktiviteten												
		2012*	2009*	2010*	2011*	2012*	1974 -1979	1980 -1987	1988 -1993	1994 -2000	2001 -2003	2004 -2007	2008 -2012	1967 -2012
	mia.kr.	procentvis årlig vækst					gennemsnitlig procentvis årlig vækst							
Økonomien i alt	1 570	-2,0	5,1	0,3	0,1		3,2	2,2	2,5	2,0	0,6	1,0	0,4	2,4
Markedsmæssig del af økonomien i alt	1 200	-1,0	6,7	0,2	-0,2		3,6	3,1	3,0	2,0	0,8	1,5	0,6	2,9
A Landbrug, skovbrug og fiskeri	31	8,5	5,5	-3,7	-2,0		6,5	5,9	12,2	7,5	3,5	-0,1	1,0	5,6
B Råstofindvinding	57	-13,1	0,4	-16,4	-15,3		5,9	28,6	13,7	11,7	0,9	-2,1	-11,5	8,6
C Industri	169	-2,3	13,2	1,4	4,0		4,8	2,5	1,6	3,0	1,5	4,1	2,5	3,6
D-E Forsyningsvirksomhed	38	-12,1	19,0	-11,2	-2,8		4,5	4,0	0,9	1,0	1,9	-2,3	-3,3	2,0
F Bygge og anlæg	73	-2,1	0,0	8,9	-0,4		-0,6	4,9	-1,6	1,0	-1,7	-1,7	1,8	1,2
G-I Handel og transport mv.	311	-4,0	10,3	-0,2	1,1		2,4	2,1	2,7	3,0	0,6	1,7	-0,5	2,4
J Information og kommunikation	70	4,1	2,7	2,0	6,0		3,8	4,8	4,5	3,5	8,7	6,2	4,7	4,6
K Finansiering og forsikring	103	-5,8	7,1	5,3	-5,7		-1,1	3,9	6,4	4,1	7,6	7,6	0,9	3,4
M-N Erhvervsservice	124	-4,8	4,7	3,3	1,2		4,7	2,2	2,6	-2,9	-3,4	0,1	1,0	0,6
O-Q Offentlig adm., undervisning, sundhed	27	9,8	-12,3	-5,2	-3,4		0,3	2,6	-2,9	-3,5	-5,1	-3,5	-2,6	-0,8
R-S Kultur, fritid og anden service	42	-2,5	2,6	0,1	0,4		4,3	2,7	0,8	-1,3	-3,1	-0,2	-0,1	1,5
Byerhverv (C til R-S)¹	961	-1,9	7,3	1,2	0,8		3,0	3,0	2,5	1,8	0,9	1,9	0,9	2,7
Tjenesteydende erhv. (G-I til R-S)¹	681	-1,6	5,8	1,0	0,3		2,4	2,7	3,1	1,6	1,0	2,1	0,5	2,4

Anm.: Med undtagelse af økonomien i alt er offentlig forvaltning og service holdt ude af beregningerne. Brancherne LB Boliger og LA Ejendomshandel og udlejning af erhvervsjendomme er ikke vist i tabellen.

* Foreløbige tal.

¹ Eksklusive boliger og udlejning af erhvervsjendomme.

Tabel 1: Arbejdsproduktivitet og bruttofaktorindkomst (løbende priser) fordelt på erhverv (Danmarks Statistik, 2013)

Selvom det mest anvendte produktivitetsmål er den gennemsnitlige arbejdsproduktivitet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2009), skal der imidlertid ikke ses bort fra vækstregnskaber, der beregner totalfaktorproduktiviteten. Disse målinger angiver den stigning i produktivitet, som ikke direkte skyldes arbejdskraft og kapital, men derimod skyldes eks. teknologiske fremskridt, bedre organisering og brug af nye arbejdsmetoder og tilgange.

Som sammenligning beskæftiger arbejdsproduktiviteten sig med værditilvæksten divideret med beskæftigelsen i byggeriet, hvilket kan tydeliggøres ved formlen.

$$\text{Arbejdsproduktivitet} = \frac{\text{Værditilvæksten i byggeriet}}{\text{Beskæftigelsen i byggeriet (indsatsen af timer)}}$$

Hvor værditilvæksten er lig produktionsværdien fratrukket indkøb af materialer. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2009)

Totalfaktorproduktiviteten beregnes på baggrund af totalfaktorindtjeningen hvilket tydeliggøres ved følgende formler.

$$\text{Totalfaktorindtjening} = \frac{\text{Værditilvæksten i byggeriet}}{\text{Indsats af alle produktionsfaktorer}}$$

$$\text{Vækst i totalfaktorproduktivitet} = \frac{\text{Totalfaktorindtjening i slutår}}{\text{Totalfaktorindtjening i begyndelsesår}}$$

Totalfaktorindtjeningen, og eventuel vækst i totalfaktorproduktivitet fremkommer hermed ved, om produktionsprocessen fungerer "godt", eksempelvis ved brug af nyt maskinel, eller teknologiske fremskridt.

De to forhold vil ofte smelte sammen, da organisationsændringer sædvanligvis hænger sammen med ændringer i den fysiske side af produktionsprocessen, eks. ved implementering af nye it-systemer. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011)

Tabel 2 (Danmarks Statistik, 2013), illustrerer stigninger i den gennemsnitlige totalfaktorproduktivitet fordelt over danske erhverv, fra 2000-2010. Som det kan aflæses på tabellen, er totalfaktorproduktiviteten i byggeri ikke så haltende ift. øvrige erhverv, som arbejdsproduktiviteten er. Det skal dog tages i betragtning, at totalfaktorproduktiviteten i byggeri, er faldet næsten hvert år siden år 2000. Ydermere skal der gøres overvejelser, om produktivitet på tværs af erhverv, er direkte sammenligneligt. For redegørelse, om hvordan produktivitetstilvæksten i byggeriet kan sammenlignes med øvrige erhverv, henvises til: **Appendiks A: Udregning og behandling af datagrundlag.**

	2007	2008	2009	2010	2000- 2005	2006- 2010	2000- 2010
	Procentvis årlig vækst				Gns. procentvis årlig vækst		
A Landbrug, skovbrug og fiskeri	-2,3	-3,7	5,9	0,5	1,8	-0,2	0,9
	-	-	-				
B Råstofindvinding	11,8	10,9	14,6	-7,8	0,9	-10,7	-4,4
C Industri	1,9	-5,2	-2,6	7,1	1,4	1,3	1,4
			-				
D_E Forsyningsvirksomhed	-5,3	1,8	15,2	9	-1,7	-2,0	-1,9
F Bygge og anlæg	-5,5	2	-0,7	-4,7	-1,4	-1,7	-1,6
G_I Handel og transport mv.	-0,3	-9,5	-9,8	8,3	0,8	-1,4	-0,2
J Information og kommunikation	9,4	7,9	5,9	2,5	5,5	5,6	5,5
K Finansiering og forsikring	9,4	7,5	-3,2	0,3	6,5	4,3	5,5
			-				
O_Q Offentlig adm, undervisning og sundhed	-6,2	0,2	20,8	1,3	-5,0	-5,5	-5,2
R_S Kultur, fritid og anden service	-1,7	-1,3	0,7	0,4	-2,4	-1,3	-1,9

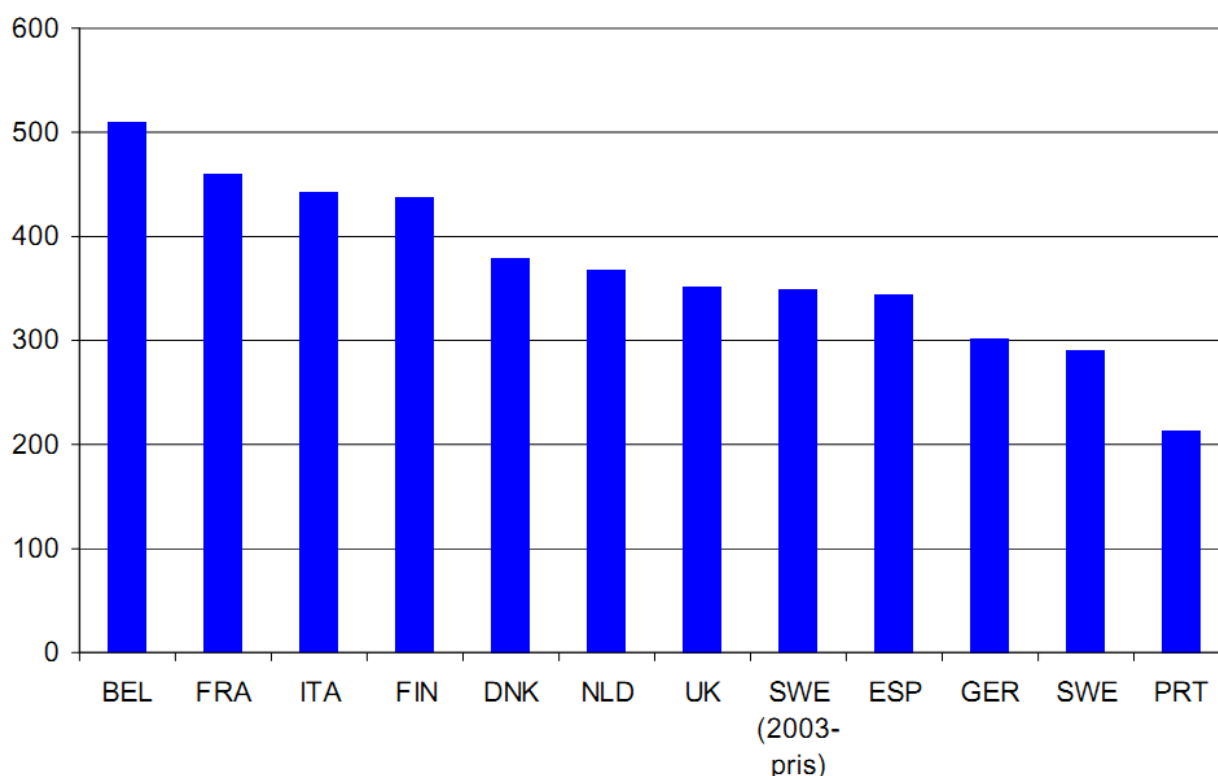
Tabel 2: Totalfaktorproduktivet fordelt på erhverv, baseret på tal fra Danmarks statistik, NATP25: Produktivitetsudviklingen efter branche, type og prisenhed

1.2.2 Erhvervs- og byggestyrelsens analyser over indtjening og produktivitet i dansk og internationalt byggeri

I underafsnit 1.2.1 er det påvist, at produktiviteten i det danske byggeri knapt er stigende. Erhvervs- og byggestyrelsen har imidlertid udført undersøgelser i hhv. 2009 og 2011, der sammenligner det danske produktivetsniveau i byggeriet, med andre EU-lande, samt Japan og USA. Disse undersøgelser giver et indblik i, hvordan den danske produktivitet står ift. andre sammenlignelige lande.

1.2.2.1 Produktivetsniveauet i dansk og europæisk byggeri

I 2009 blev den danske produktivitet, sammenlignet med 10 andre europæiske lande. (Produktivitet målt fra 2005) Resultaterne af dette vises i figur 2. Figuren viser, at efter at have korrigeret prisforskelle imellem lande, ligger den danske værditilvækst i produktivitet i midten af de undersøgte lande. Dette angiver at det ikke blot er i Danmark, at produktivitetstilvæksten er forholdsvis lav.



Figur 2: Produktivitet målt ved værditilvækst i årets priser pr. beskæftiget, omregnet til DKK og korregeret for prisdifference, tusinde kroner år 2005. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2009)

EBST¹ tillægger stor vægt på præcisionen af produktivetsmålinger i det danske byggeri, da bygge- og anlægssektoren er forholdsvis arbejdskraftintensiv (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2009). Der skal dog tages det forbehold, at det billede der tegnes af EBST's analyse, er anvendt overordnet. Dette betyder, at hele byggeerhvervet er dækket, og at der eksempelvis ikke tages hensyn til forskelle på renoveringer/reparationer og nybyggeri. Hovedkonklusionen, er dog at hvis der korrigeres for værditilvæksten, skiller det danske byggeri sig ikke ud, hverken positivt eller negativt. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2009)

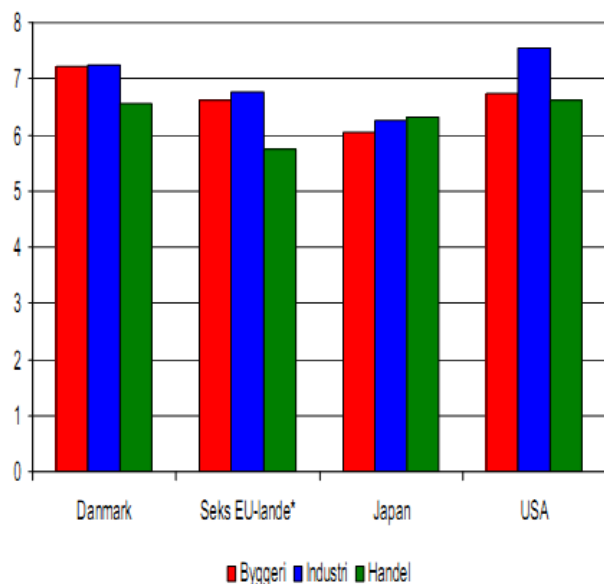
1.2.2.2 Indtjening og produktivitet i dansk og internationalt byggeri

Erhvervs- og Byggestyrelsens analyse af juni 2011, der på figur 3 viser en sammenligning mellem byggeri, industri og handel, mellem Danmark, Japan, USA og seks EU-lande, giver en grafisk fremstilling af forholdene mellem byggeriet og andre erhverv. Selvom, at der i 2006 var et marginalt bedre indtjeningsniveau for byggeri end de øvrige erhverv, viser dette kun ét enkelt års niveau. Undersøgelsen viser tydeligt, at produktivitetstilvæksten i byggeri, er gennemsnitligt 20 % lavere end andre erhverv, og at dette ikke kun er et dansk, men et internationalt fænomen. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011) Ydermere viser undersøgelsen samme tendens i produktivitetstilvæksten som ved undersøgelsen af 2009, (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2009) dette navnligt, at Danmarks produktivitetstilvækst ligger på samme niveau som gennemsnittet for udvalgte EU-lande.

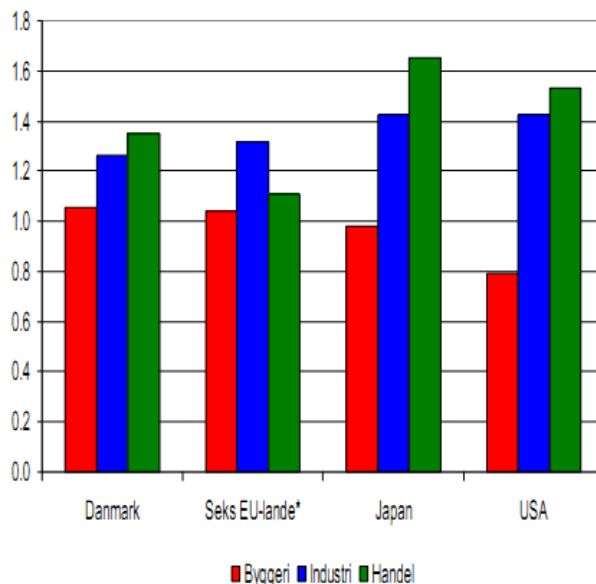
¹ EBST: Erhvervs- og Byggestyrelsen

Den danske produktivitetstilvækst i byggeriet, ligger dog særdeles højt ift. Japan og USA, dette kan eventuelt forklares med at Danmark er et af verdens rigeste lande, og at priserne på danske produkter er højere end i udlandet. For fulde kilder og data henvises til KLEMS² (GGDC, 2010) og Eurostat³ (European Comission, 2013)

Indtjeningsniveau¹ – 2006



Produktivitetstilvækst¹ – 1977-2006



Figur 3: Niveau for indtjeningsniveau i 2006 og produktivitetstilvækst fra 1977 til 2006 over regioner og erhverv. Produktivitetstilvækst vist som indeks 1977=1. Indtjeningsniveau for sammenligning. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011)

EBST, kom med deres analyse af 2011, på en række forklaringer på den generelt lavere produktivitetstilvækst i byggeriet, der tydeligvis ikke kun berører Danmark, men også andre lande. EBST kom frem til 5 områder, der kan have indvirkning på den lavere produktivitetstilvækst, disse listes nedenfor.

1. Nye teknologiske og organisatoriske muligheder er ikke lige relevante i alle erhverv
 - *IT-revolutionen, har ikke gavnet produktionsprocessen i alle erhverv lige meget*
 - *Tekniske fremskridt kan bedst gennemføres i standardiserede produktionsprocesser*
2. Mange virksomheder involveret i hvert byggeri
 - *Omstillinger er vanskelige, fordi mange parter skal overbevises om, at en ny byggeproces eller anvendelse af et nyt byggemateriale kan være nyttigt.*
3. Mange små byggevirksomheder
 - *Økonomi- og Erhvervsministeriet (2009) viser, at der er en sammenhæng mellem udviklingen i totalfaktorproduktiviteten og virksomhedernes størrelse, idet produktiviteten udvikler sig hurtigere i store virksomheder.*
4. International åbenhed og konkurrence

² KLEMS: K-capital, L-labor, E-energy, M-materials, and S-purchased services (GGDC, 2010)

³ Eurostat: Forarbejder og udgiver sammenlignelig statistisk information på europæisk niveau. (European Comission, 2013)

- *Viden om ny teknologi og organisering kan lettere spredes fra et land til et andet, hvis markederne er åbne*
- *De udførende byggeerhverv er typiske hjemmemarkedserhverv og "åbenhedsargumentet" kan derfor være en forklaring på den relativt lave produktivitetsudvikling i byggeriet*

5. Manglende efterspørgsel

- *Manglende efterspørgsel efter nye typer bygninger eller forbrugerkonservatisme nævnes ofte som en barriere for innovation i byggeriet*
- *Hvis forbrugerne holder sig tilbage fra at købe bygninger bygget med nye metoder alene pga. usikkerhed, er der grund til at forsøge, at nedbryde denne usikkerhed*

(Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011)

AD-hoc organisationen i byggesager, virksomhedernes størrelser, forbrugernes efterspørgsel, mangel på international konkurrence, og manglen på standardisering i byggeriet bidrager hermed alle til at produktiviteten ikke stiger som ønsket.

1.2.3 Fejl svigt og mangler i dansk byggeri

Udbedring af fejl, svigt og mangler udgør en stor post i dansk byggeri, i forbindelse med dette, vurderes det af betydning, at påpege hvad der anses for fejl, svigt og mangler, samt hvad der ligger til grund for disse. I byggeri påregnes det, at der bliver begået fejl. Hvis man ser på danske bekendtgørelser er der klare retningslinjer for, hvordan man skal forholde sig til fejl, svigt og mangler. I bekendtgørelserne 118 og 119, der omhandler brugen af IKT-aftaler i byggeprocessen, fremstår det tydeligt af § 11 i begge bekendtgørelser, at der skal anvendes digitale mangellister, hvilket vil sige at der forventes at opstå fejl i byggerierne.

Bek. Nr. 118 samt 119

"§ 11. Bygherren skal sikre, at der anvendes digitale mangellister, som beskriver de registrerede mangler i henhold til projektets fastlagte struktur" (Klima-, Energi- og Bygningsministeriet, 2013) (Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter, 2013)

Ved at se på eksempelvis bilindustrien, kan der drages en sammenligning med de forventede fejl og mangler i byggeriet. Hvis en kunde bestiller en ny bil, regner kunden med at den nye bil bliver leveret fejlfrit ved overdragelsen, og det fremkommer uacceptabelt hvis andet er tilfældet. I byggeriet accepteres en række småfejl og mangler, da dette er sædvane. Byggeri ses som til tider at være meget komplekst, og der kan være adskillige parter involveret, hvilket kan gøre det svært at overskue samt sikre, at alle parter har givet deres input til hvordan, problemstillinger kan løses.

I det følgende vil der blive gennemgået hvad fejl, svigt og mangler er, samt hvad der kan have indflydelse på dem.

1.2.3.1 Hvad er fejl, svigt og mangler?

En fejl kan opstå grundet adskillige ting, én ting er dog sikkert, dette er, at ét eller andet sted er der én/nogle som har forglemt noget, eller ikke har haft nok viden omkring et område. Et eksempel på en fejl kan gives i forbindelse med montage arbejde. Som regel vil der blive indgået en aftale mellem

entreprenøren der skal montere elementerne og producenten der skal levere elementerne. I et sådant tilfælde, vil elementleverandøren få leveret et sæt tegninger, og leverandøren vil komme med forslag til hvordan elementerne skal fordeles, samt i hvilken størrelse de skal leveres. Imellem montøren og leverandøren udarbejdes herefter en aftale om, at elementerne skal pakkes på en lastbil i en given montagerækkefølge. Hvis ét element bliver placeret forkert eller rækkefølgen ikke passer, og lastbilchaufføren kører ud med elementerne, hvor montøren derefter monterer elementerne som de står på lastbilen, sker der her en fejl. Montøren finder senere ud af, at rækkefølgen ikke passer, og elementerne byttes om. I dette tilfælde er der tale om en fejl begået hos leverandøren, men også hos montøren, da han ikke inspicerer elementerne idet de ankommer til pladsen. Ud fra eksemplet, kan det uddrages, at tillid er godt men kontrol er bedre, og at mange fejl (Kreiner & Damkjær, 2011) eksempelvis kan grunde i en tillid mellem parterne på et byggeri.

Men hvad er egentlig fejl, svigt og mangler? I det nedenstående oplyses, hvad der forstås ved disse definitioner.

Fejl: Benyttes om de beslutninger og handlinger, der fører til svigt og dette begreb knyttes således til byggeriets aktører.

Svigt: Ved svigt forstås, at projektmaterialet, byggematerialer, konstruktioner eller bygningsdele i en bebyggelse savner egenskaber, som efter aftaler, forudsætninger efter offentlige forskrifter, eller god byggeskik hører med. Svigt omfatter alle sådanne forhold uanset årsag og uanset hvornår de konstateres. Svigt knytter sig således til konstruktioner og dele af konstruktioner.

Mangler: Er svigt, for hvilke der kan gøres økonomiske krav gældende med henvisning til misligholdelse.

(Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004)

1.2.3.2 Ansvar for fejl svigt og mangler

Rapporten fra Erhvervs- og byggestyrelsen "Måling af svigt, fejl og mangler i dansk byggeri" (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010), påviser ud fra flere cases i både den private og den offentlige sektor, at den organisatoriske udformning, samt udførelsens tilsyn har en afgørende faktor i forhold til fejl, svigt og mangler.

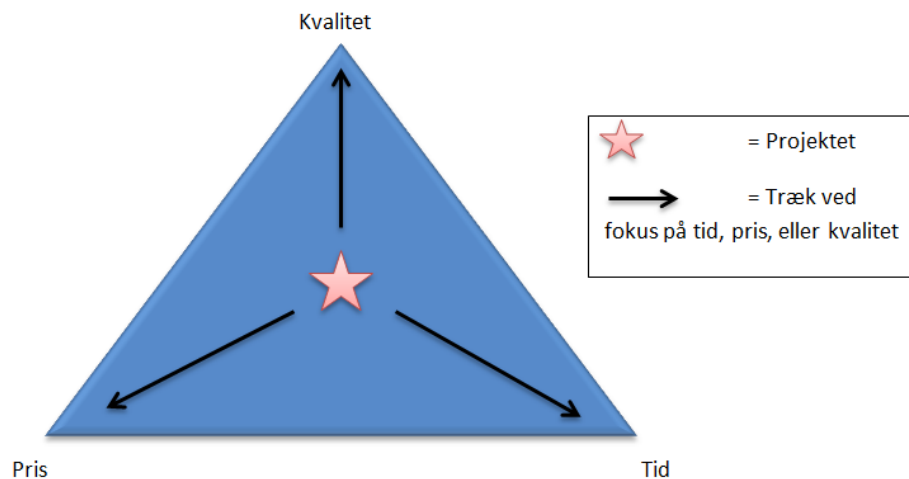
Når fejl, svigt og mangler skal vurderes eller opgøres, er det betydeligt, at se på hvad de bliver opgjort imod. Dertil er det oplagt at forklare definitionen kvalitet, når der tales om kvalitet, hvad menes der så, er kvalitet det samme for alle, eller varierer det ud fra hvis øjne der vurderer.

Kvalitet kan variere i alle henseende, men kendetegnes ofte som det projekter, produkter og udførelse bliver vurderet på. Hvis en entreprenør er i stand til at levere et projekt uden fejl og mangler, og alt er overholdt i forhold til økonomi og tid, kan det siges at entreprenøren og hans folk har leveret et projekt af høj kvalitet.

Kvalitet kan benyttes til adskillige formål, det kan eks. benyttes til at vurdere produkter og metoder mod hinanden, og samtidig kan det anvendes til at definere hvor meget der skal investeres i et projekt. Hvis kvaliteten skal være i top hele projektet igennem, må det forventes at det påvirker prisen til at stige markant, idet der skal lægges meget arbejde i at opretholde den høje standard. Derimod kan kvalitet også

anvendes til at finde de områder, hvor der er mulighed for at opnå en lige så stor glæde ved det der skal leveres eller bygges, eventuelt med billigere produkter. Derfor er det betydeligt, at se på hvilken kvalitet kunden ønsker og har beskrevet, når det vurderes om noget er en fejl. Den professionelle kan i forbindelse med dette forholde sig til "projekttrekanten" hvilken omhandler sammenhænge mellem pris, tid og kvalitet.

Ud fra undersøgelser udført af EBST, (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) kan det aflæses, at de fleste fejl sker på de mindre byggesager. Dette kan skyldes flere ting, et af de afgørende punkter kan ifølge rapporten "Processer og metoder i det fejlfrie byggeri" (Jørgensen, Schulz, & Bonke, 2013) være, at de mindre byggeprojekter ofte styres af byggeledere og entreprenører, der ikke har så meget erfaring med byggeledelse, hvorimod større projekter ofte styres af mere erfarende ledere. Det er dog ikke blot det erfaringsmæssige der spiller ind når der tales om fejl, svigt og mangler. Projektøkonomi samt valg af materialer og tidsplaner ses også som, at kunne have en indflydelse.



Figur 4: "Projekttrekanten"

Alle projekter bestemmes ud fra "projekttrekanten", vist på figur 4. Alt efter hvilken af de tre punkter der dominerer i projektet, præger dette projektet fra starten af projekteringen og igennem hele udførelsesfasen. Hvis der fokuseres mest på økonomien, vil der være tidspunkter hvor der vælges materialer som ikke er af den bedste kvalitet og som må forventes at have en risiko for at kunne medføre evt. højere løbende omkostninger. Hvis der fokuseres på tid kan det være nødvendigt at projektere samtidig med udførelsen, for at holde tidsplanen, hvilket kan medføre uforudsete problemstillinger som skal løses hurtigt, da det ellers forlænger udførelsesperioden. Hvis problemer skal løses som de opstår, kan der opstå forhastede konklusioner som senere kan udarte sig i fejl, svigt og mangler (Naldahl, 2008) Hvis der fokuseres på kvaliteten må det forventes at tid og pris er til afbenyttelse i et hvis omfang således, at der er tid og penge til at finde de bedste løsninger samt til at rådføre sig med de personer, som har den rette ekspertise i forbindelse med projektets knudepunkter.

1.2.3.4 Svigt fejl og mangler i dansk byggeri økonomisk opgjort

Skader, svigt, fejl og mangler i byggeriet, koster hvert år det danske samfund unødvendigt mange penge, og er til stor gene for brugerne. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011) Denne omkostning kan ses som en

unødvendig post i det danske byggeri, og det skal tilstræbes at mindske disse udgifter i den omfang dette er muligt.

Generelt, er omfanget af skader, svigt, fejl og mangler i dansk byggeri faldene fra 2001-2009 (nyeste data at forefinde) (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011). Dog udgør disse poster, stadig en forholdsvis stor byrde, for det danske samfund. Rambølls opregning af svigt, fejl og mangler i dansk byggeri fra 2007-2008, viser en omkostning på 13mia. kr. Dette vises på tabel 3.

	Nybyggeri	Renovering	Samlet
Bolig – støttet	0,0 mia. kr.	0,2 mia. kr.	0,2 mia. kr.
Bolig - ikke støttet	4,8 mia. kr.	4,0 mia. kr.	8,8 mia. kr.
Erhverv	2,2 mia. kr.	0,1 mia. kr.	2,3 mia. kr.
Offentlig	1,7 mia. kr.	0,3 mia. kr.	2,0 mia. kr.
Total	8,8 mia. kr.	4,6 mia. kr.	13,4 mia. kr.

Tabel 3: Omkostninger ved svigt, fejl og mangler opregnet til landsniveau, 2007/2008 (2010-priser) (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011)

Alt efter, hvem der spørges i branchen, om hvorfor og hvem der har skylden for de mange svigt i byggeriet, fås forskellige svar alt efter, hvilken part der udspørges. Ifølge Byggeriets evalueringscenter påstår hhv.

Bygherren:

”Mangler opstår hyppigst i udførelsesfasen, og begrundelserne for dette er dårligt håndværk, sjusk, forsinkede materialeleverancer m.m.” (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) (Byggeriets Evalueringscenter, 2007)

Entreprenøren:

”Der er problemer med underentreprenører, sene projektændringer, dårlig kommunikation, manglende tid til udførelse, mangler ved tegninger og beskrivelser, dårlig byggestyring, manglende kompetencer hos de projekterende osv.” (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) (Byggeriets Evalueringscenter, 2007)

Reelt set, opstår mangler sandsynligvis ved en blanding af disse forskellige faktorer, og derfor vil der, alt efter hvem der spørges, gives et delvist korrekt svar. Rambøll konkluderer i rapporten ”Måling af svigt, fejl og mangler i dansk byggeri” af 2010, at årsagerne til fejl i danske byggerier både er af teknisk og organisatorisk karakter. (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010)

Efter målinger fra Rambøll, udgør omkostningerne forbundet med udbedring af fejl, svigt og mangler, 7 % af det samlede byggeris entreprisum. (dette baseret på tal fra 2007-2008) (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010). Spørges byggeriets parter, skyldes fejlene bl.a. forsinkede materialeleverancer, mangler ved tegninger og beskrivelser, dårlig byggestyring og manglende tid til udførelse, for blot at nævne nogle af utallige grunde.

1.2.3.5 4 år med fald i omfanget af mangler i byggeriet

Det fremgår af undersøgelser udført af Byggeriets Evalueringscenter, at der siden 2009 er et fald i antallet af mangler i det danske byggeri. I perioden 2009-2013 er antallet af mangler, målt som antal mangler pr.

Mio kr. i entreprisenum, faldet mellem 40 og 80 %. Faldet er størst i kategorien alvorlige og kritiske mangler. (Byggeriets Evaluerings Center, 2013), se figur 5, for grafisk fremstilling af omfanget af alvorlige og kritiske mangler.



Figur 5: Antal mangler, registreret ved nybyggeri og ombygning (Byggeriets Evaluerings Center, 2013)

En af årsagerne til, at mangler er faldende fra 2009-2013 kan dog være, at der frem til 2009 var højkonjunktur og travlhed i byggebranchen. Dette kan have medført at der er registreret flere fejl, idet at der blev bygget meget i højkonjunktoren frem til 2009, og faldet i alvorlige mangler fra 2009-2013 sker grundet lavkonjunktoren og den "økonomiske krise". Det vurderes herfor stadig relevant at se på tiltag der kan mindske fejl, svigt og mangler i dansk byggeri. For redegørelse af høj- og lavkonjunkturs påvirkning af byggebranchen, henvises til: **Appendiks B: Konjunktorens påvirkninger på byggeriet**

1.2.4 Overskudsgraden i dansk byggeri

Ses der direkte på produktiviteten og omfanget af fejl, svigt og mangler i dansk byggeri, kan der imidlertid ikke drages en økonomisk parallel til overskuddet. Det har længe været en realitet, at fortjenesten i bygge- og anlægssektoren er lavere end i andre erhverv. Tabel 4, illustrerer sammenhængen mellem danske byerhverv, og viser overskudsgraden gennem en periode på 12 år. Observationerne på overskudsgraden for byerhverv er manglende fra år 2000-2007. Dette er, ifølge Danmarks statistik grundet manglende, diskretionerede eller for usikre målinger.

Som det kan aflæses af tabellen, er overskudsgraden i byggeri og anlæg næsten det halve af industriens. Byggeriet har en gennemsnitlig overskudsgrad på 3,48 %, hvor industrien har en gennemsnitlig

overskudsgrad på 6,1 %, begge i perioden 2000-2011. Det samme gør sig gældende, hvis byggeriet sammenlignes med private byerhverv i alt, her er byggeriets overskudsgrad ca. 2 % lavere.

Regnskabsår	Overskudsgrad i Byggeri og anlæg	Overskudsgrad i Industri	Overskudsgrad af private byerhverv
2000	4,4	6,5	...
2001	3,1	6,4	...
2002	3,2	6,4	...
2003	3,1	5,8	...
2004	3,9	5,8	...
2005	4,1	5,7	...
2006	4,8	6,2	...
2007	4,9	6,2	...
2008	3,9	5,8	6,1
2009	2,5	4,1	3,9
2010	1,6	6,7	6,1
2011	2,3	7,1	5,9
Gennemsnit	3,48	6,1	5,5

... Viser at observationen mangler, er diskretioneret, eller er for usikker til at kunne angives

Tabel 4: Overskudsgrader fordelt på danske byerhverv, baseret på tal fra Danmarks statistik, REGNSA: Nøgletal i procent for regnskabsstatistik for private byerhverv efter branche og regnskabsposter

Tallene fra Danmarks statistik, kan umiddelbart være usikre når der ses på mindre virksomheder. Danmarks statistik, angiver selv i deres usikkerhedskilder, at:

"A. Der udtrækkes en stikprøve på ca. 8.000 firmaer. Sandsynligheden for at et firma udtrækkes bestemmes især af firmaets størrelse, idet der anvendes flg. hovedregel:

0-4 beskæftigede: Fritaget med enkelte undtagelser. 5-9 beskæftigede: Udtrækkes 1 år i en 10-års periode.

10-19 beskæftigede: Udtrækkes 2 år i en 10-års periode. 20-49 beskæftigede: Udtrækkes 3 år i en 6-års periode 50- beskæftigede: Deltager hvert år.

Uanset beskæftigelsens størrelse udtrækkes endvidere firmaer med stor momsomsætning

(brancheafhængig men typisk mindst 150 mio.kr)." (Erhvervslivets Udvikling, Charlotte Hansen, 2013)

Dette angiver, at der typisk bliver målt på større virksomheder. Årsagen til, at dette ses som en usikkerhed, er grundet den store andel af mindre virksomheder i byggeri og anlægssektoren. (Danmarks Statistik, 2013)

Til sammenligning, kan Dansk Byggeris regnskabsanalyse af regnskabsåret 2011 inddrages. Grundlaget for denne regnskabsanalyse, er oplysninger fra 1331 virksomheder jævnt fordelt på mindre, mellemstore, og store virksomheder. (Dansk Byggeri, 2012)

Oversigtstabel (sammenligningstal)					
	2007	2008	2009	2010	2011
Dækningsgrad	11,9	16,7	12,8	10,2	9,1
Overskudsgrad	2,3	4,4	1,7	2,5	2,9
Afkastningsgrad	8,8	10,3	3,8	5,1	5,2

Tabel 5: Oversigtstabel (sammenligningstal) over dækningsgrad, overskudsgrad og afkastningsgrad i danske byggevirksomheder. (Dansk Byggeri, 2012)

Tabel 5, viser sammenligningstal fra 2007-2011 for det danske byggeri. Sammenlignes der med tallene fra Danmarks statistik i samme periode, tegner begge undersøgelser et billede af en relativt lav overskudsgrad i den danske byggesektor. Dansk Byggeri vurderer, at en overskudsgrad for bygge- og anlægsbranchen på 2,9 % (2011) er lav, og at der er et behov for at forbedre indtjeningsniveauet. For generel udregning og behandling af overskudsgrad, henvises til: **Appendiks A: Udregning og behandling af datagrundlag.**

1.3 Problemstilling, afgrænsning og problemformulering

Som nævnt i afsnit 1.2.1, er arbejdsproduktivitetstilvæksten i den danske byggesektor lavere, end i andre erhverv. Der vises en stigning på blot 1,2 % i byggeriet fra 1967-2012, hvorimod den gennemsnitlige stigning for hele industrien i samme periode var 2,4 %. Ses der på totalfaktorproduktivitetstilvæksten har der endvidere her været et konsekvent fald gennem den sidste årrække.

Sammenlignes arbejdsproduktiviteten i Danmark imidlertid med andre lande, ligger den danske byggesektor ganske pænt ift. gennemsnittet. Dette tyder på, at lav arbejdsproduktivitetstilvækst i byggeriet, ikke kun er et nationalt, men et internationalt fænomen. Det er derfor af reel betydning, at se på måder hvorpå at styrke produktiviteten.

Udbedring af skader, fejl, svigt og mangler i den danske bygge- og anlægssektor, løber hvert år det danske samfund op i milliarder af kroner. Spørges aktørerne i byggeriet skyldes disse fejl, alt fra forsinkede materialeleverancer og dårlig byggestyring, til mangler ved tegninger og beskrivelser. Endvidere genererer den danske bygge- og anlægssektor, et lavere overskud på investeringer end den øvrige industri. Denne lavere overskudsgrad, samt udbredelsen af fejl, svigt og mangler, giver anledning til at undersøge eventuelle muligheder for at effektivisere byggeprocessen.

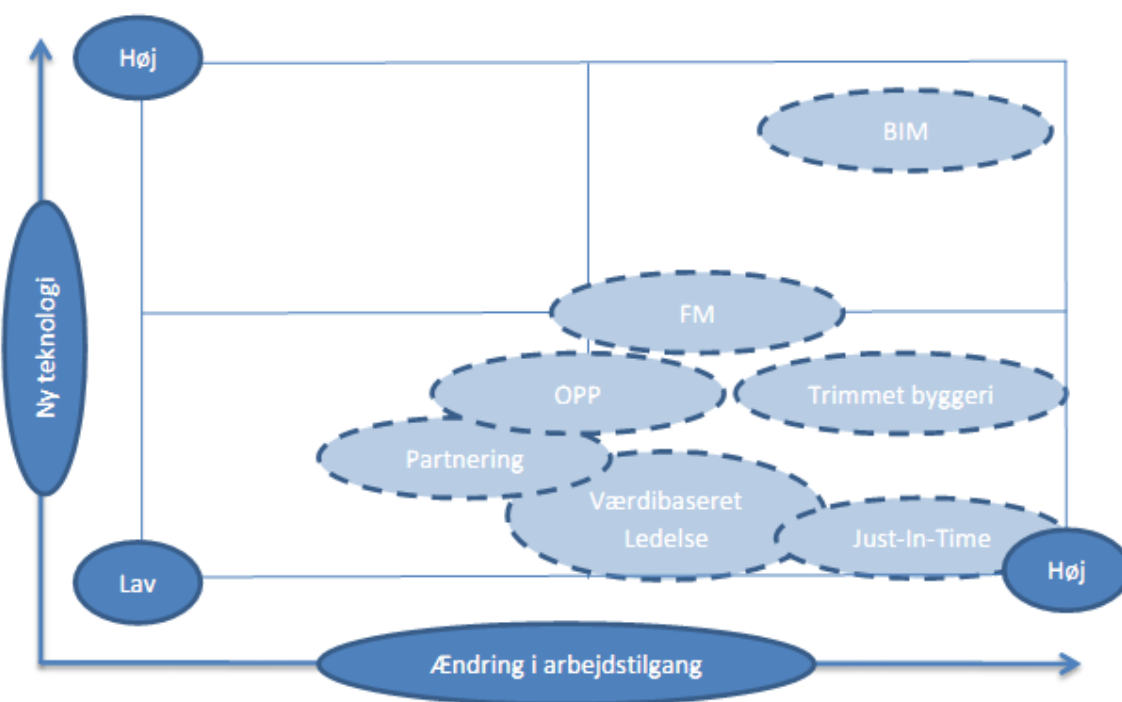
Umiddelbart kan byggeriets lave produktivitet, mange fejl, svigt og mangler, og lave overskudsgrad styrkes på flere måder. Dette enten ved anvendelse af nye teknologiske værktøjer i processerne, ved organisatoriske tiltag, eller ved brug af nye arbejdsmetoder og tilgange. Det vurderes i denne rapport relevant, at fokusere på både teknologiske fremskridt, samt brug af nye arbejdsmetoder/tilgange, hvilket ikke er muligt uden organisatoriske tiltag. Det anskues, at disse metoder ikke adskilles fra hinanden som separate indsatsområder, men kan ses som en samlet løsning for bedre produktivitet, mindre fejl, svigt og mangler, og bedre overskudsgrad i det danske byggeri.

Formålet med denne rapport afledes af ovenstående problemstillinger, og det er hensigten at rapporten skal:

- Forklare og analysere hvordan nuværende arbejdspraksis i byggesektoren er, når der bruges nye arbejdsmetoder og teknologiske værktøjer.
- Dokumentere de teoretiske synergier der kan opnås ved at bruge nye arbejdsmetoder og teknologiske fremskridt sammen.
- Analysere, samt udvikle og teste systemer ifm. teknologiske fremskridt og nye arbejdsmetoder, der kan have en positiv effekt på byggeriets produktivitet, fejl, svigt, mangler, og overskudsgrad. (Skabe en effektivisering af byggeprocessen)

1.3.1 Rapportens fokusområder/ Afgrænsning

Når der ses på nyere former at organisere byggeproduktion på, findes der en lang række filosofier, og arbejdsmetoder, der alle kan være med til at effektivisere byggeprocessen med fokus på forskellige områder. Da det er i denne rapports øjemed, at styrke byggeriet, ved at skabe en synergi med anvendelse af både ny teknologi, samt nye arbejdsmetoder. Ses det som en nødvendighed, at udvælge filosofier/metoder der danner grundlag for denne eventuelle synergi. På figur 6, ses nogle af byggeriets nyere arbejdsfilosofier og -metoder visualiseret, opsat i en matrix, der viser hvor stor en ændring af arbejdstilgang der kræves, samt hvor stor en andel af ny teknologi metoden bringer/kræver.



Figur 6: Nyere former for organisering af byggeproduktion, ændring i traditionelle arbejdsgange, og tilføjelse af ny teknologi

Da BIM⁴ er den mest dominerende filosofi, med henblik på indførelse af ny teknologi, vurderes det særdeles relevant at bruge den, som værende den teknologiske del af synergiforslaget. Trimmet Byggeri, vælges som den arbejdstilgangsmæssige del, dette grundet de mange fællestræk BIM og Trimmet Byggeri

⁴ BIM: Bygnings Informations Modellering

imellem. (For gennemgang af fællestræk henvises til afsnit 2.1.3). Figur 7, illustrerer idéen bag synergieffekten imellem de to forskellige syn på effektivisering.



Figur 7: Visualisering af synergieffekt

Valget af BIM og Trimmet Byggeri, til at repræsentere de to arbejdsmetoder der vil undersøges, leder problemstillingen til en mere specifik problemformulering. Denne problemformulering beskrives i det følgende.

1.3.2 Problemformulering

Nærværende problemformulering, er udfærdiget på baggrund af initierende undersøgelser om effektiviteten i byggeprocessen, rapportens problemstilling, og valget af fokusområder. Problemformuleringen lyder som følger:

Hvordan kan der ved brug af Trimmet Byggeri og BIM i en synergi, skabes et miljø der effektiviserer byggeprocessen, således at fejl, svigt og mangler reduceres, produktiviteten styrkes, og overskudsgraden forbedres?

For at overskueliggøre besvarelsen af problemformuleringen, nedbrydes denne i en række arbejdsspørgsmål, med afsæt i rapportens formål. Det er af forfatterens opfattelse, at disse arbejdsspørgsmål vil bidrage til en fyldestgørende besvarelse af problemformuleringen. Arbejdsspørgsmål er som følgende:

1. Hvad kan brugen af BIM bidrage med, hvilke muligheder ligger der i det? og hvordan arbejdes der med dette i byggeriet i dag generelt?
2. Hvad kan Trimmet Byggeri (Lean Construction) bidrage med, hvilke muligheder ligger der i det, og hvordan arbejdes der med dette i byggeriet i dag generelt?

Og endeligt

3. Hvor kan der skabes synergi mellem Trimmet Byggeri og BIM; hvordan kan de to principper bedst supplere hinanden?

1.4 Metoder

Det er formålet med denne rapport, at udvikle en prototype af et system, der skal supplere allerede tilgængelig teknologi til at løse nedenstående problemstilling.

"Hvordan kan der ved brug af Trimmet Byggeri og BIM i en synergi, skabes et miljø der effektiviserer byggeprocessen, således at fejl, svigt og mangler reduceres, produktiviteten styrkes, og overskudsgraden forbedres?"

I det følgende, vil der blive redegjort for anvendte metoder ifm. udarbejdelsen af rapporten.

Det er valgt overordnet at strukturere rapporten ved brug af metoden MUST, suppleret med Contextual Design (CD). Dette overvejes, da der arbejdes med systemudvikling. Metoderne er tilpasset dette projekt for, at danne grundlaget for en komplet systemudviklingsrapport. Der ses på markedet som aktør i rapporten, og derved ikke en enkelt virksomhed eller afdeling, som begge metoder traditionelt ligger op til. Ydermere fokuserer metoderne på forundersøgelse, og udvikling af IT-systemer, og selvom en af denne rapporters formål, er udarbejdelsen af en prototype til et system, er hovedformålet med rapporten, at udarbejde et kandidatspeciale. MUST og CD bruges i denne forbindelse som inspiration til rapportens overordnede struktur.

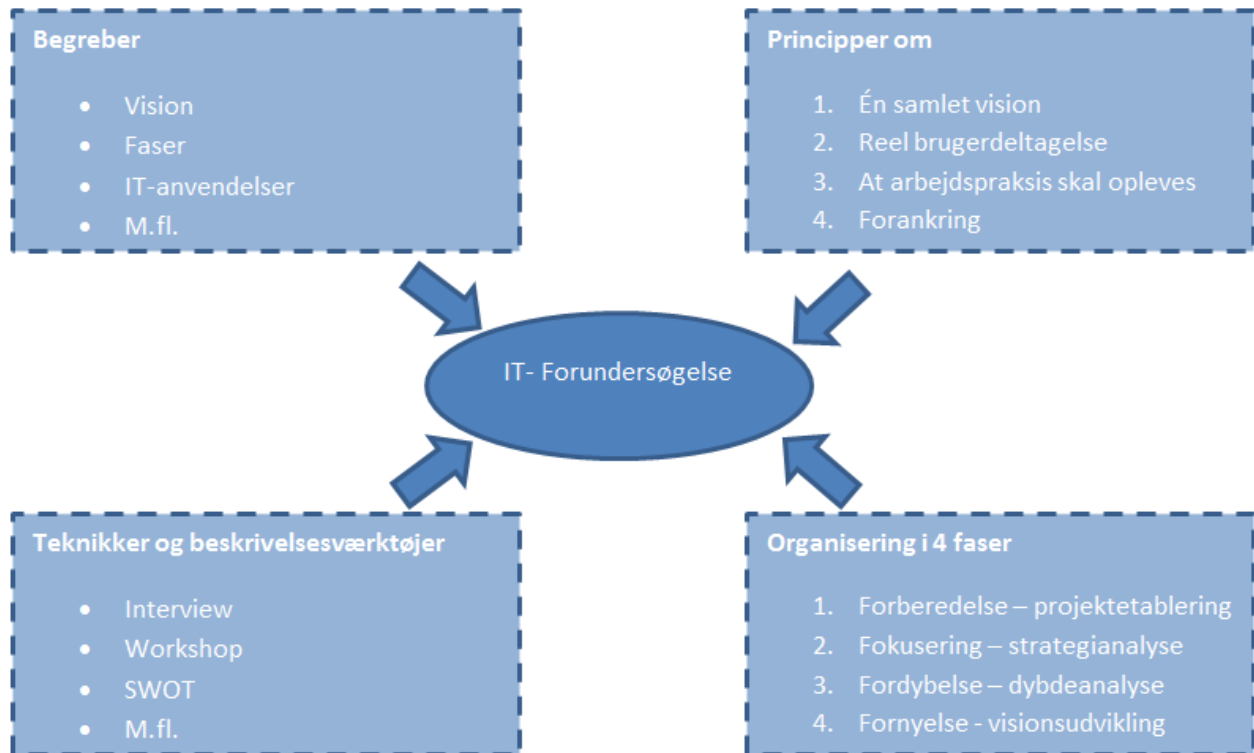
MUST omhandler IT-forundersøgelse i forbindelse med implementering eller eks. udvikling af et nyt it system. Contextual Design, kan omhandle både forundersøgelsen, prototypedesign, og realiseringen af et system, den bruges dog i denne sammenhæng til prototypefasen. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

I det følgende vil der blive redegjort for MUST metoden, og de emner af CD der støtter denne i forbindelse med projektarbejdet. Afsnittet afsluttes med en beskrivelse af teknikker og arbejdsmetoder der er brugt i rapporten.

1.4.1 MUST

MUST-metoden (oprindeligt udviklet til IT-forundersøgelse i virksomheder) bruges som nævnt til overordnet struktur af rapporten, og hele rapportens opsætning er inspireret af denne. Dette vil sige, at der ikke sker en slavisk gennemgang af metoden, men at metoden tilrettes for brug til specialeskrivning, dog stadig som grundlag for systemudvikling. MUST-metoden er udviklet på Roskilde Universitet af Keld Bødker, Finn Kensing og Jesper Simonsen. Det er i MUST-metoden tilsigtet, at give operationelle og generelle retningslinjer for it-forundersøgelser. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000) MUST er vurderet i denne rapporters sammenhæng, at være anvendelig i forbindelse med systemudviklingen.

På figur 8, vises MUST-metodens generelle opbygning, og viser fire typer af ressourcer til IT-forundersøgelsen. Disse 4 typer er hhv. Begreber, Principper, organisering i 4 faser, samt teknikker og beskrivelsesværktøjer.



Figur 8: Fire typer af ressourcer til IT-forundersøgelse med MUST-metoden (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

1.4.1.1 Begreber og principper

Den øverste halvdel af figuren viser nogle af de begreber og principper som MUST- metoden introducerer og benytter sig af. Principperne skal ses som generelle retningslinjer, det ses eksempelvis altid som bedst at få reel brugerdeltagelse, og at få forankret forundersøgelsen. Ved begreber, er der bl.a. tale om faser. Et eksempel kan gives på dette ved nedenstående definition omkring faser.

"Fase: En fase er en samling af aktiviteter, der udføres mellem to tidspunkter, og som bringer forundersøgelsen fra den ene beslutningssituation til den næste. En fase vil typisk indeholde såvel analytiske som designorienterede aktiviteter" (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

Faserne er hermed grundlag for forundersøgelsens fremføring.

1.4.1.2 Faserne samt teknikker og beskrivelsesværktøjer

En IT-forundersøgelse udført ved brug af MUST-metoden organiseres i 4 faser, hvor hver enkelt fase benytter sig af flere teknikker og beskrivelsesværktøjer. Disse faser er bl.a. benyttet til strukturering af rapporten. I det følgende beskrives faserne hver for sig. For teknikker og beskrivelsesværktøjer brugt i sammenhæng med udarbejdelsen af rapporten, se afsnit 1.4.4.

Forberedelsesfasen –

Forberedelsesfasen, også kaldet projektgrundlaget, har til formål at strukturere og skabe klarhed omkring grundlaget i rapporten. Dette omfatter bl.a.: At klarlægge ambitionsniveauet i rapporten, at præcisere den opgave som rapporten skal løse, (dette indebærer endvidere også en afgrænsning, til eksempelvis at

identificere områder, som rapporten ikke skal behandle), samt at organisere og planlægge hvordan rapporten overordnet skal udføres. Forberedelsesfasen bidrager til at gøre udgangspunktet realistisk, og giver holdepunkter i forhold til styring af de næste faser. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

I dette projekt, indeholder fasen: indledningen, problemområdet samt dets initierende afgrænsning og problemformulering, samt metodevalg, og overordnet fremgangsmåde.

Fokuseringsfasen –

Også kaldet strategianalysen, det er fokuseringsfasens formål, at afklare potentialet i at investere i IT og identificere mål, behov, krav og betingelser herfor. Dette omfatter at der skabes en forståelse for markedssituationen, den lovgivning, som byggeriet er underlagt, kunder og leverandører, samt kendte og nye teknologier (teknologiske muligheder).

Det er ikke fasens formål at udvikle nye forretnings eller IT-strategier, men nærmere at afklare de eksisterende, så der kan dannes grundlag for prioritering af de arbejdsområder, som den videre forundersøgelse skal fokusere på (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000). Denne fase vil derfor blive brugt i projektet, til at analysere lovgivninger, samt tiltag på områderne nye arbejdsmetoder og teknologiske værktøjer, der kan have en indvirkning på brugen af IT-systemer i byggeriet.

Fordybelsesfasen –

I fordybelsesfasen sker en dybdegående analyse af de udvalgte arbejdsområder, der blev defineret i fokuseringsfasen. Denne fase udgør den centrale analyseorienterede del af forundersøgelsen. Fordybelsesfasen indeholder både interviews og observationer af interessenter. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000) Målet med analyseaktiviteten, er at få bearbejdet data til en form så de kan bruges i projektet og i forbindelse med rapportens tilblivelse.

Fordybelsesfasen skal resultere i et analyseafsnit, der klargør væsentlige karakteristika ved nuværende arbejdspraksis i byggebranchen, baseret på de udvalgte fokusområder i forberedelses- og fokuseringsfasen. Afsnittet ender ud i specificerede mål for rapporten, forslag til yderligere prioritering, samt idéer til løsning.

Fornyelsesfasen –

Fornyelsesfasen er fjerde og sidste fase i forundersøgelsen. I denne fase udvikles visioner om det samlede system, og den samlede forandring systemet vil kræve. Målet er, at samle og udvikle idéer til nye systemer og arbejdsorganisering, som udgår af de tidligere faser. Prototyper og mock-ups, kan bruges til at lave mindre udkast til visioner, så dette hjælper til at danne grundlag for hvilke visioner der ønskes at udvikle. Eksperimenter med prototyper og mock-ups ses som meget effektive teknikker til at visualisere udvalgte dele af visioner. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

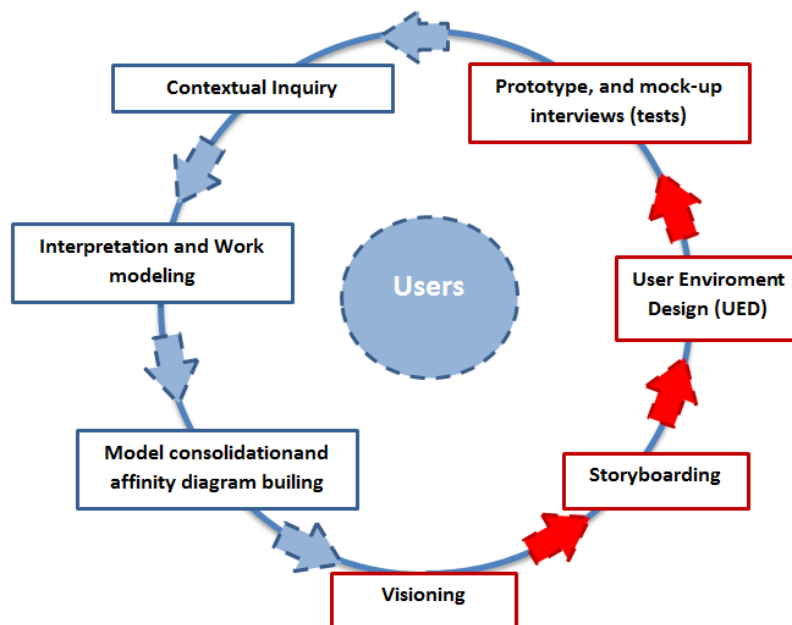
Det er målet at fornyelsesfasen resulterer i visioner omkring IT-systemets funktion og grænseflade, IT-plattform, fordele og ulemper ved IT-systemerne, samt arbejdets organisering og kvalifikationsbehov for aktører der ønsker at benytte IT-systemet.

2 faser til prototypeudvikling –

Denne rapport behandler, udover de 4 faser til forundersøgelsen, yderligere to faser, der har som funktion at støtte op omkring udviklingen og afprøvningen af it-systemet, efter forundersøgelsens krav, mål og visioner er specificeret. Disse to faser, benævnt hhv. udviklingsfasen og afprøvningsfasen, og er inspireret af Contextual Design metodologien. Faserne specificeres i afsnit 1.4.2, og sammenhængen mellem MUST og Contextual Design, behandles i afsnit 1.4.3.

1.4.2 Contextual Design

Contextual Design metodologien dækker sædvanligvis, over hele spektret af systemudvikling, metoden giver et særdeles kraftfuldt værktøj til udvikling af IT-systemer, med fokus på brugerne. (Beyer & Holtzblatt, 1998) Da denne rapport overordnet struktureres efter MUST-metoden, bruges Contextual Design, som supplement til denne. Contextual Design tager over ved udviklingen af visioner til det nye system, hvor must traditionelt slutter. Derfor omhandler arbejdet med Contextual Design, udviklingen, samt afprøvningen af prototyper. Figur 9, viser en systemudviklingscyklus, figuren afbilder hovedtrækkene i Contextual Design.



Figur 9: Systemudviklingscyklus med udgangspunkt i Contextual Design, rapportens benyttelse.

(Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005)

De værktøjer der benyttes ifm. denne rapport, er markeret med rød, og beskrives i afsnit 1.4.4. Som tidligere nævnt, og som illustreret på figur 9, tager denne rapport brug af Contextual Design ved, i udvikling af visioner. Der ligger hermed et fokus på visionering, Storyboarding, User Environment Design og test af mock-ups og prototyper. Dette kaldes i denne rapport for prototype udviklingen af systemet, og tilsammen er sidstnævnte to indsatsområder indholdet i to yderligere faser benævnt udviklingsfasen og afprøvningsfasen. Disse to faser, og deres indhold beskrives i det følgende.

Udviklingsfasen –

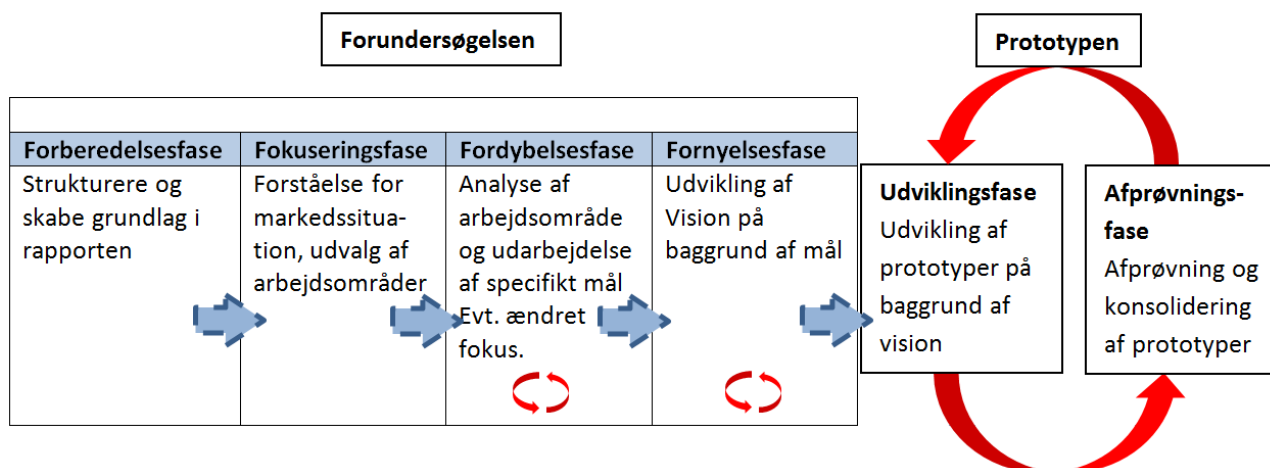
Udviklingsfasen har fokus på at udvikle de visioner der blev defineret i projektets fornyelsesfase, og der bliver ved brug af User Environment Design og Prototyping, udviklet mock-ups og prototyper der skal testes i afprøvningsfasen.

Afprøvningsfasen –

Under afprøvningsfasen testes og konsolideres prototyperne. Denne afprøvning og konsolidering danner bl.a. grundlag for rapportens konklusion og perspektivering.

1.4.3 De 6 faser, MUST og Contextual Design

For grafisk at vise sammenhængen mellem MUST-metoden, og Contextual Design-metoden i denne rapports hensigt, ses der på figur 10, en overordnet plan. Denne plan, viser sammenhængen mellem MUST-metodens fire faser, og de to faser der blev udviklet ud fra prototypeudviklingen af et system med baggrund i Contextual Design.



Figur 10: Plan over de 6 faser i rapporten

Under forundersøgelsen, afsluttes hver enkelt fase før næste fase startes, og fra hver fase leveres et slutprodukt videre til næste (internt i fordybelsesfasen kan en iterativ proces forekomme ved ændret fokus). Ved prototypen sker en iterativ proces mellem udviklings og afprøvningsfasen, da resultater fra en afprøvning kan resultere i ændringer af systemdesign. Ovenstående er en grov afbildning af rapportens struktur, denne struktur behandles yderligere, og beskrives i afsnit 1.5. ved hjælp af en referencelinjeplan.

1.4.4 Teknikker og beskrivelsesværktøjer

Dette afsnit beskriver teknikker og beskrivelsesværktøjer der benyttes i rapporten i sammenhæng med den overordnede struktur udarbejdet på baggrund af MUST og Contextual Design. Hvis ikke andet er angivet tilhører teknikkerne og beskrivelsesværktøjerne under de overordnede metoder MUST og Contextual Design.

1.4.4.1 Dokumentanalyse

Ved dokumentanalyse forstås at læse relevante dokumenter, samt udarbejde noter om brugbare informationer. Typisk vil der blive gjort brug af dokumentanalyse i forbindelse med redegørelsen for begreber, teorier og empirisk information i rapporten. Dokumentanalyse finder endvidere anvendelse ved interviews, både som forberedelse, samt til at studere eventuelle dokumenter udleveret under interviews.

1.4.4.2 Interview

Interviews i denne rapport, udføres som delvist strukturerede kvalitative interviews, dette valg grunder i et ønske om at indhente konkrete oplysninger, men ikke at låse den interviewede fast til korte og konkrete svar. Det er ikke ønsket at skabe et statistisk grundlag med baggrund i store grupper af mennesker. Dette delvist med undtagelse i observationer og interviews i forbindelse med test af prototyper.

Det kvalitative interview udføres med det formål at tilegne sig ny viden. Det kvalitative forskningsinterview er baseret på filosofien epistemologi, hvilken omhandler den måde hvorpå viden opnås, samt hvad denne viden består af. (Kvale & Brinkmann, 2009)

Interviewene struktureres i en semistruktureret interviewguide der åbner for diskussion samtidig med at have en række konkrete spørgsmål der ønskes besvaret. Interviewguiden vil tage udgangspunkt i en række generelle spørgsmål for at klassificere de interviewede. Dette udbygges med konkrete spørgsmål, samt diskussion med den enkelte interviewede. Et eksempel på en interviewguide i forbindelse med rapportarbejdet kan ses i **appendiks C: Interviewplan BIM**.

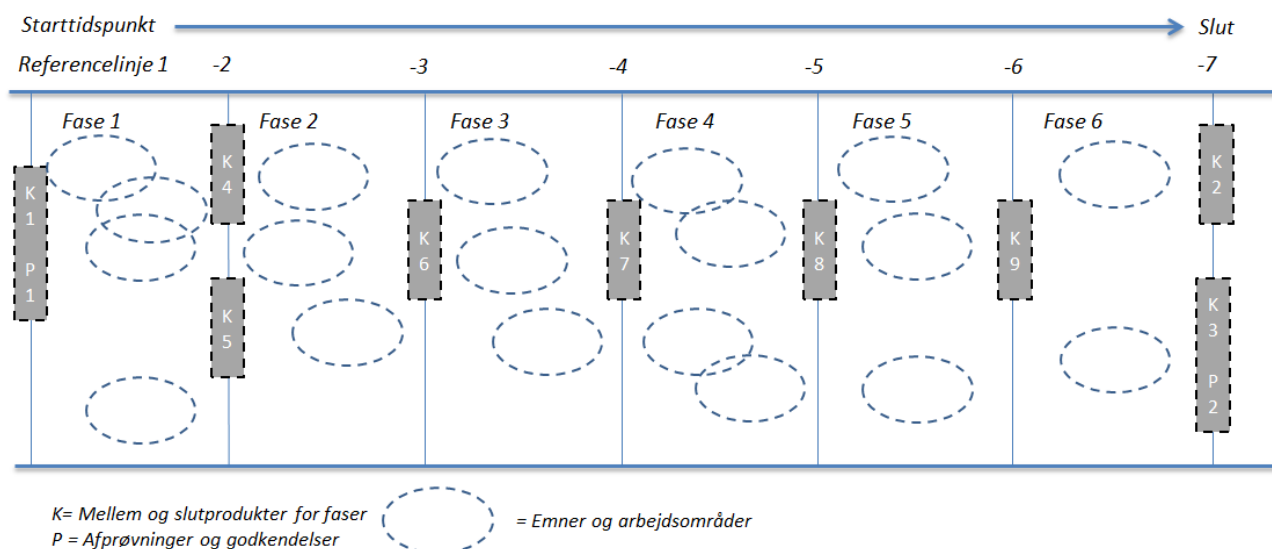
1.4.4.3 Observation

Observation, ses som en central teknik til at opnå indsigt i forskellige nuværende arbejdspraksis. Observationer supplerer interviews på den måde, at der kan være forskel på hvad den interviewede siger han/hun gør, og på hvordan situationen opfattes som udenforstående. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

I rapportens øjemed forstås observationer og interviews af begge forfattere. Dette så den ene kan fokusere på nærværende interview, mens den anden kan fungere som "fluen på væggen" og forstyrre så lidt som muligt, mens noter tages på stedet. I de situationer hvor det er muligt, udføres observationer dog som mester - lærling, hvor den observerende agerer lærling, og stiller spørgsmål mens pågældende arbejdssituation udføres.

1.4.4.4 Referencelinjeplan

Den traditionelle referencelinjeplanlægning, er en teknik til understøtning af planlægningen af en forundersøgelse, hvor der ses på arbejdsprocessen. I henblik på udarbejdelsen af denne rapport, bruges referencelinjeplanlægningen som overordnet værktøj til at planlægge både forundersøgelse, samt prototypeudvikling og test af systemet. På figur 11, ses den principielle opbygning af en referencelinjeplan.



Figur 11: Princip for referencelinjeplan

Simonsen et al. Definerer referencelinjen som en projektilstand der først og fremmest er beskrevet i projektplanen, dvs. i forberedelsesfasen. Udover dette, er det muligt for projektgruppen, at følge op på, om referencelinjerne for planlagte mellemprodukter er opnået i de faser disse er tilknyttet. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000) For en samlet referencelinjeplan for rapporten, henvises til afsnit 1.5.

Selve teknikken er grundet i en grafisk fremstilling af projektet set som en konkret arbejdsproces. Udarbejdelsen af en referencelinjeplan opdeles i fire trin, og er som følgende:

1. Først tegnes referencelinjen for start og den ønskede sluttilstand i rapporten. For ethvert slutprodukt specificeres de kriterier der ønskes opfyldt, og de arbejdsgange der anvendes for at vurdere dette.
2. Herefter indtegnes de referencelinjer, der angiver afslutningen på hver af faserne. (i dette tilfælde 6 faser) Her specificeres igen kriterier og arbejdsgange, denne gang for mellemprodukter.
3. Ved tredje trin besluttet, hvilke aktiviteter der skal udføres under hver fase, for at bringe projektet fra den ene referencelinje til den anden.
4. Til slut estimeres tidsforbruget til de planlagte aktiviteter, hvis sluttidspunktet her bliver senere end afleveringstidspunktet for projektet, må der her enten bedes om mere tid, eller skæres ned i ambitionsniveauet. I denne rapport tilfælde hvor afleveringstiden er fastsat, er blot en mulighed tilbage, og dette er at skære i ambitionsniveauet.

Referencelinjeplanlægningen har til formål, at understøtte afklaringen af, hvilke arbejdsformer der skal anvendes i projektet, og den afslutter i en plan med præciseringer af, hvordan, og under hvilke betingelser planen kan realiseres. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

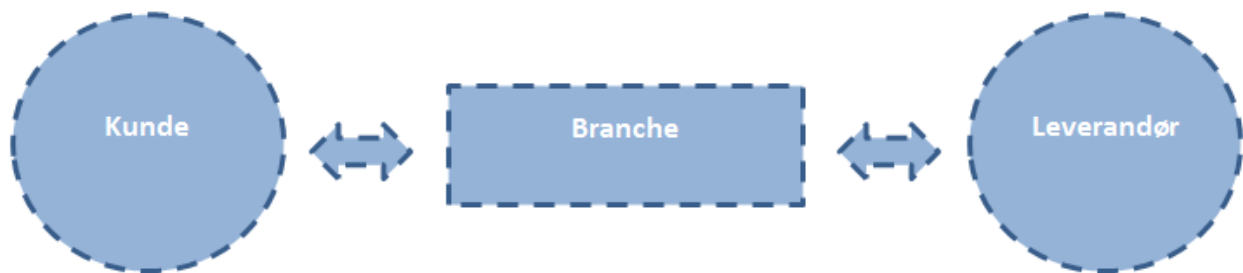
For en samlet referencelinjeplan for rapporten, henvises til afsnit 1.5.

1.4.4.5 Funktionsanalyse

En funktionsanalyse beskæftiger sig med analyse af arbejdsfunktioner. Funktionsanalysen ses særdeles effektiv til aktiviteter i fokuseringsfasen, bl.a. ved analyse af forretningsstrategier, og ved analyse af

omgivelser. Teknikken beskrives af Simonsen et al. Som værende adaptiv, rationel og ekspertorienteret. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

Funktionsanalysens største styrker, og vigtigste elementer er dens definerede begreber, samt dens beskrivelsesværktøj. Grundlæggende baseres analysen på hvilke krav, behov og betingelser arbejdsystemer er underlagt af eksempelvis deres omgivelser. Hvor arbejdsystemer er defineret som den del af virksomheden (her byggebranchen) som sættes i fokus i pågældende undersøgelse. Og omgivelser defineres som repræsenterende arbejdsystemets omverden. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000) På figur 12, vises et simpelt eksempel på en funktionsmodel. Virksomheden ansues som en helhed under en overordnet funktion (eks. en branche), og omgivelserne er opdelt i to, hhv. kunder og leverandører.



Figur 12: Eksempel på funktionsmodel på overordnet niveau

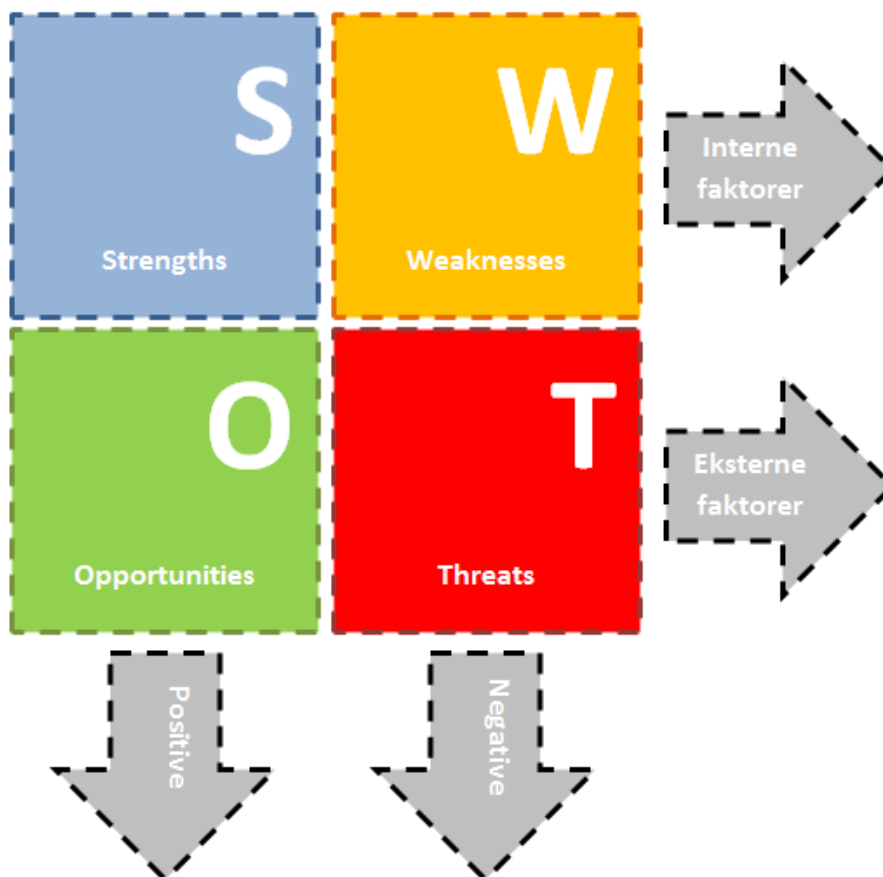
Funktionsanalysen kan udføres i tre niveauer:

1. Et overordnet niveau, hvor omgivelser og byggesektorens overordnede funktion ses. (eksempel på dette angives på figur 12)
2. Et mellemniveau, hvor byggesektoren nedbrydes i interne funktioner
3. Et "nederste" niveau, hvor de funktioner i byggesektoren som forundersøgelsen tager udgangspunkt i nedbrydes i arbejdsfunktioner.

1.4.4.6 SWOT

Akronymet SWOT, betegner Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. Det er SWOT analysens formål, at kortlægge virksomhedens (branchens) strategiske situation og konkurrencesituation. Hermed giver analysen et overblik over forundersøgelsens risici.

I udgangspunktet fungerer SWOT-analysen som en form for brainstorm. Først tegnes en SWOT-model, og herefter udføres en brainstorm over alle styrker, svagheder, muligheder og trusler som de deltagende i analysen kan finde på. Efter at noter er klassificeret og placeret i SWOT-modellen, kan det overvejes om der til alle trusler og svagheder er stærke sider og muligheder, der kan opveje disse. På figur 13, ses et eksempel på strukturen i en SWOT-model.



Figur 13: SWOT-modellens opbygning

SWOT-modellen kan endvidere suppleres med en risikomatrix, der kategoriserer risikofaktorer efter konsekvens og sandsynlighed. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

1.4.4.7 Workshop

Workshop er en teknik, der ses velegnet til udvikling af eksempelvis skitser til fremtidige systemanvendelser, eller for at udvikle en forståelse af nuværende arbejde. Forskellige workshops kan afholdes i projektets fornyelses, og udviklingsfase. Hver workshops varighed varierer mellem et par timer og en halv dag.

Nedenfor listes et par workshops, der kan afholdes for at give et analytisk, eller designorienteret syn på opgaver:

- Frihåndstegninger, der beskriver en arbejdspraksis tegnet på store papirark eller tavler
- Diagnostisk og virtuel kortlægning, der skal bearbejde problematiske situationer, ved at skitsere alternative løsningsmodeller

Contextual Design værktøjerne Storyboarding og UED kan endvidere ses som workshops, disse beskrives nærmere i det følgende.

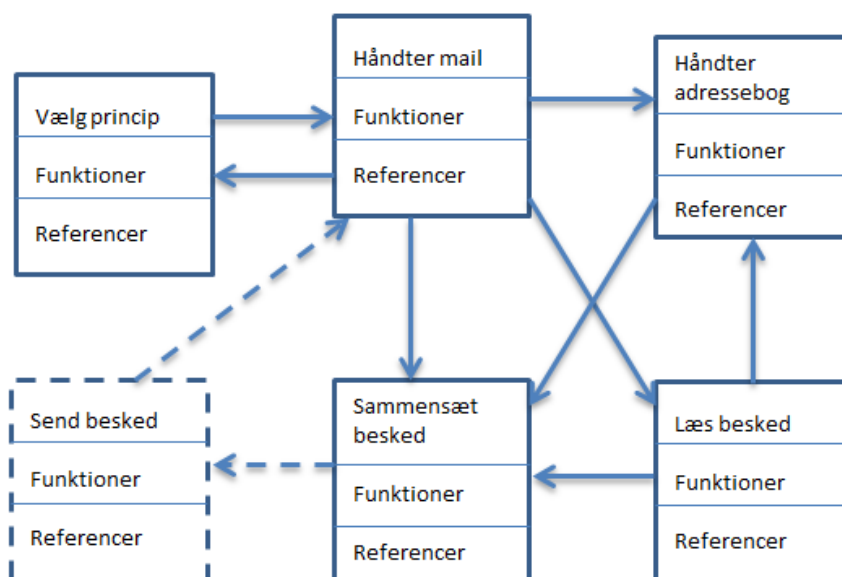
1.4.4.8 Storyboarding

Storyboarding viser hvordan specifikke arbejdsgange/processer, bliver udført i det nye system. Hver tegning i storyboardet viser en enkelt arbejdsgang, eks. en person der interagerer med et system eller to personers interagering med hinanden. Storyboardet kan anvendes til at vise forskellige interaktioner, være det hvad der sker på skærmen når personen begynder at anvende systemet, eller hvordan det enkelte system skal betjenes for at opfylde en arbejdsgang osv. Grundidéen med storyboarding, er at lave tegninger/beskrivelser af arbejdsgange, for herefter at sammensætte dem til en "tegneserie" der viser en rækkefølge, for at løse en given arbejdsgang. Der kan tages udgangspunkt i brugernes nuværende arbejdspraksis, og derudfra visioneres nye arbejdsgange som skal søge at forsimple eller/og optimere arbejdet. Fordele og ulemper ved hvert optegnet storyboard, kan beskrives for senere, at fungere som udgangspunkt for fordele og ulemper ved forskellige systemdesigns. (Beyer & Holtzblatt, 1998)

I rapporten anvendes Storyboarding til at visualisere og klarlægge hvordan arbejdsprocesser kan foregå i sammenhæng med en udviklet vision for et nyt system.

1.4.4.9 User Enviroment Design

User Environment Design (UED) anvendes i Contextual Design på samme måde, som en grundplan anvendes i forbindelse med design af et hus. En grundplan har til grunde at fastligge positionen for indretning der gør det daglige lettere. På samme måde anvendes UED i systemdesign til at klarlægge de fokusområder som det ønskede systems funktioner skal opbygges omkring. Udover dette visualiseres det hvordan de enkelte fokusområder refererer til hinanden, samt hvilke muligheder der er i systemet. Under hvert fokusområde i systemet optræder forskellige funktioner, disse oplistes og skrives ind under det fokusområde som de tilhører. Et eksempel på fokusområder og deres sammenhænge i et mailsystem ses på figur 14. Pilene i figuren angiver, fra hvilke fokusområder der sendes og modtages information.



Figur 14: Fokusområde i UED, udarbejdet med inspiration fra (Beyer & Holtzblatt, 1998)

Hvert af fokusområderne i UED'et repræsenterer et fokusområde i systemet. I rapporten anvendes UED til at opdele det ønskede system i fokusområder, samt til at skabe struktur i funktioner der udspringer af disse, dette gøres for at overskueliggøre interaktionen for brugeren.

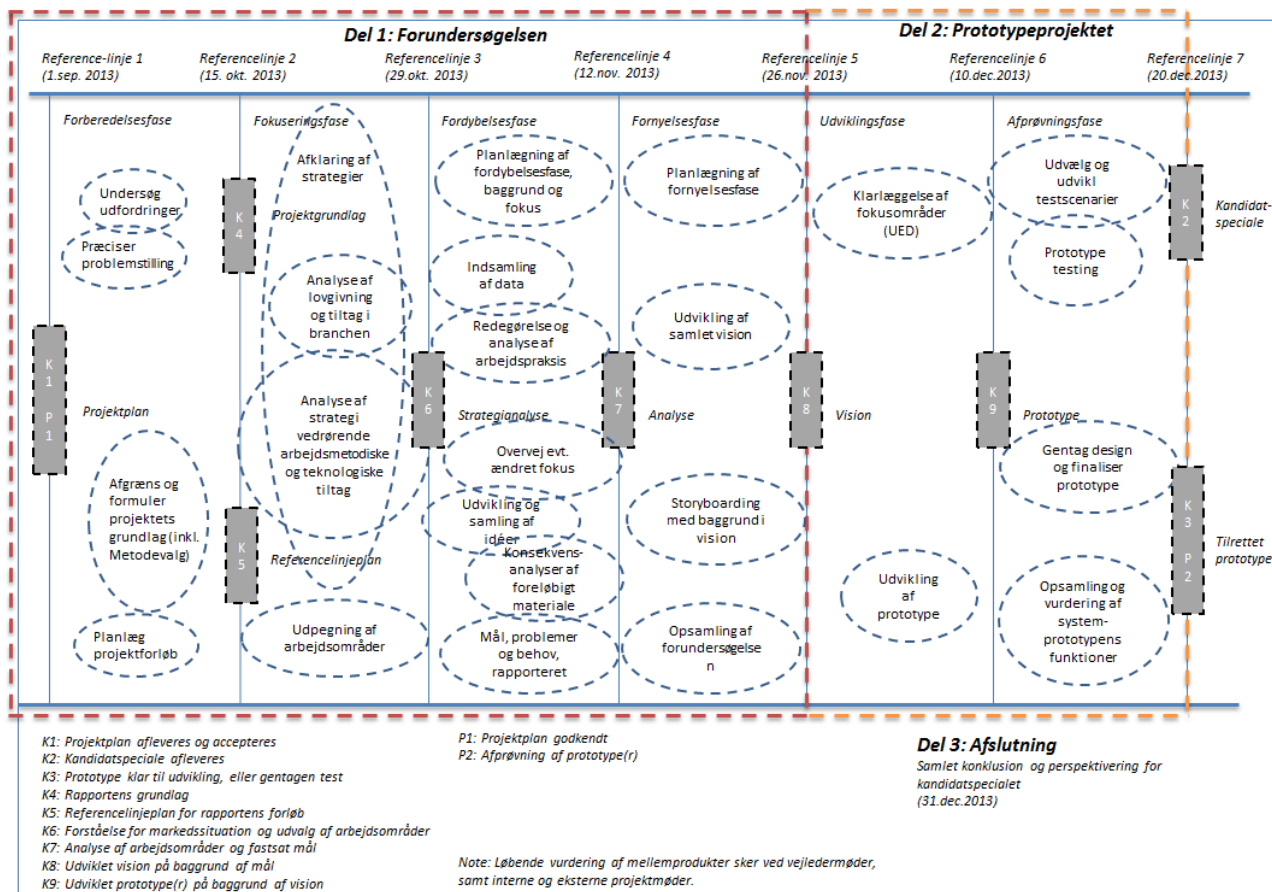
1.4.4.10 Test af prototyper og konsolidering

En prototype forstås i denne rapport, som værende et designforslag af et produkt, som kan analyseres og afprøves inden det endelige design fastlægges. I rapporten anvendes prototyper som eks. wireframe Mock-ups af systemet og dets funktioner, dette med hensigt på at få strukturen og mulighederne afprøvet inden systemet kodes.

Test af prototyper foregår ved prototype interviews, der er opsat med brugerne på forhånd, så de ved hvad der skal foregå. Brugeren bliver sat til at interagere med prototypen, og alt imens interagering foregår tages der noter, og brugere filmes, så alle reaktioner observeres. Test af prototyper, og fortolkning af tests udføres til dels i overensstemmelse med Contextual Design metodens forskrifter.

1.5 Den overordnede struktur i rapporten

For rapportens overordnede struktur, samt redegørelse af arbejdsopgaver, er udviklet en referencelinjeplan. Planen er udarbejdet efter den overordnede metode beskrevet i afsnit 1.4.4. Selve referencelinjeplanen ses på figur 15. Under hver referencelinje, ses det mellem- eller slutprodukt, som foregående faser skal ende ud med. Datoer er fastsat for forventet færdiggørelse af faser, og under hver fase, ses hovedarbejdsopgaver. For referencelinjeplan i fuld størrelse henvises til rapportens **appendiks D: Rapportens referencelinjeplan**



Figur 15: Referencelinjeplan for rapporten



Kapitel 2: Den strategiske foranalyse

Dette kapitel udgør fokuseringsfasen og har til formål, at afklare forundersøgelsens mål, med branchens forretnings- og IKT strategi. Kapitlet omhandler analyse af omgivelser, strategier, samt udpegning af arbejdsområder. Da der ifølge forberedelsesfasen ligges fokus på et system, der skal forsøge at skabe en synergi mellem Trimmet Byggeri og BIM, starter kapitlet ud med en kort forklaring af begreberne, og om en synergi ses muligt.

2.1 Hvad er Trimmet Byggeri og BIM, er en synergi mulig?

Trimmet Byggeri og BIM, er begge "nyere" arbejdsmetoder i byggeriet, der har til formål at effektivisere arbejdsprocesserne. Dette afsnit giver en kort introduktion til hvad disse filosofier omhandler, samt hvor de oprinder fra. Til slut i afsnittet, beskrives en sammenhæng mellem Trimmet Byggeri og BIM, med henblik på synergi.

2.1.1 Trimmet Byggeri

I det følgende introduceres filosofien Trimmet Byggeri, og der redegøres for dens formål i bygge- og anlægssektoren. For at forstå hvad Trimmet Byggeri er, findes det først nødvendigt, kort at redegøre for Lean Production, og dets udvikling.

2.1.1.1 Fra "enkeltstyksproduktion" til Lean Production

I starten af 1914, begyndte Henry Ford, at bevæge sig fra den daværende enkeltstyksproduktion af biler, til et nyt fænomen, kaldet masseproduktion. Denne masseproduktion medførte, at biler kunne produceres og samles op til tre gange hurtigere end før. Masseproduktionen medførte massive varelagre, og fandt bedst anvendelse ved fremstilling af enkelte bilmodeller pr. fabrik. Omstillingen gjorde, at den amerikanske bilindustri tog førersædet langt ind i 1950'erne, men her begyndte det dog at gå ned af bakke. Det japanske firma Toyota, havde store problemer med deres produktion frem til 1950, og dette medførte, at nytænkning måtte til. Det blev i Toyota vurderet, at det ikke var realistisk, at kopiere den amerikanske masseproduktionsmodel, da dette ville kræve en for stor omvæltning. Denne krise fødte dermed Toyota Production System, og senere Lean Production (Trimmet Produktion). (Womack, T.Jones, & Roos, 1990/2007)

Toyotas direktør Taiichi Ohno, begyndte at fokusere på nye metoder hvorpå at producere biler. Ohno, der havde hørt historier fra kolleger der besøgte Detroit i efterkrigstiden i 1950'erne, mente at amerikanernes system var fyldt af *muda* (Det japanske term for spild, der omhandler spildt arbejde, materialer og tid). Og det var med baggrund i begrebet *muda*, at Toyota skulle placere sig som førende på markedet. Ohno indførte stoplamper ved produktionsbåndet på fabrikken i Toyota city. Dette for at sikre at hver fejl kun skete én gang, et stop i produktion betød en fejl i et element, og produktionen begyndte først igen når fejlen var løst, dette ved at implementere "de 5 hvorfor"⁵, der ledte helt tilbage til problemets oprindelse. Ydermere blev der lavet aftaler med få dilleleverandører, for at skabe en tæt forsyningskæde, og Ohno indførte systemet Just-In-Time, hvilket bl.a. sikrede mindre varelagre og hurtigere omstillingsevne, der dermed resulterede i mindre fejlproduktion. Disse tiltag, samt en række flere, betød, at de japanske firmaer

⁵ "de 5 hvorfor". Produktionsmedarbejdere i Toyota blev lært at spørge "hvorfor", som hvert lag af et problem opstod. Herefter kunne en løsning findes, så problemet aldrig opstod igen. (Womack, T.Jones, & Roos, 1990/2007)

kunne producere biler hurtigere, med større variation, og med mindre fejl. Dette resulterede i, at den japanske produktionsandel i bilindustrien gik fra omtrent 1 % i 1955 til cirka 28 % i 1989, hvilket pressede konkurrenterne til også at tænke "Lean" for ikke at falde bagud. (Womack, T.Jones, & Roos, 1990/2007)

2.1.1.2 Lean Construction (Trimmet Byggeri)

I 1990'erne blev der vækket opsigt omkring Lean production, dette delvist grundet bogen "The machine that changed the world" (Womack, T.Jones, & Roos, 1990/2007). Lean Production begyndte at spredte sig til andre sektorer end bilsektoren. I september 1992 udgav Lauri Koskela en teknisk rapport omkring applikation af "den nye produktionsfilosofi" i byggeriet (Koskela, 1992). I sin rapport, redegjorde Koskela for en række problemer i arbejdsflowet ved konventionelle projektstyringskoncepter i byggeriet. Disse omhandlede bl.a. sekventielle metoder til bygningsdesign der skaber lange cyklustider, netværksplanlægning der ikke planlægger selve arbejdsflowet, traditionelle tilgange til kvalitet der skaber høj variabilitet mv. Ydermere viste adskillige undersøgelser, at der var omfattende spild, og ikke værditilføjende handlinger i byggeriet. (Koskela, 1992)

I rapporten redegøres der for, at en række flowprincipper for forbedring af arbejdsprocesser gør sig gældende ved Lean Production, disse er som følgende:

1. Reducer ikke-værdiskabende aktiviteter
2. Forbedr værdi i output ved systematisk overvejelse af kundekrav
3. Reducer Variabilitet
4. Reducer Cyklustider
5. Simplificer ved at minimere antallet af trin, dele og afhængigheder
6. Forbedr output fleksibilitet
7. Forbedr gennemsigthed i processer
8. Læg fokus på kontrol over hele processen
9. Indarbejd løbende forbedring i processen
10. Balancer flow-forbedringer med omstillingsforbedringer
11. Benchmark.

Koskela konkluderede i sin rapport, at implementering af den nye produktionsfilosofi til byggeri foregik langsomt. Dette var ifølge ham grundet mangel på international konkurrence i byggeri, haltende respons fra akademiske institutioner, og besvær med at tilegne sig filosofien generelt i byggesektoren. Til slut i sin rapport anbefalede Koskela, at den første opgave hvis filosofien skulle benyttes i byggeri, var at forklare filosofien i sammenhæng med byggeri, og at akademisk forskning samt uddannelse skulle gribe fat i denne nye filosofi. (Koskela, 1992)

I 1993 oprettedes foreningen International Group for Lean Construction, forkortet IGLC. Med baggrund i internationalt arbejde med at effektivisere byggeprocessen, kaldte de deres vision: Lean Construction. IGLC beskrev deres mål som følgende:

"Our goal is to better meet customer demands and dramatically improve the AEC process as well as product. To achieve this, we are developing new principles and methods for product development and production management specifically tailored to the AEC industry, but akin to those defining lean production that proved to be so successful in manufacturing." (IGLC, 2013)

Hermed er formålet med IGLC, at forbedre processerne i arkitektur, konstruktion og udførelse, samt at forbedre slutproduktet.

I 1997, blev The Lean Construction Institute, (LCI) grundlagt. Og havde til formål, med base i San Fransisco, at forske og udvikle værktøjer og principper for at fjerne spild i byggeprocessen. I 2002-2004 oprettedes Lean Construction – DK (LCDK), og heraf tilkom oversættelsen Trimmet Byggeri, hvilket er den danske implementering af Lean Construction. (Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011) Ifølge LC-DK retter Lean Construction sig mod alle byggeriets aktører, inkluderende: Bygherrer, arkitekter, ingeniører, entreprenører, driftsherrer, leverandører og grossister. (Lean Construction - DK, 2013)

Det overordnede konceptet i Trimmet Byggeri, er at reducere/fjerne spild i byggeprocessen, og herved skabe et mere effektivt og profitabelt byggeri. LCI definerer formålet/resultatet af Lean Construction som.

- *"The facility and its delivery process are designed together to better reveal and support customer purposes."*
- *"Work is structured throughout the process to maximize value and to reduce waste-at the project delivery level."*
- *"Efforts to manage and improve performance are aimed at improving total project performance, because this is more important than reducing the cost or increasing the speed of any particular activity."*
- *"Control" is redefined from "monitoring results" to "making things happen." The performances of the planning and control systems are measured and improved."* (LCI, 2013)

For at nå målet, og skabe de ønskede resultater, udviklede LCI nogle værktøjer, der hver bidrager til en effektiv brug af Trimmet Byggeri filosofien. Her er der bl.a. tale om: Transformation, Flow and Value – TFV teorien, og Last Planner System – LPS. (LCI, 2013) (Anlægsteknikforeningen i Danmark, 2011) For en mere dybdegående forklaring af disse, samt redegørelse for udbredelsen og brugen af Trimmet Byggeri henvises til rapportens afsnit 3.1.1 og 2.3.6

2.1.2 Building Information Modeling (BIM)

I det følgende introduceres Building Information Modeling (BIM), og der redegøres for dets formål i bygge- og anlægssektoren. Underafsnittet viser kort en kontrast mellem traditionel 2D tegning og 3D modellering, samt hvilke fordele BIM kan medføre.

2.1.2.1 BIM historien

Siden 1960 har 3D geometri været et forskningsområde af stor interesse for mange brancher, og inden for byggebranchen har det haft stort potentiale. Det, at bygningsdeles informationer er indeholdt i en 3D-model af bygningen, giver anledning til, at en udveksling af informationer bliver mere nødvendig end tidligere. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

Siden BIM først blev introduceret til byggebranchen i år 2004 (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011) er der sket meget. Størstedelen af verdens ledende arkitekt-, ingeniør- og entreprenørvirksomheder har taget BIM til sig, og benytter dets processer i mange af de store byggesager. Grundstenen i BIM, er arbejdet med en 3D-bygningsmodel, der er tilknyttet objektbaseret data. Det er dog af betydning at huske på, at BIM ikke blot er en teknologisk forandring, men også en måde hvorpå at se processen for et byggeri. Dette giver

mulighed for samarbejde mellem arkitekter, ingeniører, udførende samt bygherrer på en helt ny måde. Ved anvendelse af BIM bliver det muligt at være flere om at projektere på samme bygningsmodel samtidigt, og derved løbende sikre sig, at projektet fremskrider som tilsigtet, ved anvendelse af eks. kollisionskontrol.

Tidligere, da der overvejende blev anvendt 2D tegninger, kunne det være uoverskuelig at holde styr på eks. tekniske installationer. At anvende nye værktøjer i BIM skulle give mulighed for at sammenligne forskellige faggruppers modeller igennem kollisionskontrol, og derved sikre sig, at der er plads til de installationer der er nødvendige. Foruden kollisionskontrol er det muligt at lave simuleringer på bygningers energiforbrug samt lave estimater på tid og økonomi. Dette kan gøres, da der bliver projekteret og modelleret med objekter, der hver især har forskellige informationer, som sikrer, at de kan anvendes til hver deres formål. Denne måde for modellering kaldes objektbaseret modellering. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

2.1.2.2 Udveksling af modeller

BIM, ses som et af de mest lovende tiltag i byggebranchen til, at sikre bedre samarbejdsgrundlag og til, at sikre korrekt udveksling af informationer aktører imellem. BIM og udveksling af informationer i modeller er i teorien uadskillelige, og der skal tages højde for begge punkter når der tales om samarbejde på projekter. Et betydeligt område inden for arbejdet med parametriske bygningsmodeller er at de kan udveksles, og, at modellen som modtageren får, er i overensstemmelse med modellen som afsender sendte af sted.

BuildingSMART er et internationalt initiativ som arbejder med standardisering inden for teknologi i byggeriet. Industri Foundation Classes (IFC) er en åben standard som skal give mulighed for at udveksle informationer mellem aktørerne i byggeriet, uden at de nødvendigvis skal anvende den samme software. IFC støtter op omkring tankerne omkring OpenBIM, hvilke omhandler at byggeriets aktører kan vælge den type software de foretrækker at arbejde med, så længe at den kan importere og eksportere IFC. (BuildingSMART, 2013)

For en mere dybdegående forklaring af BIM, og de værktøjerne knyttet hertil, samt hvordan filosofien benyttes i byggebranchen i dag, henvises til rapportens afsnit 3.1.2 og 2.3.4.

2.1.3 Sammenhæng mellem Trimmet Byggeri og BIM

I denne rapport, vælges der, ifølge problemformuleringen, at arbejde med synergi mellem Trimmet Byggeri og BIM. Dette underafsnit har til formål, som en forundersøgelse, at afdække om en synergieffekt ses mulig.

2.1.3.1 Betydelige synergier inden for fire områder

Selvom Trimmet Byggeri og BIM, er to vidt forskellige filosofier, har begge noteværdig gennemslagskraft i byggeindustrien. Selvom initiativerne er forskellige, ses en række fællestræk, og muligheder for synergi. I 2009, udarbejdede Rafael Sacks, Lauri Koskela et al., en rapport med et studie af forholdet mellem Trimmet Byggeri og BIM. (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2009) I rapporten foreslår forfatterne, at en synergi eksisterer i de mange specifikke samspil mellem dem. Denne synergi kan udnyttes til at forbedre byggeprocesser til en grad højere end hver af filosofierne alene. I rapporten er oplistet 24 principper inden for Trimmet Byggeri, og 18 BIM funktioner. Disse principper og funktioner opstilledes i en korrelationsmatrix, hvori der blev specificeret 56 relationer imellem dem, hvoraf de 52 var positive. (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2009) Det konkluderes bl.a. i rapporten, at alene omfanget af sammenhænge

mellem Trimmet Byggeri og BIM, antyder, at ethvert firma eller projekt der anvender Trimmet Byggeri, burde overveje at bruge BIM for at forbedre udfaldet. Omvendt burde ethvert firma eller projekt der implementerer BIM, sikre at deres adoption og ændringsprocesser bidrager mest muligt, til at gøre arbejdsprocesser mere Trimmede. (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2009)

Ud fra rapporten, kan der inden for fire områder skabes betydelige synergier. Disse fire områder beskrives endvidere i BIM Handbook. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011). De omhandlede fire områder beskrives kort i det nedenstående.

Brug af BIM reducerer variabilitet (Trimmet byggeprincip: Reducer variabilitet): Muligheden for at visualisere former, evaluere funktioner, hurtigt generere designalternativer, kontrollere for konsistens, samt automatisk generering af rapporter og analyser, resulterer alle i et mere ensartet og pålideligt informationsgrundlag. Dette medvirker til at reducere spild i form af venten på oplysninger og arbejde der skal laves om. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

BIM reducerer cyklus tider (Trimmet byggeprincip: Reducer cyklus tider): Det er i alle produktionssystemer et betydeligt mål, at reducere den overordnede tid det kræver at producere et emne. Dette hjælper med at reducere mængden af arbejde krævet, materialeopland og systemets evne til at absorbere og reagere på ændringer med minimalt spild. I et casestudie ved opførslen af Sutter Medical Center i Californien, erfarede det, at BIM bidrog til, at reducere tiden det tog at prissætte arbejdet fra normalt at vare flere måneder, til blot 2-3 uger ved hjælp af 5D værktøjer. Det samme var tilfældet for analysen af udførelsesprocessen, hvor automatisk generering af byggeopgaver, byggeproces simulering og 4D visualisering, alle var med til at reducere udførelsestiden, da de alle bidrog til at afsløre eventuelle proceskonflikter. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

BIM muliggør visualisering af både byggeprodukter og -processer (Trimmet byggeprincip: Reducer variabilitet, reducer cyklus tider, brug visuel styring): I et casestudie ved opførslen af Crusell broen i Finland, forklares det, hvordan de udførende på byggepladsen havde en bygningsmodel synkroniseret med designerens og stålfremstillerens model. Dette gjorde det muligt at se detaljerede modeller af, hvordan armering skulle installeres, og fremmede produktiviteten. Udover dette blev LPS-møder suppleret med 4D animationer, for at give et overblik over tid og områder. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

BIM støtter de Trimmede processer i designfaserne: Kunder forstår en bygning, eller bygningsdels design bedre, hvis denne fremvises i 3D modeller, og designere kan lettere udføre analyser. De krav der tilkommer opfanges, og informations-flows bliver hermed forbedret. I et casestudie af 100 11th Avenue NYC, afdækkes det, hvordan BIM støtter præfabrikation, og leder til en mere trimmet praksis. Dette eksempelvis med henhold til reduceret tid i fremstilling af tegningsmateriale, der giver mulighed for at udsætte visse beslutninger til der er mere sikkerhed omkring dem.

2.1.3.2 En lang række studier inden for området

Undersøgelsen af Sacks, Koskela, Dave og Owen er blot én ud af mange undersøgelser, og case studies, der påviser eller arbejder med synergi inden for Trimmet Byggeri og BIM. Som blot et par eksempler kan nævnes:

Requirements for Building Information Modeling based Lean Production Management Systems for Construction: Forfatterne undersøger i rapporten, muligheden i, og udvikler et BIM-baseret produktionsstyringssystem til byggeri, kaldet KanBIM konceptet. Hovedfordelen ved KanBIM konceptet, var en visualisering af såvel byggeproduktet, men også produktionsprocessen. (Barak, Sacks, & Radosavljevic, 2010) KanBIM konceptet blev senere testet, også med positive resultater. (Sacks, Barak, Belaciano, Gurevich, & Pikas, 2011)

Case Study of Using an Integrated 5D System in a large Hospital Construction Project: Ved dette case studie, undersøgte forfatterne effektiviteten af et integreret 5D system. Konklusioner af studiet var blandt andet, at der kan opnås tidsbesparelser og et bedre ressource-flow. (Seppänen, Stein, & Kala, 2010)

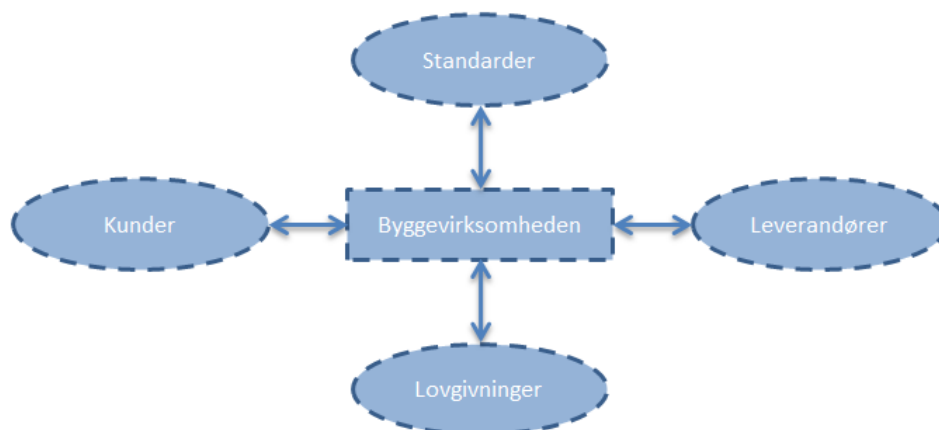
Ved dette underafsnit, ses det dokumenteret, at mulighederne for synergi i Trimmet Byggeri og BIM er omfattende, og arbejdsområdet kan have reel betydning i byggebranchen.

2.2 Analyse af omgivelser

Dette afsnit beskriver byggebranchens omgivelser. Med omgivelser menes lovgivninger, branchetiltag mv. der har indflydelse på brugen af Trimmet Byggeri og BIM i branchen. Dette gøres for at beskrive de forudsætninger, som aktører i byggebranchen skal imødekomme i deres strategier vedrørende Trimmet Byggeri og BIM. Analysen af omgivelser, udføres ved hjælp af funktionsanalyse, og SWOT-analyse. Funktionsanalysen udføres som overordnet, beskrevet i underafsnit 2.2.1, og illustreres i figur 16. SWOT-analysen fremgår af afsnit 2.2.6.

2.2.1 Byggebranchens overordnede omgivelser

Når der ses på enhver virksomhed i byggebranchen, er denne underlagt en række lovgivninger, standarder, og kundekrav, og har en række leverandører. Byggebranchen ses herfor som bestående af "Virksomheden", med tilhørende omgivelser. Figur 16, viser denne sammenhæng mellem "virksomheden" og dens omgivelser.



Figur 16: "Byggevirksomhedens" omgivelser, funktionsanalyse på overordnet plan

I det følgende beskrives hvad der i figuren menes med hhv. lovgivninger, standarder, kundekrav og leverandører.

Lovgivning –

Med lovgivninger menes de, af ministeriet, staten, eller kommunen nedsatte krav, der har indvirkning på byggeriets aktørers arbejde. Af lovgivning med indvirkning på brug af BIM og Trimmet Byggeri kan bl.a. nævnes IKT-krav. Hertil kommer generelle lovgivninger, såsom brandtekniske forskrifter, bygningsreglementer, krav til byggematerialers kvalitet, krav om kvalitetssikring, sikkerheds- og sundhedskrav mv.

Standarder og aftaleforhold–

Standarder, normer og aftaleforhold, er de forskrifter, som foreninger i det danske byggeri udvikler, eller anbefaler, her kan eksempelvis være tale om aftaleforhold såsom kontraktgrundlagene ABR 89(Rådgivning), ABT 93(Totalentreprise) og AB 92(Udførende). Endvidere findes en række udviklingsprojekter og aftaleforhold. I byggebranchen omfatter disse bl.a. foreningen Bips, udviklingsprojektet Cuneco, samarbejdet Digital Konvergens, og foreningen LCDK, samt de forskrifter de udvikler og anbefaler.

Kunder –

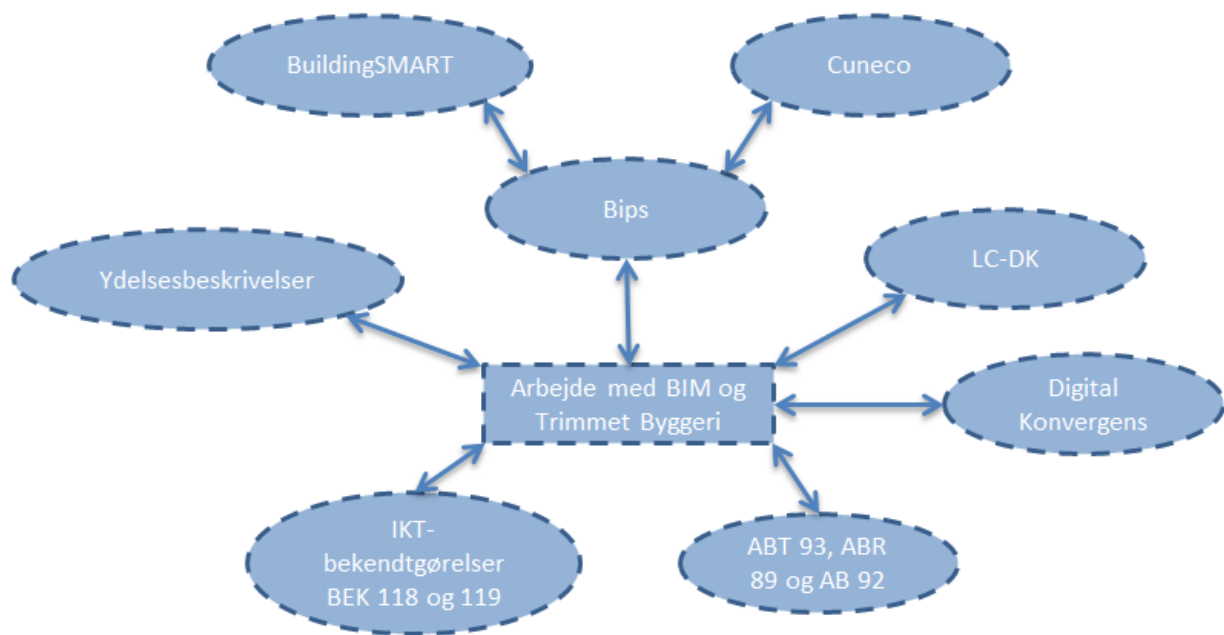
I byggeindustrien er kunder typisk repræsenteret som en statslig, offentlig, eller privat bygherre. Bygherrerne stiller typisk krav, til hvordan byggeriet skal foregå, samt hvilke standarder der skal følges i byggeriet. Endvidere stiller bygherrerne krav til yderligere tiltag ifm. hvordan byggeprocessen skal foregå, eks. om der skal afleveres omfattende materiale i form af bygningsmodeller og data knyttet dertil.

Leverandører –

Leverandører kan i byggebranchen være producenter af varer som eksempelvis betonelementer, de kan også være mellemhandlere, der leverer tegl, beton eller træ videre til de udførende. Og til slut kan leverandører være råmaterialeleverandører, eksempelvis i form af sand, ler mv. Ses der umiddelbart på leverandører inden for filosofierne Trimmet Byggeri og BIM, kan leverandører medgå i en forsyningskæde i Trimmet Byggeri, og kan samarbejde med projekterende over komponent fremstilling og levering på baggrund af objektbaserede modeller.

2.2.2 Visuel oversigt af omgivelser

Ovenstående blev de overordnede omgivelser, som er forbundet med en "byggevirksomhed" beskrevet. Eftersom der fokuseres på Trimmet Byggeri og BIM i denne rapport, udgør byggevirksomheden projekterende og udførende virksomheder. Leverandører kan typisk ikke stille krav til den udførende på grund af måden hvorpå byggerier udføres. De omgivelser der visualiseres og behandles i det følgende vil derfor have overvejende fokus i standarder, lovgivninger og krav fra det offentlige og private. Figur 17, viser en oversigt over de omgivelser der menes at kunne have en indvirkning ved udvikling af et system der arbejder med Trimmet Byggeri og BIM.



Figur 17: Visualisering af "byggevirksomhedens" konkrete omgivelser

På figur 17, vises den byggevirksomhed, der arbejder med Trimmet Byggeri og BIM, som en rektangulær figur. De konkrete omgivelser der påvirker arbejdet, vises ved ellipseformede figurer. BuildingSMART og Cuneco vises som afgreninger af Bips, da det er Bips der varetager disse tiltag i Danmark. Der analyseres på omgivelserens påvirkning af branchen i SWOT-analysen i underafsnit 2.2.3. For en uddybning af hvad foreninger, standarder mv. tilvejebringer på det strategiske plan, henvises til afsnit 2.3.

2.2.3 SWOT-analyse til omgivelser

Ved at opsamle og vurdere omgivelsernes eventuelle påvirkning på emnet Trimmet Byggeri og BIM, kan der opnås et overblik over den nuværende situation i bygge- og anlægssektoren, når der ses på eksterne omgivelser. På figur 18, ses den udførte SWOT-model i forbindelse med omgivelserne. Denne model er blevet til ved brainstorming med oversigten af omgivelserne i tankerne.

Som det kan aflæses af figuren, ses en nogenlunde lige delt andel, af styrker og muligheder vs. svagheder og trusler. Resultatet af SWOT-modellen vil i det følgende bl.a. blive brugt som én af faktorerne, ved udvalg af projektets arbejdsområder.



Figur 18: SWOT-model med grundlag i omgivelser

2.2.4 Oversigt over påvirkende omgivelser

Oversigten over omgivelser, skal give et indblik i, hvad der kan have den største indflydelse på "virksomhedens" arbejde med Trimmet Byggeri og BIM. De omgivelser der nævnes her, menes at have en særdeles høj betydning i sammenhæng med udarbejdelsen af et system, der skal skabe synergi imellem Trimmet Byggeri og BIM.

- IKT-bekendtgørelser – Bestemmer, at der SKAL arbejdes med systemer der kan levere IFC filer ved kommunalt, alment og statsligt byggeri over en vis beløbsgrænse.
- Cuneco, der arbejder med bl.a. fælles klassificering af byggeobjekter
- LCDK, der er den eneste forening i Danmark, der udelukkende ser på mulighederne og brug af filosofierne i Trimmet Byggeri.
- BIPS, for udvikling af branchestandarder mv. til brug i den digitale byggeproces.
- BuildingSMART, for udveksling af data mellem software

I afsnit 2.3, vil de fire ovenstående foreninger og udviklingstiltag analyseres (fire, da IKT-bekendtgørelser er lovgivningstekster) Dette vil blive en del af analysen af branchens strategi.

De foreninger og tiltag, der ikke er nævnt i punkterne ovenfor, men som er repræsenteret i figur 17, vurderedes til ikke at have en afgørende indvirkning på udviklingen af et system der både skal arbejde med arbejdsmetoder i Trimmet Byggeri og BIM.

2.3 Analyse af branchens strategi vedrørende Trimmet Byggeri og BIM

Dette afsnit beskriver byggebranchens strategi vedrørende emnerne Trimmet Byggeri og BIM. Afsnittet starter ud med beskrivelser af foreningers strategier til emnerne, dette suppleres med aktører i byggeriets strategier. Til slut i afsnittet forekommer en opsamling på strategier, en SWOT-analyse, funktionsanalyser på mellem og nedre niveau, samt en "Top-Down" – analyse.

2.3.1 Bips og IKT

Bips, er en sammenslutning af aktører i bygge- og anlægssektoren. Foreningen blev stiftet i 2003, ved sammenlægning af daværende foreninger BPS, ibb og IT-Bygge Net. Den består af medlemmer omfattende Bygherrer, bygningsejere, kommuner, data- og servicevirksomheder, forskningsinstitutter, organisationer i byggeriet, landinspektør virksomheder, entreprenører, byggevare -producenter -forhandlere, -leverandører, landskabsarkitekter, ingeniørvirksomheder og arkitektvirksomheder. (Bips, 2013) Bips defineres af direktøren Gunnar Friborg, som.

"Foreningen er en medlemsdrevet, non profit forening, der arbejder for byggebranchens virksomheder. Bips er en forkortelse af byggeri - informationsteknologi - produktivitet - samarbejde."

"Bips er det fælles udviklings- og digitale værktøjsforum for byggeri og anlæg"

– Gunnar Friborg 2011

Bips står for at udvikle og vedligeholde branchestandarder og aftalegrundlag inden for byggeriet. Når der arbejdes med, og udveksles modeller og informationer, er der behov for standarder som beskriver hvordan udvekslingen skal ske, samt hvem der står for at udveksle hvad og hvornår. Arbejdsområder inden for Bips omfatter aftaleforhold og kommunikation, CAD, udførelse, klassifikation, og beskrivelser. (Bips, 2013)

I forbindelse med arbejdet har Bips lavet en IKT aftale skabelon, som omfatter brugen af IT i byggeriet. Projekteringslederen står typisk for at tilpasse aftalen til det enkelte projekt, for derefter at sørge for at alle involverede parter i projekteringen får en kopi af aftalen. IKT aftalen skal som nævnt beskrive hvilken aktør der har ansvar for hvilke punkter igennem projekteringen. Aftalen er med til at sikre, hvilke formater der skal anvendes til at udveksle informationer parterne imellem, hvilken information der skal udveksles, samt generelle tegnings og modelleringsmetoder, herunder klassifikation af bygningsdele. Da der findes en del 3D projekterings platforme, er det IKT aftalens formål, at sætte dagsordenen for hvilke formater der anvendes til at udveksle informationer. På den måde kan de projekterende se hvilke platforme der understøtter dette. I IKT aftalen er punkterne beskrevet og formuleret til at understøtte de bekendtgørelser der er gældende indenfor anvendelse af IKT i byggeriet, punkterne kan specificeres ud alt efter behov, men skal som grundlag dække de krav der bliver oplistet under gældende bekendtgørelser. (Bips, 2013)

Bips, dækker over BuildingSMART i Danmark, og udviklingsprojektet Cuneco i deres arbejde. Det er bl.a. igennem tiltag som disse, at interesserne i Bips forankres.

2.3.2 Cuneco's fokuspunkter

Cuneco – center for produktivitet i byggeriet, er et udviklingsprojekt under bips, der frem til 2014 skal være med til at skabe nye standarder, der skal sikre en bedre informationsudveksling mellem parterne i en byggeproces. Cuneco er et statslig initiativ som tager udstik i BEK 1381 omkring brug af IKT i byggeriet (Nu BEK 118 og 119). Det var herudfra, at det blev vurderet nødvendigt, at fokusere på udviklingen af standarder og metoder til at supplere de krav der oplystes i bekendtgørelsen. Cuneco fokuserer på følgende punkter.

- Klassifikation.
- Informationsniveauer.
- Egenskabsdata.
- Opmålingsregler.

Målet med Cuneco's fokuspunkter, er ifølge kommunikationskonsulent Maja Skovgaard:

"Cuneco udvikler det fælles grundlag for digitaliseret samarbejde i byggeri, anlæg og drift. Målet er øget effektivitet og produktivitet gennem bedre udveksling af informationer." – Maja Skovgaard (Cuneco, 2011)

Det skal tages i betragtning, at udviklingsprojektet Cuneco, stadig er under udarbejdelse, og derfor er detaljerne i fokusområderne ikke 100 % færdigbehandlede.

2.3.2.1 Klassifikation (CCS)

Cuneco Classification Standards – CCS, er et nyt klassifikationssystem under udvikling af Cuneco. Det er målet, at CCS, skal erstatte DBK systemet, hvilket blev udviklet gennem det digitale byggeri. Systemet indgår som grundlæggende struktur i alle Cuneco's publiceringer. Det er idéen med klassifikationssystemet, at det kan konverteres til andre landes standarder, da det er opbygget med det internationale i mente. (Cuneco, 2013)

CCS Identifikation, ses som værende grundpillen i klassifikationssystemet. Identifikationen bruges til, at identificere bygningsdele på fem niveauer. Type-ID, Produkt-ID, Sammensat produkt-ID, Placerings-ID, og Funktions-ID. Disse fem ID-områder klassificerer eksempelvis vinduer som grupper, selvstændige objekter, som dele af andre bygningsdele, placeringer og funktioner. Hvert af de fem niveauer har deres eget præfix, såsom % for typer, + for placeringer osv.. (BuildingSMART, 2013) Disse præfix, sammen med bogstavskodning af forskellige forhold, skal bidrage til at standardisere klassificeringen af bygningsdele.

Det er Cuneco's fremtidssyn, at CCS bruges i byggesager for en standardiseret tilgang til klassifikation.

2.3.2.3 Informationsniveauer

Gennem et BIM projekts levetid, bliver der løbende tillagt flere informationer på en bygningsmodel. Her er tale om eks. informationer til priskalkulationer, energiberegninger, tidsplanlægning mv. Cuneco's informationsniveau-metode, er en måde hvorpå, at strukturere hvornår, samt hvor disse informationer skal florere i projektet. (Cuneco, 2012) Informationsniveauer strækker sig fra niveau 1-6. Niveauet, beskriver den mængde af informationer et objekt eller bygningsdel skal indeholde på et givent tidspunkt. Som eksempel ligger der i informationsniveau 1, blot oplysninger om de generelle geometriske former, hvor der i informationsniveau 5 ligger oplysninger omkring materialer, specifikke placeringer, bygningsdeles bæreevner mv. (Informationsniveau 6 tilføjer datagrundlag for automatisk produktion).

Informationsniveauer støttes op af egenskabsdata, der beskriver de specifikke informationer byggeobjekter skal indeholde. Formålet er, at skabe en fælles struktur for hvor megen information, der skal

indarbejdes og udveksles i byggeriets faser. Dette er for at undgå udarbejdelse, samt tab af unødvendig information.

2.3.2.3 Egenskabsdata

Egenskabsdata, beskriver alt fra gennerelle egenskaber på et projekt, til meget specifikke egenskaber, der blot tilhører ét objekt. Der dannes tre overordnede grupperinger for egenskabsdata: Funktionskrav (energi, økonomi miljø), resultat (form og placering) og produktion (tid, drift og produktion). Egenskabsdataene støtter op omkring informationsniveauerne, og det er muligt, at tildele egenskaber uafhængigt på hver af de overordnede tre grupperinger, ved et givent informationsniveau. I informationsniveau-metoden anvendes bl.a. en leverancespecifikation for, at holde styr på hvornår hvilke aktører får hvad, samt hvem der har ansvaret. (Cuneco, 2012)

Formålet med egenskabsdataene er, at nedbryde og uddybe informationen i informationsniveauerne, så kun den nødvendige information findes i bygningsmodellerne. Dette gøres med et fremtidsønske om, at effektivisere modelleringen, og minimere tab af information på tværs af faser, samt mellem aktører.

2.3.2.4 Opmålingsregler

Det har været erfaret, at Bips' opmålingsregler fra 2008, ikke var tilstrækkelige til praktiske anvendelser, og at der manglede fagspecifikke regler. Det er herfor formålet med Cuneco's opmålingsregler, klart at kunne definere mængdeudtræksregler der kan samarbejde med de regler der findes i bygningsmodeller af IFC formatet. Der defineres i forbindelse hermed både måle-, og mængderegler. Opmålingsreglerne omfatter hvad der skal måles, hvordan der skal måles, hvad der skal med i målingerne, og hvad der ikke skal. Informationsniveauerne bestemmer hvor detaljeret og præcist der opmåles. Der arbejdes frem mod, at lave måle- og mængderegler for faglige områder. (Cuneco, 2013) (Søefeldt, 2013)

Opmålingsreglerne skal fungere som standard omkring omfang og detaljering af mængder i et projektmateriale. Dette gøres med henblik på at skabe en effektiv de-facto standard, der kan bidrage til effektivisering af opmåling og mængdebetegnelser i byggesager. (Cuneco, 2013) (Søefeldt, 2013)

2.3.2.5 Opsamling

Cuneco står for Center for produktivitet i byggeriet, og har hermed også til formål at effektivisere visse arbejdsområder, for at skabe en bedre produktivitet.

Opsamles Cuneco's mål og visioner for de fire arbejdsområder giver dette nedenstående billede.

- Eksisterende klassifikationssystemer er utilstrækkelige, der udvikles nyt klassifikationssystem som markedsstandard.
- Informationsniveau-metoder og egenskabsdata skal bestemme den mængde af information der produceres og udveksles.
- Eksisterende opmålingsregler er ikke tilstrækkelige til praktiske anvendelser, herfor udvikles nye opmålingsregler der skal fungere som de-facto standard.

2.3.3 BuildingSMART's strategi

BuildingSMART, er en international non-profit organisation med fokusområder inden for arbejdsprocesser, dataordbøger og datamodeller. Foreningen har siden 90'erne arbejdet med, at kunne dele bygningsmodeller imellem software, heraf betegnelsen OpenBIM. (BuildingSMART, 2013) BuildingSMART har tre fokusområder, der beskrives overordnet i det følgende, med henblik på at afdække foreningens strategi.

2.3.3.1 IFC

IFC, er BuildingSMART's dataudvekslingsstandard, og er registreret som kommende ISO standard. Formatet IFC muliggør benyttelse og udveksling af bygningsmodeller på tværs af software.

IFC skal bidrage til OpenBIM, ved at gøre et samarbejde muligt imellem forskellige typer af software. (BuildingSMART - Tech, 2013) Problematikker ved IFC er ifølge forfatterens erfaringer, at dele af bygningsmodellens information kan gå tabt ved udveksling. Dette grundet softwareproducenters forskellige tilgange til formatet. Systemstandardiseringer som BuildingSMART's Model View Definitions (MVD) søger dog at imødekomme disse problemstillinger.

2.3.3.2 IFD (bSDD)

The International Framework for Dictionaries (IFD), eller BuildingSMART Data Dictionaries (bSDD), dikterer en fælles terminologi ved anvendelsen af BIM. Dette betyder, at alle udvekslede modeller tolkes på samme måde af de typer software, og eventuelt lande der udveksles imellem. Sprog og navne udelades fra konceptet, for at skabe fælles relationer. Der kommer hermed ikke tvivl omkring hvad enkelte bygningsdele benævnes på forskellige sprog, og bygningsdele klassificeres efter funktioner i stedet for sprog. (BuildingSMART, 2013) Hertil kan der drages sammenligninger med Cuneco's tiltag CCS.

De forskellige tiltag der sidstillet gøres på området klassifikationer og dataordbøger, giver anledning til undren. Cuneco, og BuildingSMART udvikler det samme koncept på to forskellige måder, der er intet internt samarbejde, selvom Cuneco og BuildingSMART begge er underlagt bips i Danmark. Ved dette skabes spild.

2.3.3.3 IDM

IDM betyder Information Delivery Manual, og har til opgave at være en informationsleverance manual. BuildingSMART's IDM, er tilegnet, at skabe standarder for hvordan, og hvad der udveksles mellem mindst to forskellige typer af software. En IDM består i princippet af to dele, en datadel og en procesdel. Datadelen er det tekniske, og skaber en sammenhæng i IFC-modellen. Procesdelen kortlægger hvilke informationer der skal udvikles samt hvornår. (See, Karlshøj, & Davis, 2012)

Igen har BuildingSMART og Cuneco det til fælles at de udarbejder principper og arbejdsmetoder/standarder inden for samme områder. Processerne i IDM, kan på nogle punkter sidestilles med CCS, samt Cuneco's informationsniveaumetoder. IDM forholder sig dog kun til de data der findes i bygningsmodellen, hvor Cuneco forsøger at medtage helheden.

2.3.3.4 Opsamling

Opsamles BuildingSMART's mål og visioner for de tre arbejdsområder, giver dette nedenstående billede.

- En fælles standard for udveksling er udviklet og videreudvikles for informationsdeling på tværs af software.
- Data "ordbøger" skal klassificere hvad der udveksles, så de samme informationer udveksles hver gang uanset hvilken software der bruges.
- Manualer skal udarbejdes, der bestemmer hvornår og hvordan data skal udveksles. (dette omfatter endvidere også HVAD der skal udveksles).

Som nævnt under de respektive dele i dette underafsnit, bærer BuildingSMART og Cuneco mange ligheder i deres udviklingstiltag. At disse foreninger ikke samarbejder om udviklingen kan dog være problematisk.

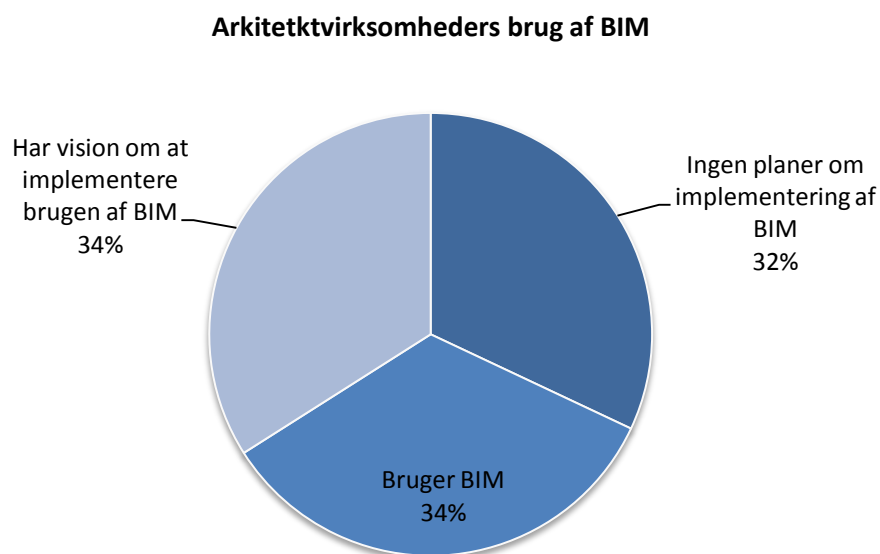
2.3.4 De projekterendes BIM strategi

Dette underafsnit er baseret på data indhentet delvist af den ene af denne rapport forfattere ifm. en survey omkring brugen af BIM ved danske arkitektvirksomheder, udarbejdet for et privat firma. Surveyen, er udført på over 200 arkitektvirksomheder af forskellig størrelse (Virksomhedsstørrelser fra 1-50+ ansatte), og er udført fra maj-september 2013. (Stephansen, Christensen, & BIMEquity, 2013) Datagrundlaget i surveyen, er ikke tidligere behandlet, og vil derfor blive behandlet ifm. denne rapport. Underafsnittet vil starte med en definition af spørgsmål der reflekterer denne rapport, og dette underafsnits mål, om at få afklaret virksomhedernes forretningsstrategier inden for BIM. De definerede spørgsmål er som følgende:

- Grundlag for BIM strategier: Bruger virksomhederne BIM?
- Arbejdet med BIM: Hvordan ses det at arbejde med BIM?
- Vision og strategi: Hvad er visionen og strategien for den fremtidige benyttelse af BIM værktøjer?

2.3.4.1 Grundlag for BIM strategier

Det første og mest ligetil spørgsmål i forbindelse med virksomheders BIM strategi, er om virksomhederne overhovedet bruger BIM i projekteringen, eller har en vision om at komme til at bruge det. Hvis markedet ikke ønsker at bruge en teknologi, er der ingen årsag til at analysere på strategier hertil. På figur 19, vises hvor stor en andel af de over 200 adspurgte virksomheder arbejder med, eller har planer om at arbejde med BIM. Der ses ikke her på graden af objektbaseret modellering ved BIM, men blot om der bliver brugt BIM værktøjer eller ej.



Figur 19: Oversigt over arkitektvirksomheders brug af BIM, datagrundlag (Stephansen, Christensen, & BIMEquity, 2013)

På figur 19 kan det aflæses, at to tredjedele af virksomhederne enten allerede bruger BIM i en vis udstrækning, eller har planer om at implementere i den nærmeste fremtid. Den sidste tredjedel har ingen planer om at implementere eller arbejde med BIM. Det skal her tages i mente, at dette både dækker over mindre rådgivningsvirksomheder der ikke projekterer, virksomheder der lukker i nærmeste fremtid grundet

pension, og følgelig virksomheder der ingen intentioner har om at bruge BIM, før det er absolut nødvendigt. (Stephansen, Christensen, & BIMEquity, 2013)

Af ovenstående kan det konkluderes, at markedet for BIM værktøjer, eller systemer er til stede i stor udstrækning, og det ses herfor af betydning, at analysere på strategi ifm. BIM.

2.3.4.2 Arbejdet med BIM

Det næste der skal afklares, er om der ses nogle fordele i at arbejde med BIM, eller der blot implementeres teknologi fordi lovgivningen dikterer det. Nedenfor listes nogle udvalgte udsagn virksomhederne er kommet med ifm. at have været adspurg, om hvad deres erfaringer med BIM er.

- *"Vi bruger stort set kun 3D projektering på nuværende tidspunkt, med lidt mængdeberegning internt"*
- *"At implementere BIM 100 % kræver at der bliver stillet krav til det, og der bliver honoreret for det"*
- *"Der mangler incitament ift. honorar fra bygherre"*
- *"Der bruges BIM software på alle de store sager"*
- *"Implementering af BIM går super, arbejder på at videreudvikle færdigheder"*
- *"Ambitionerne forsvinder lidt som projekterne fremskrider"*

(Stephansen, Christensen, & BIMEquity, 2013)

Arbejdet med BIM centrerer efter ovenstående udsagn særdeles omkring ekstra honorering for ydelser. Der er ikke mange der har kunnet se en økonomisk fordel i at arbejde med BIM endnu. (Herfor kræver de fleste honorarer for at arbejde med 3D modeller mv.)

2.3.4.3 Vision og strategi

Virksomhedernes generelle strategi vedrørende BIM er, at de vil dygtiggøre sig på området, enten grundet lovkrav, eller grundet eget ønske. Nedenstående udsagn støtter op om dette:

- *"At implementere BIM 100 % kræver, at der bliver stillet krav til det, og der bliver honoreret for det"*
- *"Der er planer om implementering af BIM, da vi ellers ikke kan følge med på IKT krav"*
- *"Det var hensigten at lave alt i BIM, men har måttet konstatere at det bare er hurtigere og lettere at eksportere og lave hurtige skitser i 2D"*
- *"Fokus står i at få BIM bedre integreret, mange ting er nemmere at lave i gammelt software (2D CAD)"*
- *"BIM er et fokusområde, og planen er at bringe BIM kompetencer op til et niveau så bl.a. FM kommer med, og vi kan tilbyde kunderne det"*

(Stephansen, Christensen, & BIMEquity, 2013)

Af ovenstående kan det uddrages, at den generelle strategi vedrørende BIM, er at videreudvikle færdigheder. "Kæppen i hjulet" bliver dog, at arbejdet med 3D modellering og BIM er tungt i forhold til papirskitser og 2D tegning. Til dette kommer yderligere, at mange af virksomhederne ikke kan se en umiddelbar gevinst i at skifte fra 2D til 3D modellering, og at "tegninger" ses som lettere at udveksle på tværs af software, end modeller. Eftersom BIM bringer stadig relativt nye tiltag til, savner mange af

tegnestuerne kompetencer. For de der har set fordele i brugen af BIM og 3D-modellering, står udvikling af kompetencer højt på dagsordenen.

2.3.5 LC-DK's vision og strategi

Lean Construction DK's strategi fremkommer af deres handlingsplan, samt af deres vision og strategi. LC-DK benævner selv deres vision som:

"Vi vil være epicenter for forskning, viden, uddannelse, erfaring, værktøjer, netværk og fordomsfri dialog om Lean Construction. Vi vil vise, at Lean Construction skaber merværdi.(Og) Vi vil være brohoved for vores medlemmer i forhold til andre netværk og interesser inden for Lean Construction nationalt såvel som internationalt." – LC-DK (LC-DK, 2013)

Det kan heraf aflæses, at foreningen Lean Construction DK, arbejder på at udbrede brugen, og viden om Trimmet Byggeri. Foreningen har konkretiserede ambitioner på fire områder, disse fire områder beskrives kort i det følgende.

2.3.5.1 Mødested

Foreningen er mødested for alle der vil optimere processer gennem brugen af Trimmet Byggeri. Foreningen er til stede ved arrangementer, er synlig på nettet, og arbejder med tiltag, der kan gøre det nemt at skilte med medlemskab af LC-DK. (LC-DK, 2013)

2.3.5.2 Epicenter

Foreningen tilstræber at være dynamisk centrum for opbygning af viden omkring Trimmet Byggeri. En håndbog udvikles, der gør den eksisterende viden og eksisterende værktøjer tilgængelige. Det er visionen at gøre et stort struktureret arbejde i at støtte afgangsprojekter omhandlende Trimmet Byggeri. Ydermere udpeges fageksperter inden for området i et ekspertpanel, disse fageksperter skifter med deres ekspertise og kan svare på henvendelser mv. (LC-DK, 2013)

2.3.5.3 Merværdi

Foreningen igangsætter arbejdsplaner, der har til formål, at afklare den merværdi som Trimmet Byggeri bringer. Arbejdsplaner der er tale om, er følgende:

- Erhvervs Ph.d.: Det undersøges, hvem der har interesse i at samarbejde omkring et evt. erhvervs Ph.d. projekt, foreningen vil på sigt indgå som aktiv medspiller.
- Bedre byggeprocesser: "Gode historier" med Trimmet Byggeri skal opbygges og synliggøres
- Videreformidle rapporter og Papers om resultater ved Trimmet Byggeri

(LC-DK, 2013)

2.3.5.4 Brohoved

LC-DK vil være et centralt støtte- og afsætningspunkt for samarbejde med andre aktører. Foreningen udleverer en studiepris årligt i form af et rejselegat, sikrer dansk deltagelse ved EGLC (European Group for

Lean Construction) og IGLC(International Group for Lean Construction). Ydermere arbejdes der på at lave studieture uden for branchen, til eksempelvis produktion. (LC-DK, 2013)

2.3.5.5 Opsamling

LC-DK, er en forening, der arbejder med udbredelse af Trimmet Byggeri i Danmark, deres arbejdsopgaver mynter sig hovedsageligt med at bringe kontaktflade mellem aktørerne i byggeriet. De arbejder derfor ikke direkte med anvendelsen af Trimmet Byggeri på konkrete byggesager. For byggevirksomheders strategi ift. deres brug af Trimmet Byggeri, henvises til afsnit 2.3.6.

2.3.6 De større byggevirksomheders strategi vedrørende Trimmet Byggeri og BIM

Dette underafsnit tager udgangspunkt i dokumentanalyse, interviews, telefonsamtaler og mailkorrespondance med udvalgte ledere fra nogle af Danmarks større byggevirksomheder. Underafsnittet har til formål, at afklare virksomhedernes strategier vedrørende Trimmet Byggeri og BIM.

Når der tages kontakt til byggevirksomhederne i Danmark, fås det indtryk, at det er langt fra alle, der anvender filosofien Trimmet Byggeri i praksis, og strategier herved kan indebære, eks. at samarbejde med en anden aktør med større erfaring inden for området.

Thorsten Staub Jürgensen fra Rambøll siger bl.a.

"Jeg kender ikke til ét af vores byggeprojekter, hvor vi.. har arbejdet med Trimmet Byggeri. Jeg har forhørt mig hos andre og mit indtryk er, at du (i), skal have fat i en af de store totalentreprenører. For eksempel har MT Højgaard deres TrimByg koncept" (Jürgensen, 2013)

Der henvises herved til firmaet MT Højgaard, da de med deres koncept TrimByg, har klare retningslinjer og strategier for arbejdet med Trimmet Byggeri.

I MT Højgaard startede arbejdet omkring Trimmet Byggeri med vejledning fra Lean "guruen" Glen Ballard, samt tidligere direktør fra NIRAS Sven Bertelsen. I starten var arbejdet meget teoretisk, og da der afholdtes kurser, kom kursisterne som regel bagefter for at høre om hvordan de skulle anvende teorierne i praksis. Proceskonsulent for MT Højgaard, og tidligere Senior Planlægningschef for NCC, Kristine Ann Barnes siger omkring emnet:

"Det var meget teoretisk i starten, når vi havde undervist så kom de (kursisterne) bagefter og spurgte, men hvad gør vi så ude på byggepladserne. Der kunne vi godt se vi var nød til at blive mere praktiske.. Man skulle lære at holde workshops hvor vi satte fokus på vores fælles mål. Vi skulle nå vores fælles mål ved at udfylde nogle succeskriterier. Det har vi lært stille og roligt." (Barnes, 2013)

Strategien her herfor været ved MT Højgaard, at gøre processerne i Trimmet Byggeri mere praktisk orienterede.

For arbejdet mellem Trimmet Byggeri og BIM siger BIM specialist ved MT Højgaard Ole Berard:

”Man kan med fordele anvende elementer fra Last planner og procesplanlægning, som vi gør på vores udførelsesprojekter, og bruge dette i designplanlægningen. Dermed fås en mere klar designtidsplan der også definerer BIM leverancer” (Berard, 2013)

Hermed ser MT Højgaard endvidere et muligt arbejdsområde ved at BIM og Trimmet Byggeri benyttes sammen.

Det er dog ikke blot MT Højgaard der arbejder med Trimmet Byggeri i Danmark. Virksomheder som også kan nævnes omfatter bl.a. Hoffmann med konceptet ”Her i Hoffmann”, NCC, COWI og NIRAS. For konkrete arbejdstilgange, og brugen af filosofier, henvises til denne rapports afsnit 3.1.1.

2.3.6.1 Opsamling

Arbejdet med Trimmet Byggeri forsøges gjort praktisk orienteret, et teoretisk grundlag, er ikke nok for de aktører der skal arbejde med filosofien. Trimmet Byggeri og BIM ses som oplagte til at kunne supplere hinanden i planlægningsfaserne fra start til slut.

2.5.7 Opsamling af strategier

Dette underafsnit opsamler de strategier branchen og konkrete virksomheder har vedrørende Trimmet Byggeri og BIM. Dette gøres i punktform nedenfor:

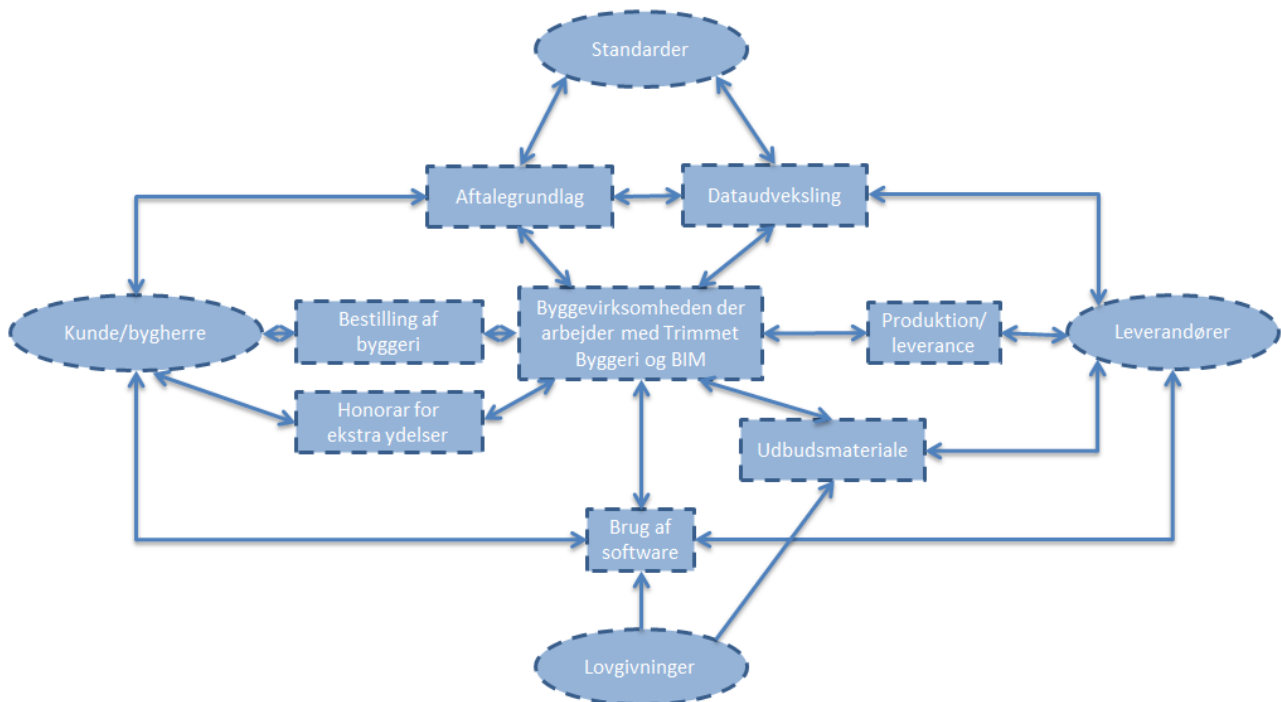
- **Bips og IKT:** Har forskellige tiltag til effektivisering ved anvendelse af IKT i byggeriet. Udvikler nationale brancheorienterede IKT-aftalegrundlag. Dækker over BuildingSMART og Cuneco i DK.
- **Cuneco’s fokuspunkter:** Udvikler klassifikationssystemer, informationsniveaumetoder, egenskabsdatasystemer, og opmålingsregler, da eksisterende ses som utilstrækkelige.
- **BuildingSMART’s strategi:** Arbejder med OpenBIM, udvekslingsformatet IFC, klassifikationssystemer (dataordbøger) og informationsudvekslingsmanualer. Deler mange ligheder og fællestræk med Cuneco. Samarbejder ikke med Cuneco.
- **De projekterendes BIM strategi:** Virksomhederne arbejder med BIM, og implementerer. De kan dog ikke se direkte umiddelbare økonomiske gevinster, og tøver derfor med bygningsmodelleringen hvis ikke der honoreres ekstra for dette.
- **LC-DK’s vision og strategi:** Arbejder med at udbrede Trimmet Byggeri i Danmark, skaber kontaktflader mellem aktører, og bidrager med en håndbog i Trimmet Byggeri.
- **Byggevirksomheders strategi vedrørende Trimmet Byggeri og BIM:** Arbejder med udbredelsen af Trimmet Byggeri, det er målet at filosofierne gøres praktiske til anvendelse i byggesektoren. Trimmet Byggeri og BIM ses som et oplagt samarbejdsområde.

Ovenstående opsummerer groft strategier i branchen. Strategianalyse leder videre til funktionsanalyser, samt en SWOT-model, der oplister de styrker, svagheder, muligheder og trusler der findes i forbindelse med foreninger, organisationer og virksomheders strategier.

2.3.8 Funktionsanalysens mellem og nedre niveau

Generelt udføres funktionsanalyserne på overordnet plan, da der ses på markedet som aktør, og det ville være for omfattende, for ikke at tale om ufornuftigt, at udføre analyser over hver enkelt funktion i en

virksomheds strategi, når der ses på markedet som helhed. Ydermere skal det bemærkes, at der ikke ses på alle udvekslinger i en byggesag, men på funktioner i strategien ift. omgivelser. Funktionsanalysen på mellemniveau, undersøger nogle af de funktioner der er til stede, når byggevirksomheder arbejder med Trimmet Byggeri og BIM. Figur 20, viser funktionsanalysen på mellemniveau. Cirklerne viser omgivelser, hvor pile illustrerer logistiske sammenhænge.



Figur 20: Overordnede funktioner ved arbejde med Trimmet Byggeri og BIM, funktionsanalysens mellemniveau

2.3.9.1 Funktionsanalysens nederste niveau

I det følgende, udvides funktionsanalysen til et nederste niveau, der beskriver en praktisk organisering af funktionerne i mellemniveauet. Dette gøres ved en punktopstilling.

Bestilling af byggeri:

- Bestiller byggeri
- Evt. krav om brug af Trimmet Byggeri
- Evt. krav om brug af BIM og 3D visualisering
- Plan for byggeri udarbejdes i overensstemmelse med aftaler på ovenstående.

Honorar for ekstra ydelser:

- Evt. honorar for ekstra ydelser

Brug af software:

- Evt. krav fra bygherre om filformat
- Evt. krav fra lovgivning om filformat

Udbudsmateriale:

- Evt. krav fra lovgivning omkring indhold
- Krav fra virksomhed til producent

Aftalegrundlag:

- Aftalegrundlag mellem bygherre, udførende og leverandør, udarbejdes
- Evt. i henhold til eksisterende standarder
- Evt. i henhold til specifikke krav fra kunde

Dataudveksling:

- Omfang af dataudveksling med leverandør og samarbejdspartnere aftales
- Evt. på baggrund af eksisterende standarder
- Evt. på baggrund af specifikke krav fra kunde(r)

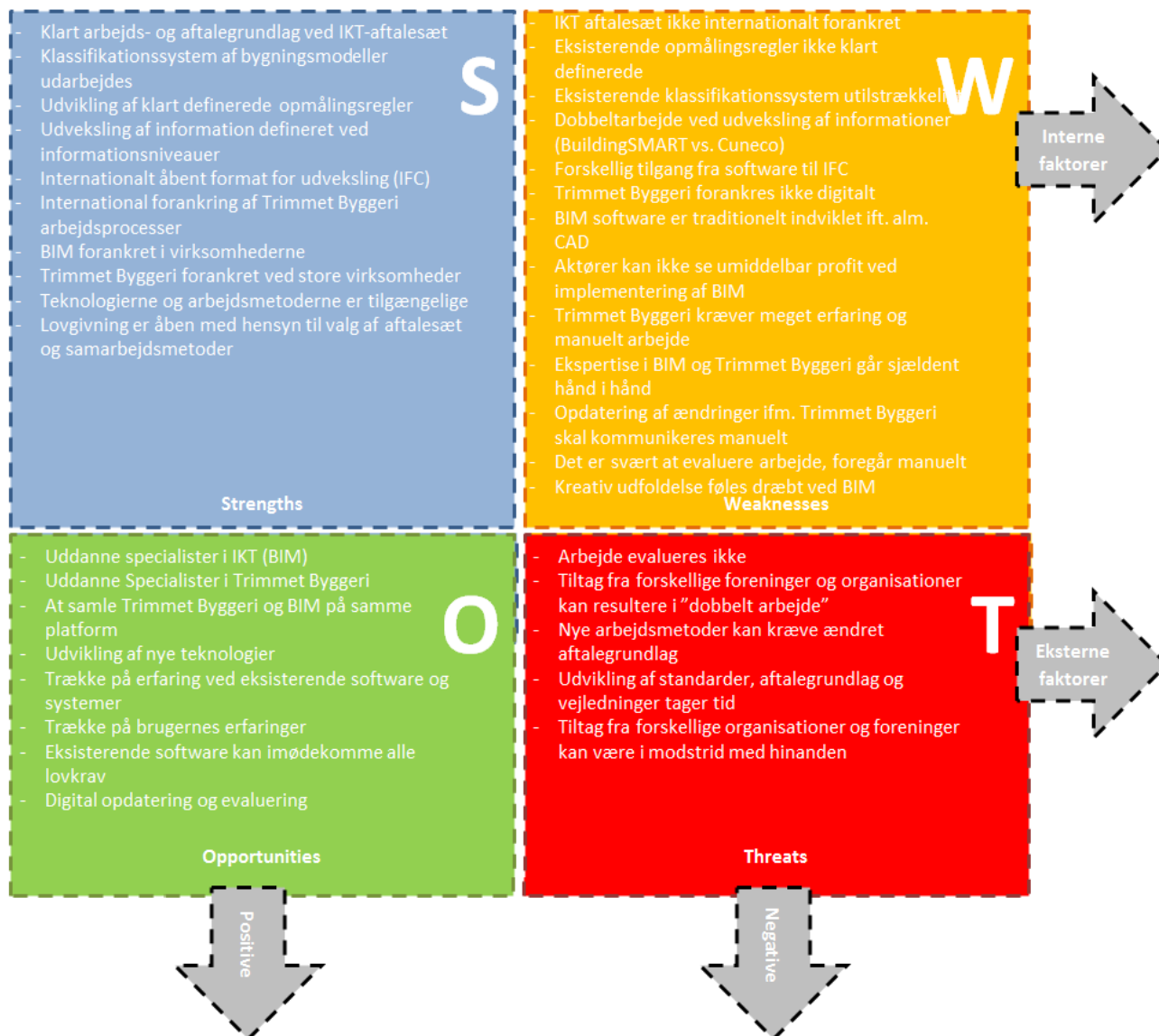
Produktion/leverance:

- Emner produceres og leveres efter aftaleforhold
- Evt. krav til levering i henhold til Trimmet Byggeri filosofier såsom Just-In-Time.
- Emner opsættes efter evt. krav til Trimmet Byggeri

Denne nedbrydning af funktioner, samt virksomhedernes strategi, ligger til dels som grundlag for SWOT-analysen i afsnit 2.3.9.

2.3.9 SWOT-analyse til strategier

Ved at brainstorme, samt opremse foreningers, og virksomheders strategi, samt den eventuelle påvirkning på emnet Trimmet Byggeri og BIM disse har, kan der opnås et overblik over den nuværende situation i bygge- og anlægssektoren, når der ses på strategier. På figur 21, ses den udførte SWOT-model i forbindelse med strategierne. Denne model er blevet til ved brainstorming med analyserne af strategierne i tankerne, samt ved informationer indhentet ved afholdte interviews.



Figur 21: SWOT-model med grundlag i strategier

Som det kan aflæses af figuren, ses flere svagheder end styrker, dette angiver, at der findes arbejdsområder værd at effektivisere på. Svagheder dækker bl.a. over manglende ekspertise, evaluering af arbejde, kreativ udfoldelse og digital forankring. Resultatet af SWOT-modellen vil i det følgende blive brugt som en af faktorerne ved udvalgte og udpegning af projektets arbejdsområder.

2.4 Innovativ teknologianalyse

Hvor strategianalysen (afsnit 2.3) fokuserer på, hvordan, hvornår og hvor meget der arbejdes med Trimmet Byggeri og BIM i branchen, samt hvor fordele og svagheder ligger, understøtter den innovative teknologianalyse, hvordan nye teknologiske muligheder kan påvirke og ændre strategien. Den innovative teknologianalyse er baseret på resultaterne fra SWOT-modellen og strategianalysen.

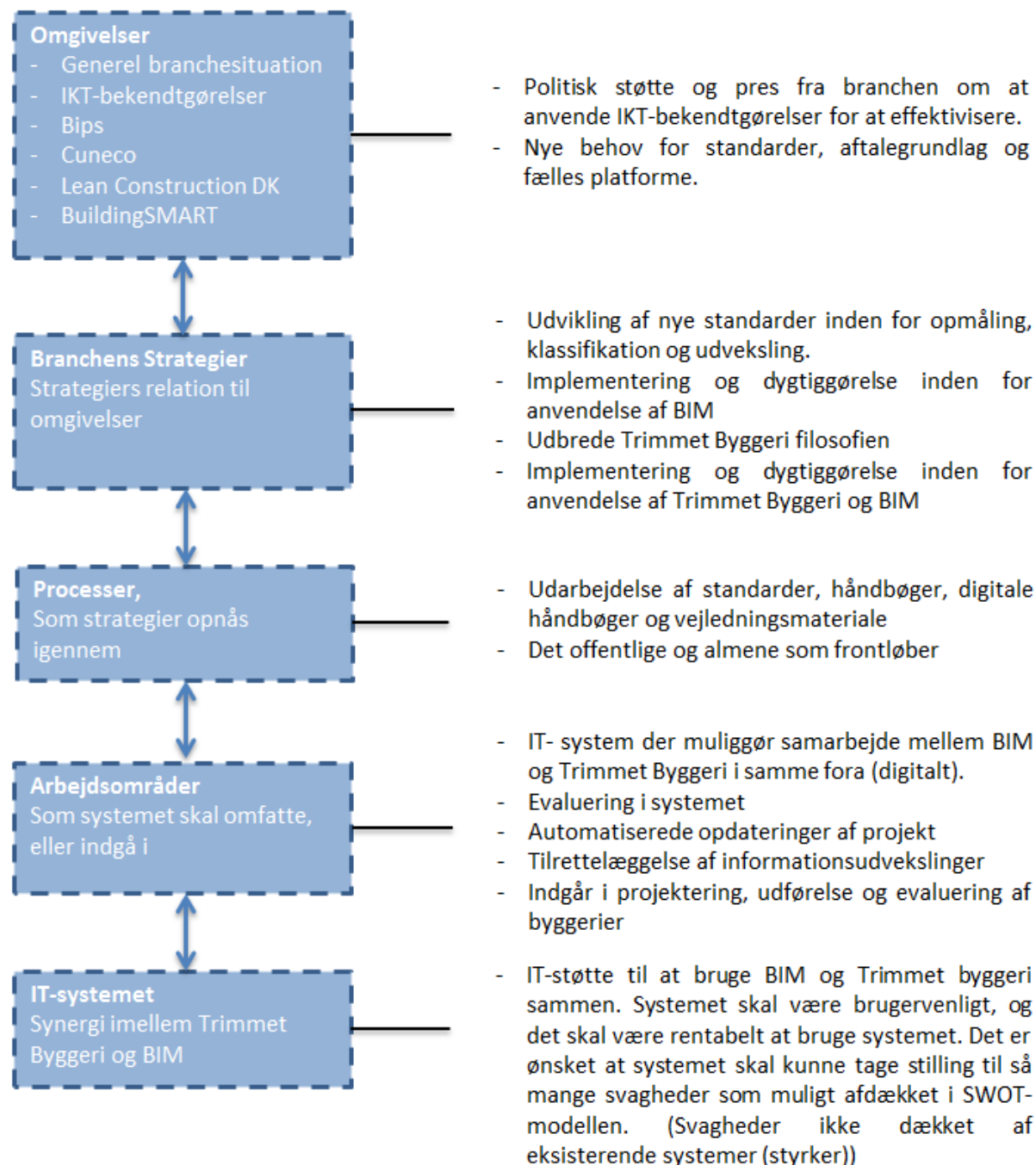
Grundlaget i tankerne omkring en fælles digital platform for Trimmet Byggeri og BIM, udspringer af et ønske om at effektivisere byggeriet som helhed. Ved at arbejde med begge filosofier i samme software, skabes der gunstige muligheder for at anvende disse til at supplere hinanden, og evt. skabe en synergieffekt. Et nyt system kan udvikles til at varetage de svagheder der ikke allerede kan varetages af styrker. Her kan bl.a. være tale om automatiske opdateringer af projektændringer direkte i bygningsmodellen, mulighed for løbende evaluering af byggesager direkte i systemet, og brug af et simpelt forståeligt interface, der ikke kræver lange optræningsperioder, eller ekspertise. Udvikling af et simpelt, rentabelt system, vil endvidere skabe incitament for implementering og brug.

Fra IKT-bekendtgørelserne, samt IKT-aftalegrundlaget fra Bips, ligges der op til en specificering af hvilke informationer der skal udarbejdes, hvornår. Dette støttes ydermere op af Cuneco og BuildingSMART i deres specifikationer om dataudveksling. Med henblik på dette, kan der i et udviklet system indgå muligheder om tilrettelæggelse informationsudvekslinger på forskellige stadier af byggeriets projekteringsfaser. Dette kan gøres så mængderne af informationer tabt holdes på et lavt niveau, og "dobbelt arbejde" mindskes.

Følgende, udføres en "Top-Down" analyse, over branchens strategi, samt det "nye" systems overordnede arbejdsområder og funktion.

2.4.1 "Top-Down"-analyse

"Top-Down" analysen på figur 22, danner et overordnet overblik over sammenhængene i kapitlet "den strategiske analyse". Dette vil sige mellem omgivelser, strategi, og den innovative teknologianalyse. Denne analyse ligger sammen med SWOT-analyserne, til grundlag for udvalg af projektets arbejdsområder. De tre første felter i analysen omhandler omgivelser, strategier og processer, hvor de to sidste felter omhandler udviklingen af det konkrete system ifm. dette projektarbejde.



Figur 22: "Top-Down"-analyse

2.5 Udpegning af arbejdsområder

Ud fra de identificerede problemer og svagheder (SWOT), strategier, funktionsanalyser, og "Top-Down"-analyse, findes og afgrænses de arbejdsområder som den videre forundersøgelse, og systemudvikling i rapporten skal fokusere på. Dette afsnit udpeger og beskriver disse arbejdsområder.

2.5.2 Projektets Arbejdsområder

Arbejdsområderne afdækket i dette underafsnit skal ligge til grundlag for det videre projektarbejde ifm. forundersøgelsen og systemudviklingen. Arbejdsområderne tilkommer, af en sammenfatning af de afdækkede svagheder og problemstillinger tidligere i rapporten. Det er målet med udpegning af projektets arbejdsområder, at sikre, at det videre projektarbejde er relevant ift. omgivelserne, identificerede problemer og svagheder samt effektiviseringsmuligheder.

Nedenstående listes nogle af de svagheder op, der blev afdækket i SWOT-analysen. Dette gøres for at skabe et overblik over mulige arbejdsområder til videre analyse.

Svagheder:

- Kreativ udfoldelse føles dræbt ved BIM
- Evaluering af arbejde gøres manuelt, og kan være ustruktureret og dermed meget tidskrævende
- Ekspertise i Trimmet Byggeri og BIM går sjældent hånd i hånd
- Planlægning med Trimmet Byggeri kræver stor ekspertise og udføres oftest manuelt
- Aktører kan ikke se umiddelbar profit ved implementering af BIM
- Trimmet Byggeri forankres ikke digitalt
- Opdatering af ændringer ved brug af Trimmet Byggeri sker ofte manuelt
- BIM software er traditionelt meget indviklet

2.5.2.1 De konkrete arbejdsområder

Når der ses på svagheder, giver dette mulighed for en afdækning af konkrete arbejdsområder til grundlag for analyse. De konkrete arbejdsområder listes i det følgende, suppleret med begrundelser for valg af disse.

Implementering af Trimmet Byggeri og BIM: Valget af implementering som arbejdsområde, grunder i, at der ved implementering af nye værktøjer og metoder sjældent kan ses en umiddelbar økonomisk gevinst, og at implementering oftest kræver organisatoriske ændringer, samt er meget tids- og arbejdskrævende. Implementering af nye arbejdsmetoder og værktøjer, gøres ofte blot hvis der tilkommer lovgivning der dikterer brugen, samarbejdspartnere der kræver brugen, eller som supplement til utilstrækkelige eksisterende arbejdsformer/metoder.

Projektering med BIM: Adskillige firmaer projekterer allerede med BIM. Det er ønsket at se på hvordan denne projektering sker, med henblik på at optimere ved inddragelse af supplerende metoder. Da én arbejdsmetode, eller ét effektiviseringsgrundlag i nogle tilfælde kan suppleres af andre.

Planlægning med Trimmet Byggeri: Planlægning med Trimmet Byggeri vælges som arbejdsområde, da det vurderes som relevant, at se hvordan arbejdet med dette foregår, samt analysere hvordan dette eventuelt

kan suppleres med digitale værktøjer, og automatiserede planlægnings- og styringsmetoder ift. intelligente 3D-bygningsmodeller, der allerede stilles krav til i eks. IKT-bekendtgørelser.

Løbende evaluering af projekter: Evaluerings ses af virksomhederne som et problemområde, da dette sjældent gøres på en struktureret måde. Der ses på arbejdet løbende evaluering, da det vurderes særdeles relevant at indtage dette i et system hvis omfang dækker både Trimmet Byggeri og BIM.

2.6 Grundlag for dybdeanalysen

Dette kapitel omfattede analyser af omgivelser, der gør sig gældende for aktører i byggesektoren, der arbejder med Trimmet Byggeri og BIM, da omgivelsernes påvirkning på sektoren delvist dikterer brugen af arbejdsmetoder og teknikker. Ydermere blev der ved en analyse af strategier afdækket hvordan virksomheder, og foreninger i byggeriet ser på emnerne Trimmet Byggeri og BIM som helhed, samt hvilke strategiske overvejelser de gør sig i brugen af dette. Analyserne af omgivelser, og strategier i kapitlet blev støttet af SWOT-modeller, funktionsanalyser, samt "Top-Down" analyse, for at skabe grundlag for det videre projektarbejde.

De arbejdsområder der er valgt i afsnit 2.5, reflekterer det videre arbejde i rapporten med henblik på en systemudviklingsproces. Resultater fra SWOT- og funktionsanalyser, begrænses ikke til dette kapitel, og disse resultater inddrages som dele af analysegrundlag i dybdeanalysen. Arbejdsområderne fra dette kapitel viderebehandles og analyseres i det følgende.



Kapitel 3: Dybdeanalysen

Dette kapitel udgør fordybelsesfasen og har til formål at skabe en grundig forståelse for nuværende arbejdspraksis. Kapitlet omhandler dybdegående analyser tilknyttet de arbejdsområder der blev udvalgt tidligere i den strategiske analyse. Kapitlet starter med en redegørelse af værktøjer i Trimmet Byggeri og BIM, dette gøres, da det vurderes af betydning at slå disse fast, inden analysearbejdet påbegyndes.

3.1 Værktøjer i Trimmet Byggeri og BIM

Dette afsnit omhandler en redegørelse af væsentlige begreber inden for filosofierne Trimmet Byggeri og BIM. Formålet er, at afklare hvilke værktøjer og principper der anvendes i filosofierne. Afsnittet starter ud med en beskrivelse af værktøjer i Trimmet Byggeri, og bevæger sig herefter ud i en beskrivelse af hovedprincipper i BIM.

3.1.1 Værktøjer og principper for Trimmet Byggeri

Byggebranchen er organiseret i projekter, og et byggeri er en midlertidig produktion af et produkt. Fabrikationstankegangen eksisterer ikke under et byggeri, hvis der tænkes på at udforme metoder der kan genanvendes til senere produktion. Fokuseringen af det unikke i hvert projekt har domineret implementeringen af fabrikationsteorier til byggeriet. (Koskela, 1992)

Trimmet Byggeri omfatter en teori samt en række værktøjer, til at effektivisere projekterings og byggeprocessen. Teorien og værktøjerne kan i en synergi bidrage til at øge værdiskabelsen, samt optimere de processer der udgør et byggeprojekt, både under projekteringen samt under udførelsen.

Værdi er et nøgleord under Trimmet Byggeri, teorien og værktøjerne under Trimmet Byggeri tilsigter at skabe merværdi for alle involverede i projektet. Under projekteringsfasen bliver projektets problemstillinger synlige, og der søges efter løsninger på de opståede problemer. Løsningerne afhænger af de personer der er involverede, samt projektets kompleksitet. En måde hvorpå at løse problemerne, er ved at skabe et samarbejde mellem de udførende og de projekterende. Dette vil give grundlag for et bedre flow under udførelsen. Imidlertid skabes en anden proces, under denne kan der benyttes workshops hvori de udførende i fælleskab søger at løse de problemer der opstår, ved at de udførende samarbejder mod et fælles mål. Eks. kan et bedre arbejdsflow, skabe et samarbejde, samt en indsigt i hvad de udførende hver især laver på hvilket tidspunkt. (Bertelsen, 2013)

3.1.1.1 Flowstyring

Et element under Trimmet Byggeri er styring af byggeprocessens produktion. Trimmet Byggeri handler til dels om at skabe en synkronisering af de aktiviteter der skal udføres. Med synkronisering menes det, at der lægges vægt på at aktiviteternes udførelse bliver så strømlinet så muligt. For at sikre en strømlinet udførelse er der flere faktorer som spiller ind. Til dels ses der på, at få nedbragt usikkerheden omkring varigheden af udførelsen samt, at forudsætninger for udførelsen er til stede. Det er her at koordinering og workshops mellem de udførende spiller en stor rolle (Bertelsen, 2013)

Flowstyring har til formål at koordinere arbejdet mellem leverancer og de udførende, samt sikre at der skabes effektivitet, ved at optimere leverancer så de passer til det der skal udføres. (Ballard, 2000) . I det følgende vil det blive gennemgået hvilke punkter der hører under arbejdet med Trimmet Byggeri.

3.1.1.2 Last Planner System

Last Planner tilføjer et produktionskontrolværktøj til den traditionelle byggeledelse. Last Planner System kan forstås som en mekanisme der transformerer hvad der skal laves om til, hvad der kan blive lavet. Derudfra kan der laves ugeplaner hvori der bliver vist, hvad der skal laves den kommende uge. (Ballard, 2000)

Nøglefunktionen i et planlægningsværktøj er, om den data den genererer, er valid. I det følgende bliver der oplistet en række punkter der skal være opfyldt for at en opgave kan udføres.

1. Opgaven skal være defineret.
2. Den rigtige rækkefølge af arbejdsopgaver er valgt.
3. Det rigtige antal arbejdere til arbejdet er valgt.
4. Den opgave der er valgt, kan blive udført.

1) At opgaven skal være defineret: Betyder, at beskrivelsen af opgaven er til stede, så opgaven kan planlægges og udføres. 2) Rækkefølgen af arbejdsopgaver: Betyder, at der er en logik i at arbejdet skal og kan udføres på tidspunktet og, at der er et klart mål samt en udførelsesstrategi for opgaven. 3) Det rigtige antal arbejdere til arbejdet er valgt: Betyder, at det afsatte mandskab skal kunne nå opgaven på den afsatte tid. 4) Den opgave der er valgt, kan blive udført: Betyder, at alle materialer skal være til stede og at opgaven rent praktisk kan blive udført. (Ballard, 2000)

3.1.1.3 Procesplan

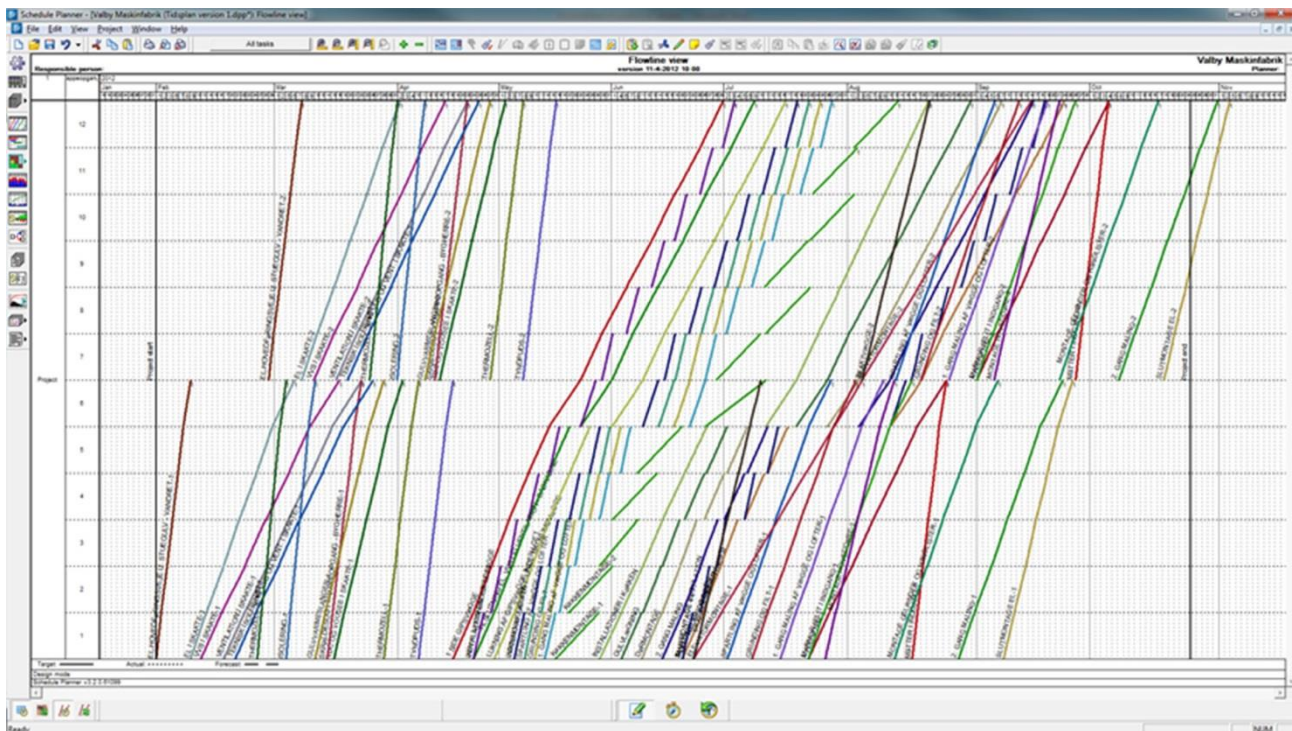
Procesplanen er en planlægning over de potentielle opgaver for de næste 3 til 12 uger der skal udføres. Antallet af uger i procesplanlægningen afhænger af projektets kompleksitet, leverancer, samt bemanning og materiel på projektet. Procesplanen er ikke et uddrag af hovedtidsplanen, planen skal ses som et værktøj til at udspecificere arbejdsopgaverne i den givne periode. Det ses som essentielt at planlægge sammen med de udførende der er involveret i det arbejde der skal udføres inden for procesplanens tidsramme. De udførende er derved med til selv, at planlægge det arbejde de skal udføre. (Ballard, 2000)

3.1.1.4 PPU

Procent af det planlagte der blev udført (PPU). Er det antal opgaver der er udført, divideret med summen af planlagte aktiviteter, udtrykt som et procenttal. PPU måler de opgaver som byggelederen har planlagt skal udføres. Ved at analysere på de opgaver der ikke er udført, kan gives anledning til at gribe arbejdsopgaver anderledes an, til næste lignende opgave. Der analyseres på hvorfor opgaven ikke kunne løses, om det skyldes dårlig planlægning eller om det skyldes ansvarsfordeling på opgaven. Dette gøres for at sikre hvor der skal tages fat, så lignende problematik ikke opstår igen. (Ballard, 2000) Til dette kan der anvendes forhindringslister hvorpå der bliver uddelt hvem der har ansvar for hvad, samt hvornår det skal være bragt i orden. (Barnes, 2013)

3.1.1.5 Location Based Management

Location Based Management (LBM) er en cyklogramplanlægningsform, der minder om planlægningsmetoden den kritiske vej. LBM er udviklet med henblik på planlægning og arbejdsflow. Metoden baserer sig på samme elementer som "kritisk vej" planlægning, aktiviteter, ressourcer, og bindinger mellem aktiviteter. LBM tager udgangspunkt i ressourcerne og deres flow, og er i forhold til "kritisk vej" planlægning en ressourceorienteret planlægningsmetode, hvor ressourcernes flow gennem projektet, er den centrale del af planlægningen. Er flowet velfungerende, betyder det, at de enkelte aktiviteter flyder jævnt igennem projektets lokaliteter. I cyklogramplanlægningen er det muligt at se, hvilke håndværkere der arbejder i hvilke uger, samt hvor de er på et givent tidspunkt. Planlægningen giver endvidere et overblik ved eventuelle forsinkelser. Derved kan konsekvenserne lettere overskues, og der dannes hurtigt et overblik over hvor alvorlige de er i forhold til deadlines. Ved anvendelse af LBM bliver det muligt visuelt, at konstatere hvorvidt aktiviteterne danner et jævnt og harmonisk flow ved anvendelse af et givent ressourceforbrug. (Andersson & Cristensen, 2007) Figur 23, giver en oversigt over en planlægning med LBM.



Figur 23: Eksempel for planlægning med LBM

På figuren vises "stænger" som er de udførendes placeringer på byggepladsen på et givent tidspunkt. Hermed kan der som ovennævnt, hurtigt dannes et overblik over flowet i arbejdsopgaver.

3.1.1.6 Opsummering

I dette underafsnit, er det gennemgået hvordan Trimmet Byggeri fungerer, samt hvilke typer planlægning der bliver benyttet hvornår og hvorfor. Dette er gjort for at beskrive hvad der skal til for at udføre et byggeri efter principperne i Trimmet Byggeri, samt for at afklare hvilke funktioner parterne har under planlægningen, og til slut hvordan tidsplanlægning kan optimeres ved brugen af LBM.

3.1.2 Værktøjer og principper for BIM

Dette underafsnit beskriver de principper der ligger til grunde for anvendelsen af BIM. Ydermere ser underafsnittet på, hvordan arbejdet med 3D modeller påvirker processen fra projekteringen begynder, til byggeriet er færdigt.

3.1.2.1 Principper i BIM

Forståelsen for hvad BIM er, samt hvilke muligheder og udfordringer der er ved at anvende BIM filosofien, kan være forskellige fra virksomhed til virksomhed. Der kan være forskel på hvordan de projekterende ingeniører og arkitekter opfatter om modellerne er anvendelige eller om de, evt. kan være med til at låse kreativiteten fast hurtigt i designfasen. Et af de vigtigste punkter under projektering med BIM modeller er, at det kræver et større samarbejde og gennemsigtighed i hvad de forskellige parter arbejder med. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

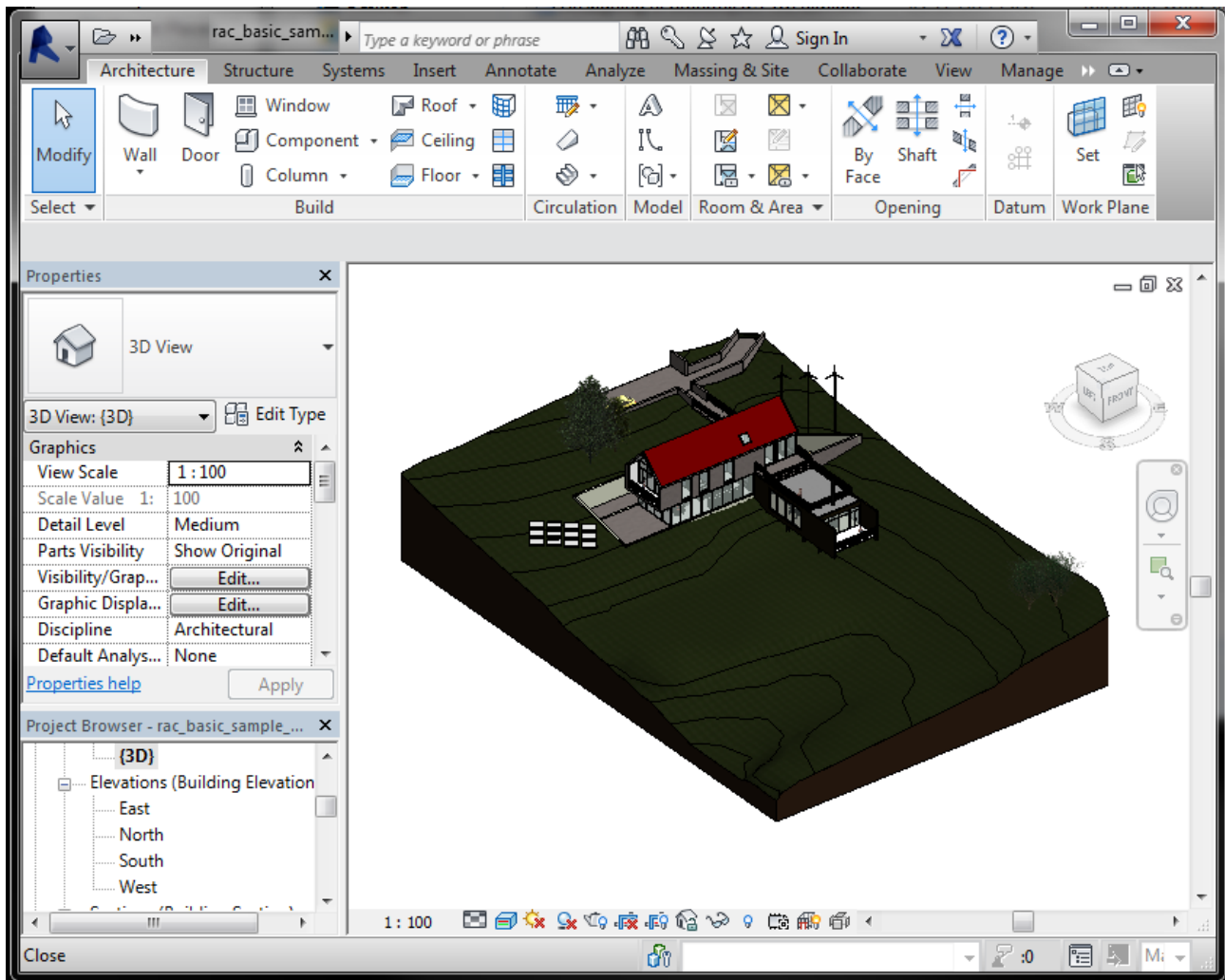
3.1.2.2 Big Room Koncept

Big Room konceptet omfatter, at de projekterende og udførende arbejder sammen i et kontormiljø, hvor det er let at få fat i hinanden, derved forkortes kommunikationsvejen når der opstår spørgsmål eller problemer. Ved at parterne projekterer sammen, bliver det lettere at rette op på fejl på et tidligt stadie i projektet. Ved at parterne spiser sammen og sidder i enten et stort lokale eller i mindre lokaler i samme bygning, bliver det lettere at planlægge et projektmøde eller krisemøde, samtidig med at parterne lærer hinanden at kende på et andet plan, end hvis kommunikationen var over telefon eller mail. Det er tydeligt at se, både hvad angår arbejdet med BIM samt nyere samarbejdsmetoder, hvor det er essentielt, at bringe folk sammen fra starten. Så de sammen kan løse opståede problemstillinger, og opnå det bedste resultat. Ved anvendelse af BIM skal mange af beslutningerne træffes i designfasen, og det er essentielt, at det tidlige arbejde er gennearbejdet og beslutningerne bliver truffet på baggrund af en gennemgang af forskellige forslag. Dette, da at lave ændringer senere i processen, kan give store økonomiske konsekvenser. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

3.1.2.3 3D

3D, er arbejdet med objekter som indeholder informationer samt sammensætningen af dem til en 3D model, hvor forskellige parter kan trække informationer ud som de har behov for. Dette kræver stor planlægning samt en struktureret arbejdsmetode, arbejdsgangen er anderledes fra hvad branchen kender fra 2D CAD tegning. Modellering med parametriske objekter, er anderledes idét der startes med at definere et element i en Class eller Family, hvori der findes flere parametre og regler, der styrer hvordan objektet skal reagere i forhold til andre objekter. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

Der ligger et stort arbejde i at opbygge en Family eller Template, der kan anvendes i senere projekter uden, at der skal bruges tid på at tilpasse templatens til projektet. En af fordelene ved anvendelsen af parametriske objekter er, at de kan genanvendes, hvilket er særdeles tidsbesparende efter et objektbibliotek er opbygget. Både under projekteringen og efter at modellen er færdig, kan der drages nytte af de data der er i modellen, hvad enten det er til videre bearbejdning eller evt. udtræk af mængder til tilbudsgivning, eller til brug under drift og vedligehold. Figur 24, viser et skærbillede fra modelleringssoftwaren Autodesk® Revit®, ved en 3D-oversigt af en bygningsmodel.

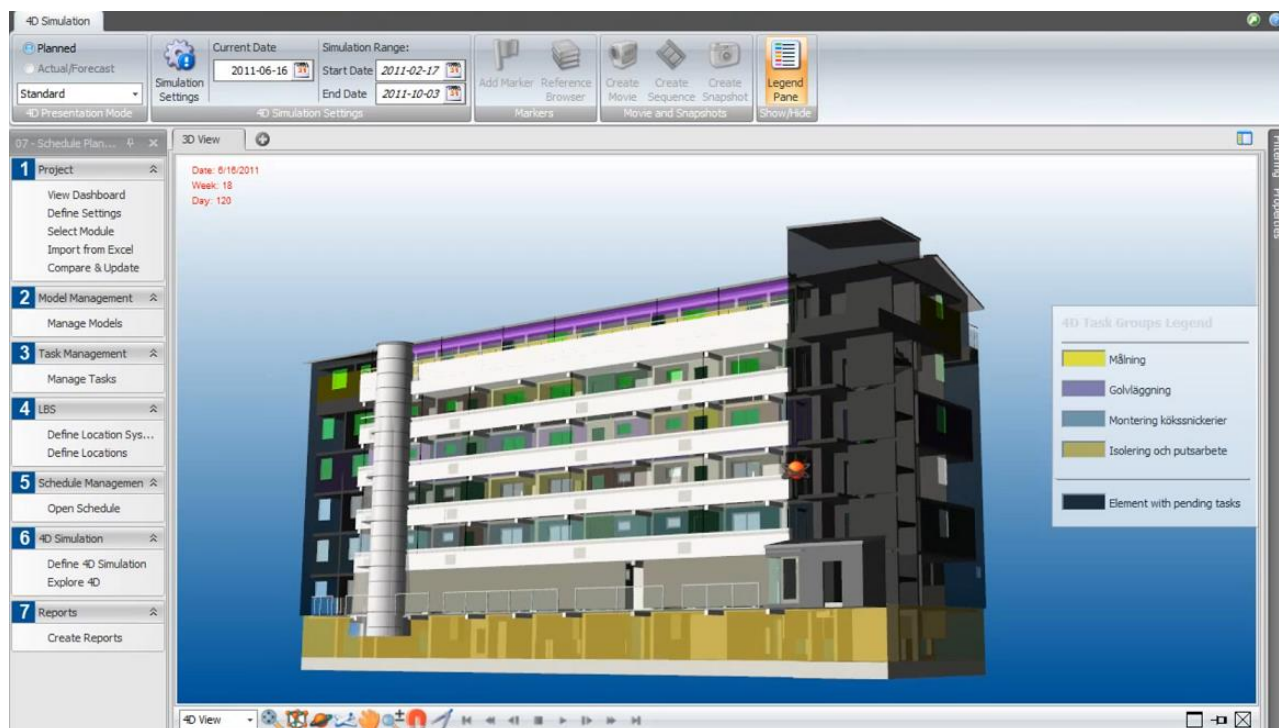


Figur 24: Skærbillede af brugerfladen i Autodesk® Revit®, (Autodesk, Inc., 2013)

Revit®, er et modelleringsprogram specifikt udviklet til BIM. I Revit® inkluderes funktioner til udarbejdelse af Arkitektmodeller, Ventilationssystemer, El, VVS, samt Bygningskonstruktion og – teknik, hovedfokus ligger dog på udarbejdelsen af 3D-arkitektmodeller. (Autodesk, Inc., 2013)

3.1.2.4 4D

Ved at kombinere 3D modellen med information om udførelsesvarighed, kan der genereres en 4D model. I stedet for at have 3D modellen og planlægningsværktøjet hver for sig, kan disse kombineres i ét værktøj. Dette betyder, at hvis der sker ændringer i modellen, følger planlægningen med. 4D modellen kan køres som en simulation, hvori der skabes en forståelse for flow i udførelsen. Ved at kombinere modellen og tidsplanlægningen, kan der skabes grobund for at effektivisere arbejdet, samt reducere og nedbringe mængden af fejl. Desto bedre integrationen er mellem modelleringsystemer og planlægningsværktøjer desto større er chancen for at reducere fejl, og skabe en bedre effektivitet under udførelsen. (Kala, Seppänen, & Stein, 2010) På figur 25, vises et skærbillede af en 4D simulering i programmet VICO.



Figur 25: Skærbillede af brugerfladen ved 4D-simulering i VICOsoftware, (Trimble, 2013)

3.1.2.5 5D

3D modeller kan anvendes til at gengive akkurate mængder ud på bygningsdele, et punkt som førhen har været set som et økonomisk stort og meget tidskrævende arbejde. Der er bl.a. spild i byggebranchen, netop fordi at mængder skal reguleres hver gang designet bliver lavet om, eller når mængder skal regnes på forskellige niveauer af nøjagtighed. 3D modeller kan generere mængder automatisk på baggrund af databaseopsætning. Ved at tillægge en pris til objekterne kan der genereres en total pris ud fra 3D modellen. Integrerede 5D metoder søger at kombinere 3D modellens bygbarhed, mængdeudtag og et estimat i ét værktøj. En bygbar 3D model kan producere akkurate mængder, og ved at dele modellen op i områder kan der for hvert område genereres mængder og prisestimer. (Kala, Seppänen, & Stein, 2010)

3.1.2.6 Kollisionskontrol

Ved anvendelse af kollisionskontrol er det muligt, at tjekke fagmodeller op imod hinanden. Ved at koble flere modeller sammen er det muligt, at se om der eksempelvis er installationer der kolliderer med hinanden, inden byggeriet påbegyndes. Kollisionskontrol er et nyttigt værktøj til at tilse alle objekter og deres placering i en model, samt at sikre at der ikke er objekter, der er tegnet flere gange oven i hinanden. Anvendelse af kollisionskontrol på bygningsmodeller, giver et indblik i hvor meget plads eks. installationer kræver, samtidig med, at det er muligt, at skrive regler ind i nogle af programmerne hvis der f.eks. skal tjekkes for gangbredde, eller vinduers placering. Kollisionskontrol er et brugbart værktøj til at opfange fejl, som er næsten umulige at holde styr på, igennem et stort og kompliceret projekt. (Hindal, 2013)

3.1.2.7 Afslutning

I ovenstående, er principperne for BIM, og de muligheder der ligger i anvendelsen blevet gennemgået. Dette er gjort både i forbindelse med projekteringen, samt hvordan modeller kan være behjælpelige med, at styre tid og økonomi under såvel projektering som udførelse.

3.2 Indsamling af oplysninger til analyse

Til fornyelsesfasen, tilhører informationsindsamling ved mailkorrespondance, interviews og observationer. I det nedenstående, redegøres der for hvem der har været kontaktet ifm. analysearbejdet, samt hvorfor. Personer der har været kontaktet, beskrives med titel, arbejdssted og navn, efter dette beskrives grundlaget for kontakten.

Rådgivende Ingeniør, Strategisk Rådgivning ApS, og seniorkonsulent hos LC-DK, Sven Bertelsen: Har været kontaktet, for grundlag omkring brugen af Trimmet Byggeri i Danmark. Har bidraget med indblik i processer, og i mindre grad vejledning til indhentning af relevante oplysninger.

Proceskonsulent hos MTH, Kristine Ann Barnes: Har været kontaktet, for grundlag omkring brugen af Trimmet Byggeri i den konkrete virksomhed. Har bidraget med et indblik i nogle af virksomhedens processer og problemområder ved arbejde under udførelse og planlægning.

BIM specialist hos MTH, Ole Berard: Har været kontaktet, for grundlag omkring brugen af Trimmet Byggeri og BIM i den konkrete virksomhed. Har bidraget med et indblik i brugen af Trimmet projektering i forbindelse med projekter hvor BIM har været anvendt.

BIM og IKT koordinator hos Arkitema, Benjamin A. L. Hindal: Har været kontaktet, for grundlag omkring brugen af BIM og i mindre grad Trimmet Byggeri/projektering i den konkrete virksomhed. Har bidraget med et indblik i brugen af BIM, klassifikationssystemer, arbejdsprocesser og brugen af planlægningsværktøjer der ligger i overensstemmelse med Trimmet Projektering.

Senior Project Manager hos Rambøll, Thorsten Staub Jürgensen: Har været kontaktet, for grundlag omkring brugen af Trimmet Byggeri/projektering i den konkrete virksomhed. Har bidraget med et indblik i hvordan arbejdet med Trimmet Byggeri sker i virksomheden.

Yderligere har en række virksomheder været kontaktet, og deltaget i mindre grad, her er tale om: Lean Construction DK, NCC Construction Danmark A/S, LivingLean ApS, disse virksomheder har bidraget til analysearbejdet ved foredrag, møder og præsentationer i diverse arbejdsmetodikker i konteksten BIM og Trimmet Byggeri.

De samlede interview- og observationsgrundlag er at forefinde i rapportens **appendiks D: Datagrundlag i form af interviews, observationer og korrespondancer.**

3.3 Væsentlige karakteristika ved nuværende arbejdspraksis med Trimmet Byggeri og BIM

I dette underafsnit, redegøres for og vises, hvordan de indsamlede informationer ved interviews og observationer, er behandlet iht. rapportens og systemudviklingens udarbejdelse. Underafsnittet starter ud med en kort afklaring af, hvordan virksomhederne arbejder med Trimmet Byggeri og BIM. Herefter udføres en række workshops, der bl.a. har til formål, at skabe et fælles overblik over observationer og resultater vedrørende arbejdspraksis med Trimmet Byggeri og BIM.

3.3.1 Virksomhedernes arbejde med Trimmet Byggeri og BIM generelt

Før analyse og databehandling, ses det af betydning, at afklare virksomhedernes arbejde med Trimmet Byggeri og BIM generelt, dette afsnit beskriver overordnet en række virksomheders tilgange til disse filosofier.

3.3.1.1 MT Højgaard

Trimmet Byggeri:

I MTH bliver værktøjet Location Based Management anvendt til at få Lean ud på byggepladsen, samt til at danne et overblik over arbejdsopgaver og flowet imellem dem. LBM er et værktøj til, at involvere de udførende i planlægningen af arbejdsopgaverne, og i hvilken rækkefølge de skal udføres. LBM skaber et overblik over hvor de forskellige håndværkere er på hvilke tidspunkter, samt om det er nødvendigt at flytte rundt på folkene på pladsen. (Barnes, 2013)

MT Højgaard anvender Trimmet Projektering under projekteringen, som i bund og grund handler om Target Value Design. Det handler om hele tiden at sikre, at alle arbejder henimod samme mål, hvilket er med til at skabe den bedste produktivitet under de tidlige faser (Barnes, 2013)

BIM:

I MT Højgaards arbejde med BIM, anvender de elementer fra Last Planner og procesplanlægning til at definere, hvad der skal være i modellerne på hvilke tidspunkter. Dette indgår som et led under Trimmet Projektering. Ved at anvende principperne hele vejen fra de første faser og igennem udførelsen, gives et godt flow i hele projektet. (Berard, 2013)

3.3.1.2 Arkitema

I Arkitema arbejdes der med bygningsmodeller igennem alle faserne, de første bliver anvendt til at skabe forståelse og bliver mere detaljerede som processen skrider frem. Da der er flere arbejdsområder, giver det flere forskellige tilgange til modellering, hvilket har medført, at det er nødvendigt med standarder inden for hvert arbejdsområde. Arkitema har arbejdet meget på at finde det rigtige software til anvendelse i de tidlige faser, hvor der søges stor designfrihed samt en hurtig måde hvorpå at skabe modeller. På deres projekter laver de selv deres objekter og families, da de har erfaret, at det bedst kan svare sig. Arkitema anvender Revit til at lave samtlige deres BIM modeller, da de har erfaret, at det er det mest udbredte system. Til dette kommer, at der ofte bliver stillet krav om anvendelse af Revit i aftalegrundlag. (Hindal, 2013)

Da Arkitema ofte har meget store projekter, løber de jævnligt ind i begrænsninger om hvor store og tunge deres modeller må være. Derfor deler de ofte deres modeller op i flere kategorier, hvor de linker imellem modellerne. Dette giver mere håndterbare modeller og medvirker, at rettelser laves i forskellige modeller og så linkes sammen. Det har virket som løsning for dem i forhold til i hard- og software begrænsninger. (Hindal, 2013)

Til kollisionskontrol anvender Arkitema i de tidlige faser udelukkende visuel kontrol, da de har erfaret, at det er det mest nyttige. Senere i processen anvender de software til at samle fagmodellerne i, og udfører derigennem kollisionskontrol på den samlede model. (Hindal, 2013)

3.3.1.3 NCC

I NCC anvendes Tillidsbaseret Lean til at involvere de udførende i planlægning, samt til at give dem mere ansvar i deres arbejde. På den måde øger de effektiviteten, reducerer spildet, og skaber et bedre arbejdsmiljø for de udførende. (NCC, LC-DK, & LivingLean, 2013)

”NCC Beton og Råhus havde i en periode overvejet forskellige tiltag, der kunne forbedre produktiviteten. Man har tidligere gjort en del erfaringer med LEAN, men erfaringerne var, at det ikke i fuldt omfang har været muligt at fastholde metoderne i det daglige og gøre af det fulde potentiale.” (NCC, 2013)

Tillidsbaseret Lean sammensætter de grundlæggende tanker fra Trimmet Byggeri, som anvendes til at effektivisere arbejdet, skabe mere værdifulde byggerier med færre ressourcer, materialer og materiel. Metoden omhandler en stræben om, at blive bedre hele tiden, samt at få forankret tankerne hos alle de involverede. (NCC, 2013)

3.3.1.4 Hoffman

Hos Hoffmann er der udviklet et koncept, der benævnes ”Her i Hoffmann”, dette er virksomhedens version af en samarbejdsform, der bygger på elementer og tanker fra Trimmet Byggeri. ”Her i Hoffmann” skal effektivisere områder indenfor arbejdet med kvalitet, indtjening og tid, med det sociale aspekt. Det sociale aspekt omfatter sikkerheden på pladserne, et godt stabilt psykisk arbejdsmiljø, samt sikrer samarbejde, ledelse og kommunikation på tværs af alle faggrupperne. Konceptet omhandler mest de ”bløde værdier”, som eks., at skabe et godt samarbejds miljø imellem involverede parter, og derigennem skabe en bedre arbejdsplads. Konceptet om at få de ”bløde værdier” ind i dagligdagen er tilsigtet at medføre bedre kvalitet, færre svigt, en stigende indtjening samt, at projekter bliver afleveret til tiden. (Hoffmann A/S, 2010)

3.3.2 Affinitetsdiagrammering

Affinitetsdiagrammeringen er i denne rapports henseende udarbejdet af forfatterne i en workshop med varighed på én dag. Affinitetsdiagrammet baseres på et sammendrag af hovedpointer fra noter taget i forbindelse med fortolkningen af indhentet information ved bl.a. interviews. Dette sammendrag af hovedpointer findes i rapportens **appendiks F: Hovedpointer fra interviews, observationer og korrespondancer**. Formålet med affinitetsdiagrammeringen er, at samle alle problemer, indsigter og arbejdstilgange på tværs af systemets potentielle brugere til ét samlet hierarkisk diagram, der emneopdeler disse. Holtzblatt et al. Siger bl.a. om affinitetsdiagrammering i systemdesign og udvikling:

"It (affinitetsdiagrammering) is your fastest and best method to see all the issues across your user population. System design must address a whole market or user population.. Consolidating the affinity notes and individual work models enables you to see the issues for your whole user population, not just one individual." (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005)

Det skal tages i betragtning, at formen for affinitetsdiagrammering i denne rapport adskiller sig i mindre grad fra affinitetsdiagrammering i Contextual Design (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005), dette da databehandlingen og informationsindsamlingen i denne fase af rapporten er baseret på MUST metoden (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000). Affinitetsdiagrammering vurderes dog stadig som et særdeles anvendeligt værktøj til informationsbearbejdning, da denne form for diagrammering samler hovedpointer fra den samlede informationsindsamling i emneopdeling, og hermed skaber et samlet markedsbillede. I det følgende redegøres for udarbejdelsen af det konkrete affinitetsdiagram i denne rapport.

3.3.2.1 Udarbejdelsen af affinitetsdiagrammet

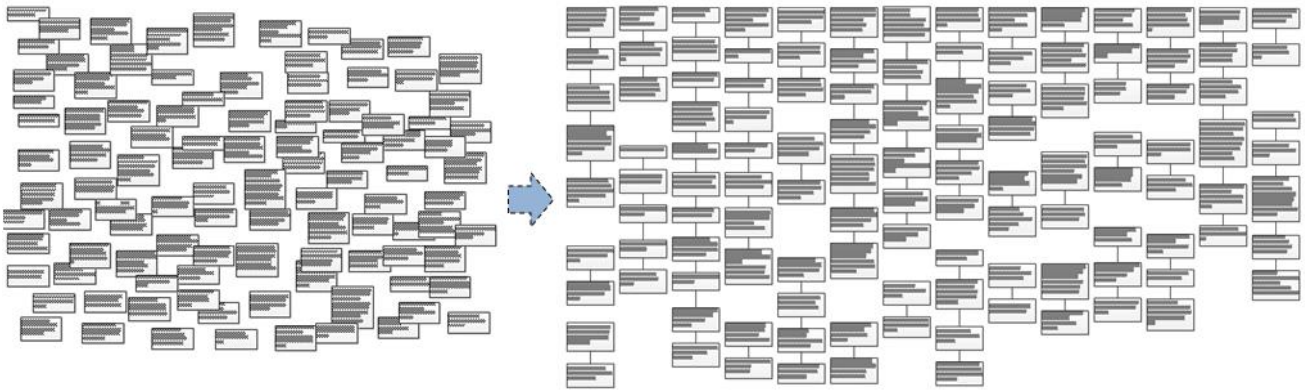
Fremgangsmåden ved udarbejdelsen af affinitetsdiagrammet, grunder i forfatterens tidligere erfaringer med brugen af affinitetsdiagrammering ved rapportarbejde. Selve udarbejdelsen af diagrammet opdeles i to arbejdsfaser: Forberedelse og strukturering af hovedpointer, og gruppering af hovedpointer.

Forberedelse og strukturering af hovedpointer –

Inden affinitetsdiagrammet kan udarbejdes, skal materialer og arbejdsrum være klargjort til arbejdet. Dette omfatter bl.a. opsætningen af en template i et relevant it-system. Fremgangsmåden ved forberedelsen og struktureringen foregik i udarbejdelsen som beskrevet nedenfor.

1. Opsætning af template i IT-system.
2. Hovedpointer der ikke gav mening blev omskrevet så de afbildede kernen i det tilsigtede.
3. Samtlige hovedpointer blev indskrevet i software, i tekstbokse, der skulle bruges til diagrammering.
4. Struktureringen af hovedpointer blev til ved inddeling under emneområder
5. Det blev bestemt som hovedregel, at hvert emneområde skulle bestå af minimum to hovedpointer.
6. Til slut blev samtlige hovedpointer gennemgået for kongruens, til forfatterne kom til en enighed om emneområder og opdelinger

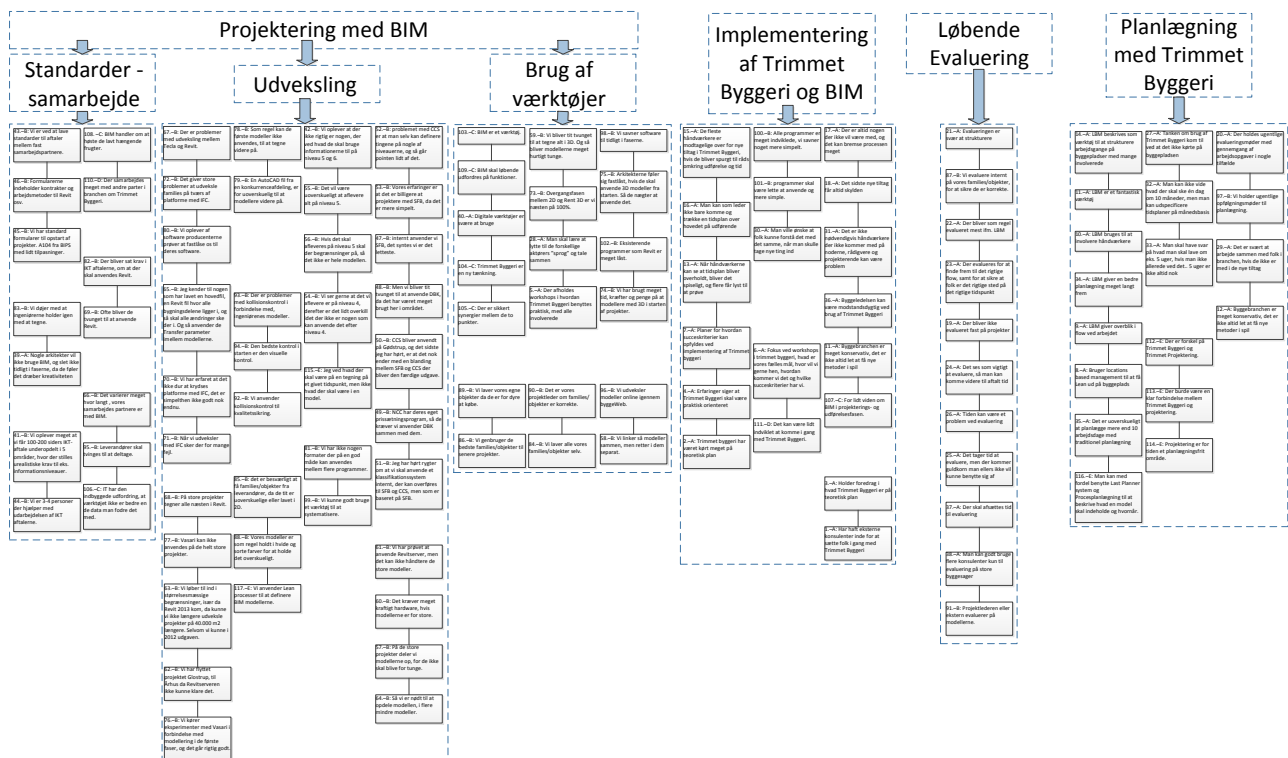
Resultaterne fra forberedelsen og struktureringen, vises på figur 26. Til venstre i figuren, vises de opstillede og ustrukturerede hovedpointer, og til højre vises de emneopdelte. Emnerne illustreres som hovedpointer sammenkædet med streger.



Figur 26: Fra ustrukturerede hovedpointer i affinitetsdiagrammeringen, til emneopdelte

Gruppering af hovedpointer –

Efter struktureringen af hovedpointerne i emneområder, blev disse inddelt i mere specifikke områder for at skabe en overordnet struktur over den indsamlede data. Efter at denne overordnede struktur var skabt, blev de specifikke områder inddelt under rapportens arbejdsområder, der blev defineret i kapitel 2: Implementering af Trimmet Byggeri og BIM, projektering med BIM, planlægning med Trimmet Byggeri og Løbende evaluering af projekter. Det samlede affinitetsdiagram vises på figur 27. For affinitetsdiagrammet, samt opstilling af hovedpointer i forbindelse hermed, henvises yderligere til **appendiks G: Affinitetsdiagrammet**.



Figur 27: Affinitetsdiagram for nuværende arbejdspraksis

3.3.2.2 Affinitetsdiagrammets resultater

Resultatet af affinitetsdiagrammet blev en opdeling af nuværende arbejdspraksis i henhold til arbejdsområderne. Nogle af de væsentlige arbejdspraksis listes i det følgende under de respektive arbejdsområder.

Implementering af Trimmet Byggeri og BIM:

- Det kan være lidt indviklet at komme i gang med Trimmet Byggeri
- Trimmet Byggeri Har været kørt meget på teoretisk plan
- Erfaringer siger, at Trimmet Byggeri skal være praktisk orienteret
- Har haft eksterne konsulenter inde for at sætte folk i gang med Trimmet Byggeri
- De fleste håndværkere er modtagelige over for nye tiltag i Trimmet Byggeri hvis de bliver spurgt til råds omkring udførelse og tid
- Man ville ønske at folk kunne forstå det med det samme, når man skulle tage nye ting ind
- Alle (software)programmer er meget indviklede, vi savner noget mere simpelt
- Programmer skal være lette at anvende og mere simple
- Byggebranchen er meget konservativ, det er ikke altid let at få nye metoder i spil
- M.fl.

Projektering med BIM:

- Som regel kan de første modeller ikke anvendes til at tegne videre på
- Vi har erfaret at det ikke dur at krydse platforme med IFC, det er simpelthen ikke godt nok endnu
- Vi døjer med at ingeniørerne holder igen med at tegne(modellere)
- Vi bliver ofte "tvunget" til at bruge Revit
- Internt anvender vi (klassifikationssystemet) SFB, det synes vi er lettest
- Vi bliver tit "tvunget" til at anvende DBK
- Vores erfaringer er, at det er billigst at projektere med SFB
- Vi savner software til tidligt i faserne
- Vi udveksler modeller online igennem byggeWeb
- M.fl.

Planlægning med Trimmet Byggeri:

- LBM beskrives som værktøj til at strukturere arbejdsgange på byggepladser med mange involverede
- Bruger LBM til at få Lean ud på byggeplads
- LBM bruges til at involvere håndværkere
- Tanken om brug af Trimmet Byggeri kom til ved at det ikke kørte på byggepladsen
- Vi holder ugentlige opfølgingsmøder til planlægning
- Man kan ikke vide hvad der skal ske én dag om 10 måneder, men man kan udspecificere tidsplaner på månedsbasis
- M.fl.

Løbende evaluering af projekter:

- Evalueringen er svær at strukturere
- Der bliver som regel evalueret mest ifm. LBM
- Der bliver ikke evalueret fast på projekter
- Tiden kan være et problem ved evaluering
- Der *skal* afsættes tid til evaluering
- Der evalueres internt på objekter for at sikre at de er korrekte
- Projektlederen eller ekstern evaluerer på modeller
- Man kan godt bruge flere konsulenter kun til evaluering på store byggesager
- M.fl.

Af denne opdeling, kan et fælles overblik af den nuværende arbejdspraksis dannes, og ligge til grundlag for beskrivelser af generelle arbejdsforløb, i arbejdet med Trimmet Byggeri og BIM.

3.3.3 Beskrivelser af arbejdsforløb

Beskrivelser af arbejdsforløb og -praksis gøres i denne rapportes øjemed ved brug af frihåndstegninger. Frihåndstegningerne illustrer arbejdspraksis i form af tegninger på store tavler. Det er pointen, at præsentere et samlet overblik over hvert arbejdsområde, som studeres i forundersøgelsen. Arbejdsgangen ved udfærdigelsen af frihåndstegningerne har været først at skitsere en grov forståelse af arbejdsområdet, hvorefter forfatterne i fællesskab rettede fejl, forfinede tegningen, og tilføjede eventuelle manglende aspekter. Figur 28, viser en oversigt over de frihåndstegninger der er udfærdiget til denne rapport.



Figur 28: Frihåndstegninger udarbejdet i rapportens forløb

Tegningen øverst til venstre viser en evalueringsproces i en byggesag, tegningen øverst til højre viser praksis for implementering af Trimmet Byggeri og BIM, tegningen nederst til venstre viser former for planlægning af projekter, og tegningen nederst til højre viser arbejdsgange ved projektering med BIM. Sakkede røde "lyn" illustrerer hvor nedbrud sker, eller kan ske, disse behandles bl.a. i afsnit 3.4, ved kortlægning af mål problemer og behov. For større figurer og "læsbare" frihåndstegninger, henvises til rapportens **appendiks H: Frihåndstegninger**.

3.4 Kortlægning af mål, problemer og behov

Ud fra en analyse af den indsamlede information fra bl.a. interviews, samt de åbenlyse identificerede problemer, mulige nedbrud og effektiviseringsmuligheder i frihåndstegningerne og affinitetsdiagrammet, udarbejdes en kortlægning. Kortlægningen har til formål, at bearbejde problematiske situationer, ved at skitsere alternative løsningsmodeller, og vurdere hvad det kræver at nå en løsning på problemet. Bødker et al. Siger bl.a. om kortlægning:

"Kortlægning er en effektiv teknik til at skabe overblik og fælles forståelse af en problematisk situation, og hvilke handlemuligheder der findes for at komme ud af denne situation" (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000)

Der arbejdes i dette underafsnit med kortlægningsteknikken det diagnostiske kort, hvilket er udarbejdet i det følgende.

3.4.1 Det diagnostiske kort

Det diagnostiske kort benyttes i rapportens fordybelsesfase, til at skabe en sammenhæng mellem problemer og idéer til løsninger. Der skabes hermed en argumentation for, hvorfor løsningsforslag er relevante iht. de konkrete problemer.

Kortet deles op i fire dele: Problem, årsag, konsekvens og idéer til løsning. (Bødker, Kensing, & Simonsen, 2000) Problemerne tages et for et, og der skrives for hver af dem årsager, konsekvenser, og idéer til mulige løsninger. Afdækningen af årsager til problemer gøres ud fra tankegangen "de 5 hvorfor", der tilstræber at finde frem til roden i problemet. Tabel 6, viser det udarbejdede diagnostiske kort.

De løsningsidéer, der er markeret med **fed**, tages til vurdering i afsnit 3.5. Problemer der ikke er markerede, vurderes som værende af humanistisk karakter, eller uden for denne rapports fokusområde, og kan ikke løses/varetages ved systemudvikling.

Problem	Årsag	Konsekvens	Idéer til løsning/ behov
Bliver "tvunget" til at bruge Revit	Revit er den mest gængse software i Danmark, og folk føler sig trygge ved det kendte. Revit er en komplet modelleringssoftware for hele AEC- industrien. Manglende viden omkring funktionaliteten i Revit hos de	Der er ikke frihed til at vælge den software, som vurderes bedst i situationen, medmindre det er Revit.	Mere forskning og specificering af eksempelvis IFC Holdningsskifte i industrien Andre softwareværktøjer skal gøres bredere tilgængeligt.

	der stiller krav om brug. Bygherre/rådgiver der stiller krav om brug af systemer besidder sjældent teknisk "knowhow" i systemet. Kravstillere er ikke uddannet i BIM modelleringssoftware.		Kravstillelse skal baseres på det ønskede produkt, og i overensstemmelse med systemers funktionalitet.
Kreativitet føles dræbt ved BIM	Personer føler sig fastlåste ved brugen af BIM-software. BIM værktøjer er traditionelt afgrænset til en række specifikke funktioner. BIM værktøjer er traditionelt meget indviklede. Der er en frygt for det ukendte. Begrebet "Det vi plejer ved vi virker" dominerer.	BIM værktøjer benyttes ikke. Aktører fastlåses i vante arbejdsgange og søger ikke nye muligheder for forbedring.	Holdningsskifte i industrien Det skal tilstræbes at gøre eksisterende værktøjer mere simple, evt. nyudviklede værktøjer skal være simple og fleksible, med stor designfrihed.
Urealistiske krav i IKT aftaler	Usikkerhed omkring brugen af aftalegrundlag, manglende kendskab til nødvendige krav. Standarder er "svære" at læse. Manglende viden omkring specifikationer/muligheder hos de der stiller krav. Manglende kvalifikationer på området. Kravstillere ikke uddannede.	Der udføres ekstraarbejde der ikke bliver brugt, heraf fordyrede projekter.	Standarder skal skrives om, så de tolkes entydigt. De professionelle skal uddannes mere i brugen af IKT.
Der er problemer i udveksling mellem software. Det "dur" ikke at krydse platforme med IFC.	Software kan ikke tale sammen på tværs, grundet forskellige originalformater. Software læser IFC filer forskelligt. Fællesformatet IFC har ikke tilstrækkelig forretningsmæssig opbakning. Softwareleverandører er	Alle aktører i en byggesag skal bruge samme software for at undgå dobbeltarbejde ved modellering og planlægning. Hver gang en bygning om-modelleres øges risikoen for fejl.	IFC-formatet skal udvikles mere. Softwareleverandører skal udvikle til IFC standarder. De enkelte software skal kunne arbejde med formater der ikke er proprietære.

	konkurrenter, og udvikler låst til egne systemer.		
Som regel kan de første modeller ikke anvendes til at tegne videre på.	Modeller defineres ikke korrekt i opstartsfase. Modeller laves blot i starten for at give en visuel effekt og forståelse. I opstarten ses der i nogle tilfælde hovedsageligt på design frem for funktion. De forskellige aktører har forskellig baggrund og syn på byggeriet.	Der kan ske et dobbeltarbejde ved modellering, bygninger modelleres evt. flere gange. Resultater i spild. Hver gang en bygning om-modelleres øges risikoen for fejl.	Der kan arbejdes ud fra Target Value Design. Mere gennemsigtighed i opstartsfasen. Der skal kunne udveksles korrekt mellem software. Der skal benyttes samme software igennem hele projekteringen.
Det er besværligt at få objekter ind fra leverandører, da de tit er uoverskuelige eller lavet i 2D.	Leverandører modellerer ikke i 3D, eller modellerer efter egne standarder. Implementering af 3D modellering er ikke nået lige langt ved alle aktører. Der arbejdes i nogle tilfælde ikke ud fra fælles standarder for modellering af bygningsdele. Som regel er alle objekter samlet i samme "familie". Det er for leverandører lettere at samle deres produkter i samme katalog.	Ekstraarbejde til tegnestuer, og dobbeltarbejde ved modellering, tegning fra 2D til 3D. Hver gang en bygningsdel om-modelleres øges risikoen for fejl.	Leverandører skal modellere i 3D, og efter fælles, evt. internationale standarder.
Der skal urealistisk meget information i model ved informationsniveau 5 eller 6.	Informationsniveauer er meget detaljerede, og der er ikke tilstrækkelig erfaring på området. Informationsniveauer er et nyt påfund i branchen. Der udvikles stadig på standarder til informationsniveauer.	Der udføres ekstraarbejde der ikke bliver brugt, heraf fordyrede projekter og spild.	Branchen skal uddannes i brug af informationsniveauer, så alle ved hvad der er realistisk på visse tidspunkter.
Mangler et værktøj til at systematisere projekteringen. Projektering er et	Der bruges i nogle tilfælde ikke værktøjer til at systematisere projektering.	Projektering kan blive ustruktureret, ikke-værdiskabende opgaver udføres,	Der skal i systemer findes værktøjer til systematisering af planlægning ved

planlægningsfrit område.	Der ligges fokus på hovedplanlægning og til udførelse, projektering kommer i anden række. Aktører ser sig ikke motiverede til at planlægge projektering i detaljer.	dette kan resultere i spild.	projektering. Planlægning til projektering skal udføres i eksisterende programmer.
Det kræver MEGET kraftig hardware, hvis bygningsmodeller er store. Revitserver kan ikke håndtere store modeller.	Bygningsmodeller er meget "tunge". Der ligger typisk megen information i objektbaserede modeller. Noget software kan ikke håndtere modellerne. Serverløsninger kører over internettet, og den mængde data der kan sendes er begrænset af båndbredde. Det kræver kraftlige hardwareløsninger at arbejde online i et fællesmiljø.	Modeller må eventuelt opdeles i mindre dele og samles et andet sted. Dette kan resultere i dobbeltarbejde og spild.	Softwaren skal udvikles til at kunne håndtere store modeller. Der skal investeres i kraftigere hardware.
Digitale værktøjer er indviklede og svære at bruge Eksisterende programmer er meget låst.	Traditionelle digitale værktøjer er indviklede, og henvender sig til "eksperter" Desto flere kernefunktioner et it-system har, desto mere indviklet bliver det. Mange Traditionelle digitale værktøjer er fastlåste i handlinger, eksempelvis på dannelse af skemaer, tidsplaner mm. Funktionaliteten i systemer afhænger stærkt af systemers interne interaktioner mellem funktioner.	Digitale værktøjer bliver ikke brugt. Eller ikke brugt korrekt. Kreativiteten kan hæmmes, visse handlinger kan fastlåses, og der er mindre designfrihed.	Eksisterende værktøjer skal gøres simple, eller nyudviklede værktøjer skal være simple, og åbne i funktionaliteten.
Trimmet Byggeri er indviklet, og tager lang tid at implementere.	Trimmet Byggeri er meget teoretisk anlagt, de værktøjer der findes til implementering er indviklede.	Trimmet Byggeri implementeres ikke, implementeres delvist, eller ikke korrekt.	Det skal tilsigtes at gøre Processer i Trimmet Byggeri overskuelige. Overgang fra teori til praksis skal være mere

	Trimmet Byggeri er en omfattende filosofi. Ved Trimmet Byggeri sigtes der mod at effektivisere alle processer.		gennemskuelig og forankres digitalt.
Der er altid nogen der ikke vil være med. Det sidste nye tiltag får "altid" skylden.	Konservative aktører og personers individuelle holdninger til nye tiltag. Der bliver holdt fast i "plejer" og de vante og velkendte arbejdsgange. Nye tiltag kan ses som en "trussel" på arbejdspraksis.	Meget arbejde kan være forgæves. Kan være en hæmsko for implementering og brug af nye filosofier og arbejdsgange	Holdningsskifte i branchen, Der skal være gennemsigtighed ved hvad "fejl" skyldes. At tiltag virker, skal dokumenteres og vises, såvel teoretisk som praktisk.
Der gives udtryk for at løbende evaluering på udført arbejde er svært at strukturere. Der bliver ikke evalueret fast på projekter.	Ingen standard for fast evaluering. Ingen lovgivning. Det er op til den enkelte, løbende at evaluere på sit arbejde. En løbende erfaringsopsamling og evaluering er ofte intern i virksomheder. Eksterne rådgivere evaluerer i nogle tilfælde, herved kan erfaringsopsamling ikke ske korrekt.	Evaluering foregår ikke i tilstrækkeligt omfang. Guldorn ved evaluering opnås ikke. Samme fejl begås igen og igen.	Evaluering af udførelse skal struktureres og planlægges. Integrerede evalueringsfunktioner i software-systemer.
Tiden kan være et problem ved evaluering.	Der bliver ikke fast afsat tid til evalueringen. I planlægningen kan evalueringen i nogle tilfælde skubbes til side. Evaluering ses ikke som værende en fast del af udførelsen. Der kan blive holdt fast i "plejer" og de vante og velkendte arbejdsgange.	Der evalueres ikke. Eller evaluering foregår ikke i tilstrækkeligt omfang. "Guldorn" ved evaluering opnås ikke, erfaringer opsamles ikke i tilstrækkeligt omfang Samme fejl begås igen og igen.	Evaluering af udførelse skal struktureres og planlægges. Integrerede evalueringsfunktioner i software-systemer.

Det er uoverskueligt at planlægge mere end 10 arbejdsdage med traditionel planlægning.	Traditionel planlægning tager ikke hensyn til hvor bemanding befinder sig. I traditionel planlægning planlægges ud fra tidspunkter og bemanding, og ikke bemandings-lokation. Det er ikke muligt at planlægge bemandings-lokationer i traditionelle planlægningsværktøjer.	Kan ved større byggerier resultere i spild, fejl og længere udførelsestid end nødvendigt.	Der skal benyttes planlægningssystemer der tager hensyn til hvor bemanding befinder sig og på visse tidspunkter, LBM.
Det er svært at arbejde sammen med folk i branchen, hvis de ikke er med i de nye tiltag.	Ikke alle er uddannet på samme niveau, og kan ikke samme filosofier, systemer og metoder. Det tager lang tid at sætte sig ind i diverse metoder og filosofier. Nogle filosofier og metoder er indviklede.	Kan bremse processen og nedbringe effektivitet i arbejdsflowet.	Nye tiltag skal være simple. Folk i branchen skal med i nye tiltag igennem evt. workshops. Lovkrav for brug af nye tiltag.
Værktøjer i Trimmet Byggeri forankres ikke digitalt.	Trimmet Byggeri udføres traditionelt med værktøjer i hånden og på tavler. Ved udviklingen af filosofien var IT ikke udbredt i samme forstand som nu. Filosofien har sine rødder tilbage fra 1950'erne.	Revision af planer kan tage lang tid. Der er ofte ingen sammenhæng med bygningsmodel. Herved skabes spild.	Værktøjer i Trimmet Byggeri skal forankres digitalt. Evt. i eksisterende eller ny software. Eksisterende softwareværktøjer hvor Trimmet Byggeri er forankret skal udbredes.
Ekspertise i Trimmet Byggeri og BIM går sjældent sammen.	Som regel aktiv bruger/specialist på ét område. Det tager lang tid at sætte sig ind i metoder og filosofier. BIM og Trimmet Byggeri er to særskilte, indviklede filosofier. Filosofierne er omfattende og indeholder mange forskellige aspekter til effektivisering af hhv. udførelse og projektering.	Samarbejde kan være besværligt hvis der ikke tales på samme "niveau" på tværs af filosofier og faggrupper.	En grundlæggende tilgang til Trimmet Byggeri og BIM skal tilstræbes at være simpel og letforståelig.
Dobbeltarbejde ved udveksling af informationer	Der sidder flere organisationer og laver nogenlunde samme udviklingsarbejde, men arbejder	Dobbeltarbejde. Tvivl om hvilke	Sammenarbejde mellem organisationer Samlede (Inter)Nationale

BuildingSMART vs. Cuneco.	ikke sammen. BuildingSMART er en international udvikling og Cuneco er en national, selvom begge er underlagt bips i Danmark er disse ikke sammenhængende internationalt.	standarder der skal bruges. Systemer der ikke kan interagere med hinanden.	standarder, for hvad der skal bruges, samt hvornår. Det skal defineres i systemer hvilke standarder de(systemerne) arbejder, eller kan arbejde med.
---------------------------	---	---	---

Tabel 6: Det diagnostiske kort

3.4.2 Vurdering af Idéer til løsninger

I det diagnostiske kort markeredes de mest relevante idéer til systemudvikling med fed. Disse idéer behandles i det følgende, med det formål at vurdere hvilke idéer der skal arbejdes videre med, og skabes handlinger til.

Det skal tilstræbes at gøre eksisterende værktøjer mere simple, evt. nyudviklede værktøjer skal være simple og fleksible, med stor designfrihed: Ved systemudvikling er et af de væsentligste punkter, at gøre systemet så brugervenligt som muligt, dette støttes endvidere op af aktørers erfaringer med systemer. Et system vil altid blive mere indviklet desto flere funktioner der tilknyttes til dette. Det vurderes herfor relevant, at have den tilgang til systemet, at en grundlæggende brug skal være så simpel som muligt. Ydermere skal der i systemet tilstræbes at være stor fleksibilitet, så brugere ikke låses fast i bestemte funktioner. Dette ses som generelt, og skal hermed have i baghovedet ved systemudvikling.

En grundlæggende tilgang til Trimmet Byggeri og BIM skal tilstræbes at være simpel og letforståelig: Som ved ovenstående kan det også heraf konkluderes, at en grundlæggende tilgang til brug af funktioner skal være så simpel som mulig. Dette ses som generelt, og skal hermed have i baghovedet ved systemudvikling.

De enkelte software skal kunne arbejde med formater der ikke er proprietære og der skal kunne udveksles korrekt mellem software: Et problem der er gennemgående i branchen, er det at udveksling mellem programmer ikke fungerer korrekt. I teorien vil et fælles åbent format skabe mulighed for korrekt udveksling, dette er dog langt fra tilfældet i realiteten. Herfor ville det være en fordel for systemer, at disse kan arbejde med formater fra forskellige softwareleverandører.

Det skal tilsigtes at gøre processer i Trimmet Byggeri overskuelige. Overgang fra teori til praksis skal være mere gennemskuelig og forankres digitalt: Idéen om en gennemskuelig overgang fra teori til praksis i Trimmet Byggeri vil hjælpe med, at gøre processerne mere overskuelige samt sikre, at såvel projekterende som udførende forstår konceptet.

Det skal defineres i systemer hvilke standarder de(systemerne) arbejder, eller kan arbejde med: For at sikre et fælles arbejdsgrundlag, skal det være afklaret og defineret, hvilke standarder der arbejdes ud fra ved projektstart.

Værktøjer i Trimmet Byggeri skal forankres digitalt. Evt. i eksisterende eller ny software: Processer i Trimmet Byggeri er ikke forankret digitalt i bred forstand. Enkelte systemer som eksempelvis VICOsoftware, arbejder med Trimmet Byggeri. Når nye systemer udvikles, kan der gås i VICO's fodspor, og sikre at processerne digitaliseres.

Der skal benyttes planlægningssystemer der tager hensyn til hvor bemanding befinder sig og på visse tidspunkter, LBM: Når der arbejdes med Trimmet Byggeri i systemudviklingsregi er det oplagt at benytte planlægningsværktøjer som LBM. Der findes allerede systemer på markedet der kan planlægge med LBM, ved udvikling af nyt system, skal dette dog medtages som en af kernefunktionerne.

Der skal i systemer findes værktøjer til systematisering af planlægning ved projektering: Eftersom der ikke systematiseret bliver planlagt på projektering, skal der i et nyt system ligge en funktion til planlægning af projektering. Dette, som ved systemer til LBM findes allerede, der kan dog stadig ikke ses bort fra at funktionaliteten det vil give i et nyt system er relevant.

Der kan arbejdes ud fra Target Value Design: Filosofien om, at alt der tilføjes skal give værdi til enten udførelsen, projekteringen, eller sågar systemudviklingen findes særdeles relevant.

At tiltag virker, skal dokumenteres og vises, såvel teoretisk som praktisk: Da byggebranchen til tider kan ses som meget konservativ, vil en dokumentation på virkninger af tiltag give et stærkere argument for at arbejde med disse.

Evaluering af udførelse skal struktureres og planlægges, og der skal være integrerede evalueringsfunktioner i software-systemer: Der findes ingen systemer der giver fast tilgang til struktureret evaluering af udførte arbejdsopgaver i sammenhæng med tidsplaner. Derfor ses der her som værende et reelt udviklingspotentiale i evalueringsfunktioner.

3.5 Grundlag for udvikling af visioner

Det diagnostiske kort giver på baggrund af affinitetsdiagrammeringen og beskrivelser af arbejdsforløb, en lang række idéer til løsninger og behov til branchen. Både når der tales om eksisterende systemer og udvikling af nye systemer.

Det kan i forbindelse med vurdering af idéer til løsninger, konkluderes at et nyudviklet system skal tage hensyn til en balancegang mellem simplicitet og funktionalitet. Det nye system skal kunne arbejde med forskellige proprietærformater, da åbne formater som IFC ikke er udviklet og støttet tilstrækkeligt. Systemet skal kunne arbejde med Trimmet Byggeri og BIM sammen, en grundlæggende tilgang skal være simpel, og det skal være muligt at bruge systemets basale funktioner uden stor forhåndsviden inden for områderne. Ved planlægning med Trimmet Byggeri, vil vigtige funktioner i systemet blive planlægning af projektering, og planlægning af udførelse. Der ses et stort potentiale i at arbejde med et system hvori nøglefunktioner omhandler evaluering af planlægning og udførelse.

Idéer til løsninger samt behandling af disse, ligger til grundlag for visionsudvikling i forundersøgelsens sidste del, udvikling af visioner.



Kapitel 4: Udvikling af visioner

Udviklingen af visioner til systemet, udgør fornyelsesfasen, og er afslutningen på forundersøgelsen. I denne fase udvikles visioner for den samlede forandring og -visioner for, hvordan mål, behov, idéer og muligheder fra fordybelsesfasen kan indfries. Dette kapitel ender ud i visioner om IT-systemets funktion, grænseflade og tekniske platform. Disse visioner ligger senere til grundlag for udvikling af UED og prototyper i prototypeprojektet.

4.1 Udvikling af den samlede vision og storyboarding

Udviklingen af visioner gøres med inspiration fra teknikker i Contextual Design metoden, dette gøres for at indlede til rapportens del 2, hvilken starter med prototypeudvikling ved brug af teknikken User Environment Design. Holtzblatt, Wendell og Wood beskriver visionsudvikling som:

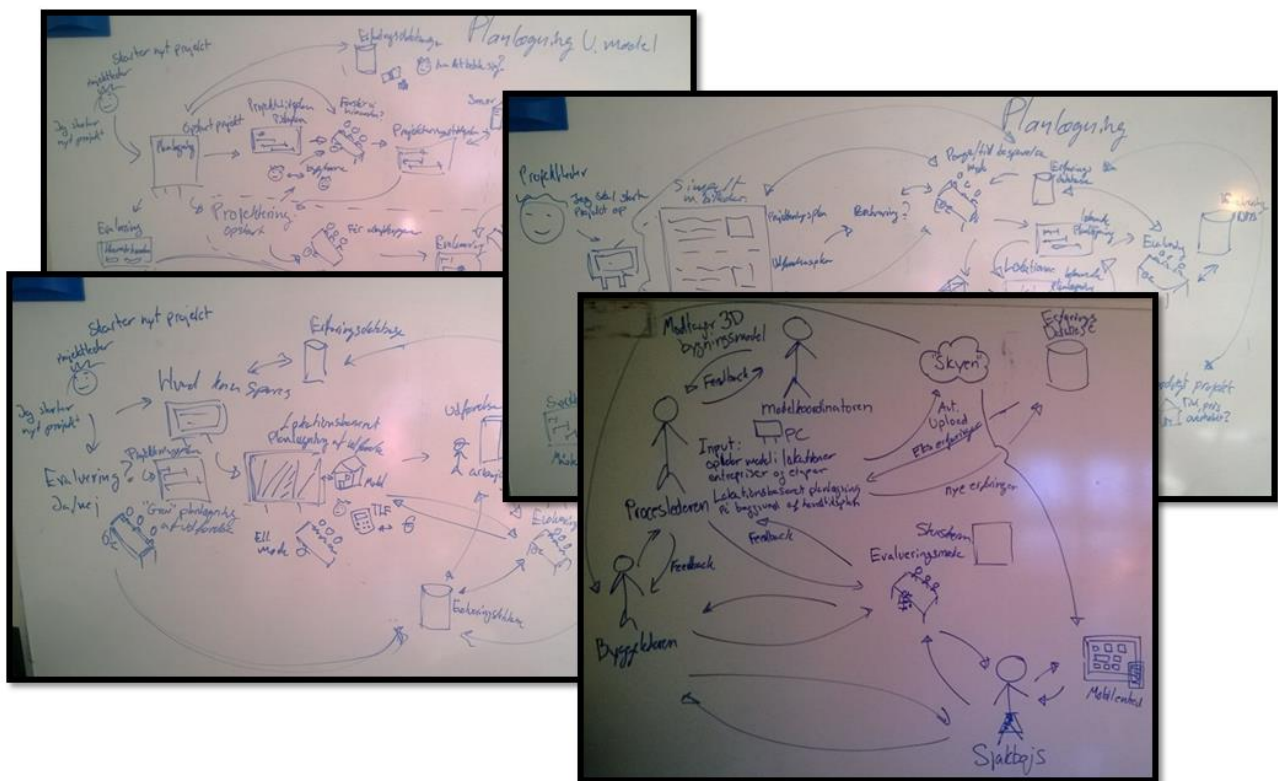
"Visioning.. will help you conceptualize a bigger picture of what your product can do far more than simply brainstorming function or starting to sketch UI ideas. Visioning encourages you to think more systemically about your (re)design." (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005)

Hermed menes det, at visionering ses som en særdeles fordelagtig aktivitet i forbindelse med systemudviklingen. Visioneringen i denne rapport øjemed, er udarbejdet på baggrund af de idéer der tilkom og blev vurderet i afsnit 3.4.

4.1.1 Resultater af den præliminære visionssession

Visionering skal ses som en iterativ proces, og der er derfor udviklet en række præliminære visioner, der senere skal danne grundlag for en samlet konsolideret vision. Visionering skal ses som både en begrænset brainstorm og en historiefortælling. Brainstormen er begrænset, da data er indsamlet inden systemets fremtidige, samlede funktion visioneres. (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005) Visionering ses som brainstorm da samtlige idéer kan præsenteres frit uden evaluering, og ses som historiefortælling da en brugers historie væves ind i visionen. Visioner er grafiske præsentationer af kundens/brugerens nye overordnede arbejdspraksis ved brug af systemet.

Til denne rapport er udviklet fire præliminære visioner, til hver vision er valgt en handling hvori der tages udgangspunkt. Visionerne fortælles fra brugernes synspunkt, og ses som "historien" over hele den arbejdspraksis der bliver påvirket af det nye system og den nye teknologi. På figur 29, ses de fire præliminære visioner.



Figur 29: Præliminære visioner til det samlede system

Visionerne, beskriver den overordnede funktionalitet i det tilsigtede system, dvs. at der ikke arbejdes med detaljer omkring brugerflade eller implementering. De mere detaljerede funktioner og arbejdsgange ifm. implementering, eller brug af systemet udarbejdes i rapportens afsnit 4.2, ved storyboarding, og senere i del 2, ved User Enviroment Design, og endeligt udvikling af prototype.

4.1.2 Den samlede konsoliderede vision

Efter udvikling af de præliminære visioner, skal disse evalueres og konsolideres til én samlet vision for systemet. Formålet med evalueringen er, at identificere hvad der virker i visionerne, og at fjerne det der ikke virker. Det er ikke i evalueringens formål, at vælge mellem modstridende visioner, men at identificere plusser og minusser ved arbejdsgange i hver vision.

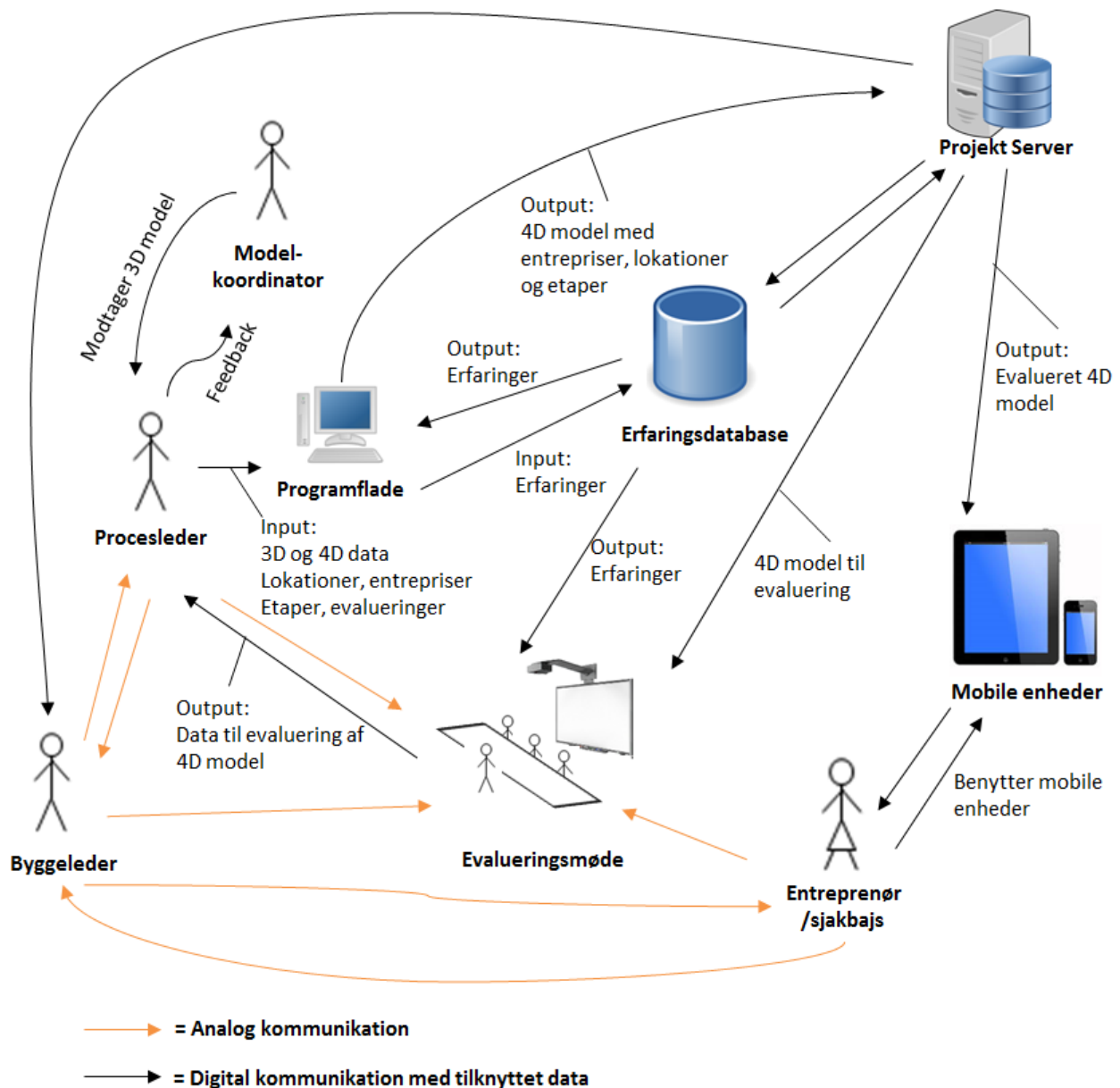
Den samlede konsoliderede vision kombinerer de præliminære visioner for at eliminere de negative minusser, og forstærke de positive plusser. Den konsoliderede vision repræsenterer kerneelementer i én vision, på én figur, så der gives et klart fokus for designarbejdet til systemet. På figur 30, ses den samlede konsoliderede vision. Tilknyttet visionen er et narrativ, der fungerer som en form for formidling af visionen, og på samme tid sikrer, at alle visionens elementer huskes. I dette narrativ tages udgangspunkt i "hvem er jeg og hvad laver jeg", dette betyder, at en brugers overordnede handlinger og interaktioner ifm. det nye system, følges igennem narrativet.

4.1.2.2 Narrativ til den samlede vision: Planlægningssystem med struktureret evaluering

I det følgende præsenteres en samlet vision for et nyt planlægningssystem med struktureret evaluering. Systemet, er et planlægningssoftware til PC og mobile enheder, der benytter sig af værktøjer og filosofier bag BIM og Trimmet Byggeri. Dette narrativ repræsenterer en overordnet fremtidig brug af systemet, hvor proceslederen Bent benytter systemet i samarbejde med byggelederen Martin, entreprenøren/sjakkbajs Lene, og modelkoordinatoren Ahmed. Narrativet illustreres på figur 30, i form af den samlede, overordnede vision. I narrativet, samt i den resterende rapport, benævnes det nye softwaresystem med akronymet PES, hvilket står for Planning and Evaluation System.

Narrativ: Når Ahmed har 3D-bygningsmodellen klar til udbud og udførelse, sender han den til Bent. Bent er begejstret for indførelsen af det nye system PES, og benytter det nu på sin PC til, at definere de lokationer, entrepriser og etaper projektet skal opdeles i. Ud fra disse, samt fra tidligere erfaringer med lignende projekter, der er indhentet fra en erfaringsdatabase, og rådførelse med Martin, udfører Bent nu en planlægning der resulterer i en 4D-bygningsmodel og faste evalueringstidspunkter. Bent gemmer bygningsmodellen og tidsplanen, der automatisk synkroniserer til en fælles server, hvorfra den ligger tilgængelig for Lene og hendes håndværkere, via mobile enheder, dvs. tablets og/eller smartphones. Bent er tilfreds med arbejdet, og ved, at til dagligt uden for evalueringsmøder, koordinerer Lene og hendes håndværkere deres spørgsmål og arbejde, gennem Martin og så videre til Bent, hvis de føler det er nødvendigt. På den måde ved han hvis der er noget der skal rettes til i planlægningen.

Ved de tidligere planlagte faste evalueringsmødetidspunkter bliver der gjort brug af en løsning på storskærm der kan anvendes til, at følge op og evaluere på udført arbejde, Bent, Martin og Lene deltager alle med stor iver i disse møder. De ved nemlig, at resultatet af evalueringsmøderne er data og information til opfølgning på 4D modellen og derfor en mere realistisk og opdateret planlægning. Det er Bents opgave, at viderebehandle dataene, og strukturere dem, inden han overfører dem til erfaringsdatabasen. Efter han har gjort dette, gemmer han en opdateret 4D model og planlægning, der automatisk synkroniseres til serveren, som Lene og hendes håndværkere kan tilgå via deres mobile enheder. På de mobile enheder kan den nye tidsplan ses og sammenlignes med den tidligere. Ud fra den nye tidsplan kan Lene og hendes håndværkere vurdere, om der eksempelvis skal mandes op på opgaver, for at nå disse til tiden, eller indhente tidsplanen. Evalueringsprocessen fortsætter ved evalueringsmøderne igennem hele byggeprocessen til byggeriet, eller til planlagte etape er færdigt. Til sidst udføres der en slutevaluering ved planlægning og arbejde med PES som både Bent, Lene og Martin deltager i. Bent overfører gladeligt de positive slutresultater til erfaringsdatabasen.



Figur 30: Samlet, overordnet vision for Planning and Evaluation System PES.

4.1.3 Storyboarding

Når den samlede, overordnede vision er udviklet, kan der udføres storyboards. Storyboarding anvendes til at visualisere hvordan en given arbejdsopgave skal udføres i et nyt system. I forbindelse med de nye arbejdsgange eller processer skal det sikres, at der ikke bliver lavet unødvendigt om på eksisterende arbejdspraksis. Ofte bliver der brugt meget tid på de teknologiske problemstillinger ved systemdesign, frem for arbejdsgange og indsamlet data omkring brugernes arbejdspraksis. (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005) Ved at anvende behandlet data fra interviews i form af figurer illustrerende eksisterende arbejdspraksis, sikres det under udviklingen af systemet, at arbejdsgange og vigtig information ikke går tabt.

Inden storyboarding påbegyndes, skal det udvælges hvilke arbejdsområder der skal arbejdes med. Storyboarding starter med udvikling af "low level" visioner, baseret på den samlede, overordnede vision.

(Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005) Dette giver udviklingsteamet tid til at finde alternativer og diskutere disse inden selve storyboarding processen påbegyndes. En "low level" vision, er en opdeling af den samlede vision, hvor der fokuseres på de detaljer i visionen, der ses som vigtige i det nye system. Det udvælges hvilke kernearbejdsopgaver der ligger til grunde for udviklingen af det nye system, og hvis nogle af arbejdsopgaverne strækker sig over længere tid eller direkte involverer andre arbejdsopgaver, kan storyboardet på den enkelte opgave deles op. Udarbejdelsen af storyboardet sker på baggrund af de observationer der er gjort ved interviewbehandling og tanker gjort i forbindelse med udarbejdelsen af den samlede vision i afsnit 4.1.2. Dette gøres så der tages udgangspunkt i hvordan arbejdsopgaverne bliver løst på nuværende tidspunkt, til grundlag for visioner af det nye systems fremtidige arbejdspraksis.

Storyboardet består af hånd tegnede billeder samt narrativer, der viser og fortæller hvordan den nye arbejdsproces bliver udført ved brug af det nye system. Indeholdt i dette er, interaktion med det nye system, beskrivelser af brugerflader, beskrivelser af hvilke opgaver systemet automatisk skal udføre, samt om systemet skal interagere med andre systemer. Hvert enkelt storyboard tager udgang i arbejdsopgaver som brugeren skal udføre, og det skal sikres at alle nye løsninger eller arbejdsprocesser løser de arbejdsopgaver der er behov for. Hvert billede i storyboarding repræsenterer en interaktion med systemet, en interaktion med andre personer, eller en opgave der skal løses for at komme videre. Storyboardet som helhed, skal indeholde alle de punkter der udgør en arbejdsgang.

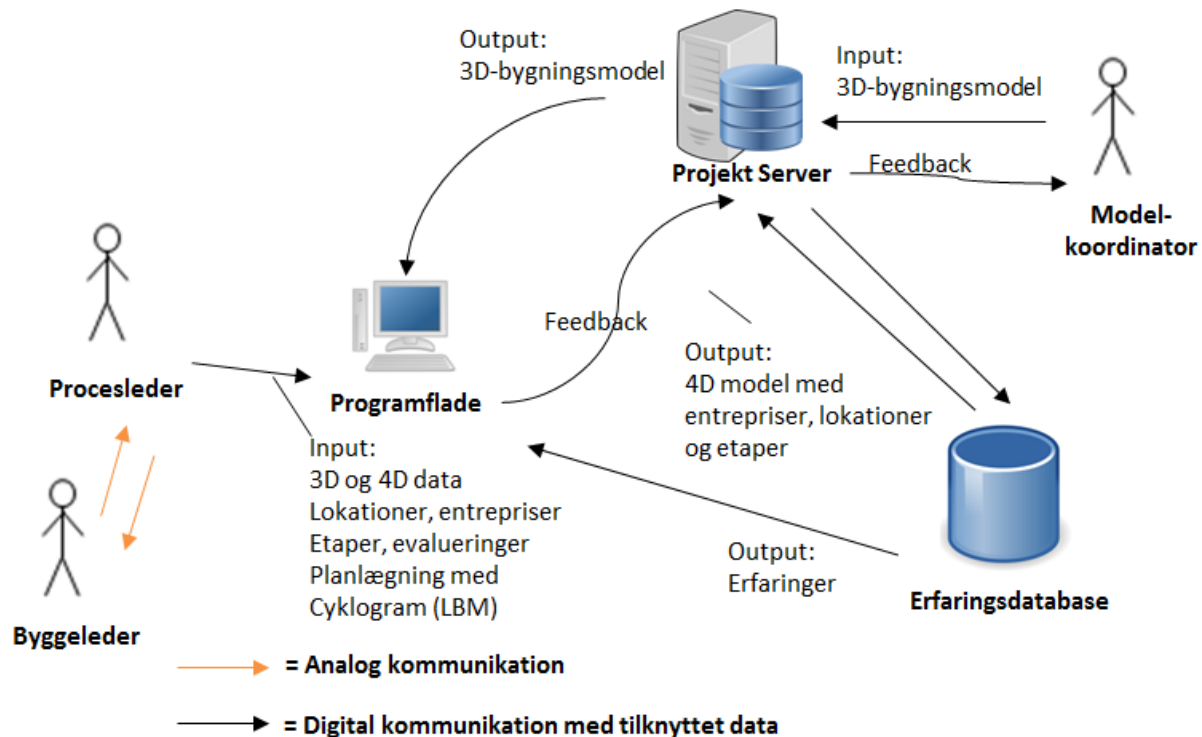
Storyboarding struktureres hermed som følgende:

1. "Low Level" vision, over udvalgt arbejdsproces.
2. Narrativ til vision
3. Storyboard, der visualiserer processer i narrativet.

Storyboards fortsætter og detaljerer narrativet om Bent, Lene, Ahmed og Martin, samt deres arbejde ved brug af PES.

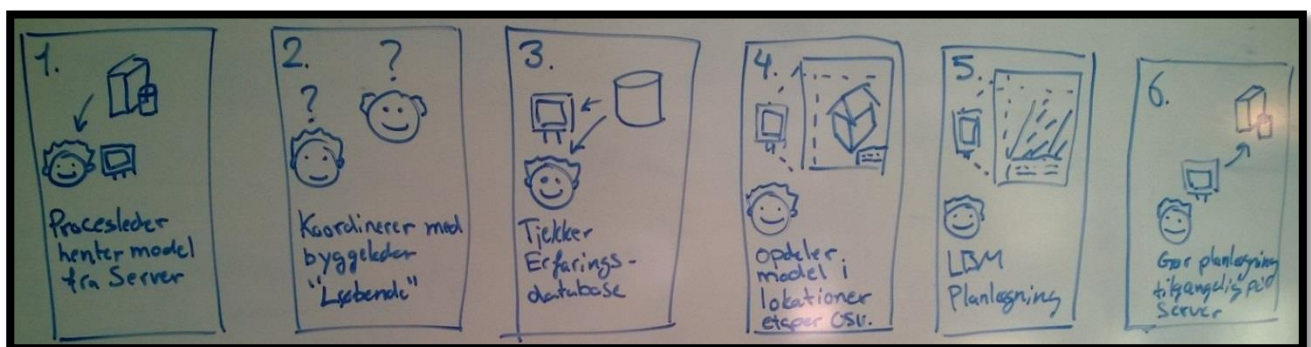
I det følgende udarbejdes "low level" visioner, narrativer og storyboards for udvalgte opgaver i den samlede, overordnede vision.

4.2.1.1 Procesleders initierende planlægning på baggrund af 3D-bygningsmodel



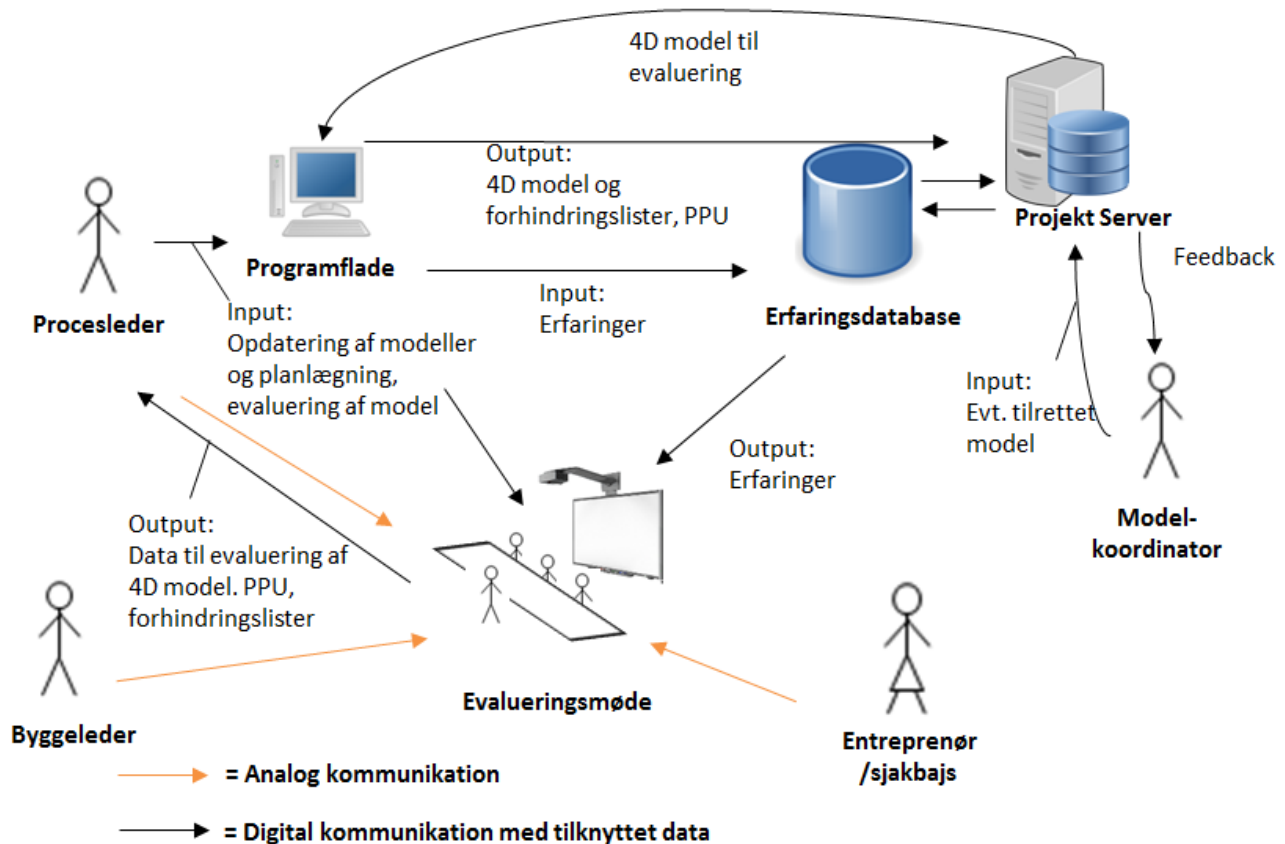
Figur 31: Vision for procesleders initierende planlægning på baggrund af 3D-bygningsmodel

Narrativ: Det er Bents opgave, at udføre den initierende planlægning til byggeprojektet. Ved opstart af den nye planlægning, henter han en 3D bygningsmodel fra serveren, som Ahmed tidligere har gjort tilgængelig. Bent koordinerer tidsplanlægningen og arbejdet med Martin, inden han undersøger om der eksisterer erfaringer på lignende projekter, i erfaringsdatabasen. Den første store opgave Bent har for sig, er opdeling af byggeriet i lokationer, entrepriser og etaper, disse bliver han enig med Martin om, ved løbende koordinering. Martin og Bent er tilfredse med opdelingen af byggeriet, og nu efter at bygningsmodellen er opdelt, kan Bent nu planlægge udførelsen. Dette gør han ved Location Based Management, også kaldet Cyklogramplanlægning. Det sidste Bent foretager sig, er at gemme modellen og planlægningen, som så automatisk overføres til serveren, det giver de øvrige aktører adgang til at kunne se og kommentere på planlægningen.



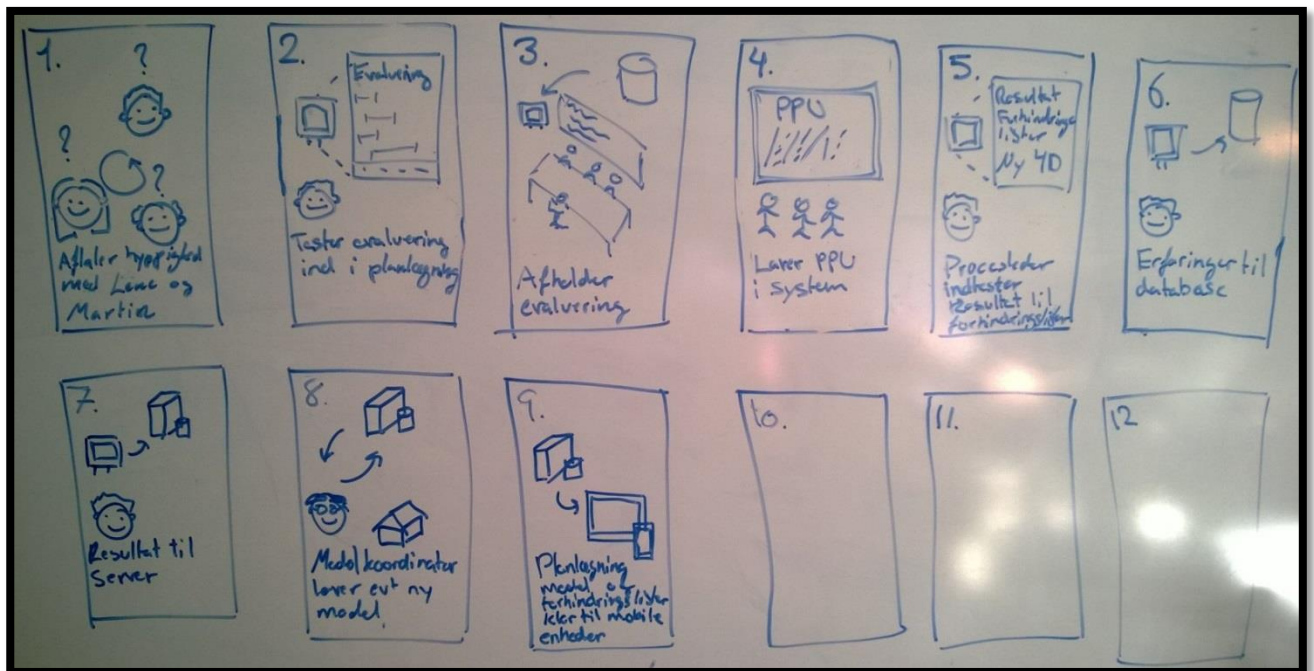
Figur 32: Storyboard for procesleders initierende planlægning på baggrund af 3D-bygningsmodel

4.2.1.2 Systemets brug ved evalueringsmøder



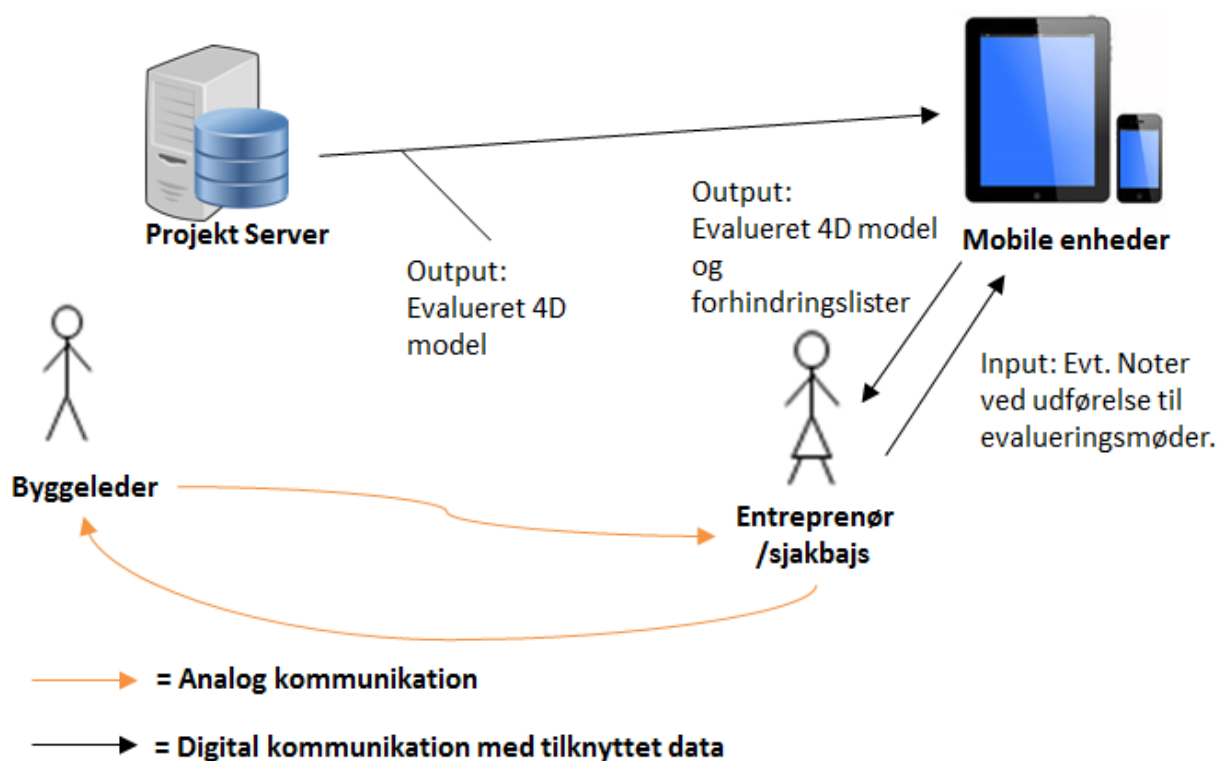
Figur 33: Vision for systemets brug ved evalueringsmøder og erfaringsopsamling

Narrativ: Bent, Lene og Martin afholder ved brugen af PES, løbende evalueringsmøder, hvor ofte, og hvornår dette gøres, har de aftalt ved projektopstart. Efter aftalen omkring evalueringsmødernes hyppighed mv. er på plads, taster Bent det ind i planlægningssystemet, og kan læne sig tilbage velvidende, at der i projektet er struktureret tilgang til evaluering og erfaringsopsamling. På selve evalueringsmødet, bliver der opsamlet og evalueret på udført, såvel som ikke udført arbejde. Dette opretholder Bent, Lene og Martin med erfaringer fra erfaringsdatabasen. På baggrund af udførte arbejdsopgaver, laver Bent, Lene og Martin PPU planer, som grundlag for forhindringslister. Disse planer indtastes direkte i PES' indbyggede funktion til evalueringsmøder, på et tilkøbt smartboard. Efter evalueringsmødet, er det nu Bents opgave at følge op på evalueringen i PES, han opdaterer tidsplanen med tilknyttede forhindringslister og gør klar til at gemme og synkronisere til serveren. Umiddelbart inden, overfører han dog de opnåede erfaringer til erfaringsdatabasen. Alt efter omfanget af de rettelser der er tilkommet på mødet, er planlægningen og modellen enten direkte klar til Lene og hendes håndværkere på pladsen, eller klar, efter at bygningsmodellen er blevet rettet af Ahmed.



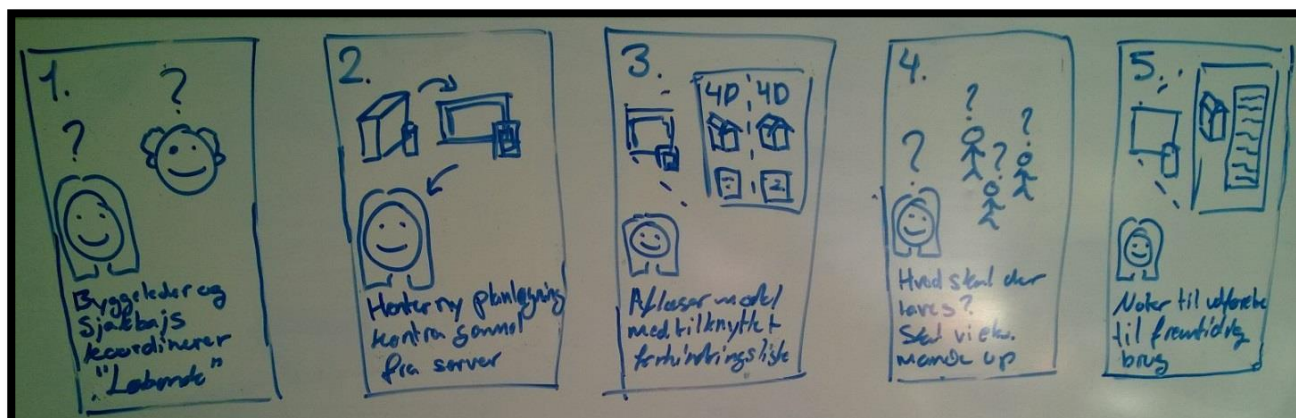
Figur 34: Storyboard for systemets brug ved evalueringsmøder, og erfaringsopsamling

4.2.1.3 Entreprenørs brug af mobile enheder



Figur 35: Vision for entreprenørs brug af mobile enheder

Narrativ: Når Lene og hendes håndværkere er på pladsen, bruger de mobile enheder, for at følge op på deres arbejde. Når en evalueret model er tilgængelig på serveren, giver Martin hende besked herom. På de mobile enheder kan Lene se den oprindelige planlægning sammen med den nye, der er tilkommet efter et evalueringsmøde. På den nye planlægning, er endda tilkoblet en forhindringsliste til Lene og hendes håndværkere, dette gør at de lettere kan strukturere deres arbejde og tilgang. På baggrund af den nye planlægning og forhindringslisterne, aftaler Lene med sine håndværkere hvad der skal gøres for at overholde tidsplanen. Løbende kan Lene og håndværkerne tage noter i deres mobile enheder. Disse noter medbringer de senere til efterfølgende evalueringsmøder.



Figur 36: Storyboard for entreprenørs brug af mobile enheder

Med ovenstående tre storyboards, afsluttes udviklingen af visionen, og grundlaget for prototypeprojektet er lagt. Inden påbegyndelse af prototypeprojektet, opsamles der samlet på forundersøgelsen i afsnit 4.3.

4.2 Opsamling af forundersøgelsen efter visionering

Denne opsamling opsummerer forundersøgelsens delelementer og deres overordnede sammenhæng samt funktion i forundersøgelsen. I det følgende beskrives indholdet og formålet ved hver af de fire forundersøgelsesfaser og til slut findes konkluderende bemærkninger til forundersøgelsen.

Introduktion: I rapportens introduktionsdel, blev der ved afdækning af en række problemområder i byggeriet fundet, at byggeriet generelt står ud for en række problemer, både ved antallet af fejl, svigt og mangler, en for lav overskudsgrad, og stagneret produktivitet. Ud fra disse problemer, blev der defineret en problemformulering til viderebearbejdning i rapporten. Ved problemformuleringen blev det fundet essentielt, at arbejde med mulige synergier mellem Trimmet Byggeri og BIM.

Introduktionen endte ud med en definering af de metoder samt teknikker og beskrivelsesværktøjer der bruges i rapporten. Ud fra en overordnet referencelinjeplanlægning, blev det vurderet, at rapporten skulle struktureres i 3 dele, forundersøgelsen, prototypeprojektet og en afslutning og vurdering.

Den strategiske foranalyse: Anden del af forundersøgelsen, omhandlede de omgivelser der er i spil i byggebranchen ved emnerne Trimmet Byggeri og BIM. I afsnittet blev der ved en strategisk analyse, afdækket problemer ved virksomhedernes nuværende brug af BIM og Trimmet Byggeri. Eksempler på problemer er; Utilstrækkelig digital forankring af Trimmet Byggeri, besværligheder ved implementering af både Trimmet Byggeri og BIM, og uvillighed til at bruge nye principper grundet usikkerhed i økonomiske konsekvenser. Ud fra problemerne blev der udvalgt fire arbejdsområder: Implementering af Trimmet Byggeri og BIM, Projektering med BIM, planlægning med Trimmet Byggeri og Løbende evaluering af projekter. Disse arbejdsområder lagde som grundlag for dybdeanalysen.

Dybdeanalysen: I dybdeanalysen, blev der ved en strategisk analyse af virksomheders nuværende arbejdsgange fundet en lang række udfordringer ved arbejdsgange inden for de fire arbejdsområder defineret i foranalysen. Her var bl.a. udfordringer ved: Strukturering af løbende evaluering på projekter, aktører der ikke vil "være med" i nye arbejdsgange, implementering af omfattende systemer og programmer mv. Konklusionen på problemet, blev at et nyudviklet system skal kunne arbejde med Trimmet Byggeri og BIM sammen, den grundlæggende tilgang skal være simpel, og at der er et stort potentiale i, at arbejde på udviklingen af et system, hvori nøglefunktioner omhandler evaluering af tidsplanlægning og udførelse.

Udvikling af visionen: I visionskapitlet, blev der på baggrund af idéer til løsninger, samt eksisterende arbejdspraksis, udviklet visioner på funktionalitet og arbejdspraksis ved det tilsigtede system. Dette resulterede i en vision til PES (Planning and Evaluation System). Hvilket er et planlægningssystem hovedsageligt til planlægning af udførelsestidsplaner centreret omkring vigtigheden af løbende evaluering og erfaringsopsamling.

Visioner danner sammen med den samlede forundersøgelse, grundlag for rapportens del 2. Hermed afsluttes rapportens forundersøgelsesdel og prototypeprojektet påbegyndes.

Del 2: Prototypeprojektet

Kapitel 5:

Udvikling af prototypen

Kapitel 6:

Afprøvningen af prototypen



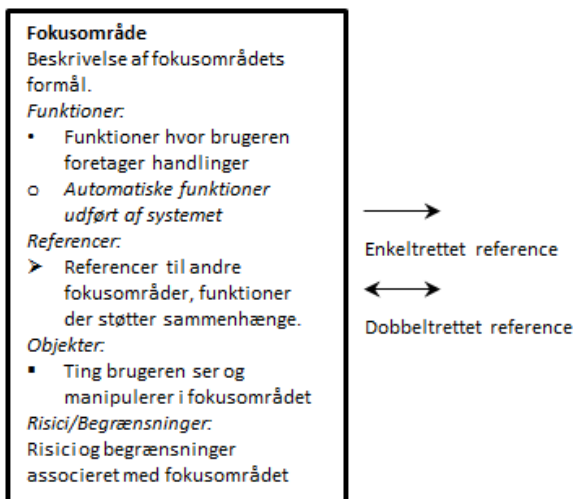


Kapitel 5: Udvikling af prototypen

I dette kapitel, starter rapportens del 2, også benævnt prototypeprojektet. Kapitlet udgør udviklingsfasen iht. referencelinjeplanen, og har til formål, at dokumentere skabelsen af en systemprototype. Kapitlet omhandler selve udviklingen af systemprototypen, baseret på visioner udviklet i forundersøgelsen. Da del 2 overordnet struktureres efter Contextual design, starter kapitlet ud med udarbejdelsen af et UED-diagram, for at klarlægge fokusområder i det nye system, inden prototypen udvikles.

5.1 User Enviroment Design (UED)

Efter afsluttet visionsudvikling og storyboarding, kan udviklingen af et prototypesystem påbegyndes. Inden selve prototypen udføres, diagrammeres der fokusområder i UED. (Beyer & Holtzblatt, 1998) De forskellige fokusområder der udarbejdes ifm. UED, skal repræsentere funktioner der er af essentiel betydning for systemets arbejdsopgaver. Efter de forskellige fokusområder er defineret, laves der forbindelser mellem dem, disse viser hvordan systemets forskellige funktioner er forbundet, samt hvilke fokusområder der varetager hvilke underopgaver. Hvert enkelt fokusområde er tegnet som en "boks" der indeholder de forskellige funktioner området indeholder, samt hvilke muligheder der ligger deri. De forskellige fokusområder agerer som tjeklister under selve opbygningen af systemet, dette gør det muligt for designerne af systemet, hele tiden at kontrollere om alle relevante funktioner er til stede i hvert område for, at kunne løse arbejdsopgaverne. Figur 37, viser en oversigt over opsætningen af de særskilte fokusområder. Dette er baseret på definitionen i Contextual Design metodologien. (Beyer & Holtzblatt, 1998)

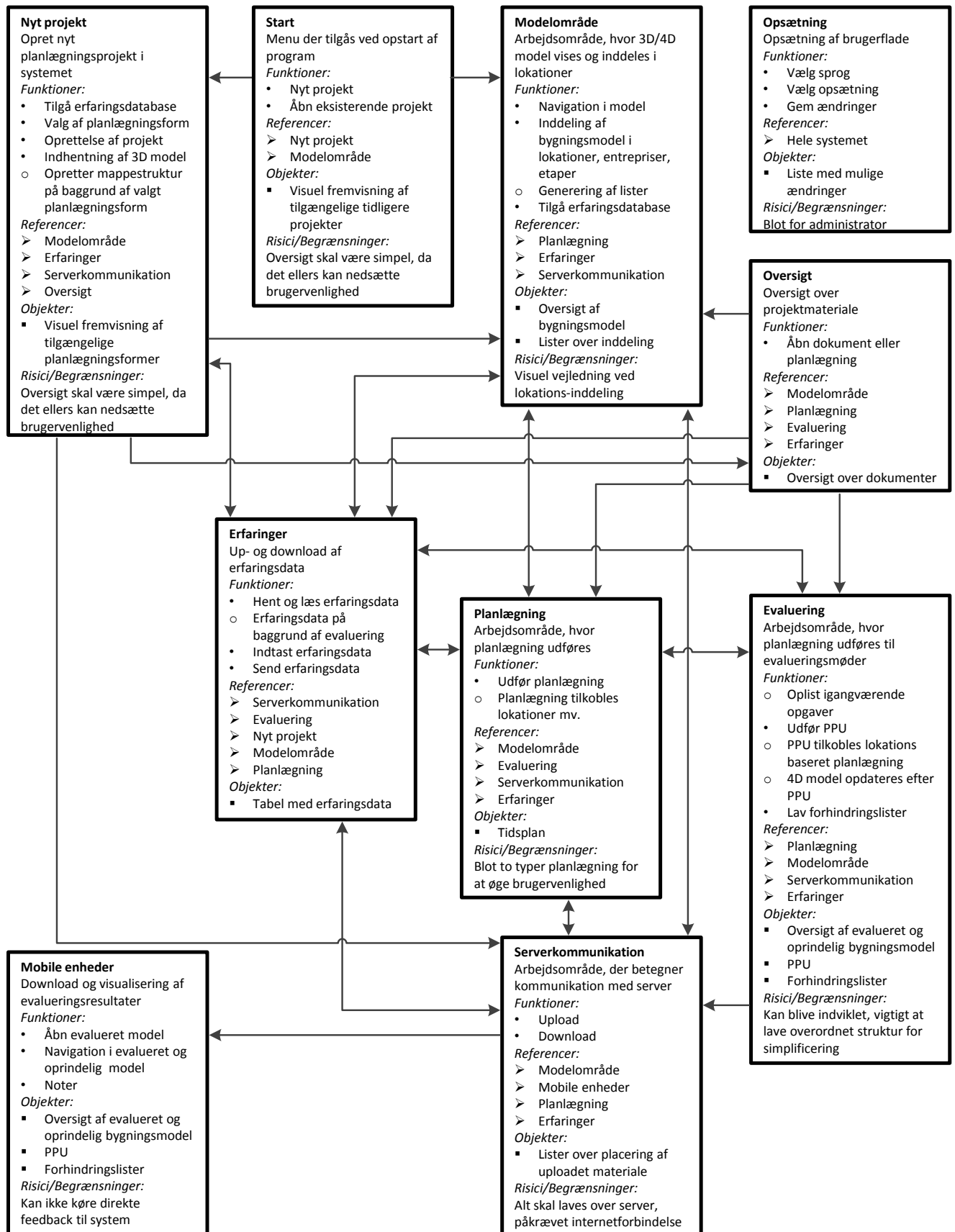


Figur 37: Eksempel på opsætning af særskilte fokusområder i User Enviroment Design

5.1.1 Opbygning af User Enviroment Design fra resultater i forundersøgelse

Storyboards viser forskellige arbejdsgange ved brug af et system, hvor UED strukturerer og sammensætter processerne i systemet. UED viser, hvordan systemet agerer ud fra de arbejdsopgaver der skal løses. Ved UED, bliver der skabt forbindelse mellem arbejdsopgaver. Hver funktion i det fremtidige system er beskrevet og visualiseret i en sammenhæng, for at skabe en forståelse for, hvordan systemet funktionelt skal agere, og for at finde frem til hvilke funktioner der er nødvendige for, at systemet kan fungere i praksis.

Del 2: Prototypeprojektet



Figur 38: Overordnet User Environment Design over fremtidigt system PES

På figur 38, vises det UED, der er udviklet ud fra storyboards til systemet PES. På figuren, optræder to forskellige typer af referencer, nemlig den enkeltrettede, og den dobbeltrettede. Eksempel på en enkeltrettet, er fra fokusområderne "nyt projekt", til "modelområde", "modelområde" kan tilgås fra "nyt projekt", men ikke omvendt. Grundlaget i denne reference, er ønsket om skabelsen af et nyt projekt hvilket fører til arbejde med bl.a. bygningsmodeller, hvis der allerede arbejdes med bygningsmodeller, er funktioner til oprettelse af nyt projekt i denne sammenhæng ikke relevante. Et eksempel på en dobbeltrettet reference, er sammenhængen mellem fokusområderne "evaluering" og "erfaringer". Data fra erfaringer skal bruges ved evaluering, og evaluering af data resulterer i erfaringer, der skal overføres mellem fokusområder.

Princippet og visionen for PES, er struktureringen af planlægning gennem brug af tidligere erfaringer, og evaluering til ny erfaringsopsamling, dette for at effektivisere byggeprocessen. Derfor figurerer fokusområderne "Planlægning", "Erfaring" og "Evaluering", centralt i figur 38. PES skal have funktioner, der støtter op omkring disse fokusområder, herfor skal modeller eks. opdeles i lokationer, som grundlag for lokationsbaseret planlægning, 4D modellering, opfølgning og udførelse af PPU samt forhindringslister. Disse lokations inddelingsfunktioner findes i fokusområdet "Modelområde". Ydermere skal PES have grundlæggende tilgang, og adgang til arbejde med planlægning mv. Dette gøres gennem fokusområder såsom "Serverkommunikation", "Start", "Oversigt" og "Nyt projekt". Til slut illustrerer fokusområdet "Opsætning", funktioner tilknyttet systemets brugertilpasning.

Fokusområderne og sammenhængene i UED'et på figur 38, symboliserer den samlede, overordnede funktionalitet i PES. Hermed danner UED grundlag for udvikling af det første udkast til PES systemprototypen.

5.2 Den første prototype

Efter visionen og udviklingen af UED, skal de første prototyper af systemet udformes. Disse prototyper ligger senere til grundlag for brugertests. En prototype er en løsning, der endnu ikke er i sin endelige form. En prototype kan f.eks. være interaktiv, eller mere primitiv i form af illustrationer og mock-ups af systemet under udvikling. Prototypen anvendes for, at brugerne kan afprøve og fornemme hvordan et fremtidigt system kan fungere. Endvidere sikres der ved brug af prototyper, at systemet imødekommer brugernes krav og ønsker. Prototypen bliver derved et kommunikationsredskab mellem brugerne og systemudviklerne. Ved udvikling af nye systemer er det essentielt at have prototypen som kommunikationsredskab, da brugere og udviklere kan have forskellige synspunkter og holdninger til funktionalitet. Ved at udforme prototyperne som kommunikationsredskaber, har brugerne mulighed for at kommentere funktionerne, dette giver et bedre grundlag for rettelser inden systemet udgives. (Rogers, Sharp, & Preece, 2012) I dette afsnit udvikles de første udkast til prototyper af systemet, prototyperne testes, og gennemrettes i kapitel 6, dette med henblik på en tilrettet systemprototype.

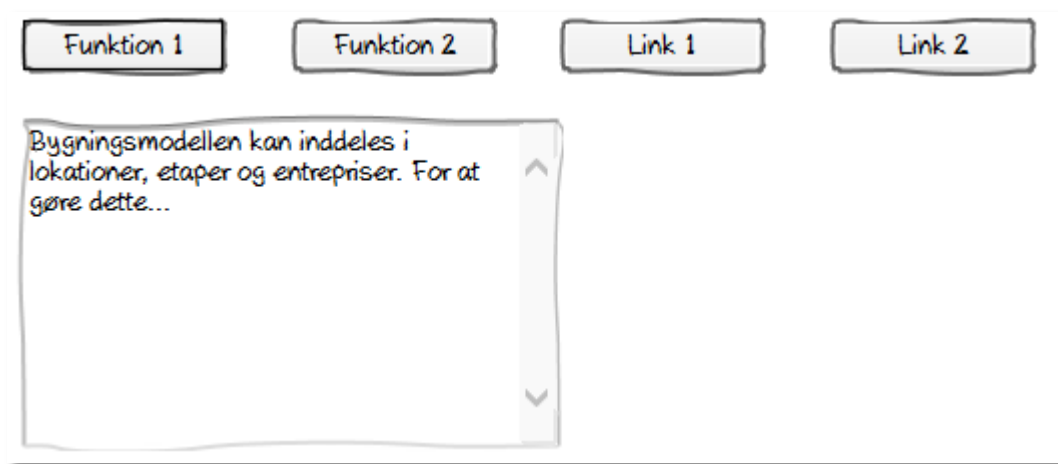
5.2.1 Udvikling af den første prototype.

Prototyper udviklet ifm. dette projekt, er udført som interaktive wireframes. Grundlaget for dette, er et ønske om at vise brugerne et system, der fremgår med funktioner og knapper, således at der skabes et realistisk overblik over funktionaliteten i systemet. Wireframes er computer-udviklede brugerflader, der repræsenterer den grundlæggende funktionalitet og layout i systemet. Dvs. at der som grundlag ikke ligges vægt på visuelt design.

Det er tilstræbt, at udføre den første prototype i rå "skitseform". Dette, da det er hensigten, at brugerne skal fokusere på funktionalitet frem for design. Hvis et prototypedesign ser for "færdigt" ud vurderes det, at brugerne kan føle sig låste i brugerfladen, og hermed skabes der ikke et optimalt miljø for prototypen som kommunikationsredskab. Brugernes input og feedback begrænses, hvis de ser prototypen som et "færdigt" design. Som Beyer og Holtzblatt udtrykker:

"A good prototype is clean but looks like it can be changed" (Beyer & Holtzblatt, 1998)

Det, at den første prototype udføres i "skitseform", betyder bl.a. at den optræder visuelt som håndlavet, dette for at undgå, at brugeren distraheres af eventuelle designflader. Figur 39, viser et simpelt eksempel på denne fremgangsmåde.



Figur 39: Illustration af visuel fremgangsmåde ved udvikling af tidlige prototyper

Som det kan ses på figuren, viser denne fire knapper med funktioner og links, samt én tekstboks med en vejledende tekst. Knapper og tekstboks er udført på en måde så de ikke ser "færdige" ud, dette giver brugeren det indtryk, at prototypen er et tidligt designforslag, og kan ændres radikalt om nødvendigt.

5.2.2 Den første prototype af Planning and Evaluation System (PES)

Denne første prototype af PES, illustrerer det første funktionelle udviklingsarbejde på baggrund af forundersøgelse, visionering og UED. Prototypen skal på ingen måde ses som et færdigt produkt, da denne repræsenterer de initierende tanker til systemet, inden tests med brugere. I Det følgende vises og beskrives nøglefunktioner i prototypesystemets to dele, hovedsystemet på PC, og delsystemet ved brug af mobile enheder.

5.2.2.1 PES hovedsystemets første prototype til PC.

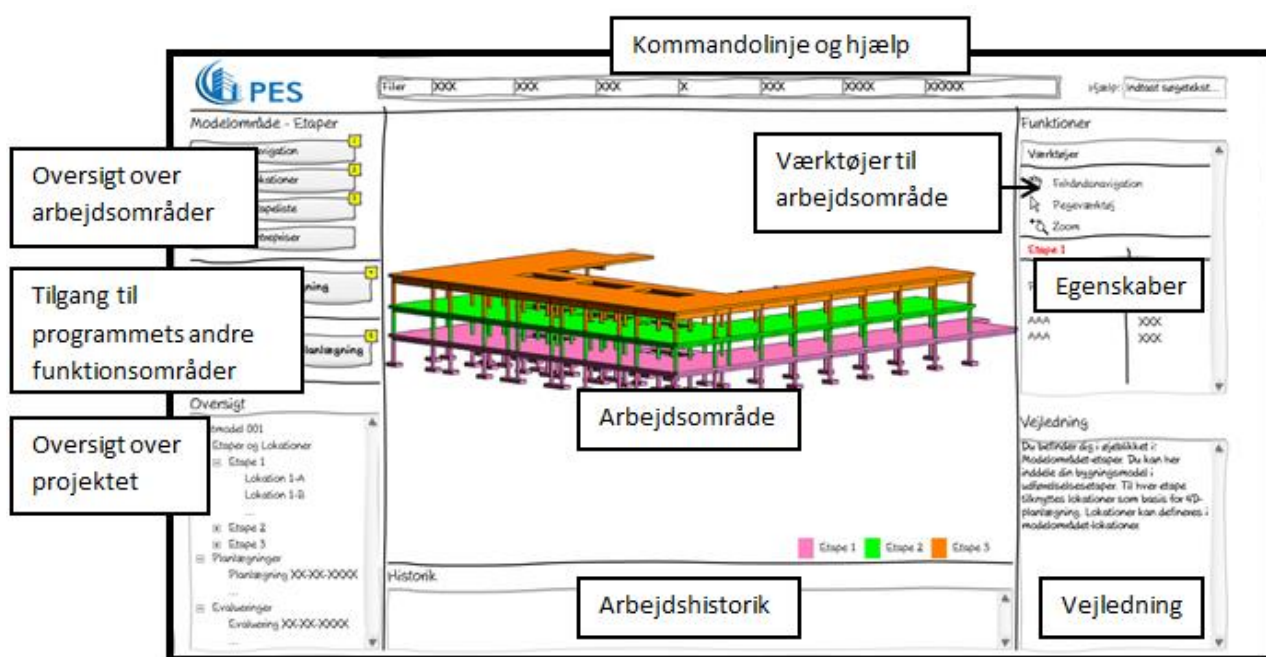
På figur 40 ses opstarten af PES systemet, hvor det er muligt enten at åbne en ny udførelsestidsplan, ny projekteringstidsplan, eller åbne eksisterende. Figuren viser endvidere valg af byggetype og import af model. Byggetypen vælges ved projektopstart, da denne giver systemet mulighed for at stille forslag til tidligere lignende projekter. Brugeren kan sammenligne sit projekt med disse, for at få et indtryk af de eventuelle besparelser der ligger i at benytte PES' funktioner. Det er formålet, at denne

forhåndssammenligning skal give brugeren informationer omkring programmets effektivitet ift. traditionel planlægning.



Figur 40: Skærbilleder fra PES prototype visende oprettelse af nyt projekt, valg af byggetype, import af model og eksempler fra tidligere byggerier.

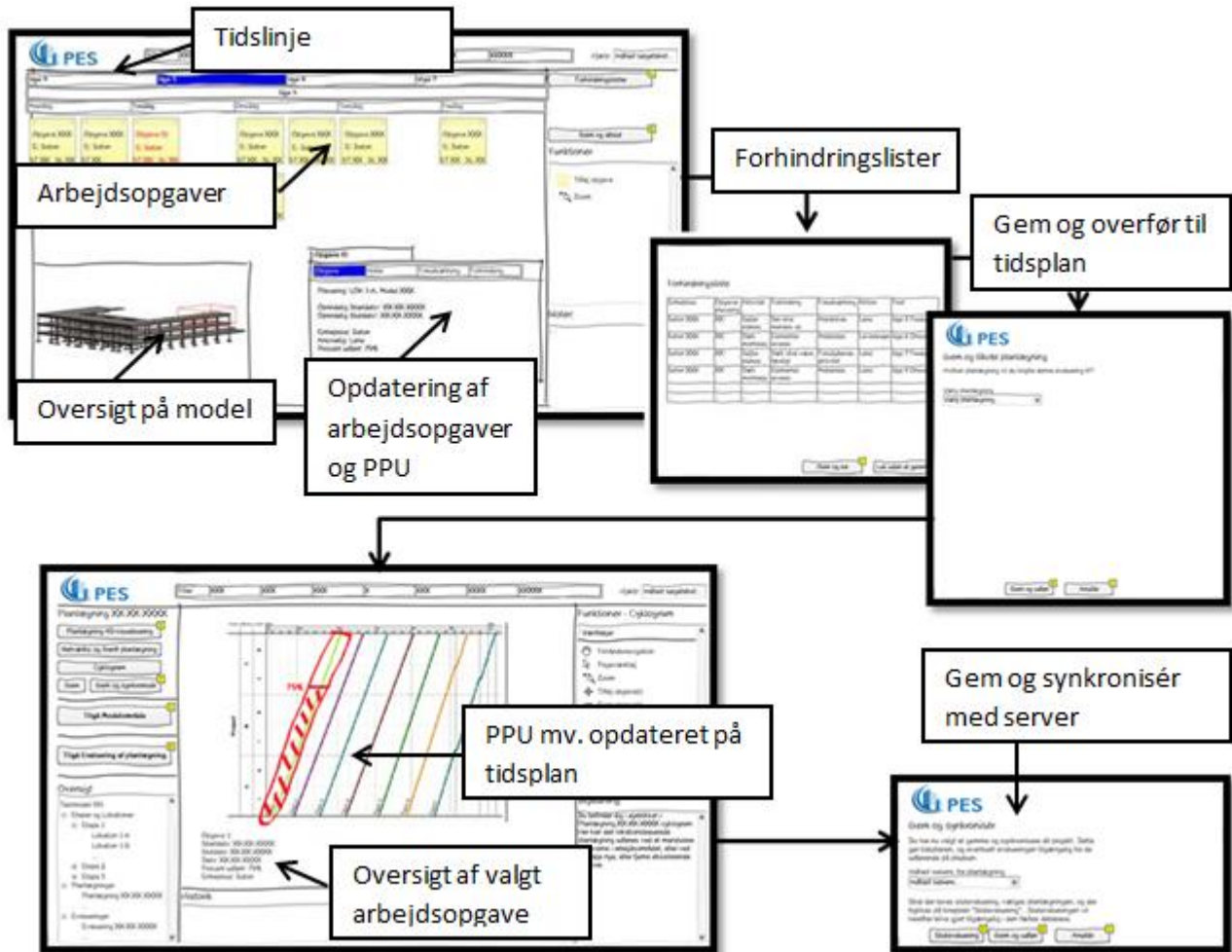
Når planlægningsprojektet er oprettet, og tidligere eksempler er gennemgået, startes planlægningen op i systemet. Hertil kommer systemets opsætning, forklaring og visualisering af opsætningen findes på figur 41.



Figur 41: skærbillede fra PES prototype visende systemets generelle opsætning

Eftersom PES, tilsigtes at blive et system til struktureret planlægning og evaluering, skal der i systemet arbejdes med lokationsbaseret planlægning. Funktionaliteten i dette ses som at kunne udføres med inspiration i allerede eksisterende programmer såsom eks. VICOsoftware. Skærbilleder af disse funktioner vises herfor ikke i denne rapportens brødtekst. For samtlige skærbilleder til prototypen henvises til rapportens **appendiks I: Skærbilleder fra første prototype af PES**.

Figur 42 viser, hvordan evaluering af tidsplaner foregår i systemet. Først udføres procesplan, PPU og forhindringslister i systemets indbyggede funktion, herefter gemmes og tilkobles evalueringen til projektets planlægning. Projektets opdaterede og evaluerede tidsplan kan synkroniseres med projektserveren, entreprenørerne kan hermed tilgå evalueringen på PES systemets mobile software.



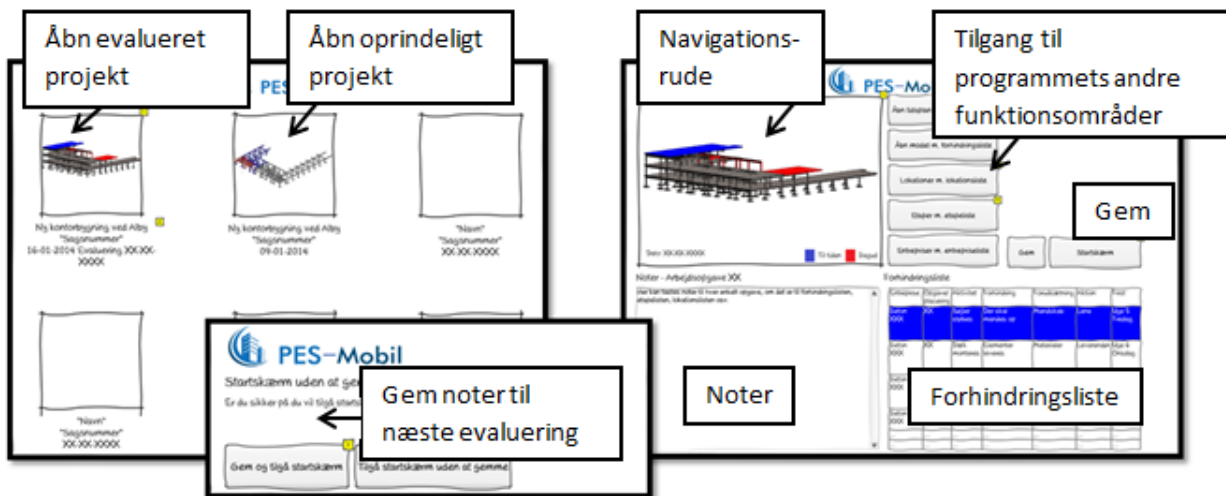
Figur 42: Skærbilleder ved evaluering af tidsplaner, fra evaluering til opdateret planlægning, og synkronisering med server

5.2.2.2 PES delsystemets første prototype til mobil enhed.

PES delsystemet til mobile enheder, har til formål på en visuel måde, at videreformidle resultaterne af evalueringen, og leverer dermed bl.a. forhindringslister tilknyttet en 4D-visualiseret bygningsmodel.

På figur 43, ses opstarten af PES til mobile enheder. Skærmopløsningerne og størrelsen på klikbare funktioner er optimeret til mobile enheder. Figuren viser fra startskærm og til gemmefunktion. Systemet skal visualisere for entreprenørerne, hvad der er bagud, foran mv. så de kan få et indtryk af arbejdet der skal udføres. Den tilknyttede forhindringsliste bringer det aftalte fra evalueringsmødet ud på byggepladsen. Entreprenørerne kan bl.a. tilgå den evaluerede 4D model, den evaluerede tidsplan, lokationer, etaper og entrepriser. De noter der tages i systemets indbyggede notefunktion, kan gemmes lokalt i systemet, men ikke synkroniseres direkte til projektserveren. Dette medfører, at de tanker entreprenørerne gør løbende

igennem deres arbejde, blot tages op på evalueringsmøder, og proceslederen ikke skal håndtere samtlige entreprenørers tanker og forslag løbende.



Figur 43: Skærbilleder fra PES mobil-prototype, visende opstart af program, valg af evaluering, opsætning og gemmefunktion

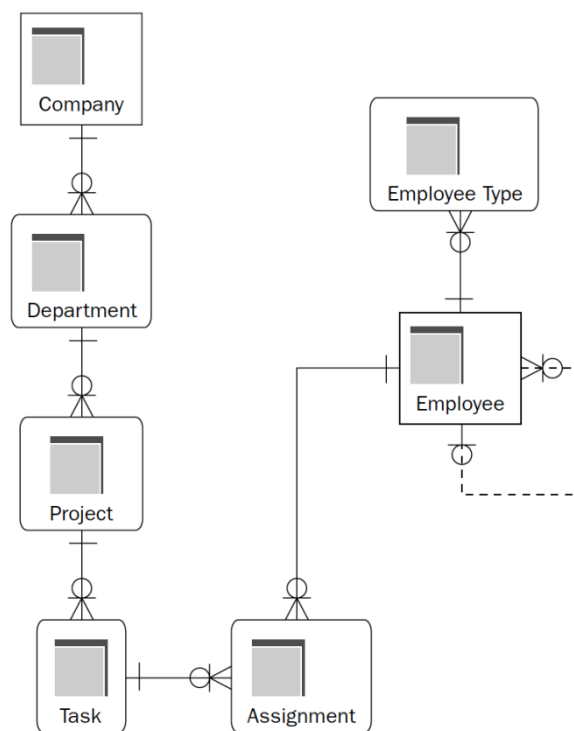
Som ved PES hovedsystemet, vises ikke alle mobil-delsystemets funktioner i rapportens brødtekst. Der henvises derfor også her til rapportens **appendiks I: Skærbilleder fra første prototype af PES.**, for samtlige skærbilleder af prototypen.

5.2.3 Overvejelser ifm. teknisk implementering og databasestrukturering

Erfaringer gjort i PES systemet opsamles løbende til en erfaringsdatabase. Denne erfaringsdatabase tilgås yderligere bl.a. ved opstart af nye projekter for økonomiske og tidsplanmæssige sammenligninger. Derfor vil der i dette underafsnit forklares en række databaseløsninger, og der vil redegøres for valgt type af database til erfaringsdatabasen i PES.

5.2.3.1 Relationelle databaser

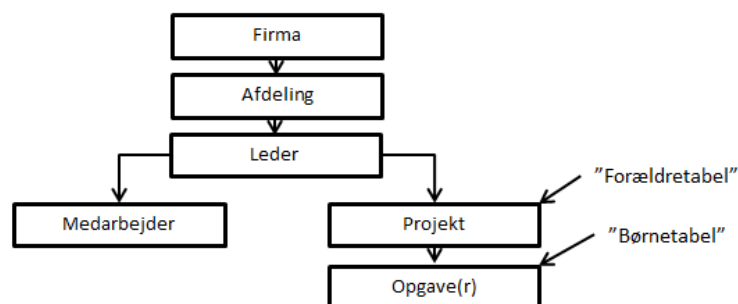
I den relationelle database, struktureres informationen i tabeller kaldet entiteter, hvilke oftest har indbyrdes relationer. Entiteter er fænomener, hvortil der kan knyttes oplysninger, værende det eksempelvis en person, en bygning, en sag eller andre emner. Forekomster af entiteter samles i en tabel, hvor de enkelte typer af oplysninger om en bestemt entitet kaldes en række. Hver tabel har typisk en primærnøgle, hvorved der skabes en unik identifikation af hver enkelt række i tabellen. En fremmednøgle er et felt i en tabel, som henviser til en primærnøgle i en anden tabel, og dermed skabes en relation mellem de to tabeller. Strukturen i en relationel database kan ses på figur 44. Enhver tabel kan tilgås direkte, hvilket giver en større frihed under søgningen i databasen. Hvis der søges på oplysninger om eks. en bestemt ansat, kan der søges direkte i undertabellen ansatte, og derved undgås det, at der skal navigeres igennem en hierarkisk struktur for, at tilgå tabellen. Ydermere ses det som en fordel, at tabellerne i den relationelle databasestruktur kan "linkes" til hinanden uanset hierarkisk placering, dette giver et større søgefelt samt mulighed for bedre strukturering af informationer, heriblandt forhindring af redundans mv. (Codd, 1970) (Powell, 2006) (Sørensen, 2012)



Figur 44: Visualisering af relationel databasestruktur (Powell, 2006)

5.2.3.2 Hierarkiske databaser

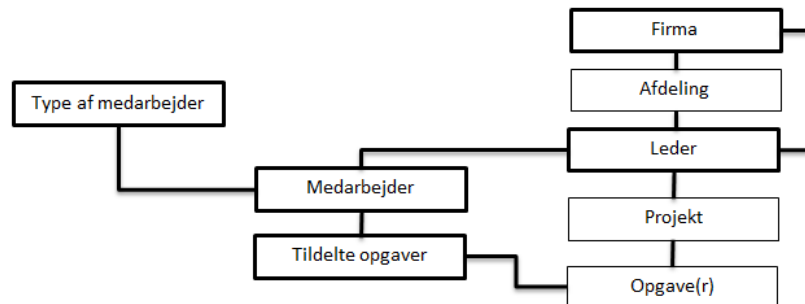
Den hierarkiske databasemodel opdeler data i en hierarkisk struktur, dette medfører, at information alene kan tilgås ved at følge en bestemt sti i datastruktureringen. Struktureringen i hierarkiske databaser opbygges efter "barn-forældre" relationer, hvor hver "børnetabel" har en enkelt "forældretabel", hver "forældretabel" kan dog have flere "børnetabeller". Ved at tabellerne er opdelt hierarkisk gives mulighed for én til mange relationer, hvilket betyder, at der ved tilgang til én "forældretabel", gives tilgang til tabellens samtlige "børnetabeller". (Powell, 2006) På figur 45 ses strukturen på en hierarkisk database. Strukturen viser tilgangsmuligheden til data, skal eksempelvis "Opgave" tilgås, skal søgningen starte under (A) Firma, til (B) Afdeling, til (C) Leder, til (D) Projekt, for til slut at tilgå (E) Opgave. (Powell, 2006) Dette kan medføre lange søgninger for at tilgå den information der skal anvendes, hvis tabellen ikke struktureres korrekt. Benyttes og struktureres databasemodellen dog korrekt, gives et simpelt og let overskueligt informations- og dataopland.



Figur 45: Visualisering af opdeling i hierarkisk database

5.2.3.3 Netværksdatabaser

Netværksdatabasen minder i opbygningen om den hierarkiske model, dog har netværksmodellen en større fleksibilitet. Netværksmodellen giver mulighed for mange til mange relationer på tværs af tabellerne i databasen, dette giver mulighed for et mere komplekst net af relationer i databasen. (Codd, 1970) (Powell, 2006) På figur 46 ses et eksempel på opsætningen af en netværksmodel. På modellen ses det, at kolonnen "Leder" har adgang til flere forskellige afdelinger, hvilket afspejler virkeligheden idét, at hver afdeling har en leder, samtidig med at hvert firma har en direktør. Modellen viser hvordan lederen kan være del af både virksomheden og den enkelte afdeling.

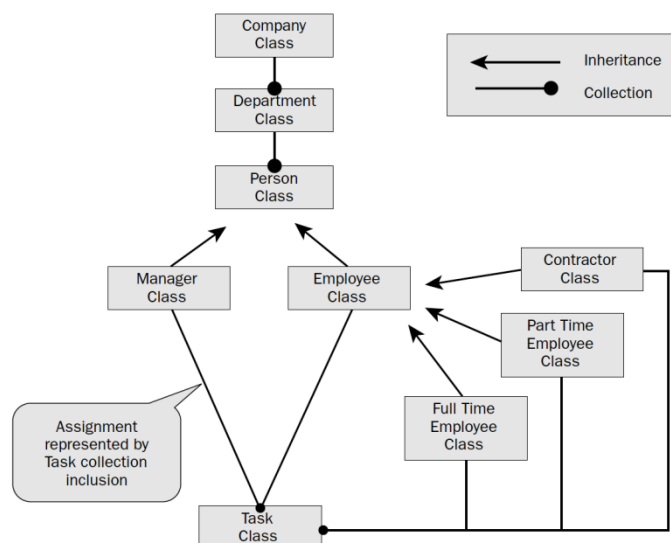


Figur 46: Visualisering af netværksdatabasestruktur

5.2.3.4 Objektorienterede databaser

Den objektorienterede databasemodel, organiserer data i objekter. Databasens data og funktionalitet, indkapsles i objekterne. Hermed er databasen integreret med systemet, hvorimod der i eks. den relationelle database skelnes mellem system og databasemodel.

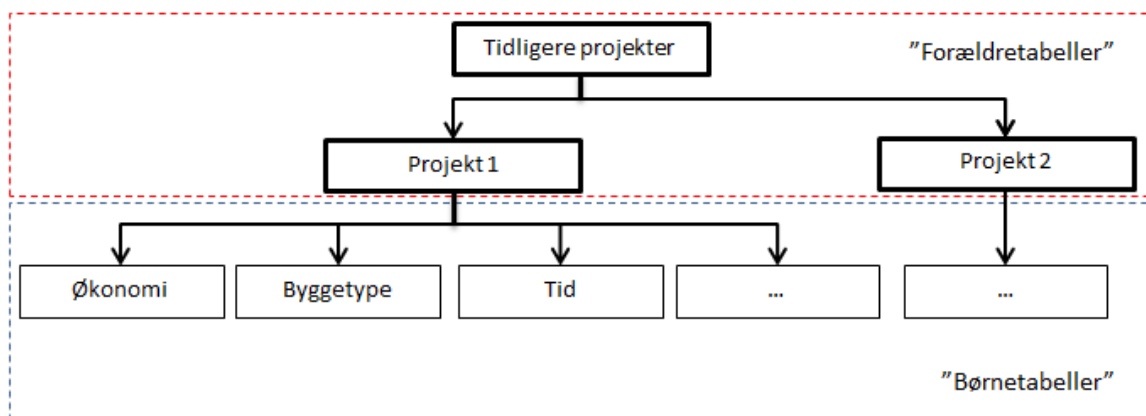
Klasser i den objektorienterede database, er lig tabeller i den relationelle database og instanser af klassen/objektet er tilsvarende rækker i tabellen. Objektorienterede databaser, ses som at være særdeles velegnede til kompleks data. (Sørensen, 2012) Objektdatabasen er effektiv i søgningen af et unikt objekt, men ses ikke yderligere anvendelig, hvis der søges på flere objekter samtidig. På figur 47 ses et eksempel på strukturen i en objektorienteret database. (Powell, 2006)



Figur 47: Visualisering af objektorienteret databasestruktur (Powell, 2006)

5.2.3.5 Databasestrukturen i PES

Erfaringsdatabasen i PES tilsigtes, at skulle opliste projekter, samt eventuelle økonomiske og tidsmæssige besparelser/meromkostninger. I systemet tilgås projektdata under tidligere projekter ved det konkrete projekt. Af denne grund vurderes den hierarkiske databasemodel som værende den mest fordelagtige form for strukturering af data og informationer. På figur 48, vises et eksempel af databasestrukturen i PES. Som det kan ses på figuren, kan hvert enkelt projekt tilgås under tidligere projekter, og data for hvert projekt er tilgængelige under det konkrete projekt. Ved at strukturere databasen som hierarkisk vurderes det, at databasen bliver simpel, samt vedligeholdelsesvenlig.



Figur 48: Eksempel på struktur i erfaringsdatabasen tilknyttet PES

Ved dette afsluttes udviklingen af systemprototypen, og der kan testes på tilsigtet funktionalitet, brugervenlighed mv. I rapportens kapitel 6, testes og vurderes prototypen.



Kapitel 6: Afprøvning af prototypen

Dette kapitel udgør rapportens afprøvningsfase og har til formål, at dokumentere testforløbet af de systemprototyper, der blev udviklet, som beskrevet i kapitel 5. Kapitlet omhandler en beskrivelse af hvordan brugertests udføres, hvilke testscenarier der er benyttet, samt en opsamling og vurdering på prototypens funktioner. Da prototyperne er udført med wireframes, testes der også på disse, og det forsøges i testene så vidt muligt, at arbejde ud fra principper i Contextual Design metoden.

6.1 Test af PES

Efter visionen, blev de første prototyper af systemet udformet. Disse prototyper skal herefter testes med brugere. I testforløbet, testes der med interaktive wireframes, dette for at afdække om systemet er tilstrækkeligt anvendeligt. I de første tests ligger fokus på funktionalitet og ikke på design. Der kan ved design af User interfaces, være lige så mange meninger, som testpersoner. I de tidlige testfaser, har brugerne lettere ved, at vurdere funktionalitet ud fra visuelle muligheder af funktioner i et system. Det er derfor af afgørende betydning, at alle kommentarer brugerne kommer med bliver noteret og taget op til eftertræktning, inden næste test af systemet. (Beyer & Holtzblatt, 1998)

Der er blevet afholdt interviews og tests i brugernes tænkte daglige arbejdsopgaver med PES, dog under kontrollerede "laboratorieforhold". Under interviewene stod én person ansvarlig for at testen kørte planmæssigt, så hvis brugerne ønskede noget lavet om, eller hvis de gik fast i en funktion kunne dette afhjælpes hurtigt. Endvidere stod én person for, at observere og tage notater. Under testen, blev brugerne videofilmet for at udviklingsteamet kunne få alle brugernes reaktioner med, under deres test af prototypen.

6.1.1 Testscenarier

Ved test af systemprototyperne, er der udført én test, der har til opgave at teste funktionaliteten i både hovedsystemet til pc, og delsystemet til mobile enheder. Ved tests under "laboratorieforhold" menes det, at brugere testes under kunstige forhold, for at give fokus på funktionaliteten i systemet. Brugere bliver hermed ikke forstyrret af eksempelvis udefrakommende faktorer, og det sikres, at det er det konkrete system i sin "renhed" der bliver testet. (Rogers, Sharp, & Preece, 2012) Det primære mål, ved at teste i "laboratorieforhold", er at fastsætte om systemet, og dets brugerflade(r), egner sig til at udføre de opgaver det er tilrettet.

Testen, er udført på fem individer, repræsenterende eventuelle fremtidige brugere af PES. Dagsordenen for testen, findes i underafsnit 6.1.1.1, beskrevet i dens fulde kontekst. Tilhørende testen, er tre testscenarier, én for opstart planlægning og evaluering, én for evaluering af eksisterende plan, og til slut én for tilgang til det evaluerede materiale på mobile enheder.

6.1.1.1 Test til PES hovedsystem på pc og delsystem på mobil enhed

PES, er et planlægnings og evaluerings-system, der hovedsageligt finder anvendelse ved planlægning og evaluering af udførelsestidsplaner i større byggesager. Systemets arbejdsområder omhandler bl.a. lokationsbaseret planlægning, procesplanlægning samt PPU og udførelse af forhindringslister ved evalueringsmøder. Dette testscenarie har til formål, at afprøve systemets funktionalitet ved udførelse af en

række foruddefinerede opgaver. Testscenariet vil blive videofilmet, og der vil løbende tages notater, tillige vil der være løbende vejledning i brug af systemet.

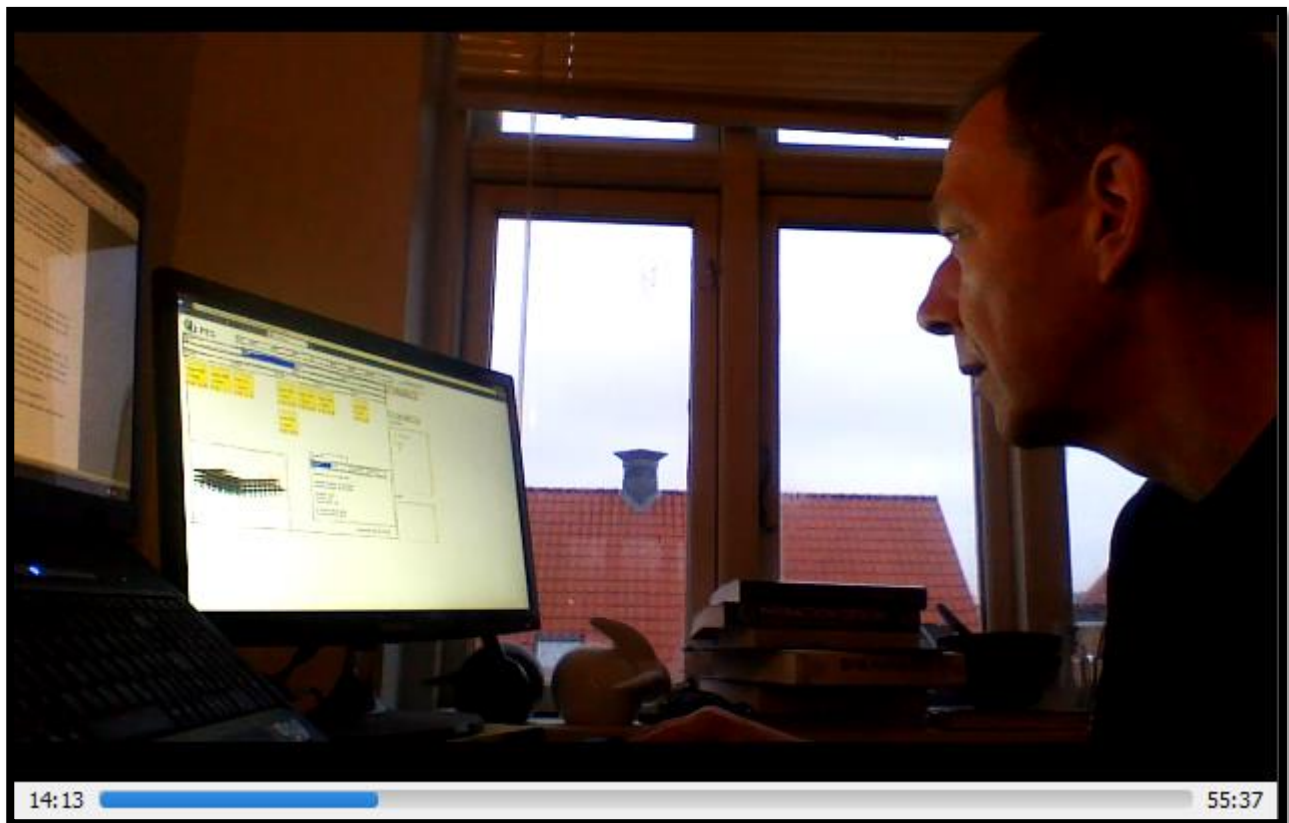
I det følgende beskrives dagsordenen for dagens test.

- 1. Kort introduktion til testscenarier, og hvad der forventes af testbrugeren.*
- 2. Kort introduktion til PES og funktioner*
- 3. Testscenarier hovedsystem PC (testscenarier styres af systemudvikleren)*
 - a. Du har til opgave, at oprette en ny 4D planlægning og evaluering. Der skal oprettes en planlægning for et kontorbyggeri, inden projektet startes, skal der sammenlignes med tidligere lignende projekter. Føl dig herefter fri til at navigere mellem lokationer og etaper inden du starter planlægning op.*
 - b. Du skal fra programmets startskærm tilgå det allerede eksisterende byggeri "Ny kontorbygning ved Alby". Føl dig fri til at navigere mellem lokationer og etaper. Evaluering skal fastsættes til at være ugentlig. Du skal nu forestille dig, at du er til evalueringsmøde, og skal evaluere. Når evalueringen er færdiggjort afsluttes den med en tilkobling til planlægning. Planlægningen skal synkroniseres, så entreprenører på byggepladsen kan tilgå den fra deres mobile enheder.*
- 4. Testscenarie delsystem mobile enheder (testscenarier styres af systemudvikleren)*
 - a. Du har nu åbnet PES på din mobile enhed, og skal se på den evaluerede model og tidsplan. Åbn evalueringen og navigér rundt.*
- 5. Opsamling af nøgleområder afdækket gennem dagens test*

6.2 Resultater af tests

Efter testscenarier er udført, er det tid til at evaluere på resultaterne fremkommet ved disse. Resultater fra evaluering struktureres i dette afsnit, ved et underafsnit, beskrivende brugernes generelle opfattelse af systemet PES, og dets funktioner, samt et underafsnit beskrivende afdækkede fokusområder til videreudvikling og fremtidige tests.

Figur 49, viser et skærbillede fra én af de videooptagede brugertests. Her sidder brugeren i evalueringsarbejdsområdet, og forestiller sig, at han udfører en evaluering på udført arbejde i forhold til en tidligere udarbejdet udførelsestidsplan. Løbende gennem sit testscenarie har brugeren haft åben dialog med systemudviklerne (denne rapportes forfattere), og har herigennem fået løbende vejledning i funktioner. Brugernes egne indskud, både løbende igennem testen, samt efterfølgende ved opsamling af eventuelle nøgleområder, ligger som grundlag for dette afsnits tilblivelse.



Figur 49: Skærbillede fra brugertest af PES, skærbilledet viser brugeren interagere med evaluerings-arbejdsområdet

6.2.1 Brugernes opfattelse af PES

For først at få afdækket helhedsindtrykket af PES, beskriver dette underafsnit brugernes generelle opfattelse af systemet. Dette gøres ved opstilling og forklaring af brugernes udtrykte opfattelse, såvel verbalt som nonverbalt. Videooptagelserne danner grundlag for begge disse, ved at opfange både brugernes verbale kommunikation såvel som fysiske nonverbale handlinger. (Ved fysiske nonverbale handlinger menes eks. ansigtsudtryk, samt kropssprog for frustration, glæde, koncentration betagethed mv.) Hvorledes kropssprog og ansigtsudtryk kan tydes, vil ikke beskrives yderligere i denne rapport, skulle det have interesse, kan der henvises til den omfattende litteratur og studier på området, som eksempel kan gives Jacob de Lichtenbergs bog "Kropssprogets Psykologi". (Lichtenberg, 2012). I det følgende beskrives brugernes opfattelse af PES.

"Det virker nemt at overskue"

"Systemet virker overordnet simpelt og ligetil"

(Ramsløv, Kristensen, Christensen, Christensen, & Sternkopf, 2013)

Ved test af systemet fandt brugerne ingen problemer med at anvende systemets overordnede brugerflade. Brugerne gav endvidere udtryk for, at systemets funktionalitet var i overensstemmelse med det tilsigtede. Ud fra analyse af videooptagelserne, gav systemet ikke anledning til frustration vist ved brugernes ansigtsmimik og/eller kropssprog.

"Det giver god mening at lave evalueringer på baggrund af bygningsmodellen, når den alligevel anvendes til 4- og 5D, som vi også kender det fra programmer som VICO."

"(Vi) Kender ikke til eksisterende systemer, der behandler evalueringen som PES."

"Systemets indbyggede funktion for sammenligning med tidligere lignende projekter, passer godt ind når der er fokus på evaluering og erfaringsopsamling"

"Overblikket PPU, forhindringslister og arbejdsopgaver giver virker godt, man ved hvad man skal lave hvornår, hvor og hvorfor"

"Man giver personer ansvar, hvilket kan virke som et incitament til at løfte arbejdsglæden hos de udførende"

"Det virker bedre end at have gant-diagrammet hængt op i skurvognen, ellers kan det hurtigt blive uoverskueligt".

"Systemet virker som en fin og relevant sammenkobling af BIM og principper i Trimmet Byggeri"

(Ramsløv, Kristensen, Christensen, Christensen, & Sternkopf, 2013)

Brugerne fandt PES' funktioner til evaluering, relevante ift. branchens eksisterende arbejde med bygningsmodeller, samt 4 og 5D planlægning. Overordnet set, mente de, at der i systemet var potentiale for en ny arbejdstilgang ved arbejdet med løbende struktureret evaluering, samt opfølgning på arbejdsopgaver tilkøbt bygningsmodeller ved større byggesager.

Som konkluderende bemærkning, skal det nævnes, at der ved brugertestene, blev fundet muligheder for optimering af en række funktionsområder i systemet. Disse behandles følgende i underafsnit 6.2.2.

6.2.2 Input og funktionsområder til fremtidig videreudvikling af PES

Dette underafsnit beskriver de fokusområder, der er fundet ved brugertests til fremtidig videreudvikling af PES. Afsnittet ligger som afslutning på prototypeprojektet, og systemudviklingsdelen i denne rapport, og leder videre til rapportens hovedkonklusion, der konkluderer på det samlede projektarbejde.

Funktionsområder i dette underafsnit listes nedenfor, og formålet med hvert funktionsområde beskrives i det følgende.

Funktionsområder:

- Tilføjelse af kontaktkartotek
- Noter fra entreprenører skal være låst ved evaluering
- Tilgang til forhindringslister fra mobile enheder
- Håndtering af bygningsmodeller over mobilt netværk
- Løbende eksport af nøgletal fra store byggeprojekter

Tilføjelse af kontaktkartotek:

Står en entreprenør på byggepladsen, og skal have kontakt til en bestemt aktør i byggesagen, kan det være en fordel, at indbygge et kontaktkartotek direkte i softwaren. Da forhindringslisterne allerede giver entreprenøren mulighed for at se hvem, der står som ansvarlig for hvilke arbejdsopgaver, kan denne funktion videreudvikles, til at støtte op om et fuldt kontaktkartotek. Ved indførelse af kontaktkartotek, vil proceslederen endvidere hurtigere kunne tage kontakt til relevante parter.

Fordel: Brugere behøver ikke at slå op i en byggesagsbeskrivelse, for at finde kontaktinformationer til relevante aktører, disse findes allerede i systemet.

Noter fra entreprenører skal være låst ved evaluering:

Når der på evalueringsmøder tages noter i PES, skal disse noter "låses" ved afslutning af mødet. Dette vil medføre, at noter mv. taget ved evalueringsmøder kan bruges som dokumentation, hvis uenighed skulle opstå. PES strukturerer alle udførte evalueringsmøder som historik.

Fordel: Resultater og aftaler fra løbende evalueringsmøder vil kunne bruges som dokumentation igennem hele byggesagen.

Tilgang til forhindringslister fra mobile enheder:

Tilgangen til forhindringslister på de mobile enheder skal kodes ind, så entreprenørerne blot får de lister, der er relevante for deres arbejde. Det er ved testene vurderet, at entreprenører ikke skal have tilgang til samtlige forhindringslister, da dette vil kunne give anledning til forvirring.

Fordel: Ved blot at gøre de relevante lister tilgængelige for entreprenørerne gøres forhindringslisterne mere overskuelige for den enkelte entreprenør, eller entreprisede/ansvarlige.

Evt. ulempe: Der kan opstå uenighed om hvad der er relevant og ikke relevant. I værste tilfælde får entreprenøren ikke tildelt adgang til visse informationer der kan være nyttige for hans/hendes arbejde.

Håndtering af bygningsmodeller over mobilt netværk:

Ved programmering af de mobile enheders tilgang til bygningsmodeller. Skal det stærkt overvejes, om bygningsmodellen skal streames fra projektserveren, eller downloades på den mobile enhed. Bygningsmodeller kan være "tunge" og filen kan være af en størrelse der i nogle tilfælde vil kunne forsinke dele af arbejdet. Hvis entreprenøren skal udføre arbejde på en byggeplads uden internetopkobling, kan bygningsmodellen ikke streames, og det ville her være en nødvendighed at kunne downloade modellen til den mobile enhed.

Fordel: Ved streaming af modeller undgås lange downloadtider efter hver evaluering. Herved kan opnås en tidsbesparelse.

Evt. ulempe: Streaming af modeller er ikke en mulighed uden internetopkobling.

Løbende eksport af nøgletal fra store byggeprojekter:

Skal der eksempelvis udføres mellemevalueringer til byggeledelsen eller bygherre, skal løbende eksport af resultater og nøgletal fra evalueringsmøder være en mulighed i systemet. Der skal være mulighed for at eksportere i gængse tekstformater såsom Microsoft Words .Docx format, det skal endvidere være muligt, at eksportere i åbne formater såsom PDF, TXT eller ODF.

Fordel: Ved oprettelse af funktioner til løbende eksport af nøgletal, lettes arbejdsbyrden ved udførelse af mellemevalueringer som dokumentation til eks. byggeledelsen, eller bygherre.

6.2.3 Konkluderende tanker og vurdering af PES prototypen

Efter første testrunde med prototypen af systemet PES, kan det uddrages, at systemets funktionalitet imødekommer, og dækker over de tilsigtede funktioner. Systemprototypen blev generelt vel-modtaget ved testbrugerne, og systemets fokus på løbende evaluering samt erfaringsopsamling vurderes til at være i overensstemmelse med de krav, ønsker og problemer, der blev afdækket ved analyse af aktører i byggesektoren.

Efter test af PES prototypen, konkluderes den teoretiske virkningseffekt på problemer ved byggesager, og hermed byggesektoren, til at være:

Problemer: Produktivitetsvæksten i den danske byggesektor er stagneret. Fejl svigt og mangler udgør en stor økonomisk byrde i det danske byggeri. Overskudsgraden i den danske byggesektor er "for" lav.

Teoretisk virkningseffekt ved benyttelse af PES: Ved struktureret løbende evaluering og erfaringsopsamling sikres det, at fejl i byggeriet generelt minimeres. Endvidere gøres der konkrete erfaringer på arbejdsopgaver, der kan bidrage til at styrke produktiviteten ved lignende arbejder i andre byggesager. Overskudsgraden i byggesektoren styrkes, da der ikke skal bruges unødigt tid, og arbejdskraft på kontinuerligt at udbedre den samme type fejl. Erfaringsopsamlings-databasen tilknyttet PES, giver endvidere mulighed for at kunne tilgå en lang række projekter, der ikke er udført af egen virksomhed. Denne deling af erfaringer på tværs af virksomheder vurderes til, at kunne have en positiv effekt på det samlede marked, dette er dog afhængigt af, om virksomheder ønsker at dele deres erfaringsopsamlinger.

Første testrunde af PES er afsluttet, og prototypesystemet kan herfra videreudvikles til anden og evt. tredje testrunde. Prototypen rettes iterativt indtil det vurderes, at systemet er færdigudviklet til en grad, så selve systemets software kan programmeres. Efter programmering af software, vil systemet skulle testes på konkrete byggesager, så en erfaringsopsamling opbygges, og systemets reelle virkningseffekt vil være dokumenteret.

Del 3: Afslutning og vurdering

***Kapitel 7:
Konklusion***

***Kapitel 8:
Perspektivering***





Kapitel 7: Konklusion

Der er i specialet gennem litteraturstudier, korrespondancer og arbejde med metoderne MUST og Contextual Design, udviklet en systemprototype til struktureret evaluering og erfaringsopsamling. Denne systemprototype blev navngivet Planning and Evaluation System, med akronymet PES.

Der blev i rapportens indledende kapitel, fundet en række udfordringer tilknyttet byggeriets samlede effektivitet, dette blev gjort gennem litteratur- og casestudier. Studierne afdækkede, at arbejdsproduktiviteten i byggeriet er stagneret, og totalfaktorproduktivitetsvæksten er lavere end i andre erhverv. Ydermere udgør udbedring af fejl svigt og mangler i det danske byggeri milliarder af kroner hvert år, og overskudsgraden er under det ønskede niveau. Ud fra disse litteratur- og casestudier blev det konkluderet, at der er effektiviseringspotentiale i byggesektoren. Tidligere effektiviseringstiltag i byggeriet, har endnu ikke kunnet påvirke den danske byggesektor som helhed i ønsket grad.

Det blev valgt, at fokusere på en eventuel synergieffekt, opnået ved at sammenkoble filosofierne Trimmet Byggeri og BIM. Dette gav, sammen med afdækningen af udfordringer, grundlag for den problemformulering, der er forsøgt besvaret i rapportens videre forløb. Problemformuleringen blev som følgende.

"Hvordan kan der ved brug af Trimmet byggeri og BIM i en synergi, skabes et miljø der effektiviserer byggeprocessen, således at fejl, svigt og mangler reduceres, produktiviteten styrkes, og overskudsgraden forbedres?"

Igennem funktionsanalyser, SWOT-analyser, samt en "Top-Down"-analyse, blev en række specifikke problemområder ved den nuværende arbejdspraksis, med Trimmet Byggeri og BIM afdækket. Disse omfatter bl.a., at aktører ikke umiddelbart kan se en profit ved implementering af BIM, at ekspertise i Trimmet Byggeri og BIM sjældent går "hånd i hånd", og at evaluering af arbejde ikke bliver struktureret i den ønskede omfang. Analysearbejdet, samt de afdækkede problemområder, resulterede i en opdeling af specialets videre indsats, inden for en række arbejdsområder. Arbejdsområderne omfatter: Implementering af ny teknologi og arbejdsmetoder, projektering med bygningsmodeller, planlægning og løbende evaluering.

Ud fra analyser gjort ved affinitetsdiagrammering, frihåndstegninger, og brug af et diagnostisk kort, blev en række problemer ved nuværende arbejdspraksis analyseret. Det blev konkluderet, at en systemprototype, skulle arbejde centralt ud fra struktureret evaluering og erfaringsopsamling. Ved visionering og storyboarding, fremkom visionen til systemet PES. Systemet skal med anvendelse af bygningsmodeller og lokationsbaseret planlægning, skabe grundlag for denne strukturerede form for evaluering og erfaringsopsamling.

Den første prototype til PES, blev udviklet på baggrund af visionen, og dannede hermed grundlag for brugertests. Herigennem blev det erfaret, at systemet overordnet dækkede de behov det var tilsigtet. I forbindelse med testene blev det dog taget i betragtning, at fokus lå ved evaluerings- og erfaringsopsamlingsfunktionerne.

Ses der på rapportens tilsigtede formål med at besvare problemformuleringen, kan der trækkes sammenligninger med de teoretisk opnåede økonomiske og tidsmæssige effekter af PES. De vurderede

teoretiske effekter er, at der ved en struktureret løbende evaluering og erfaringsopsamling, dannes grundlag for en erfaringsopsamling, hvorpå tidligere erfaringer kan tilgås, når nye byggesager startes. Dette vil i teorien sikre, at de samme fejl og problemer ikke opstår flere gange, eller opstår færre gange end normalt. Endvidere vil evalueringen og erfaringsopsamlingen, sikre en kontinuerlig forbedring af arbejdsopgaver og – processer, samtidigt med at erfaringsdata vil være tilgængelige fra en online database. På sigt vil dette kunne medvirke til færre fejl, svigt og mangler, bedre arbejdsproduktivitet, og større overskudsgrad på byggesager. De teoretiske effekter af PES omfatter, men begrænser sig ikke til:

- Struktureret evaluering og erfaringsopsamling
- Opbyggelse af erfaringsdata på tværs af byggesager og virksomheder, både nationalt som internationalt
- Økonomiske nøgletal for udførte arbejdsopgaver, samt for projekter som helhed
- Tidsmæssige nøgletal for udførte arbejdsopgaver, samt for projekter som helhed
- Kontinuerlig forbedring i arbejdsprocesser grundet opnåede erfaringer

Ud fra det teoretiske arbejde gjort i rapporten, samt fra brugertests, kan det hermed konkluderes, at der i byggesektoren er behov for en effektivisering af fejl, svigt og mangler, arbejdsproduktivitet, og overskudsgrad. Denne effektivisering kan til dels opnås ved at benytte et system til struktureret evaluering og erfaringsopsamling. Systemet PES, udviklet i rapporten, er en måde hvorpå at håndtere denne evaluering og erfaringsopsamling. De teoretiske effekter af systemet eftervist i rapportens kapitel 6 viser, at benyttelsen i teorien vil bidrage til effektivisering. For konkret erfaringsdata kræves dog et fuldt udviklet system, samt tests på byggesager.



Kapitel 8: Perspektivering

Ved at perspektivere på den udviklede idé og prototype til systemet PES, samt specialearbejdes øvrige resultater, beskrives hvordan resultaterne kan have betydning og relevans i en større faglig sammenhæng. Ydermere overvejes det hvad der fremover kan gøres, ift. udviklingen af systemet.

Ses der på specialeets resultater i sammenhæng med at afdække udfordringer inden for områderne evaluering og erfaringsopsamling i byggeriet, vurderes systemet PES til, at kunne afhjælpe disse udfordringer i en sådan grad, at det vil påvirke byggeriet positivt. (Ved positiv påvirkning menes reduktion af fejl, svigt og mangler, skabelse af bedre arbejdsproduktivitet, og hermed også en højere overskudsgrad.) Virkningseffekterne i PES, afhænger af hvor stort indpas systemet vinder i byggesektoren. Antages det, at PES vinder indpas, og benyttes af en bred vifte af virksomheder, kan de positive virkningseffekter i teorien påvirke byggesektoren som helhed, på en sådan måde, at der sker færre fejl svigt og mangler, bliver bedre arbejdsproduktivitet, og at overskudsgraden på byggesager påvirkes positivt. Vinder PES derimod ikke væsentligt indpas på tværs af virksomheder, vil de positive virkningseffekter mindskes, eller i nogle tilfælde være ikke eksisterende. Det er herfor af betydning, at have opbygget en mindre erfaringsdatabase, inden systemet udgives.

Ses der på den videre udvikling af PES, skal samtlige systemets tilsigtede funktioner prototypetestes, inden videreudvikling. Efter tests af samtlige funktioner kan systemet indgå i en implementeringsfase, hvori der løbende testes for funktionalitet, og virkningseffekter. Dette vil kaldes "Alpha" og "Beta" tests, og vil medvirke til at opbygge dele af erfaringsdatabasen allerede inden systemets endelige udgivelse.

Vinder PES indpas i byggesektoren ses der mulighed i, at udvide systemets kernefunktioner. Det vurderes, at der er et reelt udviklingspotentiale i funktioner til arbejde med drift og vedligehold, da evaluering og erfaringsopsamling også her, vil give positive virkningseffekter lignende de beskrevne ved planlægning og udførelse. Skabes fælles erfaringsdatabaser for både projektering, udførelse, drift og vedligehold samt eventuelt nedrivning, vil hele byggeriets livscyklus være dækket, og arbejdet med løbende evaluering og erfaringsopsamling vil have opnået den bedst ønskede effekt.

Figurliste

FIGUR 1: DEN GENERELLE OPBYGNING AF RAPPORTEN.....	VI
FIGUR 2: PRODUKTIVITET MÅLT VED VÆRDITILVÆKST I ÅRETS PRISER PR. BESKÆFTIGET, OMREGNET TIL DKK OG KORRIGERET FOR PRISFORSKELLE, TUSINDE KRONER ÅR 2005. (ERHVERVS- OG BYGGESTYRELSEN, 2009).....	6
FIGUR 3: NIVEAU FOR INDTJENINGSNIVEAU I 2006 OG PRODUKTIVITETSTILVÆKST FRA 1977 TIL 2006 OVER REGIONER OG ERHVERV. PRODUKTIVITETSTILVÆKST VIST SOM INDEKS 1977=1. INDTJENINGSNIVEAU FOR SAMMENLIGNING. (ERHVERVS- OG BYGGESTYRELSEN, 2011).....	7
FIGUR 4: "PROJEKTTREKANTEN"	10
FIGUR 5: ANTAL MANGLER, REGISTRERET VED NYBYGGERI OG OMBYGNING (BYGGERIETS EVALUERINGS CENTER, 2013)	12
FIGUR 6: NYERE FORMER FOR ORGANISERING AF BYGGEPRODUKTION, ÆNDRING I TRADITIONELLE ARBEJDSGANGE, OG TILFØJELSE AF NY TEKNOLOGI	15
FIGUR 7: VISUALISERING AF SYNERGIEFFEKT.....	16
FIGUR 8: FIRE TYPER AF RESSOURCER TIL IT-FORUNDERSØGELSE MED MUST-METODEN (BØDKER, KENSING, & SIMONSEN, 2000)	18
FIGUR 9: SYSTEMUDVIKLINGSCYKLUS MED UDGANGSPUNKT I CONTEXTUAL DESIGN, RAPPORTENS BENYTTELSE.	20
FIGUR 10: PLAN OVER DE 6 FASER I RAPPORTEN.....	21
FIGUR 11: PRINCIP FOR REFERENCELINJEPLAN.....	23
FIGUR 12: EKSEMPEL PÅ FUNKTIONSMODEL PÅ OVERORDNET NIVEAU	24
FIGUR 13: SWOT-MODELLENS OPBYGNING	25
FIGUR 14: FOKUSOMRÅDE I UED, UDARBEJDET MED INSPIRATION FRA (BEYER & HOLTZBLATT, 1998)	26
FIGUR 15: REFERENCELINJEPLAN FOR RAPPORTEN	28
FIGUR 16: "BYGGEVIRKSOMHEDENS" OMGIVELSER, FUNKTIONSANALYSE PÅ OVERORDNET PLAN.....	34
FIGUR 17: VISUALISERING AF "BYGGEVIRKSOMHEDENS" KONKRETE OMGIVELSER	36
FIGUR 18: SWOT-MODEL MED GRUNDLAG I OMGIVELSER.....	37
FIGUR 19: OVERSIGT OVER ARKITEKTVIRKSOMHEDERS BRUG AF BIM, DATAGRUNDLAG (STEPHANSEN, CHRISTENSEN, & BIMEQUITY, 2013)	42
FIGUR 20: OVERORDNEDE FUNKTIONER VED ARBEJDE MED TRIMMET BYGGERI OG BIM, FUNKTIONSANALYSENS MELLEMNIVEAU	47
FIGUR 21: SWOT-MODEL MED GRUNDLAG I STRATEGIER	49
FIGUR 22: "TOP-DOWN"-ANALYSE.....	51
FIGUR 23: EKSEMPEL FOR PLANLÆGNING MED LBM.....	56
FIGUR 24: SKÆRMBILLEDE AF BRUGERFLADEN I AUTODESK® REVIT®, (AUTODESK, INC., 2013)	58
FIGUR 25: SKÆRMBILLEDE AF BRUGERFLADEN VED 4D-SIMULERING I VICOSOFTWARE, (TRIMBLE, 2013)	59
FIGUR 26: FRA USTRUKTUREREDE HOVEDPUNKTER I AFFINITETSDIAGRAMMERINGEN, TIL EMNEOPDELTE.....	64
FIGUR 27: AFFINITETSDIAGRAM FOR NUVÆRENDE ARBEJDSPRAKSIS.....	64
FIGUR 28: FRIHÅNDSTEGNINGER UDARBEJDET I RAPPORTENS FORLØB	66
FIGUR 29: PRÆLIMINÆRE VISIONER TIL DET SAMLEDE SYSTEM.....	76
FIGUR 30: SAMLET, OVERORDNET VISION FOR PLANNING AND EVALUATION SYSTEM PES.....	78
FIGUR 31: VISION FOR PROCESLEDERS INITIERENDE PLANLÆGNING PÅ BAGGRUND AF 3D-BYGNINGSMODEL	80
FIGUR 32: STORYBOARD FOR PROCESLEDERS INITIERENDE PLANLÆGNING PÅ BAGGRUND AF 3D-BYGNINGSMODEL..	80
FIGUR 33: VISION FOR SYSTEMETS BRUG VED EVALUERINGSMØDER OG ERFARINGSOPSAMLING	81
FIGUR 34: STORYBOARD FOR SYSTEMETS BRUG VED EVALUERINGSMØDER, OG ERFARINGSOPSAMLING.....	82
FIGUR 35: VISION FOR ENTREPRENØRS BRUG AF MOBILE ENHEDER	83
FIGUR 36: STORYBOARD FOR ENTREPRENØRS BRUG AF MOBILE ENHEDER.....	83
FIGUR 37: EKSEMPEL PÅ OPSÆTNING AF SÆRSKILTE FOKUSOMRÅDER I USER ENVIROMENT DESIGN.....	86

FIGUR 38: OVERORDNET USER ENVIROMENT DESIGN OVER FREMTIDIGT SYSTEM PES.....	87
FIGUR 39: ILLUSTRATION AF VISUEL FREMGANGSMÅDE VED UDVIKLING AF TIDLIGE PROTOTYPER.....	89
FIGUR 40: SKÆRMBILLEDER FRA PES PROTOTYPE VISENDE OPRETTELSE AF NYT PROJEKT, VALG AF BYGGETYPE, IMPORT AF MODEL OG EKSEMPLER FRA TIDLIGERE BYGGERIER.....	90
FIGUR 41: SKÆRMBILLEDE FRA PES PROTOTYPE VISENDE SYSTEMETS GENERELLE OPSÆTNING	90
FIGUR 42: SKÆRMBILLEDER VED EVALUERING AF TIDSPLANER, FRA EVALUERING TIL OPDATERET PLANLÆGNING, OG SYNKRONISERING MED SERVER.....	91
FIGUR 43: SKÆRMBILLEDER FRA PES MOBIL-PROTOTYPE, VISENDE OPSTART AF PROGRAM, VALG AF EVALUERING, OPSÆTNING OG GEMMEFUNKTION	92
FIGUR 44: VISUALISERING AF RELATIONEL DATABASESTRUKTUR (POWELL, 2006).....	93
FIGUR 45: VISUALISERING AF OPDELING I HIERARKISK DATABASE.....	93
FIGUR 46: VISUALISERING AF NETVÆRKSDATABASESTRUKTUR	94
FIGUR 47: VISUALISERING AF OBJEKTORIENTERET DATABASESTRUKTUR (POWELL, 2006).....	94
FIGUR 48: EKSEMPEL PÅ STRUKTUR I ERFARINGSDATABASEN TILKNYTTET PES	95
FIGUR 49: SKÆRMBILLEDE FRA BRUGERTEST AF PES, SKÆRMBILLEDET VISER BRUGEREN INTERAGERE MED EVALUERINGS-ARBEJDSOMRÅDET	98

Tabelliste

TABEL 1: ARBEJDSPRODUKTIVITET OG BRUTTOFAKTORINDKOMST (LØBENDE PRISER) FORDELT PÅ ERHVERV (DANMARKS STATISTIK, 2013).....	3
TABEL 2: TOTALFAKTORPRODUKTIVITET FORDELT PÅ ERHVERV, BASERET PÅ TAL FRA DANMARKS STATISTIK, NATP25: PRODUKTIVITETSUDVIKLINGEN EFTER BRANCHE, TYPE OG PRISENHED	5
TABEL 3: OMKOSTNINGER VED SVIGT, FEJL OG MANGLER OPREGNET TIL LANDSNIVEAU, 2007/2008 (2010-PRISER) (ERHVERVS- OG BYGGESTYRELSEN, 2011)	11
TABEL 4: OVERSKUDSGRADER FORDELT PÅ DANSKE BYERHVERV, BASERET PÅ TAL FRA DANMARKS STATISTIK, REGN5A: NØGLETAL I PROCENT FOR REGNSKABSSTATISTIK FOR PRIVATE BYERHVERV EFTER BRANCHE OG REGNSKABSPOSTER	13
TABEL 5: OVERSIGTSTABEL (SAMMENLIGNINGSTAL) OVER DÆKNINGSGRAD, OVERSKUDSGRAD OG AFKASTNINGSGRAD I DANSKE BYGGEVIRKSOMHEDER. (DANSK BYGGERI, 2012).....	14
TABEL 6: DET DIAGNOSTISKE KORT	73

Bibliografi

- Andersson, N., & Cristensen, K. (2007). *Location-based Sceduling - Vurdering af LBS-metodens anvendelse i byggeprojekter*. Kgs. Lyngby: DTU BYG.
- Anlægsteknikforeningen i Danmark. (2011). *Anlægsteknik 2 - Styling af byggeprocessen 3.udg 1. oplag*. Kgs. Lyngby: Polyteknisk Forlag.
- Autodesk, Inc. (18. november 2013). Autodesk Revit 2014 programflade. Autodesk Inc.
- Autodesk, Inc. (2013). *Autodesk.dk*. Hentede 18. november 2013 fra Autodesk's websted: <http://www.autodesk.dk>
- Axholm, A. (10. april 2002). Bendtsen langer ud efter byggesektor. *Børsen*.
- Ballard, G. (2000). *The last planner system of production control*. Birmingham: Faculty of Engineering.
- Barak, R., Sacks, R., & Radosavljevic, M. (2010). *Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction*. Automation in Construction.
- Barnes, K. A. (29. 10 2013). Interview angående Trimmet Byggeri i MT Højgaard. (D. Nielsen, Interviewer)
- Berard, O. (31. 10 2013). Korrespondence omkring anvendelse af Trimmet Byggeri og BIM i MT Højgaard. (D. Nielsen, & N. Stephansen, Interviewere)
- Bertelsen, S. (6. oktober 2013). *Sven Berthelsen - Strategisk Rådgivning APS*. Hentede 31. oktober 2013 fra Sven Bertelsens rådgivningswebseite: <http://www.bertelsen.org/?trimmetbyggeri.htm>
- Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1998). *Contextual Design - Defining Customer-Centered Systems*. San Diego: Academic Press.
- Bips. (2013). *Byggeri - Informationsteknologi - produktivitet og samarbejde*. Hentede 20. Oktober 2013 fra Bips' websted: bips.dk
- BuildingSMART - Tech. (2013). *BuildingSMART- tech*. Hentede 28. oktober 2013 fra BuildingSMART's tekniske websted: <http://www.buildingsmart-tech.org>
- BuildingSMART. (2013). *BuildingSMART - International home of openBIM*. Hentede 29. september 2013 fra BuildingSMART's websted: <http://www.buildingsmart.org/>
- Byggeriets Evaluerings Center. (01. august 2013). *Byggeriets Evaluerings Center*. Hentede 20. 09 2013 fra <http://www.byggeevaluering.dk/nyheder/nyheder/4-aars-fald-i-omfang-af-mangler-i-byggeriet.aspx>
- Byggeriets Evalueringscenter. (2007). *Bag om byggeriets nøgletal - Mangler*. Byggeriets Evalueringscenter.
- Bødker, K., Kensing, F., & Simonsen, J. (2000). *Professionel IT-forundersøgelse - grundlaget for bæredygtige IT-anvendelser*. Frederiksberg C: Samfundslitteratur.

Bibliografi

- Codd, E. F. (1970). *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*. San Jose, Californien: IBM Research Laboratory.
- Cuneco. (2011). *Cuneco - Center for produktivitet i byggeriet*. Hentede 20. oktober 2013 fra Cuneco's websted: cuneco.dk
- Cuneco. (2012). *Metode og struktur for informationsniveauer*. Herlev: Bips.
- Cuneco. (2013). *CCS Identifikation - Regler, definitioner og eksempler*. Herlev: Bips.
- Danmarks Statistik. (5. September 2013). *Statistikbanken*. Hentede 5. September 2013 fra Dansk Statistiks websted: <http://www.statistikbanken.dk/>
- Danmarks Statistik. (23. september 2013). *Statistikbanken*. Hentede 23. september 2013 fra GF1: Generel firmastatistik efter branche, (DB07 10- og 21-grp) og enhed :
[http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/define.asp?PLanguage=0&subword=tabssel
&MainTable=GF1&PXSid=132286&tablestyle=&ST=SD&buttons=0](http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/define.asp?PLanguage=0&subword=tabssel&MainTable=GF1&PXSid=132286&tablestyle=&ST=SD&buttons=0)
- Danmarks Statistik. (2013). *To år med stort set uændret produktivitet*. Danmarks statistik.
- Dansk Byggeri. (2012). *Regnskabsåret 2011 i bygge- og anlægsbranchen*. København K: Dansk Byggeri.
- DANSKE ARK. (2010). *Danske Arkitekt Virksomheder*. Hentede 19. oktober 2013 fra Danske Ark's websted: www.danskeark.dk
- DIF, I-S, Praktiserende Arkitekters Råd et al. (1989). *ABR 89*. DIF; I-S; Praktiserende Arkitekters Råd m. fl.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling*. John Wiley & Sons Inc.: Hoboken, New Jersey.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2004). *Svigt i byggeriet - økonomiske konsekvenser og muligheder for en reduktion*. Erhvervs- og Byggestyrelsen.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2009). *Produktivitetsniveauet i dansk og europæisk byggeri*. Statslig udgiver: Erhvervs- og Byggestyrelsen.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2010). *Måling af svigt, fejl og mangler i dansk byggeri*. Erhvervs- og Byggestyrelsen.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2011). *Indtjening og produktivitet i dansk og internationalt byggeri*. Statslig udgivelse: Erhvervs- og byggestyrelsen.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2011). *Omfanget af svigt, fejl, mangler og skader i dansk byggeri 2001-2009*. Erhvervs- og Byggestyrelsen.
- Erhvervslivets Udvikling, Charlotte Hansen. (20. september 2013). *Danmarks Statistik*. Hentede 23. september 2013 fra Regnskabsstatistik:
<http://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/kvalitetsdeklarationer/regnskabsstatistik-for-private-byerhverv.aspx#section3>

- European Comission. (09. September 2013). *Eurostat Your key to European statistics*. Hentede 20. September 2013 fra <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- GGDC. (08. Marts 2010). *EU KLEMS*. Hentede 09. September 2013 fra <http://www.euklems.net/>
- Hindal, B. A. (7. november 2013). Interview og Observation ved Benjamin A. L. Hindal, Arkitema. (D. Nielsen, & N. Stephansen, Interviewere)
- Hoffmann A/S. (2010). *Arbejdsglæde betaler sig - en håndbog i nye samarbejdsformer i byggeriet*.
- Holtzblatt, K., Wendell, J. B., & Wood, S. (2005). *Rapid Contextual Design - A How-To Guide to Key Techniques for User-centered Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- IGLC. (2013). *International Group for Lean Construction*. Hentede 28. September 2013 fra IGLC's websted: <http://iglc.net/>
- Jürgensen, T. S. (27. 10 2013). Korrespondence omkring anvendelse af Trimmet Byggeri. (N. S. Daniel Nielsen, Interviewer)
- Jørgensen, K., Schulz, C. S., & Bonke, S. (2013). *Processer og metoder i det fejlfrie byggeri*. Kongens Lyngby: DTU.
- Kala, T., Seppänen, O., & Stein, C. (2010). *Case Study of using an integrated 5D system in a large hospital construction project*. Leanconstructionjournal.
- Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. (1992). AB 92. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet.
- Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. (1993). ABT 93. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet.
- Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. (2013). *Bekendtgørelse om anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) i offentligt byggeri*. Klima-, Energi og Bygningsministeriet.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*.
- Kreiner, K., & Damkjær, L. (2011). *Fejl i byggeriet? Når erfaringer fører os på vildspor*. København K: Nyt Teknisk Forlag.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterView Introduktion til et håndværk 2.udg. 4.oplag*. København: Hans Reitzels Forlag.
- LC-DK. (2013). *Lean Construction - DK - Vision og Strategi*. LC-DK.
- LCI. (2013). *Lean Construction Institute - Transforming Design and Construction*. Hentede 29. september 2013 fra LCI's websted: <http://www.leanconstruction.org/>
- Lean Construction - DK. (2013). *LCDK - fromtløbere i byggeriets processer*. Hentede 29. september 2013 fra LCDK's websted: <http://www.leanconstruction.dk/>
- Lichtenberg, J. d. (2012). *Kropssprogets psykologi 1.udg, 2.oplag*. Frydenlund.

- Lidegaard, M., & Jarlov, C. (2013). *VEJ nr 9188 af 06/02/2013 - Vejledning til bekendtgørelse om anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi i alment byggeri*. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet.
- Microsoft. (18. november 2013). Microsoft Project 2010 programflade. Microsoft.
- Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter. (2013). *Bekendtgørelse om anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) i alment byggeri*. Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter.
- Naldahl, T. (2008). *Byggeriets faser og organisering*. København V: Nyt Teknisk Forlag.
- NCC. (2013). *Rapport Projekt 2012-5 Tillidsbaseret Lean*. Kokkedal: LivingLean.
- NCC, LC-DK, & LivingLean. (7. November 2013). Lean Construction DK, Tillidsbaseret Lean, sund fornuft betaler sig. (D. Nielsen, & N. Stephansen, Interviewere)
- Neumann, S. (8. april 2013). *Bips.dk*. Hentede 13. november 2013 fra BIM i 4D: Tidsforbruget rummes i BIM: <http://bips.dk/case/bim-i-4d-tidsforbruget-rummes-i-bim>
- Powell, G. (2006). *Beginning Database Design*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Ramsløv, S., Kristensen, B. K., Christensen, S., Christensen, N. B., & Sternkopf, S. H. (16-17. December 2013). Brugertest med systemet PES. (N. Stephansen, & D. Nielsen, Interviewere)
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2012). *Interaction Design- Beyond human-computer interaction*. Chichester, West Sussex UK: John Wiley & Sons Ltd.
- Sacks, R., Barak, R., Belaciano, B., Gurevich, U., & Pikas, E. (2011). *Field Tests of the KanBIM Lean Production Management System*.
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. A., & Owen, R. (2009). *The Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*. the Journal of Construction Engineering and Management.
- See, R., Karlshøj, J., & Davis, D. (2012). *IUG 2012/08 - An Integrated Process For Delivering IFC Based Data Exchange*. BuildingSMART.
- Seppänen, O., Stein, C., & Kala, T. (2010). *Case study of using an integrated 5D system in a large hospital construction project*. Israel: IGLC.
- Stephansen, N., Christensen, N. B., & BIMequity. (2013). *Survey omfattende brugen af BIM fordelt på danske arkitektvirksomheder, survey udført for firmaet BIMeqt, som led i en privat markedsundersøgelse*.
- Søefeldt, M. B. (2013). CCS Måle- og Mængderegler for bygningsdele. *Bips Konference, 16. september 2013*. Bips.
- Sørensen, J. D. (2012). *Hvad er en database, og hvordan kan man bevare den?* Statens Arkiver.
- Trimble. (18. november 2013). VICOsoftware programflade. Trimble.

VICOSoftware. (2013). *VICO software*. Hentede 18. november 2013 fra VICO softwares hjemmeside:
<http://www.vicosoftware.com/>

Womack, J. P., T.Jones, D., & Roos, D. (1990/2007). *The Machine that Changed the World*. London: Free Press.

Appendiks

I nedenstående liste, findes samtlige appendiks udarbejdet til rapporten. Appendiks optræder efter listen i alfabetisk rækkefølge startende med appendiks A.

Appendiks A: Udregning og behandling af datagrundlag.....	(4 sider)
Appendiks B: Konjunktorens påvirkninger på byggeriet.....	(4 sider)
Appendiks C: Interviewplan BIM.....	(1 Side)
Appendiks D: Rapportens referencelinjeplan.....	(1 Side)
Appendiks E: Datagrundlag i form af interviews, observationer og korrespondancer.....	(21 Sider)
Appendiks F: Hovedpointer fra interviews, observationer og korrespondancer.....	(4 Sider)
Appendiks G: Affinitetsdiagrammet.....	(6 Sider)
Appendiks H: Frihåndstegninger.....	(3 Sider)
Appendiks I: Skærbilleder fra første prototype af PES.....	(17 Sider)



Appendiks A: Udregning og behandling af datagrundlag.

Dette appendiks har til formål, at uddybe måden hvorpå datagrundlag er indsamlet ifm. hovedrapportens afsnit 1.2. Der redegøres for hvordan produktivitetstilvæksten i forskellige erhverv kan sammenlignes, samt hvordan overskudsgrad, og den gennemsnitlige overskudsgrad beregnes, dette omfattende administrative oplysninger om statistikproduktet udregnet fra Danmarks statistik samt Dansk Byggeri.

De gennemsnitlige værdier for regnskabsanalyser fra Danmarks statistik

De gennemsnitlige værdier for regnskabsanalyser mv., udregnes af Danmarks statistik, og dokumentationen til datagrundlaget bygger på kvalitetsdeklarationen. Kvalitetsdeklarationen har følgende brugere og anvendelsesområder.

Brugere: *Offentlige myndigheder, Eurostat, brancheorganisationer, private firmaer, politikere, økonomer, journalister og studerende.*

Anvendelsesområder: *Driftsøkonomiske og geografiske analyser, derudover benyttes statistikens grunddata som et meget væsentligt input til beregning af nationalregnskabet.*

(Erhvervslivets Udvikling, Charlotte Hansen, 2013)

Dataene fra Danmarks statistik udregnes på baggrund af en række kilder, mest notabelt er, at der udtrækkes en stikprøve på ca. 8.000 firmaer. Hvor sandsynligt det er om et firma udtrækkes, bestemmes hovedsageligt af pågældende firmas størrelse. Dansk statistik anvender følgende hovedregel:

"0-4 beskæftigede: Fritaget med enkelte undtagelser.

5-9 beskæftigede: Udtrækkes 1 år i en 10-års periode

10-19 beskæftigede: Udtrækkes 2 år i en 10-års periode.

20-49 beskæftigede: Udtrækkes 3 år i en 6-års periode

50- beskæftigede: Deltager hvert år

Uanset beskæftigelsesens størrelse udtrækkes endvidere firmaer med stor momsomsætning

(brancheafhængig men typisk mindst 150 mio.kr). "

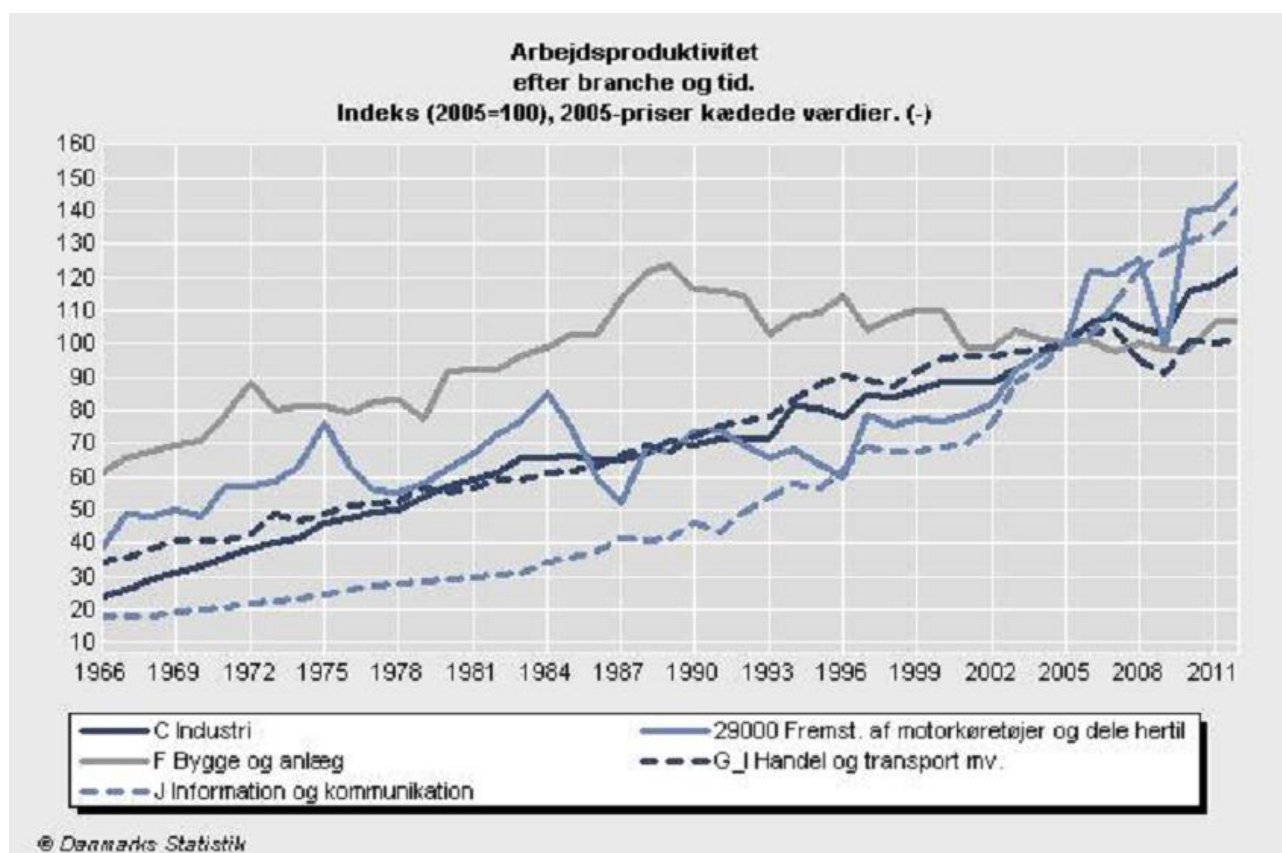
(Erhvervslivets Udvikling, Charlotte Hansen, 2013)

Dansk statistik modtog i 2011 regnskabsoplysninger fra 95 pct. af de firmaer de udtrak til stikprøve. Umiddelbart, giver målingerne anledning til mindre usikkerheder i bygge- og anlægssektoren. Dette grundet den store andel af mindre virksomheder heri. (Danmarks statistik, 2013) Ydermere vægter store virksomheder langt tungere end mindre virksomheder, grundet deres høje omsætning, og det kan herfor gøre sig besværligt at konkludere endeligt og enstydigt på regnskabsanalyserne.

Regnskabsstatistikken, og udregningen af de gennemsnitlige tal, er ikke sammenlignelige med statistikker ældre end 1994, da statistikken dengang omfattede alle virksomheder med mindst 20 beskæftigede, mens den nye statistik dækker stort set alle virksomheder. (Erhvervslivets Udvikling, Charlotte Hansen, 2013)

Sammenlignelighed af produktivitetstilvækst på tværs af erhverv

Væksten i arbejdskraftsproduktivitet har traditionelt været lavere i byggesektoren sammenlignet med andre erhverv. Som det kan ses på figur 1, har produktiviteten tilmed været dalende de sidste 25 år, og stort set samtlige andre erhverv har overhalet bygge- og anlægssektoren i produktivitet. Denne figur drager en direkte sammenligning mellem brancherne, men er det muligt at sammenligne på så direkte plan på tværs af sektorer? Dette spørgsmål besvares ved kort, at se på benyttelsen af automatisering, udnyttelse af teknologi mv.



Figur 1: Arbejdsproduktivitet efter branche og tid Indeks 100 = år 2005 (Danmarks statistik, 2013)

Anlægsteknikforeningen i Danmark ser en række grunde til den u hensigtsmæssige udvikling i byggeriet. Disse listes og uddybes i det følgende:

Lav automatisering:

Byggeprocesserne har gennemgået en forholdsvis lav automatisering i forhold til den øvrige industri. Dette omhandler bl.a. evnen til at opfinde og udnytte nye teknologiske tiltag. Byggebranchens lave udnyttelse af informationsteknologi kan nævnes som et eksempel, hvilken ligger væsentligt under fremstillingsindustriens. (Bejlder, Wandahl, & Thomsen, 2011)

Manglende grad af erfaringsoverførsel:

Den manglende erfaringsoverførsel, eller deling af erfaringer, ses primært som at grunde i byggeriets traditioner. Eksempler på dette, er de skarpt opdelte faggrænser, samt at der konstant skiftes samarbejdspartner fra projekt til projekt. Dette medfører en vanskeliggørelse af den løbende udvikling samarbejdet på tværs af fagene gerne skulle bringe med sig. (Bejlder, Wandahl, & Thomsen, 2011)

Det er nu nævnt, at byggeriets lave produktivitet bl.a. skyldes ringere brug af teknologi, samt en anderledes organisering af byggesager og arbejdskraft.

For en direkte sammenligning mellem byggeriet og øvrige industri, kan der ses på industrialiseringen af forbrugerprodukter. For 200 år siden, blev alle produkter håndlavet, biler, legetøj mv. men ved industrialiseringens tiltag, og fremkomsten af masseproduktion ændredes dette betydeligt. Endvidere er der inden for de sidste 50 år, sket drastiske forbedringer i produktivitet grundet automatiserede computerstyrede systemer. Bygge- og anlægssektoren ses som noget for sig, og er i vid strækning stadig på "håndlavnings" stadiet. Enhver bygning bliver lavet som en separat enhed fra den anden, og som anlægsteknikforeningen fastslår, foregår der kun en minimal deling af erfaringer. Dette antyder, at en ændring i organisation, såvel som i indstilling kræves for at styrke produktiviteten i byggeri. Som Albert Einstein sagde:

"No problem can be solved from the same level of consciousness that created it."

-Albert Einstein

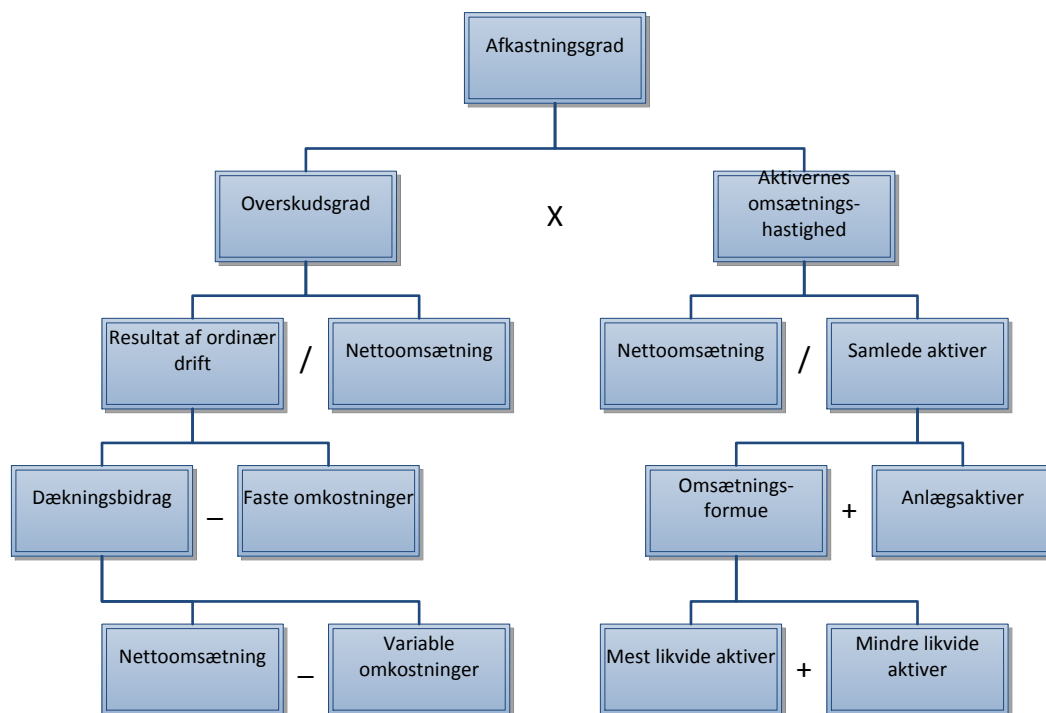
Dette giver anlæg til undren, er bygninger så forskellige fra hinanden, og kan byggeriet ikke sammenlignes med industrien. Drages eksempelvis en direkte sammenligning med bilindustrien kan man nævne at sjældent to biler er éns, farven, mængden af udstyr, tag, motorstørrelse, gear er blot få af de mange ting der er forskellige fra bil til bil, og endda af samme model og mærke. Alle biler har imidlertid, vinduer, døre, motorer, dæk osv., der bærer store ligheder. Det samme som at alle bygninger har døre, vinduer, fundamenter, enten er lavet af træ, stål, beton eller tegl osv.. Selvom bygningers anvendelser, størrelser mv. varierer, deler de stadig 90 % fællestræk. Bilindustrien har undergået forandring fra masseproduktion til en mere "lean" produktion fra slutningen af sidste århundrede til i dag, og der ses ikke en grund til at byggeriet ikke skulle kunne gøre det samme i grove træk.

Konklusionen bliver, at bygge- og anlægssektoren kan sammenlignes med det øvrige erhverv. Dog skal en ændring i anvendelse af teknologiske værktøjer og omstrukturering af organisation/arbejdsmetoder til, før mærkbare ændringer ses.

(Ovenstående bl.a. inspireret af bogen "The Machine that Changed the World" Af James P. Womack, Daniel T.Jones & Daniel Ross)

Overskudsgrad

For præcist, at definere hvad overskudsgraden består af, benyttes Du-Pont pyramiden. Denne viser sammenhænge mellem en række væsentlige nøgletal, der hver især viser detaljer om en virksomheds helbred.



Figur II: Du-Pont pyramiden, figur af egen tilvirkning, baseret på model af anlægsteknikforeningen 2011.

Som det kan aflæses af figur II, ses overskudsgraden som resultatet af ordinær drift, divideret med omsætningen. Overskudsgraden, er herfor et udtryk for hvor højt virksomhedens overskud er, i forhold til omsætningen, dette udtrykt i pct.. En voksende overskudsgrad er hermed et sundhedstegn i en virksomhed, eller en industri. *Ved udregning af overskudsgrad tages der ikke hensyn til sekundær drift, renteforhold og skat. (Olsen, 2008)

Den gennemsnitlige overskudsgrad fra dansk byggeri

I kontrast til de gennemsnitlige tal udregnet af Danmarks statistik, fokuserer dansk byggeris regnskabsanalyse blot på bygge- og anlægssektoren. Ved regnskabsanalysen 2011, er indhentet oplysninger fra 1.331 virksomheder, og kriterierne for udvælgelse ligger blot på omsætning. (dvs. der tages ikke udgangspunkt i antal ansatte). Fordelingen på de 1.331. virksomheder i undersøgelsen var som følgende:

1.021 mindre virksomheder (Med omsætninger under 15 mio. kr.), 166 mellemstore virksomheder (Med omsætninger mellem 15 og 75 mio. kr.) og 144 store virksomheder (Med omsætninger over 75 mio. kr.) (Dansk Byggeri, 2012)

Sammenlignes der på resultater, er tallene fra Danmarks statistik og dansk byggeri, vedrørende overskudsgrad, dog i nogenlunde overensstemmelse. (En sammenligning drages i hovedrapportens afsnit 1.2.4)

Bibliografi

Bejlder, E., Wandahl, S., & Thomsen, S. L. (2011). Produktivitetsforhold. I A. i. Danmark, *Anlægsteknik 2 - Styling af byggeprocessen* (s. 19-20). Kgs. Lyngby: Polyteknisk forlag.

Danmarks statistik. (23. september 2013). *Danmarks statistik*. Hentede 23. september 2013 fra GF1: Generel firmastatistik efter branche, (DB07 10- og 21-grp) og enhed:
<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/define.asp?PLanguage=0&subword=tabel&MainTable=GF1&PXSId=132286&tablestyle=&ST=SD&buttons=0>

Dansk Byggeri. (2012). *Regnskabsåret 2011 i bygge- og anlægsbranchen*. København K: Dansk Byggeri.

Erhvervslivets Udvikling, Charlotte Hansen. (20. september 2013). *Danmarks Statistik*. Hentede 23. september 2013 fra Regnskabsstatistik:
<http://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/kvalitetsdeklarationer/regnskabsstatistik-for-private-byerhverv.aspx#section3>

Olsen, W. (2008). Kapitel 8 - Regnskabsanalyse. I A. i. Danmark, *Anlægsteknik 3 - Økonomi i bygge- og anlægsvirksomheder* (s. 180-198). 2800 Kgs Lyngby: Polyteknisk Forlag.

Figurliste:

Figur I: Arbejdsproduktivitet efter branche og tid Indeks 100 = år 2005 (Danmarks statistik, 2013) 2

Figur II: Du-Pont pyramiden, figur af egen tilvirkning, baseret på model af anlægsteknikforeningen 2011.... 4



Appendiks B: Konjunktorens påvirkninger på byggeriet.

Dette appendiks har til formål, at uddybe måden hvorpå datagrundlag er indsamlet ifm. hovedrapportens afsnit 1.2.3. Der redegøres for hvordan konjunktursvingninger har indflydelse på byggeriet, samt hvad der kan være årsag til høj og lav konjunktur, og om det har indflydelse på Fejl, svigt og mangler.

Bygge- og anlægssektoren er meget konjunkturfølsom, derfor er aktiviteten i byggeriet hårdt ramt af den økonomiske krise der har været de senere år, og som ikke helt har givet slip endnu. Det hænger sammen med, at der hersker en økonomisk usikkerhed i store dele af Europa. I lavkonjunkturperioder øges konkurrencen mellem virksomheder, hvilket øger tilstrømning af internationalt og udenlandsk arbejdskraft, som igen forstærker den i forvejen hårde konkurrence. Dansk økonomi stod stille i 2012 med en vækst på kanten af recession, der forventes en vækstrate på ca. 1% i 2013 og godt 1,5% i 2014. Den beskudne økonomiske vækst vil dog ikke være tilstrækkelig til at fremkalde en konjunkturbetinget fremgang i byggesektoren. Beskæftigelsen skønnes at falde med ca. 4.000 beskæftigede fra 2012 -2013. I 2014 forventes en fremgang på ca. 3.000 beskæftigede, hvilket til dels skyldes nybyggeri af sygehuse samt renoveringer af almene boliger. (Dansk byggeri, 2013) På tabel 1, ses en oversigt over beskæftigede i bygge- og anlægsbranchen.

Oversigtstabel

	2010	2011	2012	2013S	2014S
Beskæftigede i bygge- og anlægsbranchen	145.100	145.600	143.300	139.000	142.000
Påbegyndt nybyggeri i mio. m ²	5,7	5,4	4,7	4,2	4,3
Antal påbegyndte boliger	15.000	15.000	12.500	9.500	10.500
Beskæftigede ved anlægsvirksomhed	18.100	18.700	19.000	19.500	20.000

Kilde: Danmarks Statistik og Dansk Byggeris skøn

Tabel 1: Oversigtstabel over beskæftigede i bygge- og anlægsbranchen (Dansk byggeri, 2013)

Den økonomiske udvikling.

Dansk økonomi er stærk afhængig af hvad der sker på det internationale marked. På Danmarks to største eksportmarkeder Tyskland og Sverige, har der været en økonomisk opbremsning, sammen med den store tilbagegang i det private forbrug, som udgør halvdelen af bruttonationalproduktet (BNP). Dette munder ud i stilstand i produktionen af varer til både import og eksport. Danmark er i stor grad afhængig af det private forbrug idet det udgør halvdelen af nationalproduktet. Samtidig er lønningerne høje i Danmark og danskerne sparer deres penge op i stedet for at investere dem. I takt med at omverdenen er ramt af en økonomisk krise, vil markedet ikke være i stand til at omsætte de producerede produkter i en hastighed der kan holde beskæftigelsen oppe. Ses der på konjunkturcyklusfaser og på den måde de påvirker omverdenen, giver det en forklaring på hvad der sker på vej ind i en krise og hvad der sker på vej ud af den igen.

Konjunkturcyklus

En konjunktur har fire faser, opgangsperiode, øvre vendepunkt, nedgangsperiode og nedre vendepunkt. Konjunkturerne hænger sammen med, at produktionens omfang under kapitalismen bestemmes ved den udsigt, de enkelte ejere af produktionsmidler har til overskud, ved salg af de producerede varer. Mens efterspørgslen bestemmes af den samlede befolknings indtægter og anvendelsen af disse. (Christensen, 2013)

I lavkonjunktur perioder holder folk på deres penge og sparer en større del af deres løn op, end hvis der havde været højkonjunktur. Årsagen til den øgede opsparing skyldes den usikkerhed der er på arbejdsmarkedet. Efter krisen satte ind, er en stadig større andel af lønnen gået til opsparing, en typisk dansk familie sparer nu ca. 33.000 kr. Op om året, hvor gennemsnittet de seneste 10 år har lagt på 23.000 kr. Samtidig med at danskeren sparer mere op, er udlån også faldet. Før krisen lånte hver husstand 30.000 kr. om året, dette tal er næsten i nul nu. (Juel, 2012)

Beskæftigede arbejdere, funktionærer og mestre ved bygge- og anlægsvirksomhed

	2010	2011	2012	2013S	2014S
Nybyggeri	30.200	33.500	32.500	30.500	30.500
Reparation og vedligeholdelse	54.800	55.300	53.800	52.000	54.000
Anlægsvirksomhed	18.100	18.700	19.000	19.500	20.000
Andet arbejde	4.900	4.400	3.800	3.500	3.500
Kontorarbejde	24.500	23.600	23.200	23.000	23.000
Ikke på arbejde*	12.500	10.100	11.000	10.500	11.000
Beskæftigede i alt	145.100	145.600	143.300	139.000	142.000

Kilde: Danmarks Statistik og Dansk Byggeris skøn *) Ikke på arbejde på grund af dårligt vejr, ferie, sygdom og undervisning samt strejke

Tabel II: Beskæftigede arbejdere, funktionærer og mestre ved bygge- og anlægsvirksomhed (Dansk byggeri, 2013)

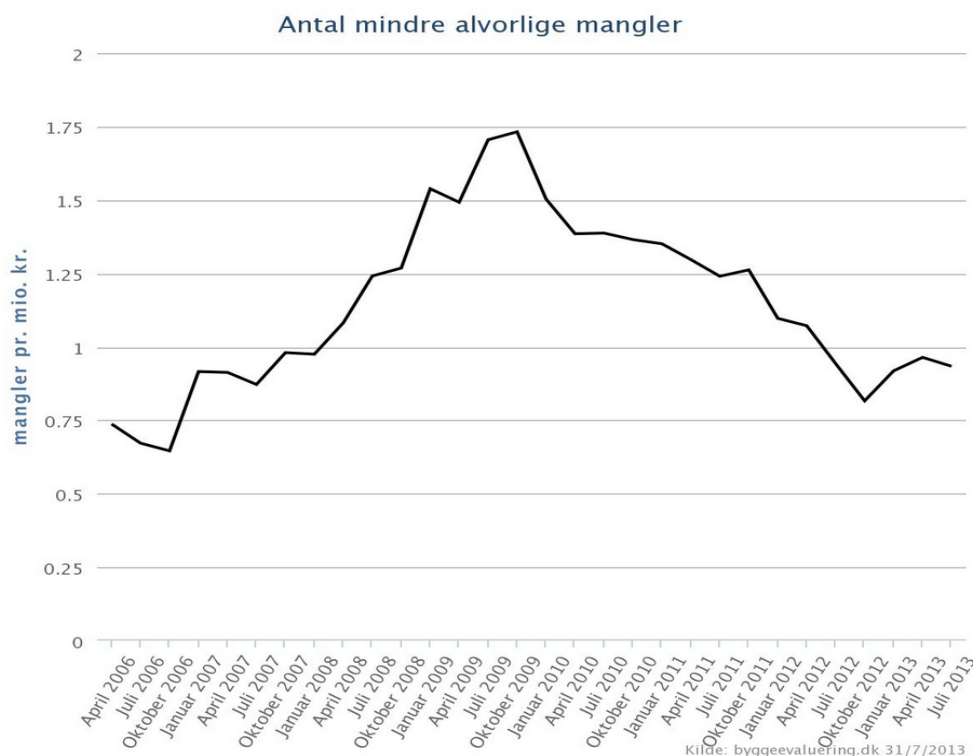
Ser man på beskæftigelsen i byggesektoren over 4 år, er beskæftigelsen større under reparation og vedligehold end ved nybyggeri. En af årsagerne hænger sammen med benyttelsen af kapital fra befolkningen. Under kriser holder folk på pengene og renoverer frem for at bygge nyt, da renoverings udgifter er lettere at overskue (Dansk byggeri, 2013)

Ved højkonjunktur er ledigheden som regel meget lav, og befolkningen er trygge på arbejdsmarkedet, dette medfører større investeringer, og eftersom at privatforbrug udgør halvdelen af BNP, er konjunktoren meget afhængig af befolkningens investeringslyst.

Høj og lav konjunkturs påvirkning af Fejl, svigt og mangler

I perioder med travlhed hos entreprenørerne, kan det antages, at der i nogle tilfælde grundet travlhed og voksende ordrebøger, er blevet taget lidt lettere på det korrekte håndværk, og sjustet mere for at komme videre til næste projekt. Ses der på udviklingen af fejl, svigt og mangler, lader det til, at der er fællestræk mellem antallet af beskæftigede og antallet af fejl registreret. Der er i de senere år sket en positiv udvikling i hvor mange fejl der bliver registreret, hvilket må siges at være positivt. På figur 1, ses antallet af mindre alvorlige mangler. Hvis kurven sammenlignes med tabel 3, ses det, at de følges ad et stykke. Det kan dog ikke påvises 100 % at antallet af beskæftigede, er skyld i hvor mange fejl, svigt og mangler byggeriet har. Der ses dog en tendens til, at højkonjunktur kan skabe et pres på sektoren som resulterer i at flere udførende,

kan vælge at sjuske med opgaverne. Dette sker, da der er mange opgaver at få samt, at priserne for arbejdet er meget gunstige.



Figur I: Antal af mindre alvorlige mangler i dansk byggeri 2006-2013 (BEC, 2013)

Nøgletal

Beskæftigede ved bygge- og anlægsvirksomhed

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013S	2014S
Nybyggeri	47.000	52.900	56.200	51.700	36.500	30.200	33.500	32.500	30.500	30.500
Reparation og vedligeholdelse	62.200	63.400	65.700	63.500	59.100	54.800	55.300	53.800	52.000	54.000
Anlægsvirksomhed	16.800	17.300	19.600	20.600	20.100	18.100	18.700	19.000	19.500	20.000
Andet arbejde	6.300	6.800	7.300	7.300	6.000	4.900	4.400	3.800	3.500	3.500
Kontorarbejde	25.000	26.300	28.200	27.100	25.700	24.500	23.600	23.200	23.000	23.000
Ikke på arbejde*	13.100	13.100	15.300	13.800	13.500	12.500	10.100	11.000	10.500	11.000
Beskæftigede i alt	170.300	179.800	192.100	183.900	160.800	145.100	145.600	143.300	139.000	142.000

* Ikke på arbejde på grund af dårligt vejr, ferie, sygdom og undervisning samt strejke

Tabel III: Beskæftigede ved bygge- og anlægsvirksomhed (Dansk byggeri, 2013)

Bibliografi

BEC. (1. august 2013). *Byggeriets Evaluerings Center*. Hentede 1. oktober 2013 fra BEC's websted:
www.byggeevaluering.dk

Christensen, A. B. (2013). *Finanskrisen*. Hentede 1. oktober 2013 fra www.finanskrisen.info

Dansk byggeri. (2013). *Konjunkturanalyse februar 2013*.

Juel, F. M. (3. marts 2012). *Berlingske Business*. Hentede 1. oktober 2013 fra Business DK's websted:
m.business.dk/?article=19332757-Opsparing-mod-nye-hoejder

Figurliste:

Figur I: Antal af mindre alvorlige mangler i dansk byggeri 2006-2013 (BEC, 2013) 3

Tabelliste:

Tabel I: Oversigtstabel over beskæftigede i bygge- og anlægsbranchen (Dansk byggeri, 2013) 1

Tabel II: Beskæftigede arbejdere, funktionærer og mestre ved bygge- og anlægsvirksomhed (Dansk byggeri, 2013) 2

Tabel III: Beskæftigede ved bygge- og anlægsvirksomhed (Dansk byggeri, 2013) 3



Appendiks C: Interviewplan BIM

Præsentation og info til interview

Dette interview udføres, som et led i et kandidatspeciale på Cand.scient.techn i Bygningsinformatik på Aalborg universitet. Specialet omhandler en synergi mellem Trimmet Byggeri og BIM, og det er hensigten, at der udvikles en IT-systemprototype der skaber grundlag for en sådan synergi.

Der fokuseres under interviewet på, hvordan arbejdet med filosofierne støtter op omkring de arbejdsopgaver der skal løses, samt hvordan de evt. kan sikre en optimeret arbejdsproces.

- Vi søger en Person/er som kan fortælle/forklare hvordan han-hun/de arbejder med BIM på projekter og evt. vise et par eksempler fra igangværende eller afsluttede projekter.
- Under gennemgangen af eksemplerne vil vi gerne kunne stille spørgsmål og lave observationer omkring, hvordan samarbejdet forgår internt og eksternt mellem de involverede parter.
- Det er op til de interviewede hvor meget der må blive nævnt, i rapporten. Der kan, efter forespørgsel fremsendes det afsnit af rapporten som indeholder materialet/observationer fra interviewet.

Bed interviewede fortælle om sig selv.

- Arbejdsopgaver på projektet.
- Uddannelse.
- Rolle i projektet og ansvar.

Interviewet begynder.

- BIM herunder arbejdsmetoder og værktøjer.
 - Hvad gør du/i når et projekt starter op, i forbindelse med anvendelse af oprettelse af ny sagsmappe samt template?
 - Hvilke værktøjer/metoder anvender i til projektet?
 - Hvordan følger du/i op på sagerne, løbende og efter projektet er slut?

Observationer

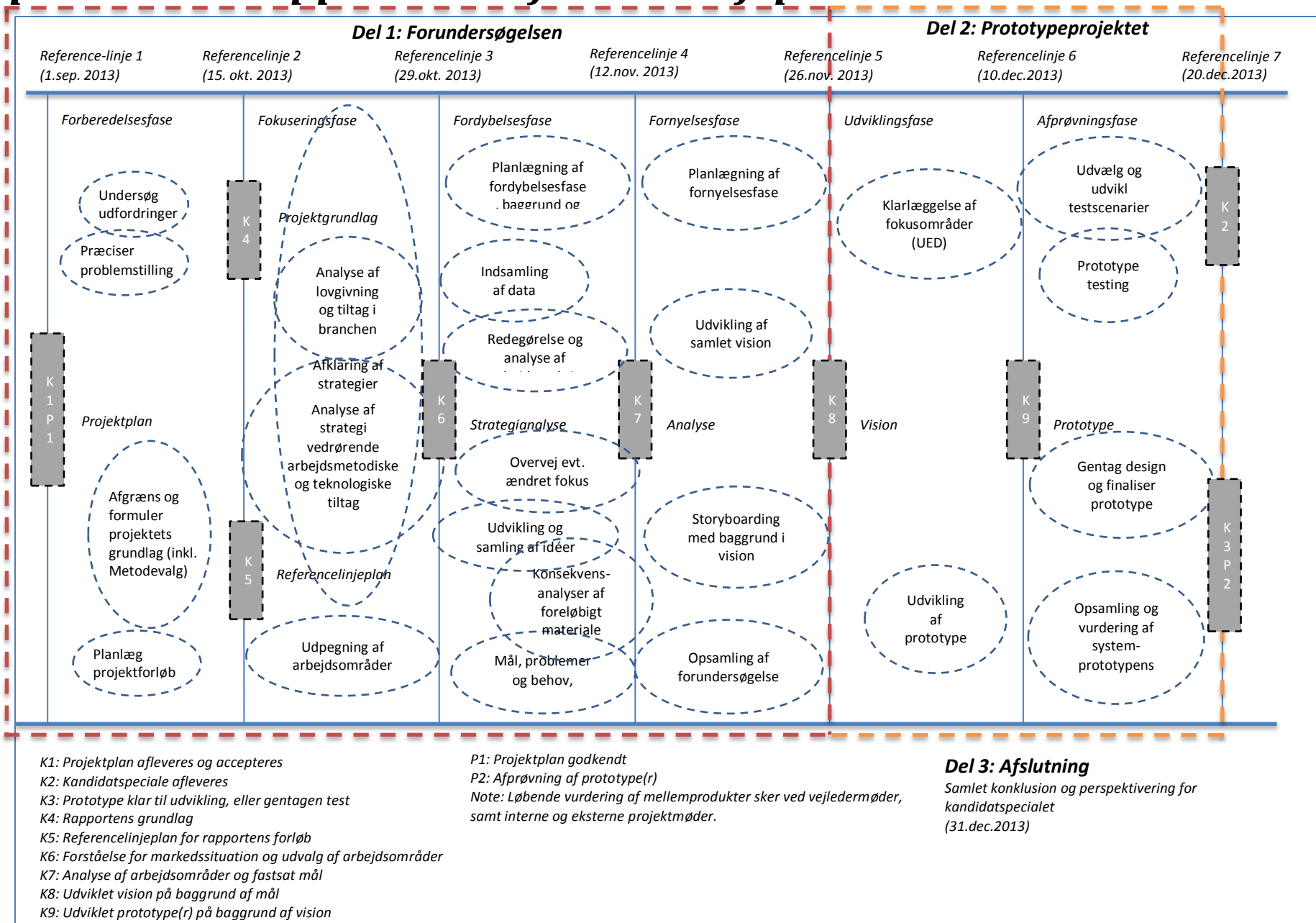
I forbindelse med observationer, vil der blive taget notater omkring arbejdsmetoder samt hvordan den enkelte arbejder med værktøjerne. Under gennemgangen af eksempler, kan det være ønskeligt, at optage med videokamera, det er op til den enkelte, at afgøre om han/hun vil optages.

Afrunding

Hvordan føler du at arbejdet med BIM eller værktøjer, har påvirket din/jeres måde at planlægge og styre projekterne på? Hvor ser du/i mulighederne for videreudvikling inden for anvendelsen af metoden/værktøjerne?



Appendiks D: Rapportens referencelinjeplan





Appendiks E: Datagrundlag i form af interviews, observationer og korrespondancer.

Dette appendiks samler data fra observationer, interviews og korrespondance. Dette udgør det ubehandlede datagrundlag, hvorfor der ved korrespondancer eksempelvis blot er vedlagt de mails der er skrevet. For det behandlede datagrundlag i hovedpointer henvises til appendiks F: Hovedpointer fra interviews, observationer og korrespondancer.

Indhold:

01: Interview med Kristine Ann Barnes MT Højgaard	2
02: Interview og observation ved Benjamin A. L. Hindal, Arkitema.....	4
03: Korrespondance med Sven Bertelsen, Strategisk Rådgivning AS	12
04: Korrespondance med Thorsten Staub Jürgensen, Rambøll Danmark A/S.....	16
05: Korrespondance med Kristine Ann Barnes og Ole Berard MT Højgaard	17

01: Interview med Kristine Ann Barnes MT Højgaard

Dette udgør indholdet i interview med Kristine Ann Barnes, og bliver anvendt til at dokumentere, hvordan Trimmet Byggeri bliver anvendt i praksis. Det er igennem interviewet blevet stillet en række spørgsmål, disse er synlige nedfor sammen med svaret fra den interviewede. Alle svarene er ikke direkte dikterede fra interviewede.

Hvordan startede konceptet TrimByg? Har i fået hjælp udefra eller er det startet internt?

Kristine svarer: At hun på et tidspunkt havde fået nok af, at se hvordan det kørte på byggepladsen, og hun spurgte sin chef om hun ikke kunne få nogle kurser i hvordan man styrede samt optimerede processen på pladsen. Hun ved dog ikke helt hvorfra de fik ideen til selve Trimbyg. Der skulle ansættes en proces konsulent, men så fik Kristine tilbudt jobbet i stedet for at hyre en udefra, det var i år 2000.

Kristine: *"Det er Lean Construction Danmark som har været inde over for at sætte dem i gang, vi har haft (Glen Ballard) gurun fra USA inde over for samt Sven Bertelsen tidligere Direktør for Niras som også betegnes som Lean guru i Danmark, samt Dag Sander og Kristine Barnes. Det var ligesom dem der satte dagsordenen for trimmet byggeri, i starten var det hele dog meget teoretisk, så når de havde været ude og holde foredrag kom publikum som regel bagefter for at høre om hvordan de skulle anvende det ude på pladserne.*

Og så fandt de ud af at det skulle være mere praktisk orienteret, men det var svært i starten for først skulle teorien gås igennem, for beder at kunne oversætte de punkter som bliver beskrevet, samt det at få beskrevet hvad værdi egentlig var, og hvordan ser bygherren på værdi, for hvis man spørger en bygherre hvad værdi er for ham, vil han ligne et stort spørgsmålstegn. I stedet begyndte vi at afholde workshops hvor alle involverede i arbejdet deltog ... derfor skulle man lære at afholde workshops hvor de satte fokus på hvad er vores fælles mål, hvor er det vi gerne vil hen og hvordan kommer vi det, hvilke succeskriterier skal opfyldes og hvordan vil man så opfylde dem."

Bruger i nogen former for værktøjer til at planlægge med?

Kristine: *"Vi bruger og har brugt Lokations baseret planlægning (Cyklogram planlægning) igennem 3-4 år. Hun beskriver LBP som et værktøj til, at få Lean ud på byggepladsen samt til, at få et dannet sig et overblik og for at få et flow i arbejdet på pladsen, så alle håndværkerne hele tiden kan komme til. De bruger det også til at involvere håndværkerne. Fra MTH's synspunkt, er det et helt fantastisk stykke værktøj."*

Kristine omtaler endvidere byggebranchen som en meget konservativ branche, hvor det ikke altid er let, at få nye metoder i spil. Dog kan håndværkerne, når de ser at tidsplanen bliver overholdt og de ikke skal stå oven i hinanden, få mere lyst til at afprøve nye metoder. Hun beskriver det (Cyklogram planlægning) som et værktøj til at strukturere arbejdsgangene på pladsen, hvor der ofte er mange personer samlet på samme sted.

Hvordan føler du der bliver taget imod TrimByg på projekterne?

Kristine: *"De fleste håndværkere er meget modtagelige over for de nye tiltag, idet de bliver spurgt til råd om hvordan de syntes det skal udføres og hvor lang tid de forskellige ting skal tage. Så man som leder ikke bare kommer og trækker en tidsplan ned over hovederne på dem, men selvfølgelig er der altid nogen som*

ikke vil være med og så kan det bremse processen meget, og så er det selvfølgelig det sidst nye tiltag der får skylden.”

Hvordan evaluerer i på projekterne, foregår det digitalt eller analogt?

Kristine: *”Der bliver ikke fast evalueret på projekterne, men på de ugentlige evaluering møder bliver arbejdsopgaverne gennemgået for at sikre at tidplanen holder. Det er som regel i forbindelse med cyklogramplanlægningen der bliver evalueret på opgaverne, for at finde frem til det rigtige flow i udførelsen, samt for at sikre at alle håndværkerne er de rigtige steder på pladsen hele tiden, så den håndværker som kommer efter kan komme videre til aftalt tid. Det tager selvfølgelig lidt tid at evaluere løbende, men der vil også komme mange guldgruber frem, som man ellers først kan risikere at opdage efter noget tid, grundet at der ikke er tid til at evaluere mere.”*

Hvordan anvender i Trimbyg i projekteringen?

Kristine: *”Vi kører noget der hedder Trimmet Projektering som i bund og grund handler om Target Value Design. Hvilket handler om at sikre sig at alle arbejder frem mod det samme mål, det kan gøres ved at man har et beløb som projektet må koste og der ud fra går man så i gang med projekteringen, men løbende bliver der tjekket op på procesplanen for at sikre sig at alle arbejder mod det samme mål, så de ikke ender med flere forskellige projekter.”*

02: Interview og observation ved Benjamin A. L. Hindal, Arkitema

Dette udgør interviewet og observation omkring BIM arbejdsmetoder med BIM og IKT- koordinator Benjamin Hindal fra Arkitema.

Vi skal have nogen med noget praktisk erfaring i at projektere. Så vi vil gerne høre mere specifikt om hvad i gør når der startes et nyt projekt op. Hvad bruger i meget tid på, og hvordan samarbejder i, i starten? Hvordan kører jeres samarbejde med andre aktører?

Benjamin: *"Fra starten af når vi starter et projekt op, går det fra vores konkurrence afdeling og ned i vores produktionsafdeling. I konkurrenceafdelingen er der en kreativ leder på og i produktionsafdelingen bliver der tilknyttet en projektleder. Det er lidt forskelligt fra projekt til projekt hvornår lederne bliver tilknyttet. Vi har 5 afdelinger: læring, bolig, erhverv, sundhed og renovering. Det er meget forskelligt fra almene boliger over til skoler eller erhverv hvad det er bygherrerne går op i hvor meget de går op i det og hvad det er for nogle krav blandet med de EU udbud der er på skolerne. (2.10min) men så kommer det ned og så tager vi fat i det. Og så starter vi med at projektere, og så følger man processen almindeligt derfra. Og så prøver vi på så tidligt som muligt at gribe fat i aftale grundlaget, med det er meget op til bygherrerne i dag, hvor meget det egentlig er. Og det vi oplever meget det er vi får, på de projekter vi har her i Københavns kommune og vi oplever meget at vi får en 100-200 siders standard IKT aftale der er opdelt i 5 områder, hvor der bare er alt aflevering på informationsniveau 6 og med hele møllen og der ikke rigtig nogen, altså vi oplever at der ikke er nogen der overhovedet ved hvad det indebærer., hvad de egentlig skal bruge det til, det slås vi helt vildt meget med. (2.45 min) så vi er i gang med at prøve at lave, vi har nogen standarder nu, men det bliver lidt svært når vi krydser indover forskellige forretningsområder, men vi prøver mere og mere på at have nogle standard skabeloner især i forbindelse med vores arbejde med Københavns kommune."*

Har i nogen der bistår med rådgivning til udarbejdelse af IKT aftalerne?

Benjamin: *"Ja vi har Mads Vallentin som er leder for BIM, han sidder i Aarhus. Så det plejer enten at være mig eller to andre herovre der sidder med og så sidder han og kigger over skulderen, men det er meningen at vi skal have nogen herovre i København som kan gøre det, og det er derfor at vi er to som skal på IKT uddannelse. Men vi har formularer til når vi starter et projekt op, så har sådan et helt dokument med skabeloner og templates i, vi bruger A104 og så har vi lavet nogle få tilpasninger. Men den dokument struktur kopiere vi så ind og deri ligger kontrakter og arbejdsmetoder i Revit osv."*

I forbindelse med klassifikationer, kører i der så ud fra jeres eget system eller andet?

Benjamin: *"Vi bliver tit tvunget, jeg vil sige vi gør lidt det hele, altså internt bruger vi SFB systemet det kan vi bedst lide, men vi oplever rigtig meget fordi den gamle IKT bekendtgørelse, jeg ved ikke hvorfor men her i området har man været tilbøjelig til at anvende DBK kodning. Og NCC som jeg har arbejdet sammen med på en anden sag, de har udviklet et tilbudsværktøj af en art, som er baseret på DBK kodning så de kræver det simpelthen. Det er et system som regner stort set alt ud men kun kan tage DBK, så de plejer at kræve det på projekterne. Men så er Cuneco jo i gang med at udvikle CCS systemet, det er det som bliver brugt på Gødstrup og det sidste jeg har hørt er at man nok ender med at skrotte store dele af det (5.30min) og så ender man med at bruge en kombination mellem SFB og CCS det bliver sådan noget i den stil. Jeg har hørt rygter om at der bliver lagt op til at vi internt skal bruge et klassifikationssystem som kan overføres til SFB og CCS, men som bliver baseret på SFB."*

Er det fordi SFB er så overskueligt?

Benjamin: *"Jo og så er der det med CCS at det er vældig godt at man kan kode det hele ned, men problemet er at der er visse niveauer du kan kode og så bestemmer du selv derefter og så går pointen lidt af det, for så laver folk deres eget system. Vores erfaringer er at det er meget billigere at projektere med SFB fordi det er simplere. Og så opdeler vi i områder og keynoter så til beskrivelser. "*

Ja der skal selvfølgelig opfindes noget nyt, men informationsniveauerne som i ser nu i aftalegrundlaget, er det fra tidligere eller?

Benjamin: *"Vi ser gerne at vi aflevere på niveau 4 og alt derover er lidt overkill, der er ikke nogen der kan finde ud af bruge efter niveau 4, altså der er ikke nogen som kan finde ud af at bruge det til noget endnu. Men vi gør det altså, men det er så meget man skal have med, og hvis man først begynder at bevæge sig ud i niveau 5, altså så skal du til at have begrænsninger på, af hvad man skal aflever, for hvis det er det hele er det simpelthen uoverskuelig. (7.35 min)"*

Får i ikke også noget håndterbarhed i forhold til modeller, eller kan de sagtens håndtere det på de store projekter i har. Hvis der er for mange informationer?

Benjamin: *"Altså på KUA (Københavns Universitet Amager) som er 40.000 m2, der har man taget hele inventarprojektet og lagt i en Revit fil for sig selv, som man så kan linke ind. Men vi bliver tit tvunget til det også i 3D hvor hele inventaret er tegnet i 3D. Sådan er det også på det projekt som jeg sidder på nu hvor alt er i 3D også stikkontakter, så det er nogle tunge modeller, så det kræver noget ordentlig hardware, men det går da. Vi har, hvis i kender til det her Revitserver, hvor man har snakket om at det går lige så hurtigt (udveksling af modeller) men det har vi ikke kunne få til at fungere ordentlig, så Gødstrupprojektet er blevet flyttet til Aarhus, fordi man troede man kunne køre det over Revitserver. Og dele det op, men det har man fundet ud af, at det kan man ikke. Det er simpelthen for tungt. "*

Altså modellerne bliver for tunge og store?

Benjamin: *"Ja. Så jo vi løber hele tiden ind i de størrelsesmæssige begrænsninger. Jeg tror det var dengang det skiftede fra 2012 til 2013 Revit. Så kunne man lige pludselig ikke eksportere hele den skole på over 40.000 m2 til IFC. For så løb man ind i et begrænsnings problem. "*

Hvad gør i så, deler i den så op?

Benjamin: *"Ja så deler vi det op. Og det er her der bliver diskuteret fordi der ikke findes nogen god løsning på problemet, men jeg kender nogen som har gjort det at de laver en hovedfil, en Revit fil hvor alle bygningsdelene ligger i, og så hver gang man skal ind og ændre i en bygningsdel skal man ind i hovedfilen og så transfer parameter imellem filerne. "*

Sådan noget som jeres samarbejdsparter, hvordan er de med rent BIM og 3D projekteringsmæssigt?

Benjamin: *"Det varierer faktisk noget, NCC tegner på konstruktionssiden i Tecla, hvilket gør det ret besværligt. Men på Vvs og El delen tegner de i Revit. Så det variere lidt. Den skole jeg tegner på nu er sammen med Søren Jensen ingeniørerne som også bruger Revit. Det er sådan at når vi kommer op i store*

projekter tegner alle stort set i Revit. Det bliver de tvunget til, Det er en ting vi har lært i ud af det AP pro med NCC og Tecla, at det dur ikke at krydse platforme. ”

Er det fordi IFC ikke er stabilt nok?

Benjamin: ”(IFC er)Overhovedet ikke (stabilt nok), der er fejl idet, så hiver du det ind og så mangler der vægge og nogen af dem er forkerte simpelthen.”

Også mellem Tecla og Revit?

Benjamin: ”Ja altså IFC formatet er simpelthen og det snakker man om i udbud at der er for mange fejl idet, og der er for mange ting som den ikke kan finde ud af at placere rigtigt. Altså forskellige slags families og sådan noget og det giver simpelthen for mange problemer.”

Bruger i andre software programmer end Revit her i Arkitema?

Benjamin: ”Til at modellere i Anvender vi Revit, vi har i en lang overgangfase, fra AutoCAD og over til Revit og nu er vi næsten på 100 % Revit. Vi har brugt meget tid og kræfter og penge på at bruge 3D modellering tidligere i faserne. Der er tit blevet snakket om at man kan anvende Revit til at modellere i fra starten, men arkitekterne føler det er for begrænset og at de bliver låst fast så arkitekterne nægter simpelthen at bruge det. Men så er det blevet vedtaget at man satser på at bruge Vasari, vi har kørt nogen eksperiment projekter med det og det går rigtig godt, en blanding mellem Vasari og Ecotech og de her forskellige analyse programmer og det vil de til at bruge nu sådan mere overordnet. Vasari er dog stadig et Beta program, men det bliver bedre og bedre. Det kan anvendes til mange projekter så længe de ikke bliver for store og kompliceret. ”

Har i ikke nogen problemer med at få det ind i Revit?

Benjamin: ”Jo men det er også med i hele den diskussion om de modeller der er anvendt så tidligt i fasen, kan det overhovedet svarer sig at rette op på den eller er det bedre bare at slette den. Og så tegne en ny model. Det vil jeg dog vove at påstå er det samme som da man sad i AutoCAD, hvis man nogensinde har prøvet at få en AutoCAD fil fra en konkurrenceafdeling, så kan du lige så godt slette det hele og starte for fra. Men det er slevfølgelig ikke gnidningsfrit slet ikke, de prøver på at tvinge en til at holde sig inden for den samme software producent, vi har ikke nogen formater der på en god måde kan anvendes mellem flere programmer.”

Har i haft andre software programmer end Revit oppe at vende da i skulle vælge 3D modelleringsprogram?

Benjamin: ”Det ved jeg faktisk ikke, man har lidt på fornemmelsen at her i Danmark er Revit mest anvendt. Og det er også det der langt hen af vejen bliver sat krav omkring.”

Ja altså i ser mere og mere i aftale grundlaget at der skal anvendes Revit?

Benjamin: ”Ja. ”

Men det er nok også fordi at man under Revit har både Structure og MEP?

Benjamin: *"Ja og vi prøvede jo i starten hvor det var mere åbent, hvor det var tilladt, men så kæmpede vi med Tecla og sådan nogle ting, og så ender vi med at skal tegne dobbelt. Når vi tegner i Revit så gør vi det at vi i de tidligere faser tegner beton konstruktioner. Efter ingeniørenes tegninger og når vi så kommer derhen for det kæmper vi også med, det at få ingeniørerne til at tegne tidligere og tidligere, for de vil gerne vente med at tegne, så vi er nærmest tvunget til at tegne deres vægge i starten, for ellers ville vi ikke kunne få sendt nogen tegninger af sted. Så gør vi det at når de får lavet deres model så sletter vi vores betonkonstruktioner."*

Ja i bruger dem kun til at modellere efter i starten?

Benjamin: *"Og for at få en ide om hvor deres ting er henne af, og så får vi nogle skitser. Så vi ender som regel ud med at konstruktionerne er i konstruktionsmodellen. Og så finder man en udvej i forbindelse med dør huller osv. Jeg ved at på KUA har anvendt usynlige vægge hvor dørene sidder i. Så man ikke skal ringe til Ingeniørerne hver gang man skal have flyttet en dør."*

Når i starter op på projekter og der skal laves nogle objekter, laver i så selv alle jeres families, eller henter i nogen ind?

Benjamin: *"Nej vi laver alt selv. Jeg skal om 14 dage afholde et internt Revit kursus, det er en fordel med et stort firma at vi internt har efteruddannelse, for på den måde at uddanne vores egne folk. Det vores holdning er at vi har standard families altså som døre bare hvor de er skraldet for informationer, så der kun er de helt grundlæggende tilbage, og sådan har vi inden for alle vores standard objekter. Vi har vores eget kartotek hvor vi kan se hvad vi har, der er også flere forskellige slags køkkener som kan laves om og standard møbler. Alt udover standard objekter laver vi selv, det har vi erfaret at det er hurtigst at lave objekterne projektspecifikke. Hvis der så bliver lavet nogen som er rigtig gode bliver de så i forbindelse med opfølgning flyttet over i vores kartotek. Og så sidder der nogen i Aarhus som tjekker alle de families igennem for at sikre at de fungerer."*

Ok så de evaluerer på de families i laver?

Benjamin: *"Ja der findes ikke bare en mappe hvor vi kan ligge dem op i. For det dur ikke at der sidder en og laver en familie der ikke virker 100 %."*

Så der bliver kørt kvalitetssikring på jeres families?

Benjamin: *"Ja det er vi simpelthen nødt til."*

Når i får sådan en indretning som på KUA, hvis der er nogle specielle møbler, så bliver de lavet i families?

Benjamin: *"Ja så laver vi dem selv, det er dog ved at være sådan at leverandørerne kan levere nogen af dem, men hvis det så skal i EU udbud så skal det renses for alle navne. Og nogen af leverandørerne laver alle deres produkter inden for f.eks. døre ligge i den samme familie og så kan man skifte dem inde i familien. Og det dur simpelthen ikke, de skal simpelthen være helt skraldet."*

(Her vises et eksempel fra KUA og det indretning de selv laver)



Benjamin: *"Vi laver meget af det i hvidt, når det handler om fremvisning af rum, for hvis der skal farver på, kommer man hurtigt til at bruge mange timer på det. Alle møbler stole tegner vi selv."*

Men så må i da også få et stort kartotek af families og objekter?

Benjamin: *"Ja altså alt det der kan genbruges gemmer vi. Men på netop det her projekt har der været nogle designere og møbel producenter inde over. Så vi prøver mere på at uddanne folk i at lave en familie hurtigt. F.eks. på Gødstrup hvor alt inventar skal tegnes i modellen. Der har vi fået et tilbud fra et firma der har tegnet meget inventar til sygehuse, og de ville have 1 mio. For deres familie kartotek. Og det er jo vildt mange penge. Så der sidder evt. en på projektet der kun laver families."*

Okay jamen det kan jo også godt betale sig, hvis det koster 1 mio. For at få inventaret?

Benjamin: *"Ja. For ellers skal du jo til at kvalitetssikre f.eks. 500 families hvis du køber dem, og så kan du sætte en mand til at gå dem alle sammen igennem."*

Har i nogen retningslinjer internt når i laver families?

Benjamin: *"Så langt er vi ikke kommet endnu. Altså f.eks. i forbindelse med min undervisning her om 14 dage skulle gerne vise hvad vi arbejder hen imod."*

Men det er selvfølgelig også den rigtig måde at arbejde hen imod, så man har en struktur til aftaler og families osv. Sådan noget som fremgangsmåden internt, når der kommer nye arkitekter er der så en oplæringsperiode så i tegner nogenlunde ens. Eller er det op til projekt lederen?

Benjamin: *"Ja det er projekt lederen, men som regel bliver du koblet på vi er næsten altid 3 der tegner på det samme projekt, og så er der nogen der har mere erfaring med at tegne og så lærer de deraf. Og så er det projektlederen der tjekker om de tegninger der bliver lavet er i orden. Men det er noget som jeg generelt i branchen tror man kunne blive bedre til, vi har en gammel manual til opstart af projekt, og den er vi i gang med at lave om igen nu, så den bliver mere skræddersyet, fordelene ved den nye er at jo længere og længere du kommer ind i den, desto mindre er der du skal tage stilling til selv, sådan noget som mappe struktur kopiere du bare og så ligger mange af filerne der allerede."*

Ja for der må vel også skal en del templates til?

Benjamin: *"Ja det skal der, men igen er det svært skal man så fra almen bolig over til skolebyggeri, som jo er meget forskellige det er forskellige kontrakter og IKT aftaler, så hvordan styrer man det for ellers kan man jo lave templates til alt. Og så bliver det hurtigt for meget for så skal der holdes styr på meget, en ting er at lave det, men der skal også laves opfølgning. For hvis der skal laves en opdatering, som ikke bliver lavet kan det jo hurtigt være over mange projekter med mange fejl. Så det handler om at lave det så simpelt som muligt."*

Men er det projekt lederen der evaluere på projekterne eller gør i det internt?

Benjamin: *"Ja det er projektlederen, vi plejer at tage en person uden for projektet til at kvalitetssikre det hele. Før det skal sendes ud."*

Har i nogen standard fremgangsmåder til at kvalitetssikre modeller på?

Benjamin: *"Jo det har vi, det kommer lidt an på projekt størrelsen, men vi anvender kollisionskontrol en del. Men der er lidt uenighed i branchen generelt om man skal anvende kollisionskontrol i starten eller om man skal vente til hovedprojekt. Det har meget med hvordan ingeniørerne tegner, de går ikke så meget op i hvilken højde rørene ligger i, i starten de tegner dem bare på planerne. Laver man så en kollisionskontrol i projektforslag så er der bare "en million" kollisioner det er helt vildt så mange der er."*

Så skal man kører kollisionskontrol på de tidlige faser skal det, nærmest stå i kontrakterne at alt skal passe?

Benjamin: *"Ja altså det der er lidt overraskende, er faktisk at den bedste kontrol er den visuelle kontrol. Frem for modelkollision. Ved den visuelle samler du modellerne og så går man rum for rum efter. Og det har vi oplevet som det mest effektive. For i starten er vi ligeglade med om to vægge ligger oven i hinanden, det vi ligger meget vægt på er om der går et rør igennem et rum. Senere hen i faserne er det rigtig godt med kollisionskontrol igennem software for så er det vigtigt om der er 2 vægge oven i hinanden og om vinduerne sidder rigtigt, men i de tidligere faser kan vi næsten ikke gå op i det, for der kommer så mange ændringer og vi kan ikke bruge så meget tid på at gå i detaljer."*

Projekterer i nogensinde sammen med de udførende, som i et slags BIGROOM koncept?

Benjamin: *"Jeg ved der lige er blevet lavet en sag som er i licitation nu, Riddersborg parken hedder det til 250 mio. 160 halvanden plans boliger. Og der har ham projekt lederen brugt et nyt koncept om hedder leverandør projektering det er Værdibyg der har lavet det. Det handler om at involvere underentreprenørerne tidligt i fasen og så projektere man det sammen. Og det virker rigtig godt, det går ud"*

på at du i en tidligere fase detaljere det meget mere, og så hiver man nogle folk ind og så projektere man det færdigt sammen, så forpligter man dem til at projektere det færdigt sammen."

Jamen på den måde kan entreprenørerne jo også være med til at bestemme lidt?

Benjamin: *"Men så skal vi næsteften ud og presse leverandørerne til at være med, på hele den her digitaliseringsbølge. For alt det vi får fra leverandørerne er AutoCAD."*

Men der er vel også noget honorar fordeling der skal tages op, hvis i skal til at have udførende og leverandører med ind og projektere?

Benjamin: *"Altså man skal ikke gøre det hvis ikke man i mere eller mindre grad kan sætte ingeniørerne lidt på standby. Det tror jeg i mange tilfælde heller ikke vil gøre noget for de, er rigtig gode til at tegne, men jeg syntes tit det kniber lidt med rådgivningen, fordi de er meget tekniske. "*

Hvad bruger i når i skal udveksle modeller?

Benjamin: *"Det er meget forskelligt, på de store sager er det som regel byggeweb. Det er bygherre rådgiverne der bestemmer det langt hen af vejen. Vi har også en del projekter hvor vi bliver købt til at sætte det op, men ellers er det bygherre rådgiverne der sætter det hele op. Men vi har lige haft et renoverings projekt på en skole som skulle i EU udbud, og der har vi brugt Widemove som er lidt en forsimplet udgave af Byggeweb. Det er generelt meget op til bygherren ligesom IKT aftalerne, de har som regel bygherre rådgivere indover som bestemmer de her ting, og så kan vi prøve at præge det i den retning som vi nu kan. Det vi prøver at blive bedre til er at få dokumentation på hvor meget der kan spares ved at vi aflevere i SFB eller kun laver mængder på gulve og vægge. Sådan noget arbejder vi meget på for at finde augmentationer til bygherren for at tilpasse materialet så det rent byggeteknisk bliver smartere."*

Bruger i alle informationer i modellen, når i kommer længere hen i processen?

Benjamin: *"Ja det gør vi, Dalux har i forbindelse med KUA lavet noget til brugerinddragelse, hvor du tager modellen og koder de forskellige rum, derefter kan du så gå rundt i modellen og skrive tingene ind i de enkelte rum. Det har de udviklet i forbindelse med KUA. Vi bruger dog ikke alle informationer på væge endnu. Vi anvender mest keynote til bygningsdele. Der er blevet eksperimenteret på de større projekter at kæde tid og økonomi sammen, men først ved de store projekter. På de store projekter bruger vi også Ad in programmer til Revit, for at lave rumdiagrammer. "*

Har i projektmøder internt for at styre jeres projekterings tid?

Benjamin: *"Ja det gode ved at vi sidder i et kontor miljø, er at vi sidder sammen og som regel er vi max 5 personer i en gruppe. Det er projekt lederen der har det overordnet ansvar og så er det så op til os at holde ham ajour med hvor langt vi er, og så bruger vi de her Scrum møder rigtig meget til at fortælle, at i næste uge har en to dage fri osv. Også fordi vi ikke bare kan komme hen til projektlederen og sige at jeg har ikke mere at lave nu, så på den måde er det også vores eget ansvar at sørge for vores kalender er booket. "*

Nu har vi været lidt inde på hvordan i anvender BIM i jeres projekter og hvordan i styrer projekterne. Er der nogen steder i savner noget i forhold til projekteringssoftware?

Benjamin: *"Ja vi savner noget software tidligt i faserne, altså til at gøre design fasen mere åben og hvor vi kan samle det lidt mere. Vi kunne også godt bruge et værktøj til at systematisere på en mere smart måde for alle de her sammenhænge man har opfundet er meget smarte, men de kunne godt gøres mere simpelt at håndtere, det er som om at alt det der bliver opfundet er meget kompliceret. "*

Det vores rapport skal ende ud med, er en systemudvikling i 1 eller 2 test fase. Vores system skal som grundlag kunne koble planlægning om tidligt i faserne. For at skabe en synlig synergi mellem Trimmet byggeri og BIM.

Benjamin: *"En af de ting som i skal have i mente, er at det skal være let at anvende samt at det skal være fleksibelt. Man ser tit i add-ins til Revit at det er meget låst og derved ikke så let at lave ændringer i standard opstillingerne. "*

Hvordan er din arbejdsgang her på Arkitema?

Benjamin: *"Jeg arbejder som IKT/BIM koordinator og projekterende jeg hjælper på mange projekter med at sætte dem i gang med modellering. Jeg har lært at man skal være dygtig helt ned på mindste niveau for at kan skrue en IKT aftale ordentlig sammen. Og så underviser jeg internt Procesledere og projekterende i Revit og BIM."*

03: Korrespondance med Sven Bertelsen, Strategisk Rådgivning AS

Subject: SV: Synergi mellem BIM og LEAN

Date: torsdag den 31. oktober 2013 18.10.21 Mellemeuropæisk normaltid

From: Sven Bertelsen

To: Daniel Nielsen

Hej Daniel,

Undskyld det har taget lidt tid, men der har været andre ting på min kalender. Jeg har skrevet mine kommentarer ind i jeres lille brev til mig, og I er velkommen til at svare eller spørge videre, men læs noget af det jeg foreslår!

Hilsen

Sven

Sven Bertelsen
Rønnebærvej 10
DK 2840 Holte
Tel: +45 4542 4705

Fra: Daniel Nielsen [mailto:dniel12@student.aau.dk]

Sendt: 28. oktober 2013 11:36

Til: Sven Bertelsen

Emne: SV: Synergi mellem BIM og LEAN

Hej Sven

Jeg har vedhæftet lidt beskrivelse af projektet, samt lidt spørgsmål. Spørgsmålene er lidt åbne.

Mvh Daniel Nielsen og Nikolaj Stephansen

cand.scient.techn studerende ved AAU

Fra: Sven Bertelsen [sven@bertelsen.org]

Sendt: 25. oktober 2013 13:22

Til: Daniel Nielsen

Emne: SV: Synergi mellem BIM og LEAN

Hej Daniel,

Jeg vil naturligvis meget gerne hjælpe dig, men jeg har med årene nok mistet en del af kontakten med den praktiske anvendelse af Trimmet Byggeri – og for den sags skyld også med BIM. Men forhistorien kan jeg godt hjælpe dig med, og naturligvis også hvad tænkningen går ud på.

Hvad er din opgaveformulering helt præcist og hvilke kilder har du allerede læst? Der findes jo ganske meget om Lean Construction/Trimmet Byggeri såvel på dansk som på engelsk.

Men ellers kan du bare spørge løs, helst pr. mail.

Hilsen

Sven

Sven Bertelsen
Rønnebærvej 10
DK 2840 Holte
Tel: +45 4542 4705

Fra: Daniel Nielsen [<mailto:dniel12@student.aau.dk>]
Sendt: 25. oktober 2013 12:20
Til: Sven Bertelsen
Emne: Synergi mellem BIM og LEAN

Hej Sven Bertelsen

Jeg er igang med et Kandidatspeciale om Trimmet Byggeri. Jeg søger derfor en specialist til at fortælle lidt om hvordan det anvendes i praksis. Efter samtaler med flere firmaer har flere henvist videre til dig, som værende den rette til at forklare om anvendelsen samt lidt forhistorie omkring Trimmet Byggeri.

Jeg håber derfor at kunne få lov til at stille dig lidt spørgsmål over tlf eller mail.

Mvh Daniel Nielsen

cand.scient.techn studerende i Bygningsinformatik
AAU

Subject: SV: Synergi mellem BIM og LEAN
Date: fredag den 25. oktober 2013 13.22.04 Mellemeuropæisk sommertid
From: Sven Bertelsen
To: Daniel Nielsen

Hej Daniel,

Jeg vil naturligvis meget gerne hjælpe dig, men jeg har med årene nok mistet en del af kontakten med den praktiske anvendelse af Trimmet Byggeri – og for den sags skyld også med BIM. Men forhistorien kan jeg godt hjælpe dig med, og naturligvis også hvad tænkningen går ud på.

Hvad er din opgaveformulering helt præcist og hvilke kilder har du allerede læst? Der findes jo ganske meget om Lean Construction/Trimmet Byggeri såvel på dansk som på engelsk.

Men ellers kan du bare spørge løs, helst pr. mail.

Hilsen

Sven

Sven Bertelsen
Rønnebærvej 10
DK 2840 Holte
Tel: +45 4542 4705

Fra: Daniel Nielsen [<mailto:dniel12@student.aau.dk>]
Sendt: 25. oktober 2013 12:20
Til: Sven Bertelsen
Emne: Synergi mellem BIM og LEAN

Hej Sven Bertelsen

Jeg er igang med et Kandidatspeciale om Trimmet Byggeri. Jeg søger derfor en specialist til at fortælle lidt om hvordan det anvendes i praksis. Efter samtaler med flere firmaer har flere henvist videre til dig, som værende den rette til at forklare om anvendelsen samt lidt forhistorie omkring Trimmet Byggeri.

Jeg håber derfor at kunne få lov til at stille dig lidt spørgsmål over tlf eller mail.

Mvh Daniel Nielsen

cand.scient.techn studerende i Bygningsinformatik
AAU

Hej Sven Bertelsen

Jeg har lige sat vores problemformulering ind, så du kan se hvad det helt konkret er vi skriver om i vores kandidatspeciale.

Hvordan kan der ved brug af Trimmet byggeri og BIM i en synergi, skabes et miljø der effektiviserer byggeprocessen, således at fejl, svigt og mangler reduceres, produktiviteten styrkes, og overskudsgraden forbedres? (Rettes evt. til i takt med, at analysen fremskrider)

Det er et spørgsmål, der dukker op igen og igen. BIM er et værktøj, Trimmet Byggeri er en ny tænkning, der leder til en ny tilgang til projektledelse. Der er sikkert synergier, som jeg skrev i 1991 i en lille bog om emnet (findes vist som pdf på min hjemmeside) i lyset af de helt spæde tanker om Trimmet Byggeri.

For ikke så længe siden skrev jeg en Trimmet Tanke (LC-DK) om emnet som jeg ser det i dag og fik et interessant svar fra en erfaren entreprenør.

Vi søger lidt baggrundshistorie om hvordan Trimmet byggeri blev introduceret her i Danmark.

Jeg skriver i disse dage på et notat om starten i Danmark frem til 2004. Mind mig om det om en uge eller to. Der er også et medlemsmøde om emnet 11. december i foreningen LC-DK

Har du i dit arbejde set nogle udfordringer med Trimmet byggeri eller teorierne herunder? samt om det har været nødvendigt at tilpasse metoderne fra projekt til projekt. (grundet dette spørgsmål er at der skal udvikles et systemdesign/layout til sidst i specialet som skal understøtte løsningen af problemformuleringen) derfor findes det relevant at få hvis det er muligt, klarlagt de udfordringer med anvendelsen af trimmet byggeri for at kan tilpasse, systemudviklingen.

Ja, efter min opfattelse i dag skal Trimmet Byggeri forstås på en helt ny måde. Jeg skriver på en bog om emnet, hvor I kan få lov – fortroligt – at smugkigge om nogle uger.

Som grundlag for hvad vi har læst og beskrevet i specialet.

- The Machine that changed the world.
- Kontakt med Trimbyg.
- Anlægsteknik bøgerne.
- Rafael Sachs BIM og LEAN

Ikke for at sælge bøger, men I bør have mine tre med på listen: Louise, Håndbog i Trimmet Byggeri og Semiramis med

Desuden er Koskela (2000) og Ballard (2000) – begge PhD afhandlinger – nødvendige at nævne, i hvert fald hvis det er på Master niveau I skriver. (Kig på LCI's hjemmeside, der ligger de vist til download)

Goldratt's bog The Goal (Målet) har været inspirerende og underholdende for mig, men selv om den er skrevet som en roman – eller måske netop derfor – skulle jeg læse den nogle gange for helt at fange tankerne.

Og så bør I se på mine egne tre IGLC-papers om kompleksitet, der er et centralt emne, når I vil sammenholde IT verdenens rigide krav til information med byggeprocessens kaotiske natur.

I det hele taget er IGLC og Lean Construction Institute stederne at søge, hvis I vil vide mere om Lean Construction. Også Wikipedia har gode hjemmesider på såvel dansk som engelsk.

Hej Sven

Igen en fin "trimmede Tanker" som jeg som vanligt reflekterede over.
Som sædvanlig er jeg ret enig med dig.

Jeg tillod mig for et par år siden at stille mig op på foran over hundrede mennesker på en stor BIM-konference i Oslo og spørge til om alle de mange fine indlæg vedr. BIM vi var blevet præsenteret for også hjalp på selve byggeprocessen på byggepladsen.
Dette blev i første omgang ikke så godt modtaget, men skabte en rigtig fin debat efterfølgende.

Hvis en 3D-model kunne vise os hvordan de bærende betonsøjler skulle rejses, i hvilken rækkefølge og til hvilken tid i tidsplanen, og også hvad de kostede, så kunne man sikkert få de samme oplysninger på et møde med en betonkyndig entreprenør/formand på under en time. IT har jo den indbyggede udfordring at værktøjet ikke er bedre end de data man fordrer systemet med.
- og jeg ville rigtig gerne kende navnet på den medarbejder, der havde alle disse kompetencer omkring design, udførelse og montage, tidsplaner, økonomi og ikke mindst IT.

Mit indtryk var, at en stor del af den hjælp BIM-modellerne skulle give os, faktisk også viser os hvor lidt man i virkeligheden om byggeri i projekteringsfasen og i udførelsesfasen.
Tag bare begrebet kollisionskontrol - et godt tegn på vi ikke selv kan overskue byggeriet.

Men.....

Noget IT og nogle dele i BIM er imidlertid af stor værdi at kikke nærmere på.

Lad mig give et eksempel:

På et møde hos os for nogle år siden, havde vi DK's førende arkitekt til at fortælle os hvordan deres store tegnestue nu var gået fuldt over til projektering i 3D og BIM.

Med udgangspunkt i en fin case omkring en totalrenovering af en fløj i på et sygehus havde man nemlig rigtig gode erfaringer.

Huset skulle strippes, og da man skulle lave en BIM-model af det gamle "råhus" havde man brugt mange ressourcer på at måle huset nøjagtigt op og registrerer alt.

Modellen blev lavet og alle havde stor nytte af data - dette blev der brugt meget tid på at fortælle.

Konklusionen var derfor at BIM virkeligt er godt.

Spørgsmålet til sidst var selvfølgelig, om det var BIM der var afgørende, eller om det var opmålingerne og tidsforbruget på at skabe det rigtige grundlag der var årsagen.

- altså, kunne man have opnået samme effekt med en god byggeproces hvis man blot havde brugt den samme tid på for-registrering?

Dette havde arkitekterne ikke tænkt på.

Men er det i virkeligheden ikke lige meget?

Hvis BIM er katalysator for at vi får mere viden, bedre forståelse og bedre grundlag ind i projekterne end vi har p.t. - ja så mener jeg BIM er godt - rigtig godt.

Det kan være vi kan løse de samme udfordringer på en anden måde, men lige nu tror jeg vi skal finde de positive elementer de lavt hængende frugter og betragte BIM som spild - men ikke nødvendigvis spild vi skal skære bort, men som nødvendigt spild, vi selvfølgelig hele tiden skal udfordre.

Med venlig hilsen (Anonym).

04: Korrespondance med Thorsten Staub Jürgensen, Rambøll Danmark A/S

Subject: RE: Trimmet Byggeri
Date: søndag den 27. oktober 2013 11.51.13 Mellemeuropæisk normaltid
From: Thorsten Jürgensen
To: daniel12@student.aau.dk
CC: Niels Tornsberg

Hej Daniel

Jeg kender ikke til ét af vores byggeprojekter, hvor vi i Rambøll Aarhus har arbejdet med trimmet byggeri eller lean construction. Jeg har forhørt mig hos andre og mit indtryk er, at Du skal have fat i en af de store totalentreprenører. For eksempel har MT Højgaard der TrimByg koncept, så jeg foreslår, at Du prøver dér.

Med venlig hilsen
Thorsten Staub Jürgensen

Senior Projektchef, Civilingeniør
Structural Engineering

M +45 5161 7637
tsej@ramboll.dk

Rambøll
Olof Palmes Allé 20
DK-8200 Aarhus N
www.ramboll.dk

CVR-NR 35128417

From: Niels Tornsberg
Sent: 24. oktober 2013 15:34
To: Thorsten Jürgensen
Subject: FW: Trimmet Byggeri

Hej

Kan du give Daniel et navn på en der kender til trimmet byggeri.....hvis vi har en.

Med venlig hilsen
Niels Tornsberg

Afdelingsleder
Structural Engineering

D +4551617694
M +4551617694
nto@ramboll.dk

Rambøll
Olof Palmes Allé 22
DK-8200 Aarhus N
www.ramboll.dk

CVR-NR 35128417

Hej Niels Tornsberg

Jeg er ved at skrive kandidatspeciale om Lean Construction, og søger derfor en der ved noget om Trimmet Byggeri. Det drejer sig om et kort telefon interview med nogle spørgsmål om hvordan i bruger Trimmet Byggeri og de arbejdsprocesser der ligger herunder.

Mvh Daniel Nielsen

cand.scient.techn studerende i Bygningsinformatik

05: Korrespondance med Kristine Ann Barnes og Ole Berard MT Højgaard

Subject: SV: TrimByg.

Date: torsdag den 31. oktober 2013 09:38:56 Mellemeuropæisk normaltid

From: Ole Berard

To: Daniel Nielsen

Hej Daniel

Jeg giver lige en lille generel indledning og svarer så meget kort på de 3 spørgsmål.

Først og fremmest er der en forskel mellem trimmet byggeri (lean construction) og trimmet projektering (lean design). Sammenkoblingen af BIM og trimmet byggeri værktøjer er nok tættere, men det bør Kristine hjælpe dig med. Når man kigger på trimmet projektering burde der være en klar forbindelse mellem de to ting. Særlig i USA nævner man de to ting tit i forlængelse af hinanden.

Projektering er for tiden et planlægningsfrit område, også fordi det kan være svært at planlægge noget der har så mange interaktioner og bindinger ift. Hinanden. Ydelrigere oplever vi tit at man i forbindelse med BIM siger, jeg ved hvad der skal være på en tegning på et givet tidspunkt, men jeg ved ikke hvad der skal være i en model. Her kn man med fordel anvende elementer fra last planner og procesplanlægning som vi gør på vores udførelsesprojekter og bruge dette i designplanlægning. Dermed få en mere klar design tidsplan, der også definerer BIM leverancerne. Dette kan så igen bruges til at måle procent planlagt udført og lignende ting. Lige nu er alt dette i MT Højgaard på et meget teoretisk plan, vi har eksperimenteret på et par projekter, men meget længere er vi ikke i vores overvejelser.

For så at svar direkte på spørgsmålene:

1. for udførelse må Kristine svare, for design er det procesplanlægning og last planner.
2. Vi har ikke udviklet værktøjer, kun tilpasset dem
3. Tvært imod, vi bruger Lean processer til at definere BIM modellerne

Jeg fremsender også lige en mail med nogle referencer omkring lean design, ipd og BIM, måske er der noget interessant for dig.

Har du flere spørgsmål, så må du endelig sige til.

Hilsen Ole

Fra: Daniel Nielsen [mailto:dniel12@student.aau.dk]

Sendt: 28. oktober 2013 14:00

Til: Ole Berard

Emne: SV: TrimByg.

Hej Ole jeg har vedhæftet et dokument hvori der er et par spørgsmål samt lidt beskrivelse.

Mvh Daniel Nielsen

Fra: Ole Berard [olb@math.dk]

Sendt: 25. oktober 2013 19:09

Til: Kristine Ann Barnes; Daniel Nielsen

Emne: SV: TrimByg.

Hej Kristine og Daniel

Beklager det sene svar men jeg har været ret hængt op de seneste dage.

Jeg har meget travlt for tiden, nok for travlt til at involvere mig alt for meget i jeres projekt. Hvis i har nogle spørgsmål der kan besvares over email vil jeg gerne gøre en indsats. Jeg kan især sige noget om Lean Design (i byggebranchen) og BIM.

Hilsen
Ole

Fra: Kristine Ann Barnes
Sendt: 23. oktober 2013 07:52
Til: Daniel Nielsen
Cc: Ole Berard
Emne: SV: TrimByg.

Hej Daniel

Du må godt sende den interview plan som du nævner. Jeg har endnu ikke fundet én som kan hjælpe, men jeg mangler stadig at høre fra min kollega Ole Berard.

Der er rigtig mange, som gerne vil skrive om Trimmet Byggeri, BIM, lokationsbaseret planlægning og det der ligner og lige nu har vi gang i ret mange specialer, så jeg vil sige det lige ud og det er, at jeres oplæg skal være temmelig spændende/interessant, førend vi tager endnu et specialeskrivning til os. Det har intet med jer at gøre, men kun den begrænsning, at vi ikke har kapacitet til at sige ja til ret meget mere.

Venlig hilsen

Kristine Ann Barnes
Proceskonsulent
kab@mth.dk
+45 2270 9113

MT Højgaard A/S
Knud Højgaards Vej 9
2860 Søborg
mth.dk

Fra: Daniel Nielsen (<mailto:daniel12@student.aau.dk>)
Sendt: 21. oktober 2013 17:38
Til: Kristine Ann Barnes
Emne: Trimbyg.

Hej Kristine

Vi er ved at skrive kandidatspeciale om synergi mellem trimmet byggeri og BIM, vi søger derfor en person der kunne være interesseret i at bistå med noget ekspertise omkring trimmetbyggeri og hvordan de anvender det i MTH.

Hvis det har interesse, vil jeg fremsende en interview plan med de punkter som vi arbejder med.

Mvh

Daniel Nielsen

Cand.scient.techn studerende i Bygningsinformatik
Aalborg Universitet

Subject: SV: TrimByg.

Date: fredag den 25. oktober 2013 19.09.24 Mellemeuropæisk sommertid

From: Ole Berard

To: Kristine Ann Barnes, Daniel Nielsen

Hej Kristine og Daniel

Beklager det sene svar men jeg har været ret hængt op de seneste dage.

Jeg har meget travlt for tiden, nok for travlt til at involvere mig alt for meget i jeres projekt. Hvis i har nogle spørgsmål der kan besvares over email vil jeg gerne gøre en indsats. Jeg kan især sige noget om Lean Design (i byggebranchen) og BIM.

Hilsen

Ole

Fra: Kristine Ann Barnes

Sendt: 23. oktober 2013 07:52

Til: Daniel Nielsen

Cc: Ole Berard

Emne: SV: TrimByg.

Hej Daniel

Du må godt sende den interview plan som du nævner. Jeg har endnu ikke fundet én som kan hjælpe, men jeg mangler stadig at høre fra min kollega Ole Berard.

Der er rigtig mange, som gerne vil skrive om Trimmet Byggeri, BIM, lokationsbaseret planlægning og det der ligner og lige nu har vi gang i ret mange specialer, så jeg vil sige det lige ud og det er, at jeres oplæg skal være temmelig spændende/interessant, førend vi tager endnu et specialeskrivning til os. Det har intet med jer at gøre, men kun den begrænsning, at vi ikke har kapacitet til at sige ja til ret meget mere.

Venlig hilsen

Kristine Ann Barnes
Proceskonsulent
kab@mth.dk
+45 2270 9113

MT Højgaard A/S
Knud Højgaards Vej 9
2860 Søborg
mth.dk

Fra: Daniel Nielsen (<mailto:dniel12@student.aau.dk>)

Sendt: 21. oktober 2013 17:38

Til: Kristine Ann Barnes

Emne: Trimbyg.

Hej Kristine

Vi er ved at skrive kandidatspeciale om synergi mellem trimmet byggeri og BIM, vi søger derfor en person der kunne være interesseret i at bistå med noget ekspertise omkring trimmetbyggeri og hvordan de anvender det i MTH.

Hvis det har interesse, vil jeg fremsende en interview plan med de punkter som vi arbejder med.

Mvh

Daniel Nielsen

Subject: SV: TrimByg.

Date: torsdag den 24. oktober 2013 16.05.02 Mellemeuropæisk sommertid

From: Kristine Ann Barnes

To: Daniel Nielsen

Hej Daniel

Du kan jo prøve at ringe til mig tirsdag. Jeg lover ikke at kunne hjælpe dig, for efter de spørgsmål du har sat op, tænker jeg, at jeg ikke er den rette.

Venlig hilsen

Kristine Ann Barnes
Proceskonsulent
kab@mth.dk
+45 2270 9113

MT Højgaard A/S
Knud Højgaards Vej 9
2860 Søborg
mth.dk

Fra: Daniel Nielsen [<mailto:dniel12@student.aau.dk>]

Sendt: 24. oktober 2013 14:13

Til: Kristine Ann Barnes

Emne: SV: TrimByg.

Hej Kristine

Hermed interview plan, det drejer sig om et enkelt interview på omkring 1 time, med en der arbejder med Trimmet byggeri.

Mvh

Daniel Nielsen

Cand.scient.techn studerende i Bygningsinformatik
Aalborg Universitet

Fra: Kristine Ann Barnes [kab@mth.dk]

Sendt: 23. oktober 2013 07:52

Til: Daniel Nielsen

Cc: Ole Berard

Emne: SV: TrimByg.

Hej Daniel

Du må godt sende den interview plan som du nævner. Jeg har endnu ikke fundet én som kan hjælpe, men jeg mangler stadig at høre fra min kollega Ole Berard.

Der er rigtig mange, som gerne vil skrive om Trimmet Byggeri, BIM, lokationsbaseret planlægning og det der ligner og lige nu har vi gang i ret mange specialer, så jeg vil sige det lige ud og det er, at jeres oplæg skal være temmelig spændende/interessant, førend vi tager endnu et specialeskrivning til os. Det har intet med jer at gøre, men kun den begrænsning, at vi ikke har kapacitet til at sige ja til ret meget mere.

Venlig hilsen

Kristine Ann Barnes
Proceskonsulent
kab@mth.dk
+45 2270 9113

MT Højgaard A/S
Knud Højgaards Vej 9
2860 Søborg
mth.dk

Fra: Daniel Nielsen (<mailto:dniel12@student.aau.dk>)

Sendt: 21. oktober 2013 17:38

Til: Kristine Ann Barnes

Emne: Trimbyg.

Hej Kristine

Vi er ved at skrive kandidatspeciale om synergi mellem trimmet byggeri og BIM, vi søger derfor en person der kunne være interesseret i at bistå med noget ekspertise omkring trimmetbyggeri og hvordan de anvender det i MTH.

Hvis det har interesse, vil jeg fremsende en interview plan med de punkter som vi arbejder med.

Mvh

Daniel Nielsen

Cand.scient.techn studerende i Bygningsinformatik
Aalborg Universitet

Subject: SV: TrimByg.

Date: onsdag den 23. oktober 2013 07:52:17 Mellemeuropæisk sommertid

From: Kristine Ann Barnes

To: Daniel Nielsen

CC: Ole Berard

Hej Daniel

Du må godt sende den interview plan som du nævner. Jeg har endnu ikke fundet én som kan hjælpe, men jeg mangler stadig at høre fra min kollega Ole Berard.

Der er rigtig mange, som gerne vil skrive om Trimmet Byggeri, BIM, lokationsbaseret planlægning og det der ligner og lige nu har vi gang i ret mange specialer, så jeg vil sige det lige ud og det er, at jeres oplæg skal være temmelig spændende/interessant, førend vi tager endnu et specialeskrivning til os. Det har intet med jer at gøre, men kun den begrænsning, at vi ikke har kapacitet til at sige ja til ret meget mere.

Venlig hilsen

Kristine Ann Barnes
Proceskonsulent
kab@mth.dk
+45 2270 9113

MT Højgaard A/S
Knud Højgaards Vej 9
2860 Søborg
mth.dk

Fra: Daniel Nielsen (<mailto:dniel12@student.aau.dk>)

Sendt: 21. oktober 2013 17:38

Til: Kristine Ann Barnes

Emne: Trimbyg.

Hej Kristine

Vi er ved at skrive kandidatspeciale om synergi mellem trimmet byggeri og BIM, vi søger derfor en person der kunne være interesseret i at bistå med noget ekspertise omkring trimmetbyggeri og hvordan de anvender det i MTH.

Hvis det har interesse, vil jeg fremsende en interview plan med de punkter som vi arbejder med.

Mvh

Daniel Nielsen

Cand.scient.techn studerende i Bygningsinformatik
Aalborg Universitet



Appendiks F: Hovedpointer fra interviews, observationer og korrespondancer.

Dette appendiks udgør det behandlede datagrundlag fra interviews, observationer og korrespondancer. Disse hovedpointer er listet efter fremkomst, nummereres fortløbende og behandles struktureret i rapportens affinitetsdiagrammering i underafsnit 3.3.2. Talkoder benyttes, hvor eksempelvis forskellige interviewede omtaler samme emne.

Hovedpointer.

1. –A: Har haft eksterne konsulenter inde for, at sætte folk i gang med Trimmet Byggeri.
2. –A: Trimmet byggeri har været kørt meget på teoretisk plan.
3. –A: Holder foredrag i hvad Trimmet Byggeri er på teoretisk plan.
4. –A: Erfaringer siger, at Trimmet Byggeri skal være praktisk orienteret.
5. –A: Der afholdes workshops i hvordan Trimmet Byggeri benyttes praktisk, med alle involverede.
6. –A: Fokus ved workshops i trimmet byggeri, hvad er vores fælles mål, hvor vil vi gerne hen, hvordan kommer vi det og hvilke succeskriterier har vi.
7. –A: Planer for hvordan succeskriterier kan opfyldes ved implementering af Trimmet byggeri.
8. –A: Bruger Location Based Management til at få Lean ud på byggeplads.
9. –A: LBM giver overblik i flow ved arbejdet.
10. –A: LBM bruges til at involvere håndværkere.
11. –A: LBM er et fantastisk værktøj.
12. –A: Byggebranchen er meget konservativ, det er ikke altid let at få nye metoder i spil.
13. –A: Når håndværkerne kan se, at tidsplan bliver overholdt, bliver det spiseligt, og flere får lyst til at prøve.
14. –A: LBM beskrives som værktøj til at strukturere arbejdsgange på byggepladser med mange involverede.
15. –A: De fleste håndværkere er modtagelige over for nye tiltag i Trimmet Byggeri, hvis de bliver spurgt til råds omkring udførelse og tid.
16. –A: Man kan som leder ikke bare komme og trække en tidsplan over hovedet på udførende.
17. –A: Der er altid nogen der ikke vil være med, og det kan bremse processen meget.
18. –A: Det sidste nye tiltag får altid skylden.
19. –A: Der bliver ikke evalueret fast på projekter.
20. –A: Der holdes ugentlige evalueringsmøder med gennemgang af arbejdsopgaver i nogle tilfælde.
21. –A: Evalueringen er svær at strukturere.
22. –A: Der bliver som regel evalueret mest ifm. LBM.
23. –A: Der evalueres for at finde frem til det rigtige flow, samt for at sikre, at folk er det rigtige sted på det rigtige tidspunkt.
24. –A: Det ses som vigtigt at evaluere, så man kan komme videre til aftalt tid.

25. –A: Det tager tid at evaluere, men der kommer guldgrube man ellers ikke vil kunne benytte sig af.
26. –A: Tiden kan være et problem ved evaluering.
27. –A: Tanken om brug af Trimmet Byggeri kom til ved at det ikke kørte på byggepladsen.
28. –A: Man skal lære at lytte til de forskellige aktørers "sprog" og tale sammen.
29. –A: Det er svært at arbejde sammen med folk i branchen, hvis de ikke er med i de nye tiltag.
30. –A: Man ville ønske at folk kunne forstå det med det samme, når man skulle tage nye ting ind.
31. –A: Det er ikke nødvendigvis håndværkere der ikke kommer med på noderne, rådgivere og projekterende kan være problem.
32. –A: Man kan ikke vide hvad der skal ske én dag om 10 måneder, men man kan udspecificere tidsplaner på månedsbasis.
33. –A: Man skal have svar på hvad man skal lave om eks. 5 uger, hvis man ikke allerede ved det.. 5 uger er ikke altid nok.
34. –A: LBM giver en bedre planlægning meget langt frem.
35. –A: Det er uoverskueligt at planlægge mere end 10 arbejdsdage med traditionel planlægning.
36. –A: Byggeledelsen kan være modstandsdygtig ved brug af Trimmet Byggeri.
37. –A: Der skal afsættes tid til evaluering.
38. –A: Man kan godt bruge flere konsulenter kun til evaluering på store byggesager.
39. –A: Nogle arkitekter vil ikke bruge BIM, og slet ikke tidligt i faserne, da de føler det dræber kreativiteten.
40. –A: Digitale værktøjer er svære at bruge.
41. –B: Vi oplever meget at vi får 100-200 siders IKT-aftale underopdelt i 5 områder, hvor der stilles urealistiske krav til eks. informationsniveauer.
42. –B: Vi oplever at der ikke rigtig er nogen, der ved hvad de skal bruge informationerne til på niveau 5 og 6.
43. –B: Vi er ved at lave standarder til aftaler mellem fast samarbejdspartnere.
44. –B: Vi er 3-4 personer der hjælper med udarbejdelsen af IKT aftalerne.
45. –B: Vi har standard formularer til opstart af projekter. A104 fra BIPS med lidt tilpasninger.
46. –B: Formularerne indeholder kontrakter og arbejdsmetoder til Revit osv.
47. –B: internt anvender vi SFB, det syntes vi er det letteste.
48. –B: Vi bliver tit tvunget til at anvende DBK, da det har været meget brugt her i området.
49. –B: NCC har deres eget prissætningsprogram, så de kræver vi anvender DBK sammen med dem.
50. –B: CCS bliver anvendt på Gødstrup, og det sidste jeg har hørt, er at det nok ender med en blanding mellem SFB og CCS der bliver den færdige udgave.
51. –B: Jeg har hørt rygter om at vi skal anvende et klassifikationssystem internt, der kan overføres til SFB og CCS, men som er baseret på SFB.
52. –B: problemet med CCS er, at man selv kan definere tingene på nogle af niveauerne, og så går pointen lidt af det.
53. –B: Vores erfaringer er, at det er billigere at projektere med SFB, da det er mere simpelt.
54. –B: Vi ser gerne, at det vi afleverer er på niveau 4, derefter er det lidt "overkill" idet der ikke er nogen som kan anvende det efter niveau 4.
55. –B: Det vil være uoverskueligt at afleverer alt på niveau 5.
56. –B: Hvis det skal afleveres på niveau 5 skal der begrænsninger på, så det ikke er hele modellen.
57. –B: På de store projekter deler vi modellerne op, for de ikke skal blive for tunge.

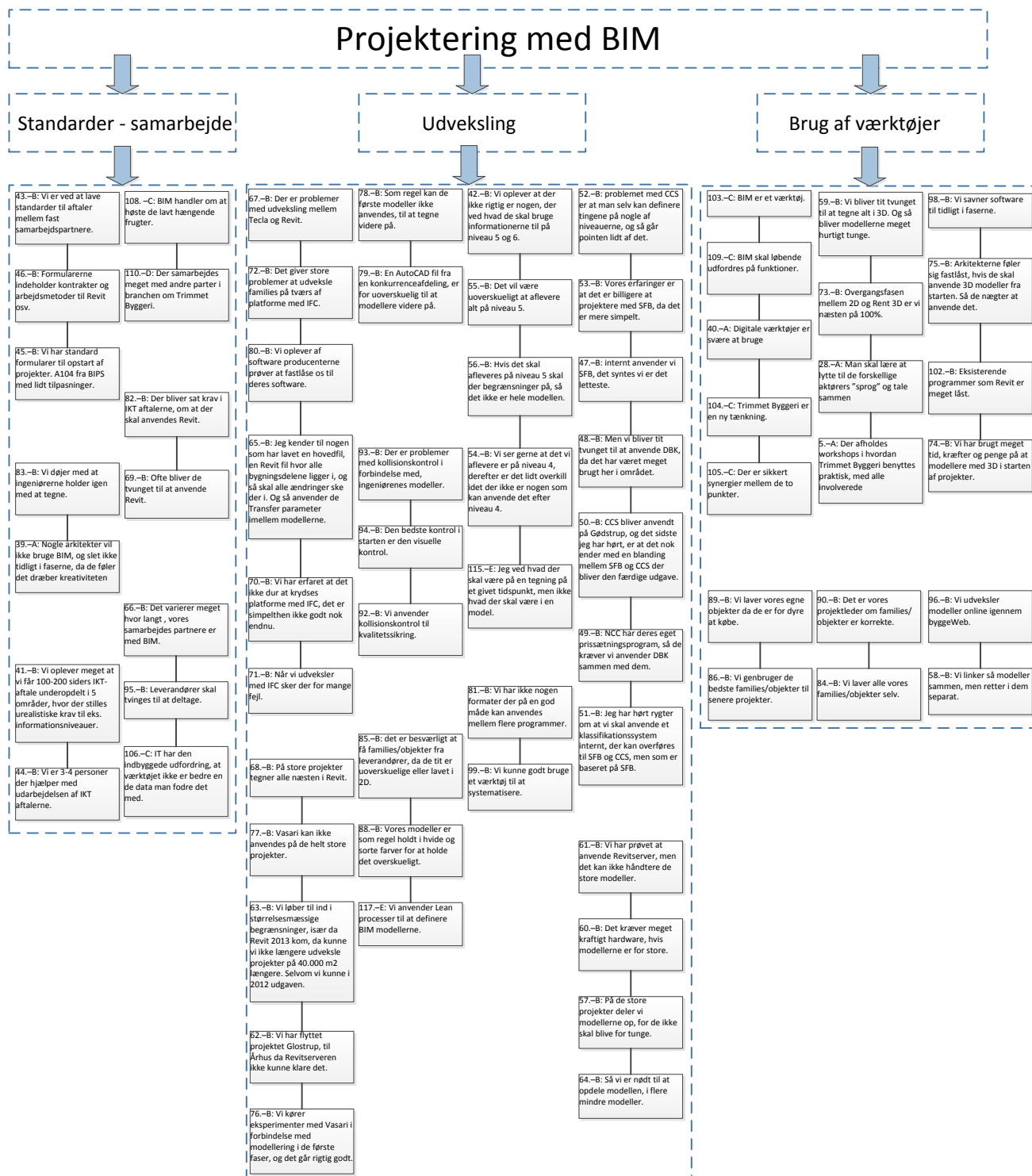
58. –B: Vi linker så modeller sammen, men retter i dem separat.
59. –B: Vi bliver tit tvunget til at tegne alt i 3D. Og så bliver modellerne meget hurtigt tunge.
60. –B: Det kræver meget kraftig hardware, hvis modellerne er for store.
61. –B: Vi har prøvet at anvende Revitserver, men den kan ikke håndtere de store modeller.
62. –B: Vi har flyttet projektet Glostrup, til Århus da Revitserveren ikke kunne klare det.
63. –B: Vi løber til ind i størrelsesmæssige begrænsninger, især da Revit 2013 kom, da kunne vi ikke længere udveksle projekter på 40.000 m². Selvom vi kunne i 2012 udgaven.
64. –B: Vi er nødt til at opdele modellen, i flere mindre modeller.
65. –B: Jeg kender til nogen som har lavet en hovedfil, en Revit fil hvor alle bygningsdelene ligger i, og så skal alle ændringer ske der i. Og så anvender de Transfer parameter imellem modellerne.
66. –B: Det varierer meget hvor langt, vores samarbejdspartnere er med BIM.
67. –B: Der er problemer med udveksling mellem Tecla og Revit.
68. –B: På store projekter tegner alle næsten i Revit.
69. –B: Ofte bliver vi tvunget til at anvende Revit.
70. –B: Vi har erfaret at det ikke dur at krydses platforme med IFC, det er simpelthen ikke godt nok endnu.
71. –B: Når vi udveksler med IFC sker der for mange fejl.
72. –B: Det giver store problemer at udveksle families på tværs af platforme med IFC.
73. –B: Overgangsfasen mellem 2D og 3D er vi næsten på 100 %.
74. –B: Vi har brugt meget tid, kræfter og penge på at modellere med 3D i starten af projekter.
75. –B: Arkitekterne føler sig fastlåst, hvis de skal anvende 3D modeller fra starten. Så de nægter at anvende dem.
76. –B: Vi kører eksperimenter med Vasari i forbindelse med modellering i de første faser, og det går rigtig godt.
77. –B: Vasari kan ikke anvendes på de helt store projekter.
78. –B: Som regel kan de første modeller ikke anvendes, til at tegne videre på.
79. –B: En AutoCAD fil fra en konkurrenceafdeling, er for uoverskuelig til at modellere videre på.
80. –B: Vi oplever at softwareproducenterne prøver at fastlåse os til deres software.
81. –B: Vi har ikke nogen formater der på en god måde kan anvendes mellem flere programmer.
82. –B: Der bliver sat krav i IKT aftalerne, om at der skal anvendes Revit.
83. –B: Vi døjer med at ingeniørerne holder igen med at tegne.
84. –B: Vi laver alle vores families/objekter selv.
85. –B: det er besværligt at få families/objekter fra leverandører, da de tit er uoverskuelige, eller lavet i 2D.
86. –B: Vi genbruger de bedste families/objekter til senere projekter.
87. –B: Vi evaluerer internt på vores families/objekter, for at sikre de er korrekte.
88. –B: Vores modeller er som regel holdt i hvide og sorte farver for at holde det overskueligt.
89. –B: Vi laver vores egne objekter da de er for dyre at købe.
90. –B: Det er vores projektleder om families/objekter er korrekte.
91. –B: Projektlederen eller ekstern evaluerer på modellerne.
92. –B: Vi anvender kollisionskontrol til kvalitetssikring.
93. –B: Der er problemer med kollisionskontrol i forbindelse med ingeniørernes modeller.
94. –B: Den bedste kontrol i starten er den visuelle kontrol.

- 95. –B: Leverandører skal tvinges til at deltage.
- 96. –B: Vi udveksler modeller online igennem byggeWeb.
- 97. –B: Vi holder ugentlige opfølgingsmøder til planlægning.
- 98. –B: Vi savner software til tidligt i faserne.
- 99. –B: Vi kunne godt bruge et værktøj til at systematisere.
- 100. –B: Alle programmer er meget indviklede, vi savner noget mere simpelt.
- 101. –B: programmer skal være lette at anvende og mere simple.
- 102. –B: Eksisterende programmer som Revit er meget låst.
- 103. –C: BIM er et værktøj.
- 104. –C: Trimmet Byggeri er en nytænkning.
- 105. –C: Der er sikkert synergier mellem de to punkter.
- 106. –C: IT har den indbyggede udfordring, at værktøjet ikke er bedre end de data man fodrer det med.
- 107. –C: For lidt viden om BIM i projekterings- og udførelsesfasen.
- 108. –C: BIM handler om at høste de lavt hængende frugter.
- 109. –C: BIM skal løbende udfordres på funktioner.
- 110. –D: Der samarbejdes meget med andre parter i branchen om Trimmet Byggeri.
- 111. –D: Det kan være lidt indviklet at komme i gang med Trimmet Byggeri.
- 112. –E: Der er forskel på Trimmet Byggeri og Trimmet Projektering.
- 113. –E: Der burde være en klar forbindelse mellem Trimmet Byggeri og projektering.
- 114. –E: Projektering er for tiden et planlægningsfrit område.
- 115. –E: Jeg ved hvad der skal være på en tegning på et givet tidspunkt, men ikke hvad der skal være i en model.
- 116. –E: Man kan med fordel benytte Last Planner system og Procesplanlægning til at beskrive hvad en model skal indeholde og hvornår.
- 117. –E: Vi anvender Lean processer til at definere BIM modellerne.

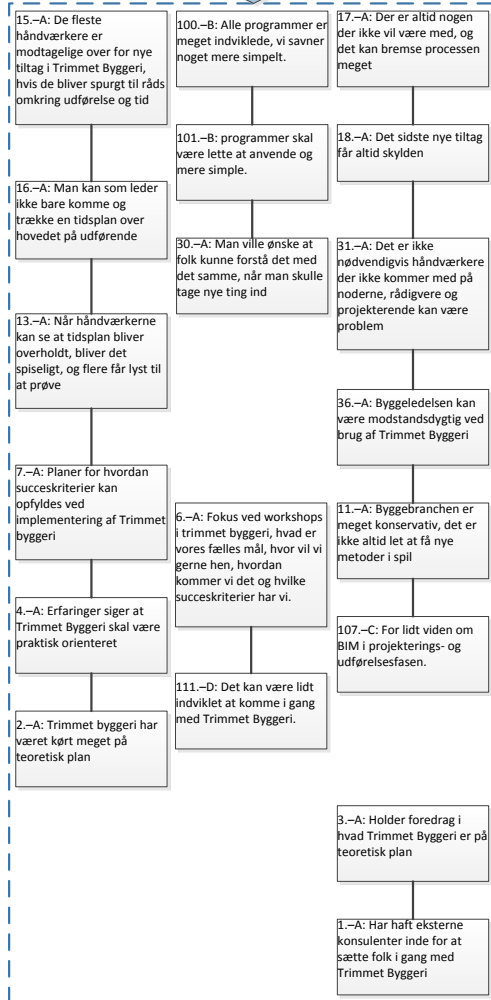


Appendiks G: Affinitetsdiagrammet

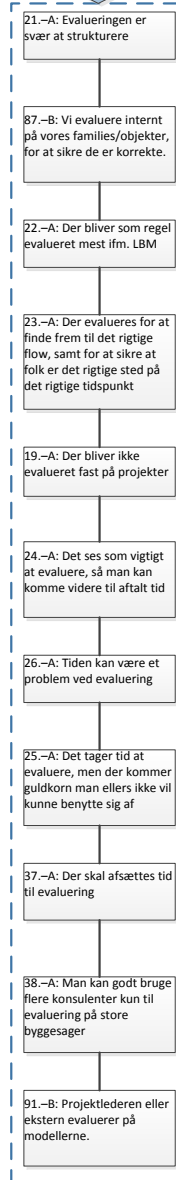
I dette appendiks findes affinitetsdiagrammet opdelt i to. Efter diagrammet, oplistes hovedpointer under respektive overskrifter, dette for at gøre affinitetsdiagrammet læsbart.



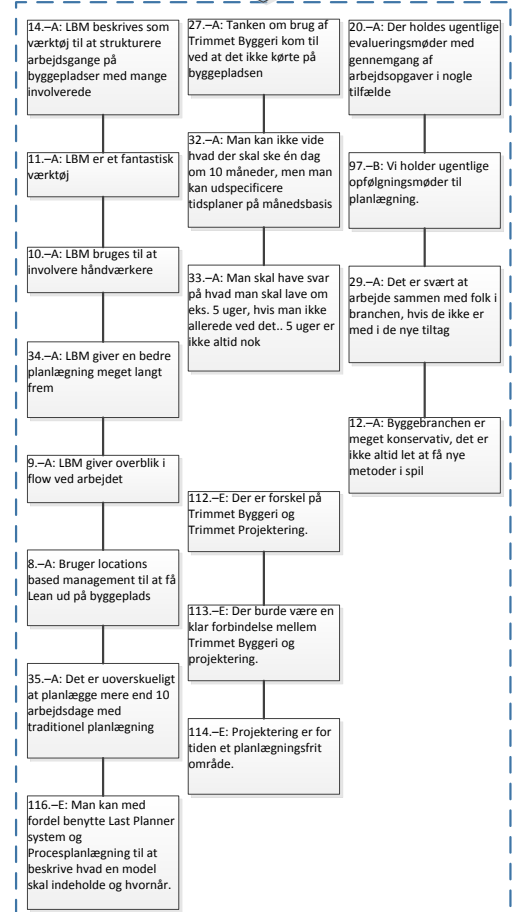
Implementering af Trimmet Byggeri og BIM



Løbende Evaluering



Planlægning med Trimmet Byggeri



Projektering med BIM

Standarder - samarbejde	
Nr. kode.	Hovedpointe
108.-C	BIM handler om at høste de lavt hængende frugter.
110.-D	Der samarbejdes meget med andre parter i branchen om Trimmet Byggeri.
43.-B	Vi er ved at lave standarder til aftaler mellem faste samarbejdspartnere.
46.-B	Formularerne indeholder kontrakter og arbejdsmetoder til Revit osv.
45.-B	Vi har standardformularer til opstart af projekter. A104 fra BIPS med lidt tilpasninger.
82.-B	Der bliver sat krav i IKT aftalerne om, at der skal anvendes Revit.
69.-B	Ofte bliver vi tvunget til at anvende Revit.
83.-B	Vi døjer med at ingeniørerne holder igen med at tegne.
39.-A	Nogle arkitekter vil ikke bruge BIM, og slet ikke tidligt i faserne, da de føler, at det dræber kreativiteten.
66.-B	Det varierer meget hvor langt vores samarbejdspartnere er med BIM.
95.-B	Leverandører skal tvinges til at deltage.
106.-C	IT har den indbyggede udfordring, at værktøjet ikke er bedre end de data man fodrer det med.
41.-B	Vi oplever meget, at vi får 100-200 siders IKT-aftale underopdelt i 5 områder, hvor der stilles urealistiske krav til eks. informationsniveauer.
44.-B	Vi er 3-4 personer der hjælper med udarbejdelsen af IKT aftalerne.
Udveksling	
67.-B	Der er problemer med udveksling mellem Tecla og Revit.
72.-B	Det giver store problemer at udveksle families på tværs af platforme med IFC.
80.-B	Vi oplever, at softwareproducenterne prøver at fastlåse os til deres software.
65.-B	Jeg kender til nogen som har lavet en hovedfil, en Revit fil hvor alle bygningsdelene ligger i, og så skal alle ændringer ske deri. Så anvender de Transfer parameter imellem modellerne.
70.-B	Vi har erfaret, at det ikke dur at krydses platforme med IFC, det er simpelthen ikke godt nok endnu.
71.-B	Når vi udveksler med IFC sker der for mange fejl.
68.-B	På store projekter tegner næsten alle i Revit.
77.-B	Vasari kan ikke anvendes på de helt store projekter.
63.-B	Vi løber til ind i størrelsesmæssige begrænsninger, især da Revit 2013 kom, da kunne vi ikke længere udveksle projekter på 40.000 m2. Selvom vi kunne i 2012 udgaven.
62.-B	Vi har flyttet projektet Glostrup, til Århus da Revitserveren ikke kunne klare det.
76.-B	Vi kører eksperimenter med Vasari i forbindelse med modellering i de første faser, og det går rigtig godt.
78.-B	Som regel kan de første modeller ikke anvendes, til at tegne videre på.
79.-B	En AutoCAD fil fra en konkurrenceafdeling, er for uoverskuelig til at modellere videre på.
93.-B	Der er problemer med kollisionskontrol i forbindelse med ingeniørernes modeller.
94.-B	Den bedste kontrol i starten er den visuelle kontrol.
92.-B	Vi anvender kollisionskontrol til kvalitetssikring.
85.-B	Det er besværligt at få families/objekter fra leverandører, da de tit er uoverskuelige eller lavet i 2D.
88.-B	Vores modeller er som regel holdt i hvide og sorte farver for at holde det overskueligt.
117.-E	Vi anvender Lean processer til at definere BIM modellerne.
42.-B	Vi oplever at der ikke rigtig er nogen, der ved hvad de skal bruge informationerne til på niveau 5 og 6.

55.-B	Det vil være uoverskueligt at aflevere alt på niveau 5.
56.-B	Hvis der skal afleveres på niveau 5 skal der begrænsninger på, så det ikke er hele modellen.
54.-B	Vi ser gerne, at det vi afleverer, er på niveau 4, derefter er det lidt "overkill", idet der ikke er nogen som kan anvende det efter niveau 4.
115.-E	Jeg ved hvad der skal være på en tegning på et givet tidspunkt, men ikke hvad der skal være i en model.
81.-B	Vi har ikke nogen formater der på en god måde kan anvendes mellem flere programmer.
99.-B	Vi kunne godt bruge et værktøj til at systematisere.
52.-B	Problemet med CCS er at man selv kan definere tingene på nogle af niveauerne, og så går pointen lidt af det.
53.-B	Vores erfaringer er, at det er billigere at projektere med SFB, da det er mere simpelt.
47.-B	Internt anvender vi SFB, det syntes vi er det letteste.
48.-B	Vi bliver ofte tvunget til at anvende DBK, da det har været meget brugt her i området.
50.-B	CCS bliver anvendt på Gødstrup, og det sidste jeg har hørt, er at det nok ender med en blanding mellem SFB og CCS der bliver den færdige udgave.
49.-B	NCC har deres eget prissætningsprogram, så de kræver vi anvender DBK sammen med dem.
51.-B	Jeg har hørt rygter om, at vi skal anvende et klassifikationssystem internt, der kan overføres til SFB og CCS, men som er baseret på SFB.
61.-B	Vi har prøvet at anvende Revitserver, men det kan ikke håndtere de store modeller.
60.-B	Det kræver meget kraftigt hardware, hvis modellerne er for store.
57.-B	På de store projekter deler vi modellerne op, for de ikke skal blive for tunge.
64.-B	Vi er nødt til at opdele modellen, i flere mindre modeller.
Brug af værktøjer	
103.-C	BIM er et værktøj.
109.-C	BIM skal løbende udfordres på funktioner.
40.-A	Digitale værktøjer er svære at bruge.
104.-C	Trimmet Byggeri er en ny tænkning.
105.-C	Der er sikkert synergier mellem de to punkter. (BIM og Lean)
89.-B	Vi laver vores egne objekter da de er for dyre at købe.
86.-B	Vi genbruger de bedste families/objekter til senere projekter.
59.-B	Vi bliver ofte tvunget til at tegne alt i 3D. Og så bliver modellerne meget hurtigt tunge.
73.-B	I overgangsfasen mellem 2D og Rent 3D er vi næsten på 100 %.
28.-A	Man skal lære at lytte til de forskellige aktørers "sprog" og tale sammen.
5.-A	Der afholdes workshops i hvordan Trimmet Byggeri benyttes praktisk, med alle involverede.
90.-B	Det er vores projektleder om families/objekter er korrekte.
84.-B	Vi laver alle vores families/objekter selv.
98.-B	Vi savner software til tidligt i faserne.
75.-B	Arkitekterne føler sig fastlåst, hvis de skal anvende 3D modeller fra starten. Så de nægter at anvende det.
102.-B	Eksisterende programmer som Revit er meget låst.
74.-B	Vi har brugt meget tid, kræfter og penge på at modellere med 3D i starten af projekter.
96.-B	Vi udveksler modeller online igennem byggeWeb.
58.-B	Vi linker modeller sammen, men retter i dem separat.
Implementering af Trimmet Byggeri og BIM	
15.-A	De fleste håndværkere er modtagelige over for nye tiltag i Trimmet Byggeri, hvis de bliver spurgt til råds omkring udførelse og tid.
16.-A	Man kan som leder ikke bare komme og trække en tidsplan over hovedet på udførende.

13.-A	Når håndværkerne kan se at tidsplan bliver overholdt, bliver det spiseligt, og flere får lyst til at prøve.
7.-A	Planer for hvordan succeskriterier kan opfyldes ved implementering af Trimmet byggeri.
4.-A	Erfaringer siger at Trimmet Byggeri skal være praktisk orienteret.
2.-A	Trimmet byggeri har været kørt meget på teoretisk plan.
100-B	Alle programmer er meget udviklede, vi savner noget mere simpelt.
101-B	Programmer skal være lette at anvende og mere simple.
30-A	Man ville ønske at folk kunne forstå det med det samme, når man skulle tage nye ting ind.
6.-A	Fokus ved workshops i Trimmet Byggeri, hvad er vores fælles mål, hvor vil vi gerne hen, hvordan kommer vi det og hvilke succeskriterier har vi.
111.-D	Det kan være lidt udviklet at komme i gang med Trimmet Byggeri.
17.-A	Der er altid nogen der ikke vil være med, og det kan bremse processen meget.
18.-A	Det sidste nye tiltag får altid skylden.
31.-A	Det er ikke nødvendigvis håndværkere der ikke kommer med på noderne, rådgivere og projekterende kan være et problem.
36.-A	Byggeledelsen kan være modstandsdygtig ved brug af Trimmet Byggeri.
11.-A	LBM er et fantastisk værktøj.
107.-C	For lidt viden om BIM i projekterings- og udførelsesfasen.
3.-A	Holder foredrag i hvad Trimmet Byggeri er på teoretisk plan.
1.-A	Har haft eksterne konsulenter inde for at sætte folk i gang med Trimmet Byggeri.

Løbende Evaluering

21.-A	Evalueringen er svær at strukturere.
87.-B	Vi evaluerer internt på vores families/objekter, for at sikre de er korrekte.
22.-A	Der bliver som regel evalueret mest ifm. LBM.
23.-A	Der evalueres for at finde frem til det rigtige flow, samt for at sikre at folk er det rigtige sted på det rigtige tidspunkt.
19.-A	Der bliver ikke evalueret fast på projekter.
24.-A	Det ses som vigtigt at evaluere, så man kan komme videre til aftalt tid.
26.-A	Tiden kan være et problem ved evaluering.
25.-A	Det tager tid at evaluere, men der kommer guldgrube man ellers ikke vil kunne benytte sig af.
37.-A	Der skal afsættes tid til evaluering.
38.-A	Man kan godt bruge flere konsulenter kun til evaluering på store byggesager.
91.-B	Projektlederen eller ekstern evaluerer på modellerne.

Planlægning med Trimmet Byggeri

14.-A	LBM beskrives som værktøj til at strukturere arbejdsgange på byggepladser med mange involverede.
11.-A	LBM er et fantastisk værktøj.
10.-A	LBM bruges til at involvere håndværkere.
34.-A	LBM giver en bedre planlægning meget langt frem.
9.-A	LBM giver overblik i flow ved arbejdet.
8.-A	Bruger locations based management til at få Lean ud på byggeplads.
35.-A	Det er uoverskueligt at planlægge mere end 10 arbejdsdage med traditionel planlægning.
116.-E	Man kan med fordel benytte Last Planner System og procesplanlægning til at beskrive hvad en model skal indeholde og hvornår.
27.-A	Tanken om brug af Trimmet Byggeri kom til ved, at det ikke kørte på byggepladsen.
32.-A	Man kan ikke vide hvad der skal ske én dag om 10 måneder, men man kan udspecificere

	tidsplaner på månedsbasis.
33.-A	Man skal have svar på hvad man skal lave om eks. 5 uger, hvis man ikke allerede ved det.. 5 uger er ikke altid nok.
112.-E	Der er forskel på Trimmet Byggeri og Trimmet Projektering.
113.-E	Der burde være en klar forbindelse mellem Trimmet Byggeri og projektering.
114.-E	Projektering er for tiden et planlægningsfrit område.
20.-A	Der holdes ugentlige evalueringsmøder med gennemgang af arbejdsopgaver i nogle tilfælde.
97.-B	Vi holder ugentlige opfølgningsmøder til planlægning.
29.-A	Det er svært at arbejde sammen med folk i branchen, hvis de ikke er med i de nye tiltag.
12.-A	Byggebranchen er meget konservativ, det er ikke altid let at få nye metoder i spil.

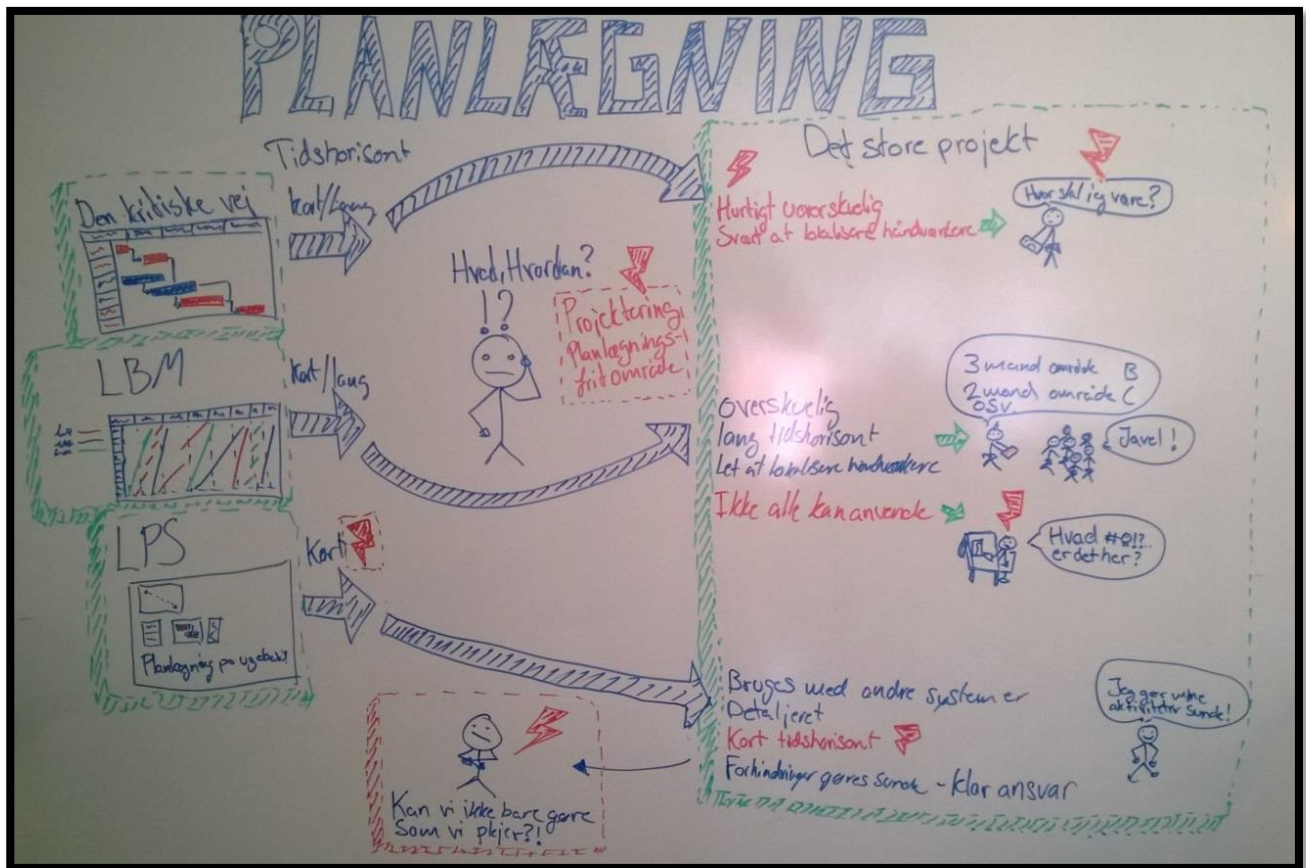


Appendiks H: Frihåndstegninger

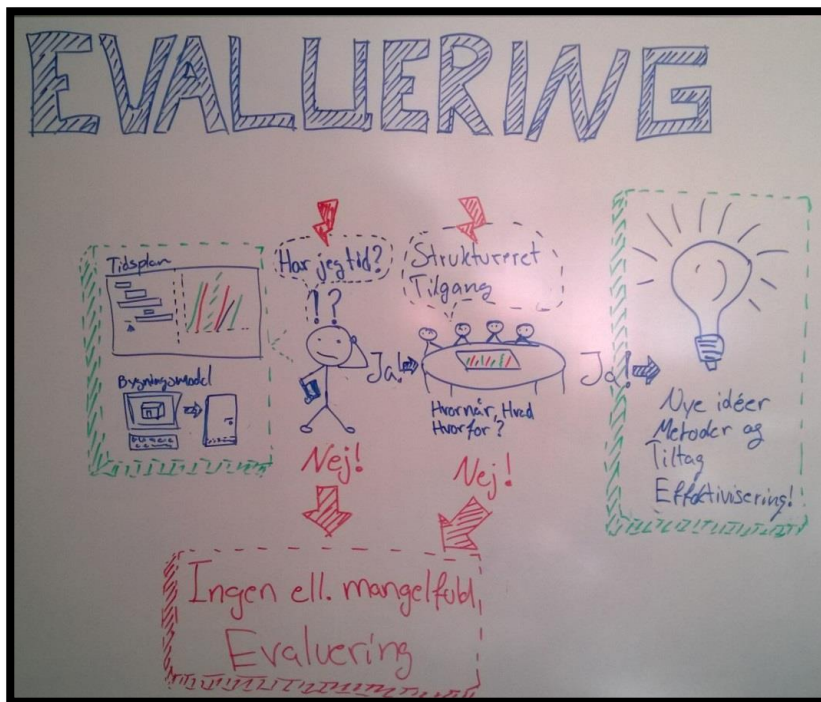
I dette appendiks findes de frihåndstegninger der udarbejdet under fordybelsesfasen i rapportens IT-forundersøgelsesdel. Frihåndstegningerne er tilknyttet kapitel 3, og mere specifikt underafsnit 3.3.3.



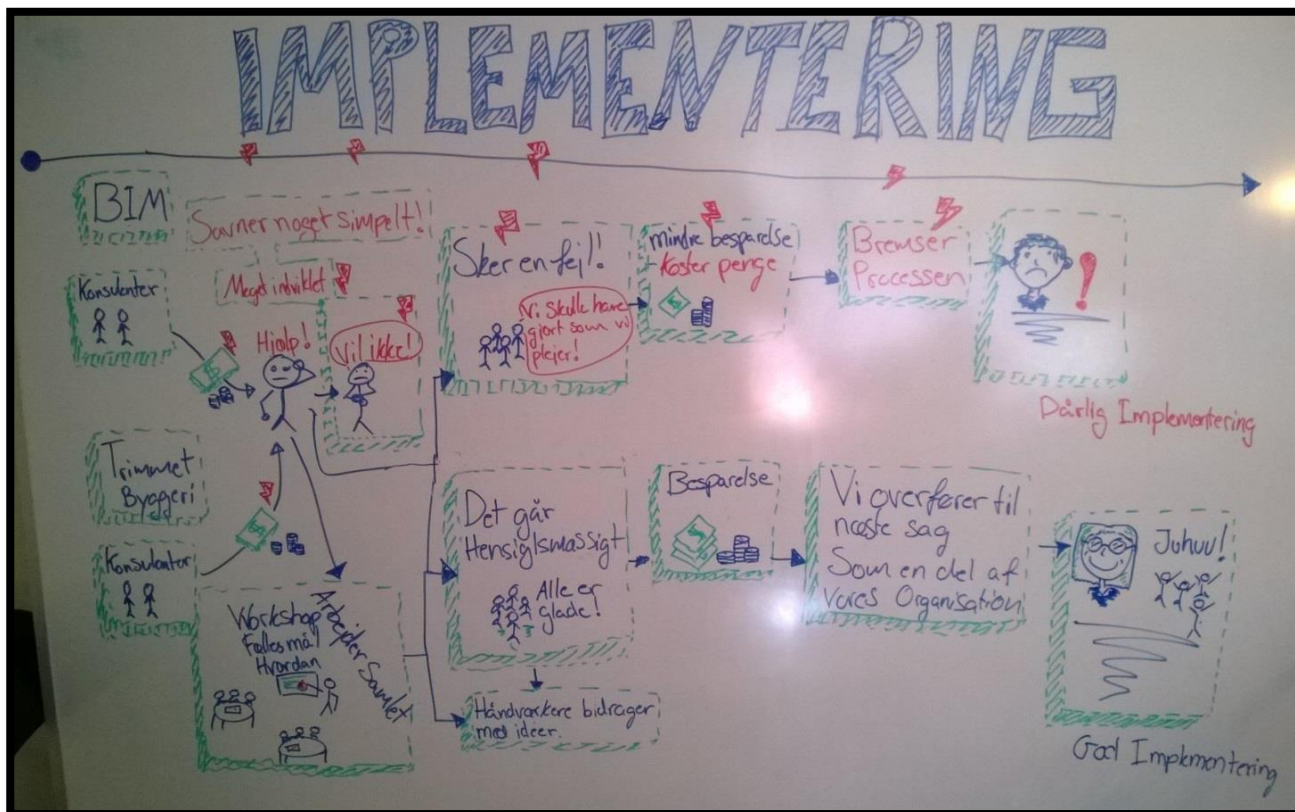
Figur I: Frihåndstegning over projektering med BIM



Figur II: Frihåndstegning over planlægning med Trimmet Byggeri



Figur III: Frihåndstegning over løbende evaluering



Figur IV: Frihåndstegning over Implementering af Trimmet Byggeri og BIM

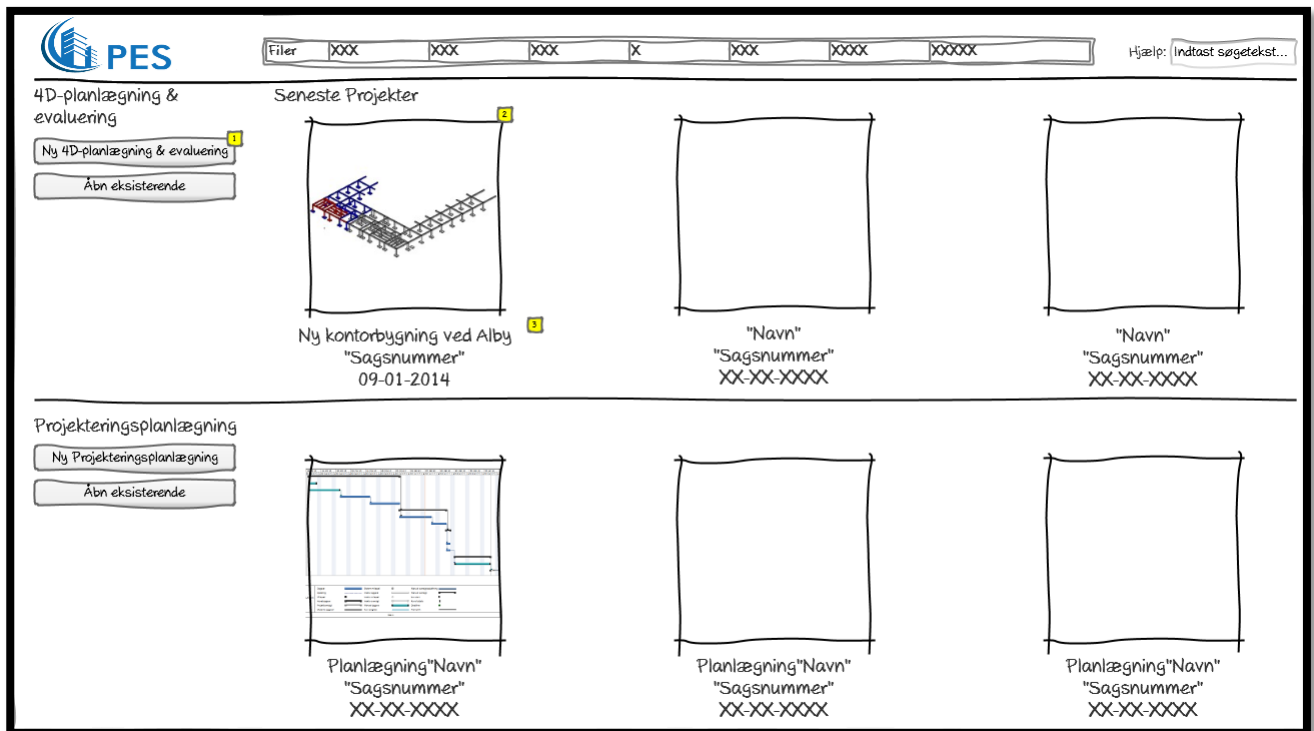


Appendiks I: Skærbilleder fra første prototype af PES

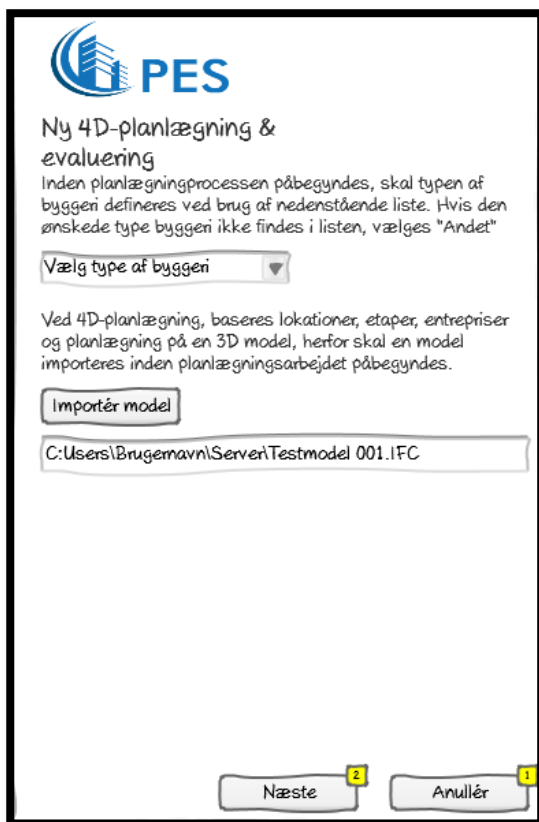
Dette appendiks oplister samtlige skærbilleder fra den første prototype af PES. En oversigt over skærbilleder ses nedenfor, inden selve skærbillederne.

Figurliste

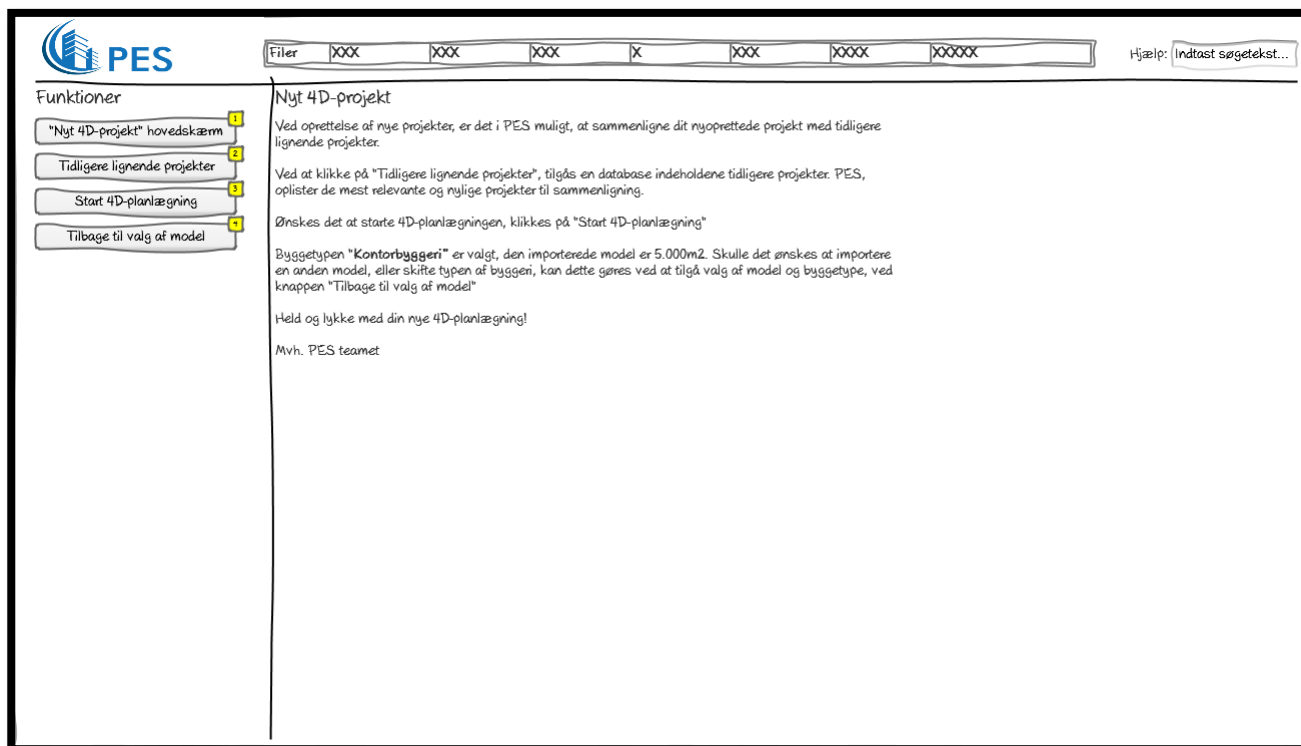
Figur I: Startskærm for PES.....	2
Figur II: Valg af byggetype og import af model ved opstart nyt projekt.....	2
Figur III: Startskærm for nyt 4D projekt.....	3
Figur IV: Sammenligning og erfaringsopsamling ud fra tidligere lignende projekter.....	3
Figur V: Navigationsruden for modelområde.....	4
Figur VI: Modelområde for lokations inddeling	4
Figur VII: Liste over inddelte lokationer.....	5
Figur VIII: Modelområde for inddeling i etaper.....	5
Figur IX: Liste over inddelte etaper.....	6
Figur X: Planlægning, hovedskærm til 4D visualisering mv.....	6
Figur XI: Fastsættelse af startdato og evalueringstidspunkter.....	7
Figur XII: Tidsplanlægning med lokations baseret planlægning.....	7
Figur XIII: Oversigtsskærm for evalueringer.....	8
Figur XIV: : Ny evaluering, fastsættelse af dato	8
Figur XV: Arbejdsområde ved evaluering	9
Figur XVI: Forhindringsliste ved evaluering.....	9
Figur XVII: Gem og tilkobl evalueringen til planlægningen	10
Figur XVIII: Gem og synkroniser planlægning og evaluering med server	10
Figur XIX: Udfør slutevaluering og synkroniser med server.....	11
Figur XX: : Startskærm ved PES mobil enhed	12
Figur XXI: 4D model og forhindringsliste PES mobil enhed.....	13
Figur XXII: 4D model på fuld skærm, PES mobil enhed.....	14
Figur XXIII: Tidsplan med forhindringsliste, PES mobil enhed.....	15
Figur XXIV: Lokationsmodel med lokationsliste, PES mobil enhed.....	16
Figur XXV: Etapemodel med etapeliste, PES mobil enhed.....	17
Figur XXVI: Tilgå startskærm uden at gemme?, PES mobil enhed.....	17



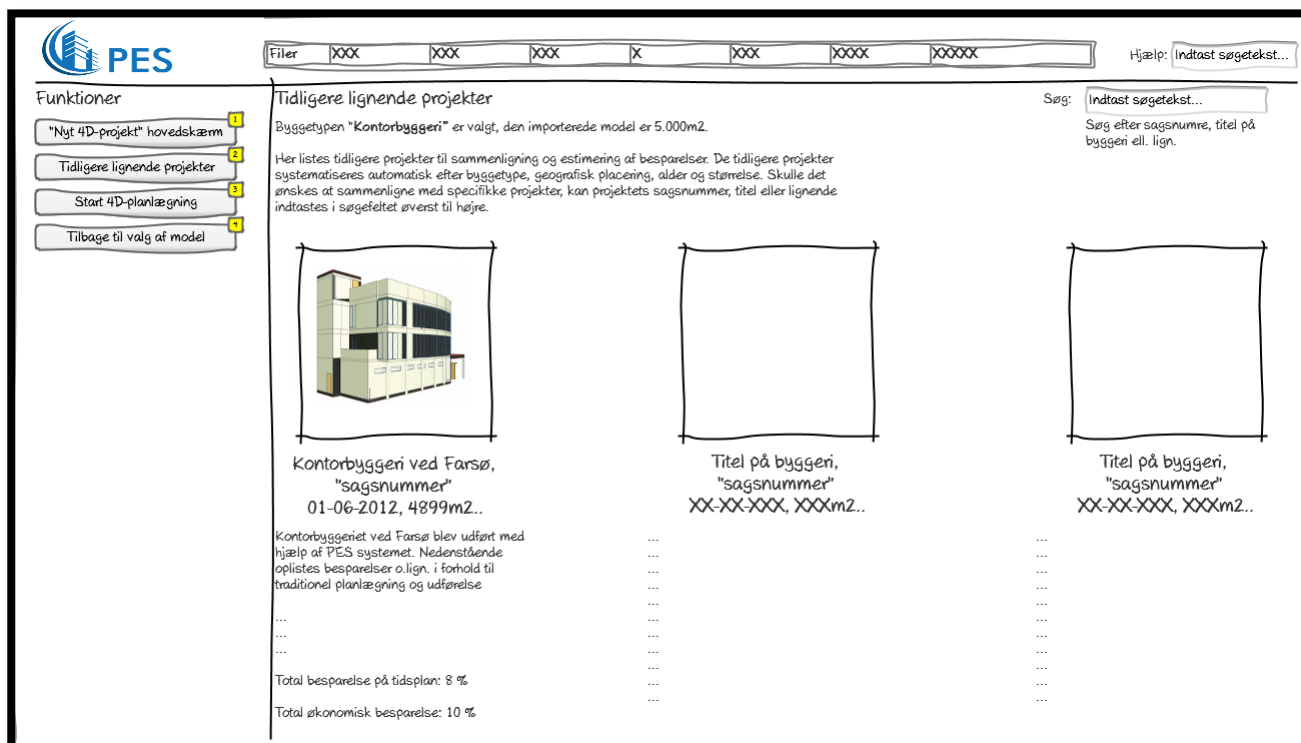
Figur I: Startskærm for PES



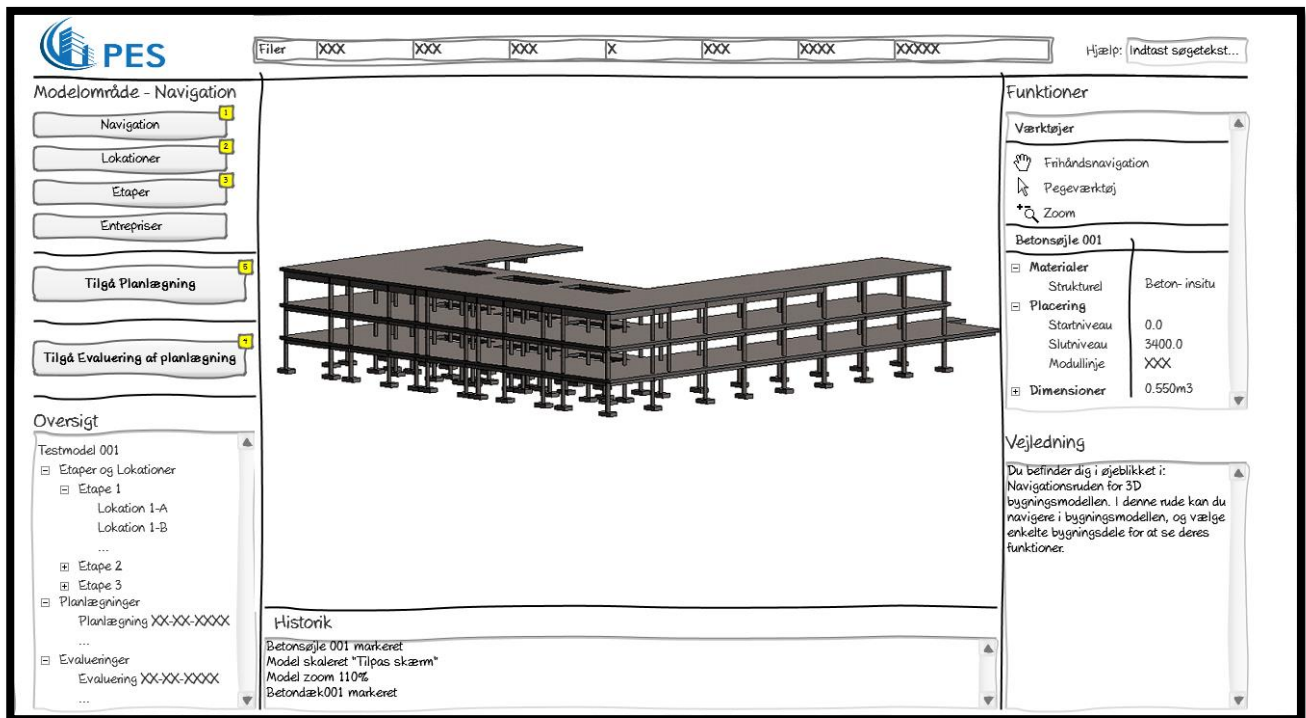
Figur II: Valg af byggetype og import af model ved opstart nyt projekt



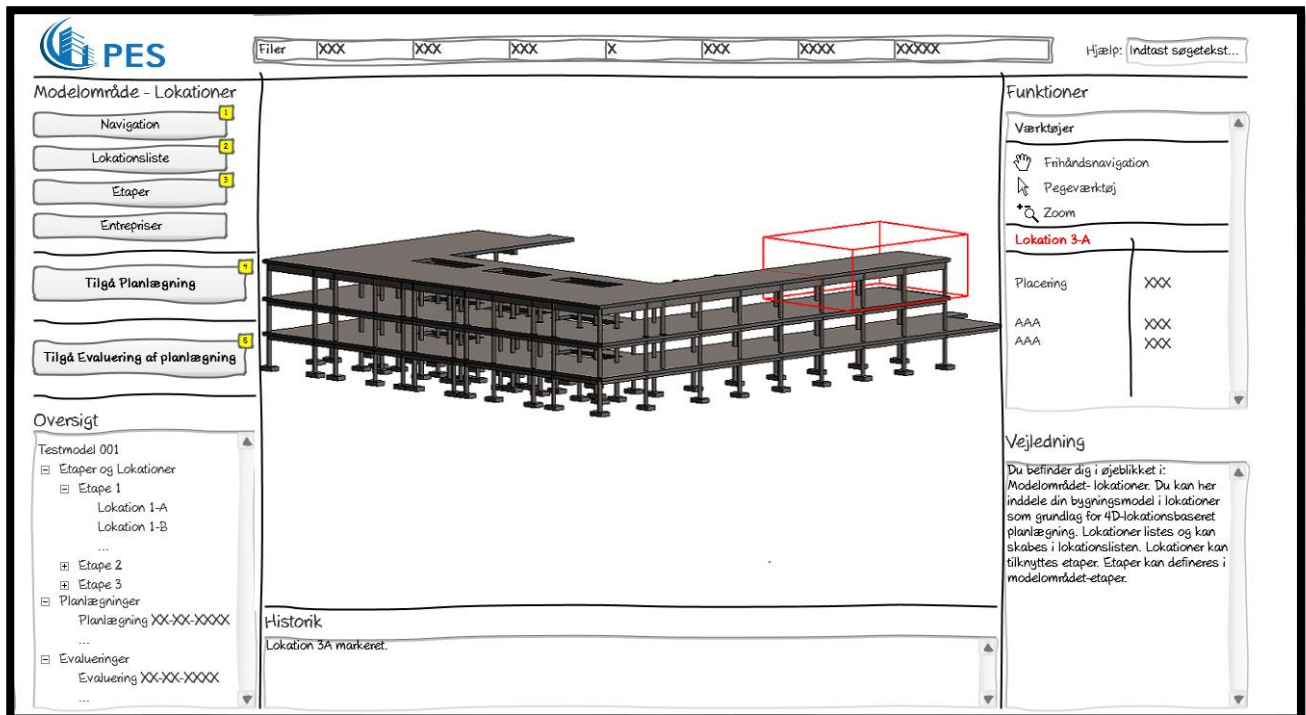
Figur III: Startskærm for nyt 4D projekt



Figur IV: Sammenligning og erfaringsopsamling ud fra tidligere lignende projekter



Figur V: Navigationsruden for modelområde



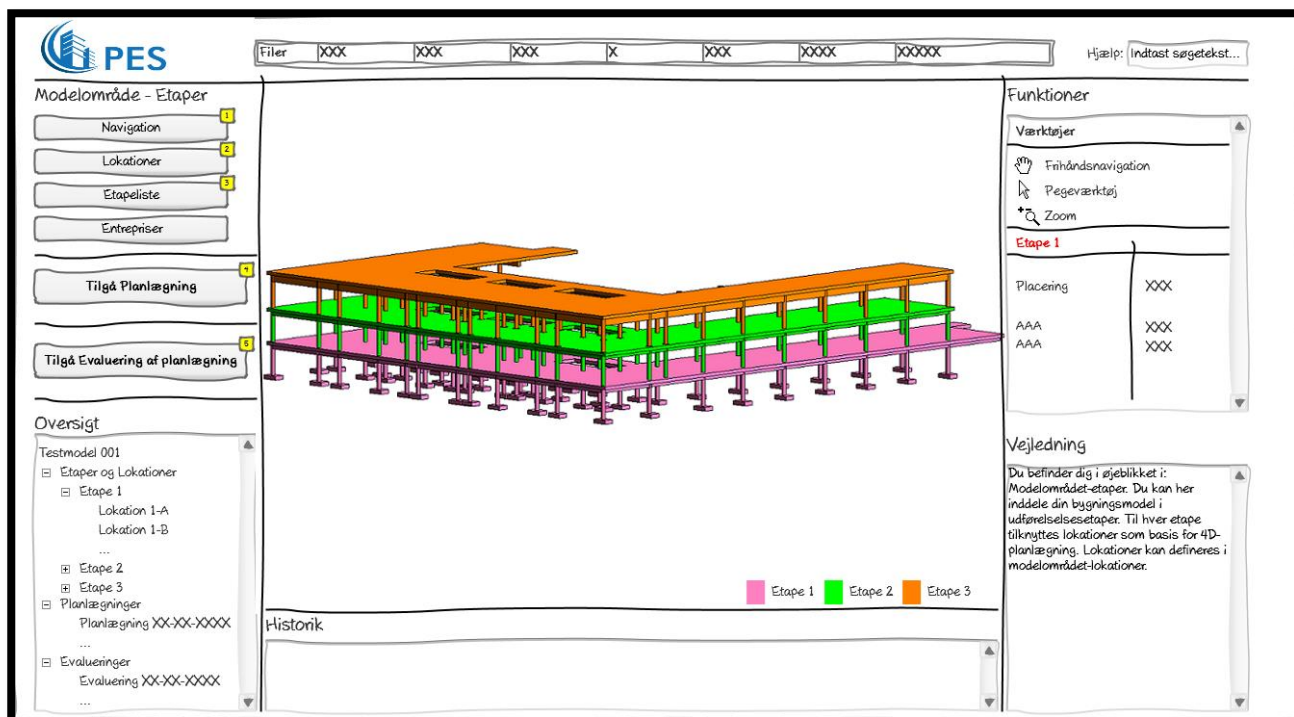
Figur VI: Modelområde for lokations inddeling

Lokationsliste

Lokation	Etape tilknyttet	Entrepriser tilknyttet
1-A	1	Beton XXX
1-B	1	Beton XXX
1-C	1	Beton XXX
1-D	1	Beton XXX
1-E	1	Beton XXX
1-F	1	Beton XXX
1-G	1	Beton XXX
1-H	1	Beton XXX
2-A	2	Beton XXX
2-B	2	Beton XXX
2-C	2	Beton XXX
2-D	2	Beton XXX
3-A	3	Beton XXX
3-B	3	Beton XXX
3-C	3	Beton XXX
3-D	3	Beton XXX
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...

Gem og luk 1

Figur VII: Liste over inddelte lokationer



Figur VIII: Modelområde for inddeling i etaper



Fastsættelse af evalueringstidspunkter og udførelsens startdato

Indtast projektets startdato:

Indtast startdato..

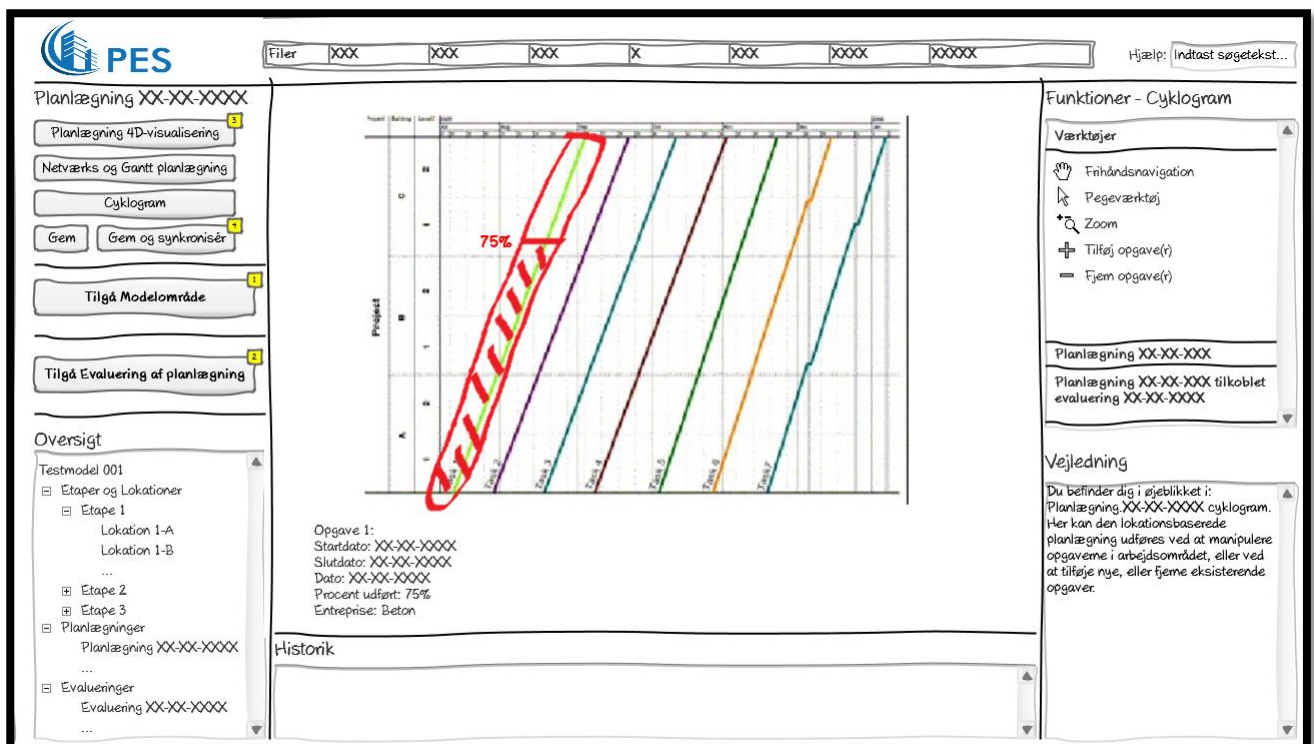
Inden tidsplanen påbegyndes anbefales det, at fastsætte tidspunkter for evaluering af udført arbejde. Ønskes evalueringstidspunkter senere ændret, eller manuelt tilpasset projektet, kan dette gøres vha. programmets indbyggede funktion i værktøjslinjen.

Vælg hyppighed for evaluering

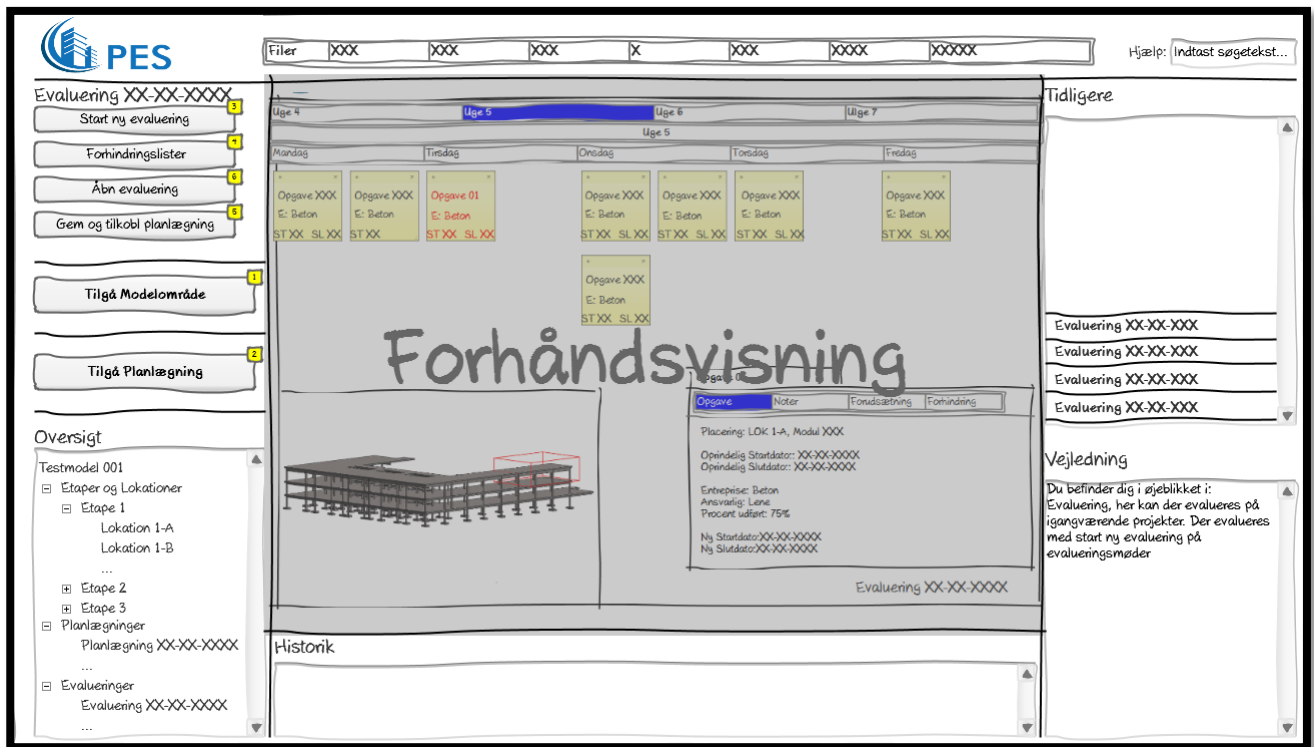
Næste

Anullér

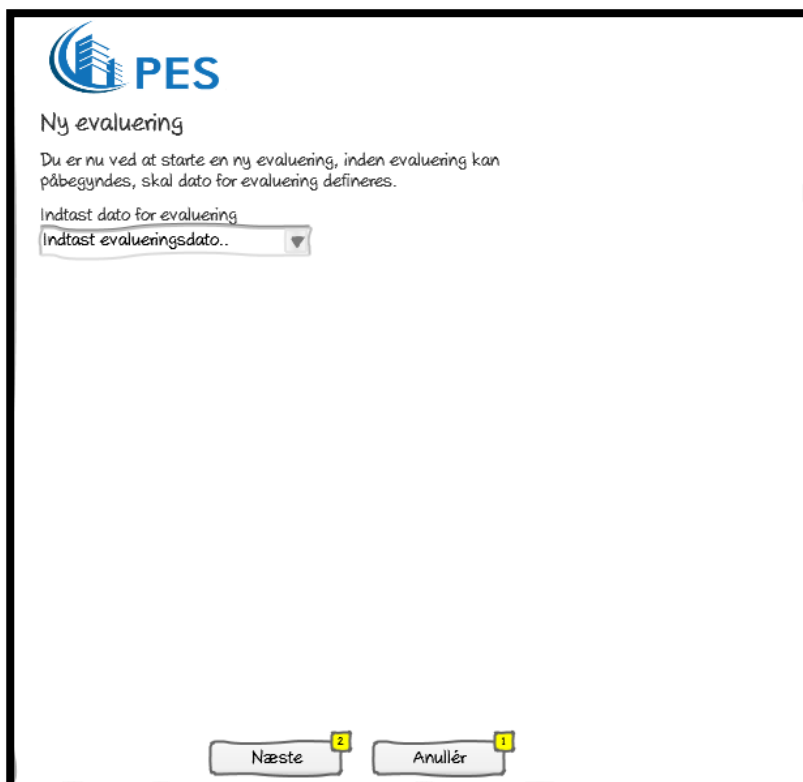
Figur XI: Fastsættelse af startdato og evalueringstidspunkter



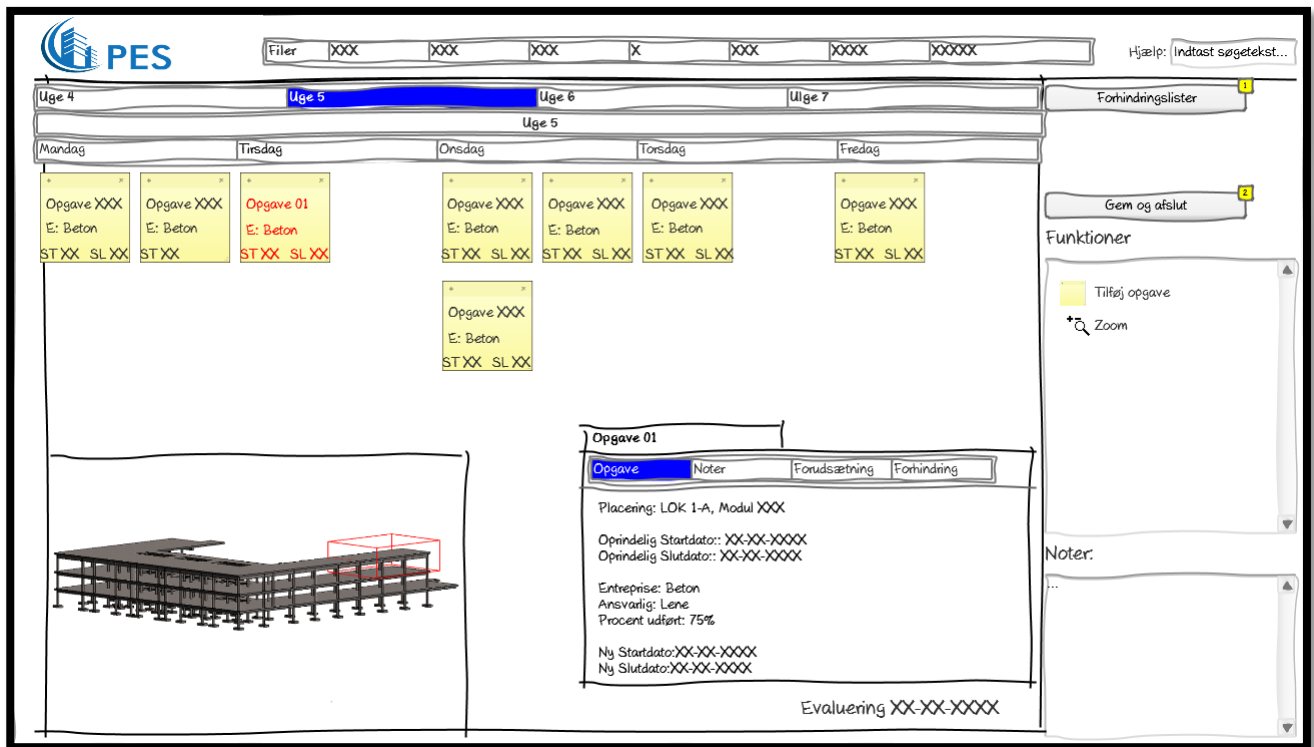
Figur XII: Tidsplanlægning med lokations baseret planlægning



Figur XIII: Oversigtsskærm for evalueringer



Figur XIV: : Ny evaluering, fastsættelse af dato



Figur XV: Arbejdsområde ved evalueringer

Forhindringsliste

Entreprise	Opgave/ placering	Aktivitet	Forhindring	Forudsætning	Aktion	Frist
Beton XXX	XX	Søjler støbes	Der skal mandes op	Mandskab	Lene	Uge 5 Fredag
Beton XXX	XX	Dæk monteres	Elementer leveres	Materialer	Leverandør	Uge 6 Onsdag
Beton XXX	XX	Søjler støbes	Dæk skal være færdigt	Forudgående aktivitet	Lene	Uge 7 Fredag
Beton XXX	XX	Dæk monteres	Elementer leveres	Materialer	Lene	Uge 8 Onsdag
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...

Gem og luk ¹ Luk uden at gemme ²

Figur XVI: Forhindringsliste ved evaluering

PES

Gem og tilkobl planlægning

Hvilken planlægning vil du knytte denne evaluering til?

Vælg planlægning
Vælg planlægning.. ▼

Gem og udfør ² Anullér ¹

Figur XVII: Gem og tilkobl evalueringen til planlægningen

PES

Gem og synkronisér

Du har nu valgt at gemme og synkronisere dit projekt. Dette gør tidsplanen, og eventuelt evalueringen tilgængelig for de udførende på pladsen.

Indtast serienr. for planlægning
Indtast serienr.. ▼

Skal der laves slutevaluering, vælges planlægningen, og der trykkes på knappen "Slutevaluering".. Slutevalueringen vil herefter blive gjort tilgængelig i den fælles database.

Slutevaluering ³ Gem og udfør ² Anullér ¹

Figur XVIII: Gem og synkroniser planlægning og evaluering med server



Slutevaluering

Ved slutevaluering, oplystes tids- og økonomiske besparelser, både for det totale projekt, og for de enkelte etaper og lokationer. Totale besparelser listes nedenfor, ved klik på lokationsbesparelser, vises omkostningerne for hver enkelt lokation og etape.

Total besparelse på tidsplan:

32 dage (hvor dage er opgjort i arbejdsdage) svarende til 8 % af udførelsestid

Total økonomisk besparelse:

4 mio. kr. svarende til 10 % af anlægssum

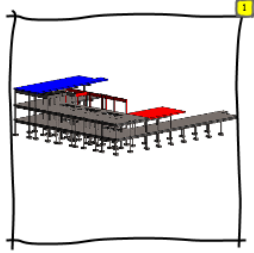
Lokationsbesparelser

Gem og udfør ²

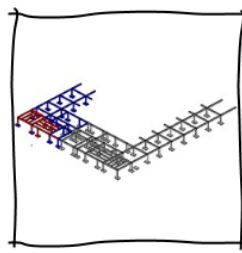
Anullér ¹

Figur XIX: Udfør slutevaluering og synkroniser med server

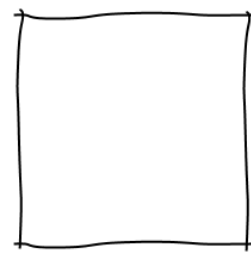
Seneste Projekter



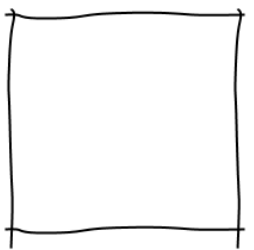
Ny kontorbygning ved Alby
"Sagsnummer"
16-01-2014 Evaluering XX-XX-XXXX



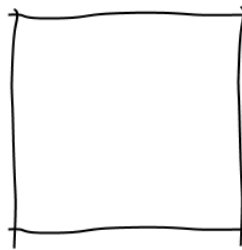
Ny kontorbygning ved Alby
"Sagsnummer"
09-01-2014



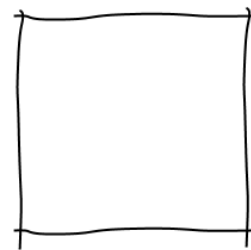
"Navn"
"Sagsnummer"
XX-XX-XXXX



"Navn"
"Sagsnummer"
XX-XX-XXXX



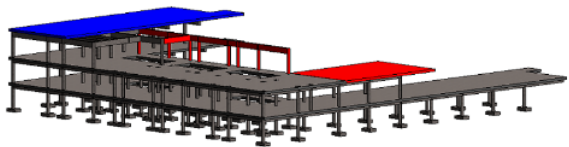
"Navn"
"Sagsnummer"
XX-XX-XXXX



"Navn"
"Sagsnummer"
XX-XX-XXXX

Figur XX: : Startskærm ved PES mobil enhed


PES-Mobil



Dato: XX-XX-XXXX

Til tiden
 Bagud

1 2

Åbn tidsplan m. forhindringsliste

3

Åbn model m. forhindringsliste

4

Lokationer m. lokationsliste

5

Etapler m. etapeliste

Entrepriser m. entrepriseliste

Gem

Startskærm 6

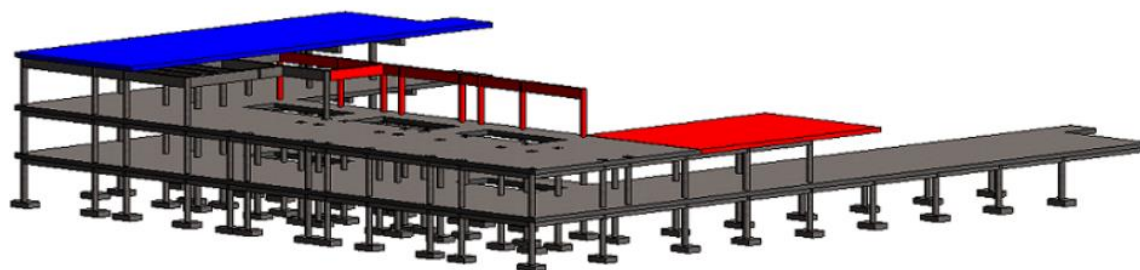
Noter - Arbejdsopgave XX

Her kan tages noter til hver enkelt opgave, om det er til forhindringslisten, etapelisten, lokationslisten osv.

Forhindringsliste

Entreprise	Opgave/ placering	Aktivitet	Forhindring	Forudsætning	Aktion	Frst
Beton XXX	XX	Søjler støbes	Derskal mandes op	Mandskab	Lene	Uge 5 Fredag
Beton XXX	XX	Dæk monteres	Elementer leveres	Materialer	Leverandør	Uge 6 Onsdag
Beton XXX	XX	Søjler støbes	Dæk skal være færdigt	Forudgående aktivitet	Lene	Uge 7 Fredag
Beton XXX	XX	Dæk monteres	Elementer leveres	Materialer	Lene	Uge 8 Onsdag
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...

Figur XXI: 4D model og forhindringsliste PES mobil enhed

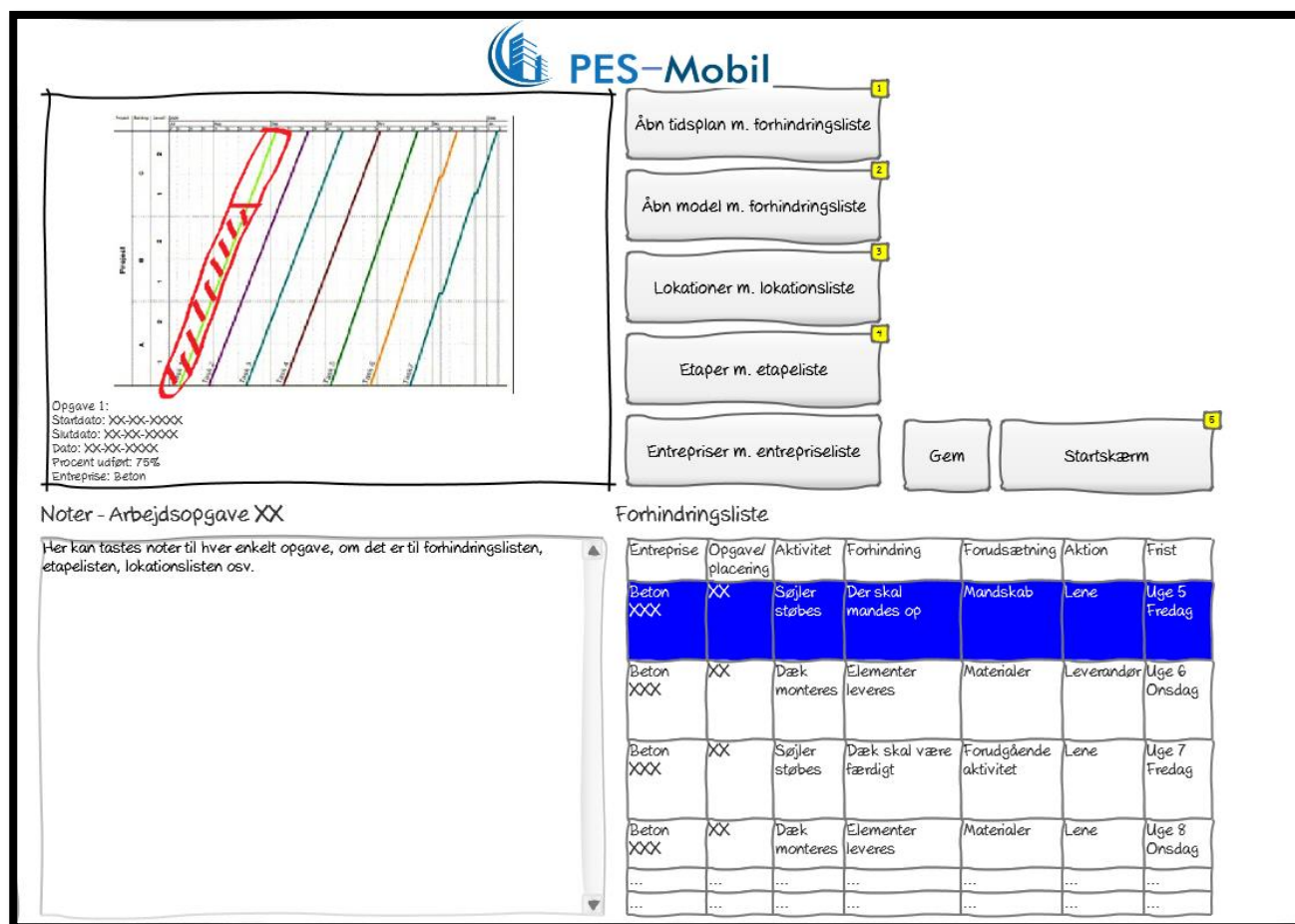


Dato: XX-XX-XXXX

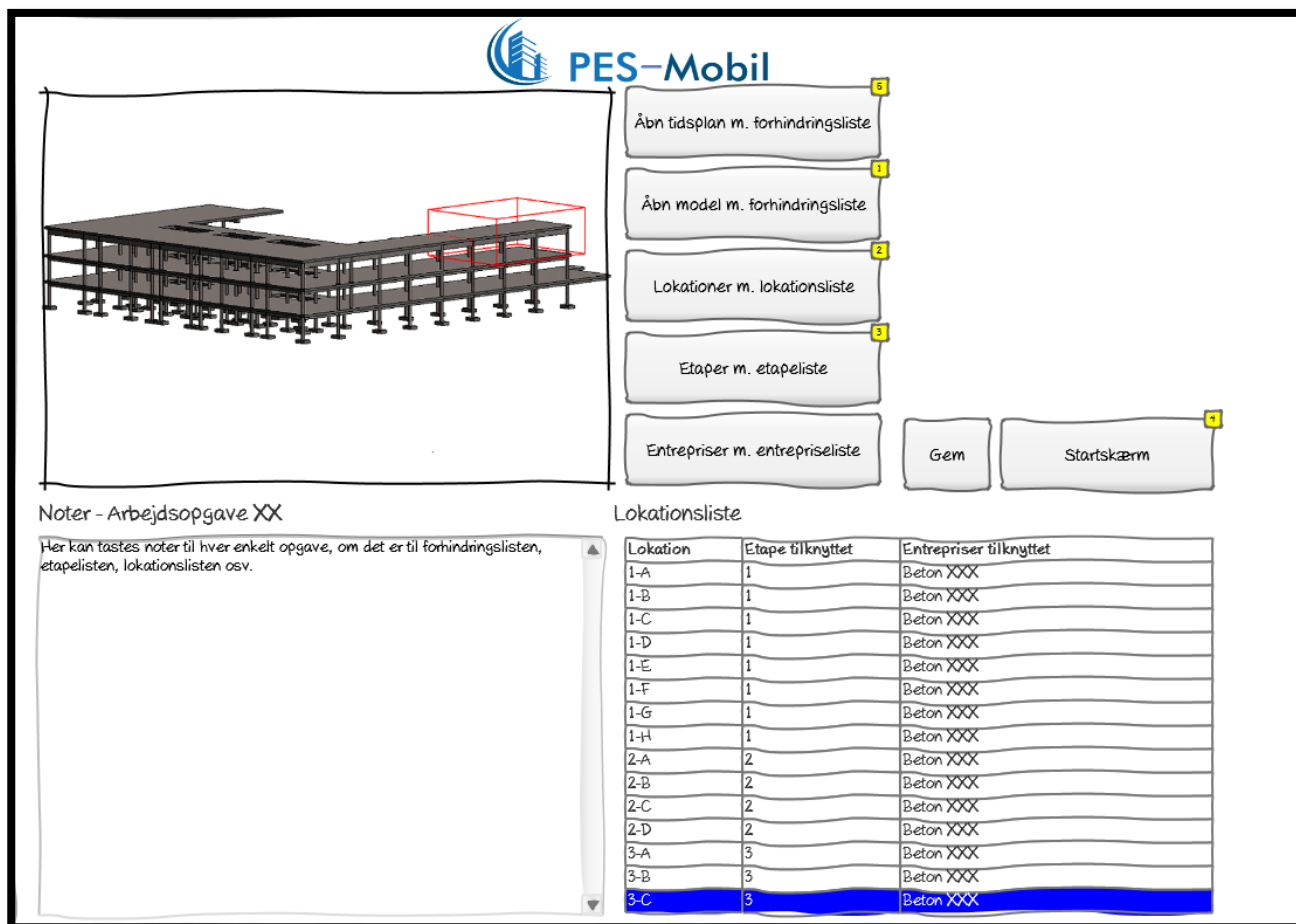
 Til tiden  Bagud

Minimér

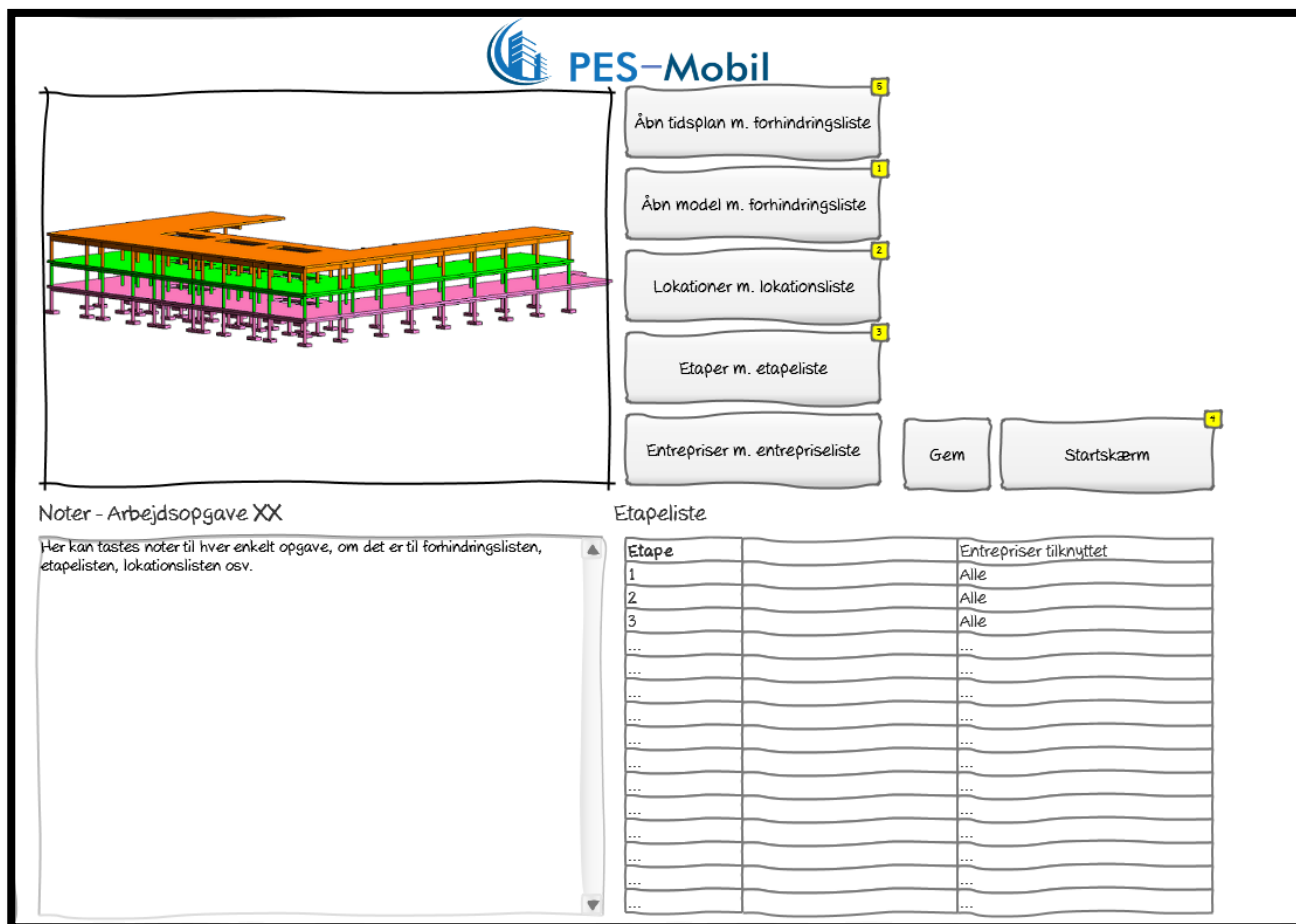
Figur XXII: 4D model på fuld skærm, PES mobil enhed



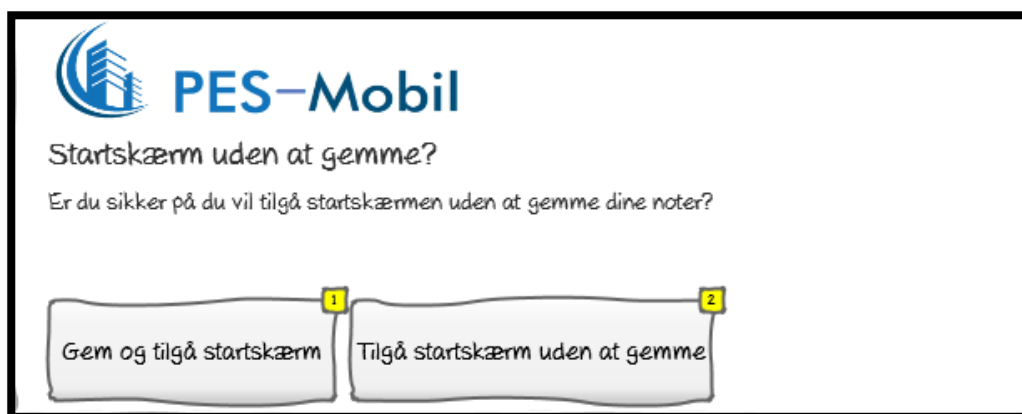
Figur XXIII: Tidsplan med forhindringsliste, PES mobil enhed



Figur XXIV: Lokationsmodel med lokationsliste, PES mobil enhed



Figur XXV: Etapemodel med etapeliste, PES mobil enhed



Figur XXVI: Tilgå startskærm uden at gemme?, PES mobil enhed