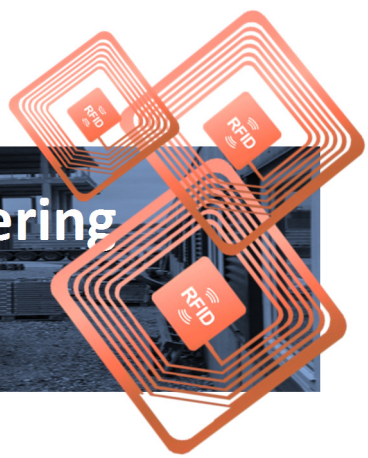
2016

Hvorfor anvende RFID og Lokationsbaseret planlægning?

Teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialeleverancen i byggeriet



AALBORG UNIVERSITET

z

I. Tittelblad

Titel:	Teknologiunderstøttet proces til håndtering af materiale-leverancen i byggeriet
Uddannelsessted:	Det teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet ved Aalborg Universitet
Uddannelsesnavn:	Bygningsinformatik
Semester:	4. Semester Kandidatspeciale
Semestertema:	Logistik
Vejleder:	Kristian Birch Pedersen
Afleveringsdato:	06-01-2016
Studienummer:	20140608
Studerende:	Henrik Bjerre Nielsen

Oplag:	1 stk. digital udgave
Antal sider:	79,8 normalsider a 2400 tegn
	Svarende til 191.518 ord med
	Mellemrum u. Appendiks
Appendiks:	22 stk. - 32 normalsider a 2400 tegn
Tillæg:	Tillæg 1A BPMN skema i A3 format
	Tillæg 1B Brainstorm i A3 format

Synopsis:

I byggebranchen er der ofte problemer med logistiske udfordringer i forbindelse med håndtering af materialer. Disse problemer opstår ofte grundet manglende kommunikation mellem byggeprojekternes forskellige aktører. Med teknologiunderstøttet processer til at understøttet eksisterende manuelle processer vil der kunne ske en effektivisering på området. Udgangspunktet for specialet, er generelle udfordringer forbundet med materialehåndteringen i byggeriet og der vil i den forbindelse blive foretaget en analyse af problemområderne herom og på denne bagrund blive udarbejdet en konceptuel systemopsætning hvilken skal bidrage til en optimering på området ved hjælp af teknologi. Til at underbygge den udarbejdede systemopsætning vil der blive behandlet forskellige former for teknologi og IT værktøjer der kan understøtte denne proces.

Underskrift:

06/01-2015 Henrik Bjerre Nielsen

II. Forord

Dette kandidatspeciale i bygningsinformatik (cand. scient. tech.) er udført i perioden september 2015 til januar 2016 ved det Teknisk Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg universitet.

Specialet omhandler de logistiske udfordringer, der kan opstå i forbindelse med materialehåndteringen og/eller leverancen i udførelse af et byggeri.

Der er indledningsvis via litteraturstudie opstået en undren omkring den manglende teknologiske indsigt og anvendelse af teknologiske hjælpemidler i forbindelse med håndtering af materialeleverance i byggeriet.
Denne undren udmundede derfor i en problemformulering, hvis hovedformål er at undersøge, om det er muligt via teknologiske værktøjer at udforme en køreplan eller et systemdesign, der ville kunne varetage leverancen af byggematerialer, således der tages højde for de logistiske udfordringer, der måtte opstå i forbindelse med udførelsen af et byggeri.

Specialet vil derfor tage udgangspunkt i et litteraturstudie, der skal bidrage til en bredere og dybere forståelse af, hvordan den generelle logistik håndteres i forbindelse med materialeleverancer i byggebranchen. Endvidere vil der blive udført interviews som supplement til den indsamlede teori. Disse interviews vil blive foretaget kvalitativt og semistruktureret. Denne metode benyttes i undersøgelsen, for at give en mere præcis og valid indikation af hvordan branchen forholder sig til den opstillede problemstilling. Desuden er det vigtigt for specialets undersøgelse, at de adspurgte interessenter ikke under interviewene bliver påvirket af de stillede spørgsmål, men i stedet giver deres syn på de udfordringer, der ligger i logistikken vedrørende materialeleverancen, hvordan denne håndteres i praksis, og hvordan de kunne forestille sig fremtiden så ud på området. Specialets undersøgelse er, ud over litteraturstudiet, primært baseret på kvalitative undersøgelser foretaget i marken, hvilket bidrager til at give læseren et realistisk billede af, hvordan de i specialet behandlede problemstillinger opfattes.

Hovedformålet med specialets undersøgelse har været at udfordre den viden, specialets forfatter har tilegnet sig via undervisningen på bygningsinformatikuddannelsen samt udfordre sin tekniske indsigt i forbindelse med anvendelsen af teknologier til dataindsamling og værktøjer til håndtering og planlægning. Dette har resulteret i udarbejdelsen af en systemopsætning, som har til formål at effektivisere logistikken og håndteringen af materialer i byggebranchen. I forbindelse med specialets undersøgelse har det været nødvendigt at bruge mange ressourcer på informationssøgning i marken. Denne informationsøgning har vægtet tungt i undersøgelsen for på denne måde at bidrage til et realistisk synspunkt på det behandlede område.

Specialets forfatter ønsker derfor at takke følgende personer og organisationer for deres bidrag til specialet:

Kristian Birch Pedersen (CEO, Exigo Consult): *Vejledning i forbindelse med specialets udførsel (Direktør & Konsulent)*

Troels Primdahl (Projektleder, Exigo Consult): *Ekspertvurdering – teknologi og systemopsætning (Konsulent)*

Simon Ramsløv (Projektleder, Exigo Consult): *Ekspertvurdering – teknologi og systemopsætning (Konsulent)*

Jorton A/S (projektleder AAU - Christian Henriksen): *Tilladelse til observering af planlægningsmøde AAU (Entreprenør)*

MT Højgaard (Projektleder NAU - Jakob Ørsted Pedersen): *Interview iht. specialets undersøgelse samt tilladelse til observering af planlægningsmøde NAU (Entreprenør)*

XL-Byg Aarhus (Ansvarlig for leverance & logistik – Kristian Bonde): *Interview planlægning og logistik i byggebranchen (Distributør)*

Bygma Risskov (Lager og kørselsleder Kim Snog) *Interview planlægning og logistik i byggebranchen (Distributør)*

Stark Aarhus (Sælger - Ansvarlig for leverance & logistik - Thomas Lykkegaard): *Interview planlægning og logistik i byggebranchen (Distributør)*

TC Electronic (Manager Supply Chain - Ansvarlig leverance & logistik - Mogens Lauersen): *Interview planlægning og logistik ved producent (Produktionsvirksomhed)*

TC Electronic (Lagerchef – Håndtering af materialer og leverancer – Jimmi de Feuth Christensen): *Interview planlægning og logistik ved producent (Produktionsvirksomhed)*

MT Højgaard (Sjakbajs og pladsansvarlig – Håndtering af materialer og leverancer – Jesper Hansen): *Interview planlægning og logistik på byggeplads*

III. Resume

Det udarbejdede speciale omhandler nogle af de logistiske udfordringer, der kan opstå i forbindelse med leverancen af byggematerialer. Specialet behandler forskellige teknologier og værktøjer, som kan supportere en logistikproces og i den forbindelse bidrage til en effektivisering af materialehåndteringen. Specialets undersøgelse behandler logistikprocessen fra producent via distributør til materialeleverancen på byggepladsen.

Specialet er skrevet med udgangspunktet i, at specialets forfatter har fungeret som et internt led i Exigo Consult og på baggrund heraf har haft til opgave at undersøge i hvilket omfang, der kunne være basis for at udvide forretningsområdet til også at omhandle en teknologiunderstøttet proces til håndtering af byggematerialer. Dette betyder, at specialets undersøgelse primært henvender sig til Exigo Consult, der til dagligt arbejder med teknologiske løsninger i byggeriet. Formålet med undersøgelsen har været at udarbejde et system, som kan bidrage til en effektivisering af logistiske udfordringer, der er i forbindelse med håndtering af byggematerialer.

Specialet indledes med en gennemgang af et historisk perspektiv, hvilket har til formål at give læseren en bedre forståelse af håndteringen af byggematerialer i forskellige sammenhænge. Diskussionen er skrevet på baggrund af specialets litteraturstudie og danner grundlaget for specialets problemstilling. Problemstillingen belyser forskellige udfordringer inden for materialehåndtering og logistik, som danner baggrund for specialets problemformulering:

"Kan en teknologiunderstøttet proces effektivisere leverance og håndtering af byggematerialer? "

Problemformuleringen anvendes videre i specialet som grundlag for analyse og bearbejdningsafsnit, hvor der på baggrund af teknologier og IT-værktøjer udarbejdes en konceptuel model af en systemopsætning. Efterfølgende testes systemet ud fra, hvilken værdi det udarbejdede system kan have for brugerne, samt i hvilken grad systemet teknologisk set er muligt. Efter systemtesten behandles et forretningsperspektiv, hvilket undersøger holdninger fra byggebranchen vedrørende materialehåndtering og logistik. Ud fra disse undersøgelser er der udarbejdet analyser, hvilket giver en indikation af problemstillingerne på området. Specialet afsluttes med forslag til implementering, ideer til nye produkter og services samt anbefalinger til byggebranchen. Afslutningsvis opsamles undersøgelsens resultater i en konklusion.

Den udarbejdede problemformulering anvendes videre i specialet som grundlag for analyse- og bearbejdningsafsnittet, hvor der på baggrund af teknologier og it-værktøjer udarbejdes en konceptuel model for en systemopsætning. Efterfølgende testes systemet, ud fra hvilken værdi det udarbejdede system kan have for brugerne, samt i hvilken grad systemet teknologisk er muligt. Efter systemtesten behandles et forretningsperspektiv, som undersøger holdninger fra byggebranchen vedrørende materialehåndtering og logistik. Ud fra disse undersøgelser er der udarbejdet analyser, som giver en indikation af problemstillingerne på området. Afsnittet afsluttes med forslag til implementering, ideer til nye produkter og services samt anbefalinger til byggebranchen. Afslutningsvis opsamles undersøgelsens resultater i en konklusion.

IV. Abstract

The Master's thesis focuses on some of the logistical challenges which may arise in connection with the delivery of building materials. The thesis explores different technologies and tools that may support a logistical process and thereby contribute to creating a more efficient materials handling. The study explores the logistical process from producer via distributor to the delivery of the materials at the building site.

The thesis takes point of departure in the fact that the author functioned as an internal link at the company Exigo Consult and was responsible for exploring to what extent a basis existed for expanding the company's business area with a technology-supported process for building materials handling. Thus, the study of the thesis is primarily aimed at Exigo Consult – a company which works with technical solutions in the building industry on a daily basis. The purpose of the study has been to develop a system which may contribute to creating a more efficient way of dealing with the logistical challenges related to building materials handling.

The first part of the thesis contains a presentation of materials handling in a historical perspective with the aim of providing the reader with a better understanding of how building materials are handled in different contexts and situations. The discussion is based on the literature review of the thesis and forms the basis of the problem explored in the thesis. This problem concerns different challenges related to materials handling and logistics and forms the backdrop of the problem statement:

"Can a technology-supported process create a more efficient delivery and handling of building materials?"

In the thesis, the problem statement furthermore serves to consolidate the data analysis and data processing sections in which a conceptual model of a system setup is developed on the basis of technologies and IT tools. Subsequently, the developed system is tested according to the value which it may offer users and the extent to which the system is technologically possible. Following the testing of the system, the thesis applies a business perspective and explores the attitudes and opinions of the business sector in relation to logistics and building materials handling. These explorations form the basis of the developed analyses which offer an indication of the problems related to the specific area. The thesis is concluded with a suggestion for implementation, ideas for new products and services, and recommendations for the building industry. Finally, the results of the study are summed up in a conclusion.

1. INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDHOLDSFORTEGNELSE 6

2. INTRODUKTION TIL LOGISTIK & MATERIALEHÅNDTERING I BYGGERIET 8

2.1 INDLEDNING 8
2.2 PROBLEMSTILLING, 10
2.3 PROBLEMFORMULERING 14
2.4 AFGRÆNSNING 15
2.5 METODE 16
2.5.1 EMPIRISK INDSAMLING 17
2.5.2 MANAGING INNOVATION 19
2.5.3 CONTEXTUAL DESIGN 20
2.5.4 SWOT-ANALYSE 20
2.5.5 TOWS ANALYSE 21
2.5.6 DECIDE A FRAMWORK 22
2.5.7 INSTITUTIONEL THEORY 23
2.6 RELATERET ARBEJDE 23
2.7 SPECIALETS STRUKTUR OG ARGUMENTATION 24
2.7.1 FIGURHENVISNING 26
2.7.2 KILDEHENVISNING 26
2.7.3 APPENDIKSHENVISNING 26
2.7.4 HENVISNING TIL INTERVIEWS 26

3. FORANALYSE AF POSITIONSTEKNOLOGIER OG IT-PROGRAMMER 27

3.1 SYSTEMFORUDSÆTNING OG ANVENDELSESOMRÅDE 27
3.1.1 KONCEPTUEL MODEL 28
3.2 INDSAMLING AF DATA VIA TEKNOLOGI 29
3.2.1 KRAVSPECIFIKATION TIL TEKNOLOGIER 29
3.2.2 TEKNOLOGIER TIL INDSAMLING AF DATA 30
3.2.3 IDENTIFIKATION OG POSITIONS TEKNOLOGIER 30
3.3 DATABEARBEJDNING 38
3.4 IT PROGRAMMER TIL PROJEKTERING, PLANLÆGNING OG KVALITETSSIKRING 40
3.4.1 KRAVSPECIFIKATION TIL IT-PROGRAMMER 40
3.4.2 CAD PROGRAMMER 40
3.4.3 KVALITETSSIKRINGS PROGRAMMER TIL KS AF BYGNINGSMODEL 44
3.4.4 PLANLÆGNINGSPROGRAMMER TIL HÅNDTERING AF BYGNINGSMODEL 46
3.4.5 KVALITETSSIKRINGSVÆRKTØJ TIL FEJL OG MANGELREGISTRERING VED UDFØRELSE 50

4. PROBLEMBEABEJDNING AF TEKNOLOGIUNDERSTØTTET SYSTEMOPSÆTNING (RE-DESIGN) 54

4.1 UDVÆLGELSE AF TEKNOLOGI TIL INDSAMLING AF MATERIALEDATA 57

4.2 UDVÆLGELSE CAD-PROGRAM TIL HÅNDTERING AF 3D-BYGNINGSMODEL 63
4.3 UDVÆLGELSE AF MODEL CHECKKER 65
4.4 UDVÆLGELSE PLANLÆGNINGSPROGRAM 67
4.5 UDVÆLGELSE AF KVALITETSSIKRINGSVÆRKTØJ 71
4.6 OPSAMLING AF TEKNOLOGIER OG VÆRTØJER SAMLET 72
4.7 TEKNOLOGIUNDERSTØTTET SYSTEMOPSÆTNING (RE-DESIGN) 72

5. EVALUERING / TEST AF SYSTEMOPSÆTNING 75

5.1 DECIDE A FRAME WORK TO GUIDE EVALUATION 75
5.1.1 FORVENTET VÆRDI FOR BRUGERNE AF SYSTEMET 75
5.1.2 KAN SYSTEMET TEKNISK LADE SIG GØRE? 79
5.1.3 OPSAMLING AF TEST MED RFID-TEKNOLOGI OG IT-PROGRAMMER. 85
5.1.4 OPSAMLING TEST AF KVALITETSSIKRINGSVÆRKTØJET ISSMAN 90

6. FORETNINGSPERSPEKTIV 92

6.1 HOLDNINGER OG ERFARING FRA UNDERSØGELSENS INTERESSENTER (BRANCHEN) 92
6.2 SWOT-ANALYSE AF TEKNOLOGIBASERET SYSTEMOPSÆTNING 93
6.2.1 SWOT-ANALYSE 94
6.2.2 TOWS MATRIX 96
6.2.3 IMPLEMENTERINGSSTRATEGI AF SYSTEMOPSÆTNING HOS MT HØJGAARD 97
6.2.4 INSTITUTIONEL THEORY 98
6.3 IDEER TIL NYE PRODUKTER OG SERVICE 100
6.3.1 NYE PRODUKTER OG SERVICES 100
6.3.2 ANBEFALINGER 101

7. KONKLUSION PÅ UNDERSØGELSE 103

8. KILDE- & METODEKRITIK 107

9. FIGUR- OG TABELLISTE 108

10. REFERENCER 110

11. APPENDIKS FORTEGNELSE 116

2. INTRODUKTION TIL LOGISTIK & MATERIALEHÅNDTERING I BYGGERIET

2.1 Indledning

Historisk set har logistik altid været en væsentlig faktor, når der diskuteres byggeri, hvorfor det er relevant at undersøge, i hvordan håndteringen af logistik også har udviklet sig i takt med teknologien. Dette giver anledning til at undersøge, hvordan traditionel materialehåndtering af leverancer er konstrueret. Denne traditionelle metode sammenholdes med en alternativ metode, hvor der tilføres teknologi til håndtering af de logistiske udfordringer.

Undersøgelser fra Erhvervs- og Boligstyrelsen viser, at logistisk planlægning på byggepladsen medfører, at kun ca. 1/3 af den samlede tid på byggepladsen går med værdiskabende arbejde, såsom montage mv., hvorimod 2/3 af arbejdet som regel bruges til forberedelse, flytning af materialer, skaffe plads og ventetid (boligstyrelsen, 2003).

Grundlaget for at se nærmere på materialehåndteringen underbygges af en undersøgelse, der omhandler materialehåndteringen i den polske byggebranche. Denne undersøgelse påviser, at materialerne udgør en stor del af de samlede byggeomkostninger og er derfor et sted, hvor en mindre effektivisering vil betyde meget for helheden.

> "… materialerne udgør ca. 70 % af de totale byggeomkostninger. "
> (Sobotka & Czarnigowska, 2005)

For at få en forståelse af materialehåndteringen er det vigtigt at kaste et blik på de traditionelle og hyppigst anvendte ansvarsmodeller, hvor det er underentreprenørerne i et byggeprojekt, der selv er ansvarlige for deres egne leverancer. Entreprenørerne skal med andre ord være i stand til at levere både materialer og ydelser inden for deres entreprise. Desuden skal de enkelte entreprenører samtidig også besidde en viden om byggematerialer, marked og finansiering, samt hvordan leverandørerne skal håndteres. Et generelt indblik, i hvordan logistikken har indvirkning på pris, kvalitet og tid i den store sammenhæng, er vigtigt. Denne sammenhæng bliver ofte overset, idet byggematerialer almindeligvis bliver transporteret til den respektive byggeplads som en del af den enkelte entreprise.
I den forbindelse leveres disse materialer ofte i hele vognlæs til byggepladsen for at kunne opnå en besparing for den enkelte entreprenør, mens der ikke tages stilling til de uhensigtsmæssige gener dette skaber. Desuden forsvinder denne besparelse ofte grundet denne "uhensigtsmæssige" form for leveranceform (Bertelsen & Nielsen, 1997).

De leverede byggematerialer håndteres traditionelt vis af den enkelte entreprenør, der efter bedste overbevisning forsøger at planlægge og optimere logistikken på materialer inden for den enkelte entreprise og ikke som helhed.

Som et forsøg indsatte en hovedentreprenør i et sjællandsk byggeprojekt i Hillerød en materialekoordinator på byggepladsen i samarbejde med underentreprenørerne. Denne skulle fungere som bindeled imellem producent, distributør og byggeplads. Koordinatorens

primære opgave var at koordinere logistikken og kommunikationen i materiale leverancerne (Agapiou, et al., 1998).

Denne koordinator skulle samtidig sikre en struktureret og omhyggelig kvalitetssikring af de byggematerialer, der blev leveret på pladsen. Dette skulle sikre et bedre flow, og at eventuelle fejl og mangler i leverancen hurtigt kunne føres tilbage til producenten.
I eksemplet fra Sophiehaven blev der i den konkrete påvist, at der kunne opnås en besparelse på ca. 5 % af byggesummen ved at indsætte denne materialekoordinators funktion i processen.
Kunne denne materialekoordinatorfunktion supporteres med en teknologiunderstøttet proces, således et mere konsistent materiale flow ville kunne sikres? For at kunne forstå og effektivisere et sådant flow er det nødvendigt at anskue flere facetter end blot nogle teknologiske løsninger. Bagvedliggende processer bygger på aftalegrundlag, som danner basis for både projektering, udbud, bygningsmodeller mv.

Er det eksempelvis et offentligt byggeri, er dette underlagt bestemmelserne i IKT-bekendtgørelsen 1381 (Klima-, 2013), der forskriver retningslinjer for håndtering af digitale processer, som er tilknyttet en byggesag.
Det er derfor interessant at overveje, om der kunne indsættes et punkt i bekendtgørelsen hvilket angiver en retningslinje eller en standardisering for anvendelsen af IKT i forbindelse med materialelogistikken i udførelsesfasen.

Denne overvejelse om en standardisering på området har givet anledning til specialets forfatter at undersøge nogle lokalplaner, hvor der direkte eller indirekte stilles krav om udførelse af et bæredygtigt byggeri. Implicit betyder dette, at det påhviler den enkelte bygherre at reducere mængden af spild.
I København har man fra 2015 fremsat regler omhandlende bæredygtighed som værende en del af byggeprocessen. Dette betyder, at bygherre/rådgiver i denne forbindelse skal indtænke forskellige parametre som miljørigtig projektering, krav til energiforbrug, krav til materialer og håndtering af disse (Københavns-kommune, 2015).
Dette betyder, at der indirekte sættes krav til, at bygherre bliver bedre til at kontrollere mængden af materialer og dermed også af fejlleverancer, hvilket er til alles fordel, inklusive miljøet.
Det vil i forbindelse med disse krav være interessent at undersøge muligheden for at effektivisere og digitalisere dele af materialehåndteringen på byggepladsen, således der kunne opstå en ensartethed i processen. Undersøgelsen vil i den forbindelse have fokus på, om logistikken kan effektiviseres, således dette kan give mindre spild i materialer og tidsbesparelse på at søge efter materialer på byggepladsen, eller hvor de måtte befinde sig, hvis materialerne overhovedet er bestilt.

2.2 Problemstilling,

Som belyst i indledningen spiller logistik en væsentlig rolle i en byggeproces.
Formålet med at trække it ind i byggeriets faser er at skabe et ensartet grundlag og en standardisering, som det også fremgår af IKT bekendtgørelse 1381.

"Formålet med bekendtgørelsen er at påvirke til en harmoniseret og værdiskabende anvendelse af IKT i bygge-, renoverings-, drift- og vedligeholdelsesopgaver i den offentlige sektor og det offentligt støttede byggeri. Produktiviteten inden for disse opgaver vurderes at kunne væsentligt forøges i de kommende år ved udvidet brug af IKT. " (Klima-, 2013)

Bekendtgørelsen har blandt andet sat fokus på digitalisering af tid, pris og kvalitet, hvad angår objektbaserede bygningsmodeller. Ofte vil et krav om digital håndtering af logistikken være en del af de IKT tekniske forhold i forbindelse med bygherrekravene, hvilket kan være en del af ydelsesbeskrivelsen eller være særskilt beskrevet i IKT specifikationer. Dette betyder, at kravene ikke direkte indgår i den skrevne lovtekst. Det kunne i den forbindelse være interessent, at se på de udfordringer, der vil være i forbindelse med en teknologisk løsning af materialehåndteringen i udførelsesfasen, hvilket hypotetisk set i fremtiden kunne danne grundlag for en revidering og/eller opdatering af IKT bekendtgørelse 1381.
Dette skaber samtidig grundlag for at udfordre tanken om, at en digitalisering af logistikprocessen sandsynligvis kunne bidrage til et mere bæredygtigt byggeri.
Det bæredygtige byggeri vil indbefatte digitalisering af materialehåndteringen i udførelsen. Digitaliseringen vil i den forbindelse blandt andet bidrage til at minimere materialespild, fejlleverancer og på den måde forbedre arbejdsmiljøet for de forskellige interessenter.

"Byg-/driftsherren har en indirekte interesse i at sikre, at hans leverancesystem – af hensyn til pris, tid og kvalitet – benytter redskaber og metoder, som påviseligt øger produktivitet og kvalitet i leverancesystemet. " (Klima-, 2013)

Da specialets undersøgelse ser på principperne i IKT bekendtgørelse 1381 vedrørende anvendelse af information og informationsteknologi i byggeriet, giver dette anledning til at undersøge muligheden for udarbejdelse af et systemdesign, der baseres på at supportere en eksisterende funktioner, fx materialekoordinator, med en teknologisuderstøttet løsning.
Grundlaget for undersøgelsen er det i IKT bekendtgørelsen manglende fokus på de fysiske materialeleverancer, der i samme omfang kan effektiviseres via en digitalisering. Som beskrevet udgør materialerne ca. 70 % af byggeomkostningerne, så en mindre effektivisering i processen vil antageligt påvirke byggeriet i en mere bæredygtig retning.
For at denne digitale håndtering af materialer på byggepladsen skal fungere i praksis, vil det derfor stille krav til, at de konkrete byggeprojekter bliver udbudt med mængder. Disse mængder/data skal således anvendes som grundlag i håndteringen af materiale leverancerne i udførelsen af byggeriet.

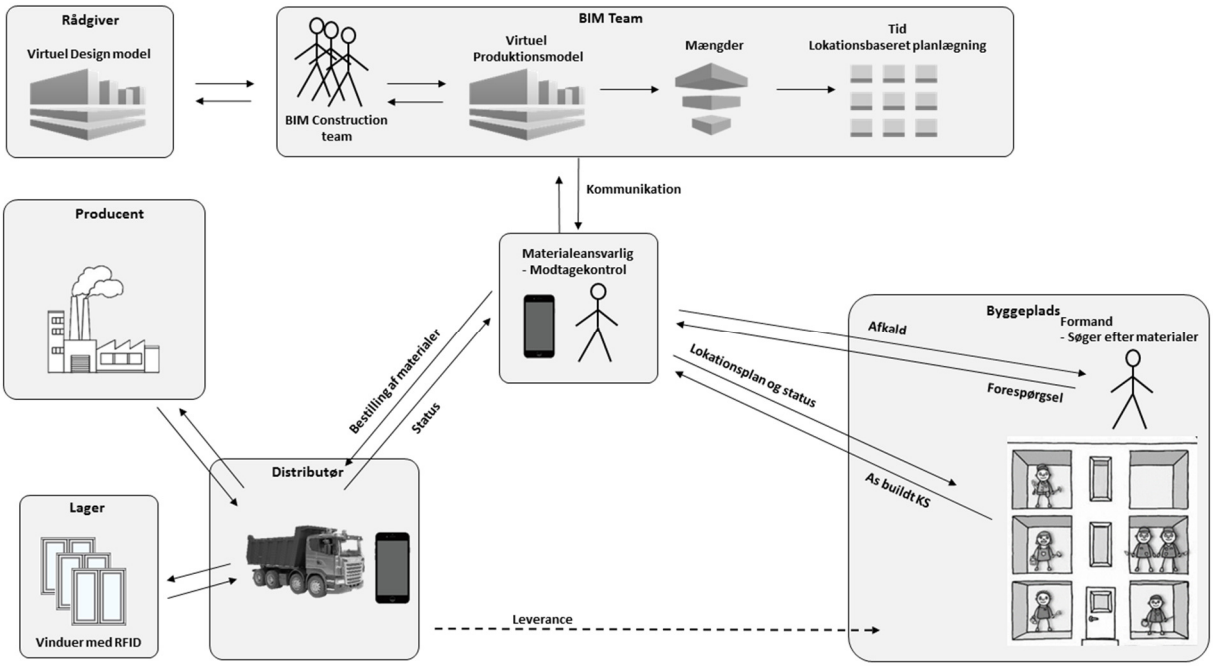
Som beskrevet i IKT bekendtgørelsens § 9 stk. 2, 3 & 4 er det væsentligt, at bygherren sikrer:

1) *"At udbudsmaterialet for den enkelte entreprise omfatter såvel tilbudslister som relevante, digitale, objektbaserede bygningsmodeller, hvoraf mængder kan udlæses,*

2) *samt at digitale bygningsmodeller stilles til rådighed for tilbudsgiver i IFC-formatet,*
3) *at det af udbudsmaterialet fremgår, på hvilket grundlag mængderne er beregnet, herunder hvilke opmålingsregler og/eller opmålingsmetoder, der er anvendt. "*
(Klima-, 2013)

Dette understreger vigtigheden om, at bygherre sikrer sig fornødne data allerede fra udbuddet, således denne data efterfølgende kan anvendes. Udfordringen omkring manglende fokus på en digitalisering af logistikken underbygges også af Danske ARK, som er en forening af private rådgivende arkitektvirksomheder, der også har stort fokus på bæredygtighed i byggeriet. Danske Ark anvender begrebet bæredygtighed til beskrivelse af miljørigtige materialer og håndteringen af disse (ARK, 2015).
Endvidere nævner foreningen på samme måde som Klima, Energi og Bygningsministeriet i deres IKT bekendtgørelsen ikke noget om, hvordan der kan tages højde for materialelogistikken i udførelsen ved anvendelsen af teknologi.

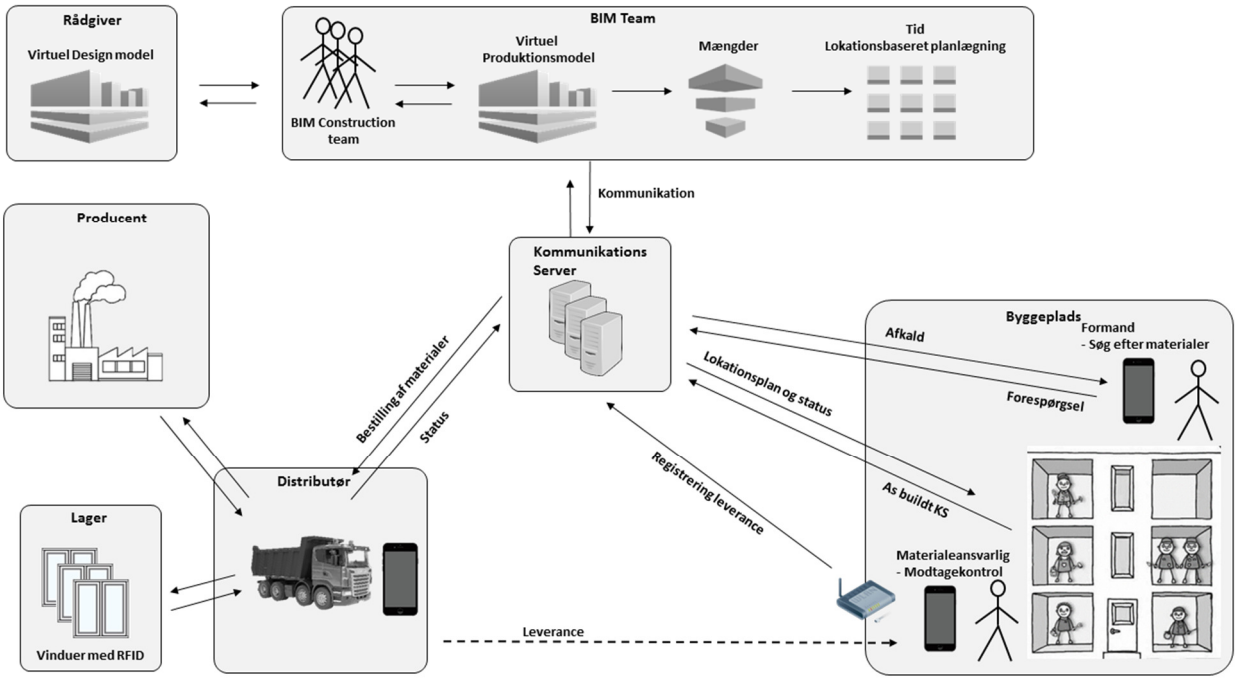
For at forstå en sådan digital håndtering er det vigtigt at se på, hvordan en traditionel materialelogistik med en materialekoordinator ser ud.



Figur 1 - Traditionel logistikproces materialekoordinering udføres af koordinator

På figur 1 illustreres, hvordan en traditionel logistikproces kunne se ud. Til håndtering af koordineringen af materialelogistikken er der er indsat en materialekoordinator, hvis funktion primært omhandler håndteringen af materialer og kommunikation i byggeprocessens forskellige led.

I nedenstående figur 2 er materialekoordinatoren supporteret med teknologi, således koordineringen af byggematerialer delvist varetages digitalt.



Figur 2 - Logistikproces/ Suply chain, hvor materiale-koordinering udføres med teknologi

Denne proces (figur 2), hvor materialekoordinatoren er supporteret med teknologi, bygger på hovedprincipperne fra produktionsfilosofien Lean Construction. Altså en traditionel tankegang om at minimere eller helt fjerne *"ikke værdiskabende led i værdikæden. "* (Agapiou, et al., 1998)

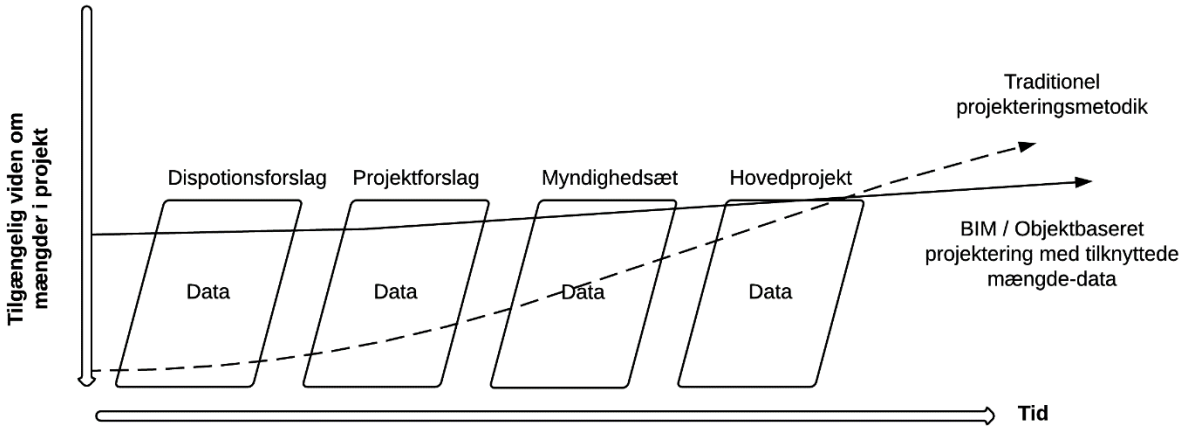
Dette understøtter tanken om at se på, i hvilket omfang teknologi vil kunne erstatte kommunikationen og den fysiske funktion i værdikæden og derved bidrage til en effektivisering af materialehåndteringen ved udførelsen af et byggeri.

"It og digitalisering har for længst revolutioneret vores kommunikation. Nu er det på tide, at vores produktion i både det offentlige og den private sektor udnytter potentialet i de nye teknologier. " (Regioner, 2014)

Når koordineringen af byggematerialer digitaliseres, antages det derfor også, at mulige fejl i materialeleverancerne derfor kan observeres tidligere i processen og derved sikre, at producenten i de tidlige faser af byggeprocessen kan rette produktion eller leverancefejl.

Som det beskrives i *"The role of logistics in the material flow control process"* (Agapiou, et al., 1998) er det vigtigt at være i stand til at identificere eventuelle fejl tidligt i processen for at undgå en negativ konsekvens for projektet fremadrettet.

Dette betyder, at den viden, der skal anvendes i forbindelse med planlægningen af materialelogistikken i en byggesag, skal være tilgængelig tidligt i processen. Dette illustreres i nedenstående model.



Figur 3 - Informationsmængde tilgængelig i traditionel projekteringsmetodik vs BIM / Objektbaseret

I figuren vises den viden, der er tilgængelig over tid i henhold til mængder ved traditionel projektering samt ved objektbaseret projektering.

Ved BIM-projektering kan mængderne udtrækkes i projektforslagsfasen, da de nødvendige data er tilgængelige på et tidligt tidspunkt i projekteringsforløbet. Teorien underbygges i figur 5-1 i BIM Handbook, hvor der illustreres *"the relationship between design effort and time"* (Eastman, et al., 2011).

Dette danner grundlag for at undersøge planlægningsmetodikken, hvor det nødvendige data fra bygningsmodellen er tilgængelig og sammenholde denne data med data fra entreprenøren. Desuden giver dette anledning til at undersøge fordele og ulemper ved forskellige planlægningsmetoder og i den forbindelse undersøge, hvordan effektiv planlægning af materialelogistikken kan sammensættes.

Kan god planlægning samtidig optimere risikostyringen med udgangspunkt i de udfordringer, der er forbundet med håndtering af materialelogistikken i byggeprocessen, danner det derfor grundlag for at anskue materialehåndteringen gennem et par teknologiske briller. Herved kan det ses, i hvilket omfang teknologi vil kunne bidrage positivt til en logistikproces. Denne anskuelse danner grundlaget for specialets problemformulering.

2.3 Problemformulering

Med udgangspunkt i den beskrevne problemstilling har en initierende undersøgelse af logistiske udfordringer i byggeriet forekommet relevant at undersøge, i hvilket omfang det er muligt at anvende en teknologiunderstøttet logistikproces til håndtering af de udfordringer, der kan være forbundet med materialehåndteringen og den tilhørende leverance i byggeriet.

"Kan en teknologiunderstøttet proces effektivisere leverance og håndtering af byggematerialer? "

Specialet har til formål at påvise, at en teknologiunderstøttet logistikproces kan effektivisere logistikprocessen i sådan et omfang, at denne proces kan bidrage positivt til håndteringen af byggematerialer. Der vil i specialet blive anvendt praktiske eksempler som sammenligningsgrundlag til den teoretiske undersøgelse.

Formålet med specialets undersøgelse er at anvende allerede kendt og efterprøvet teknologi og software, som sammensættes ud fra tekniske egenskaber, der skal danne grundlag for en systemopsætning.

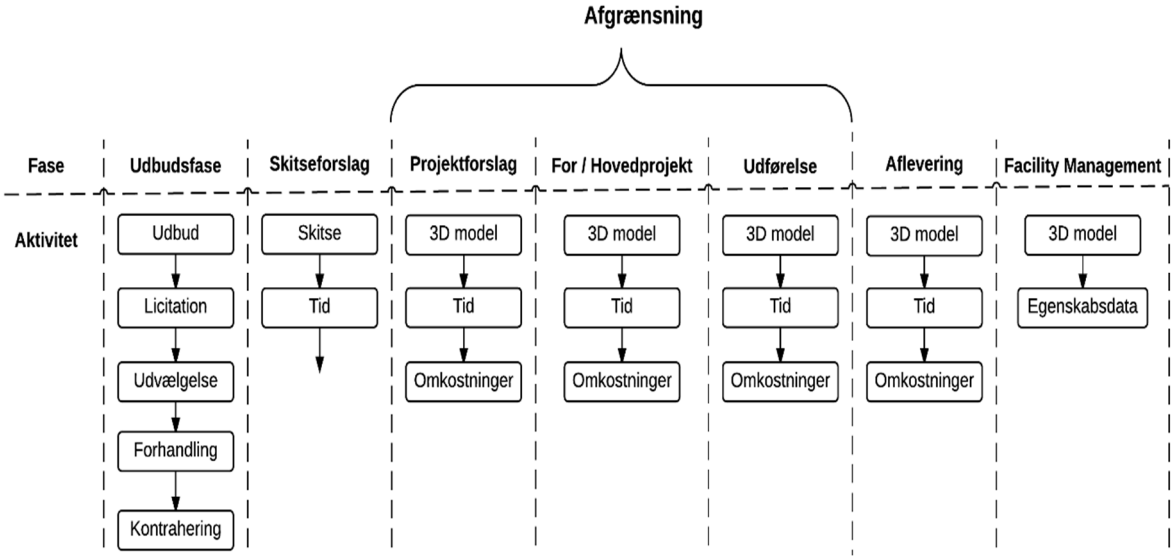
2.4 Afgrænsning

Specialet er afgrænset til at omhandle håndtering og planlægning af materialeleverancen i logistikprocessen med fokus på udførelsen. Der vil ikke blive behandlet emner, som ligger ud over den primære projekteringsperiode fra projektforslag til udførelse. Afgrænsningen er udført for at begrænse opgavens omfang, hvad angår tid og plads i undersøgelsen.

Ligeledes er specialets undersøgelse baseret på et kvalitativt grundlag, der blandt andet kommer til udtryk i forbindelse med udvælgelsen af de adspurgte interessenter. Ved anvendelse af en kvantitativ undersøgelse fås naturligvis et bredere perspektiv i undersøgelsen, men dette har ikke været muligt grundet specialets omfang.

Desuden behandler specialet ikke forskellige entrepriseformer, der kan have indflydelse på rentabiliteten af en teknologiunderstøttet materialehåndtering i forbindelse med udførelsen af et byggeri. Dette gælder også de økonomiske udfordringer/konsekvenser, der kan fremkomme i forbindelse med fejl og mangler på materialeleverancer.

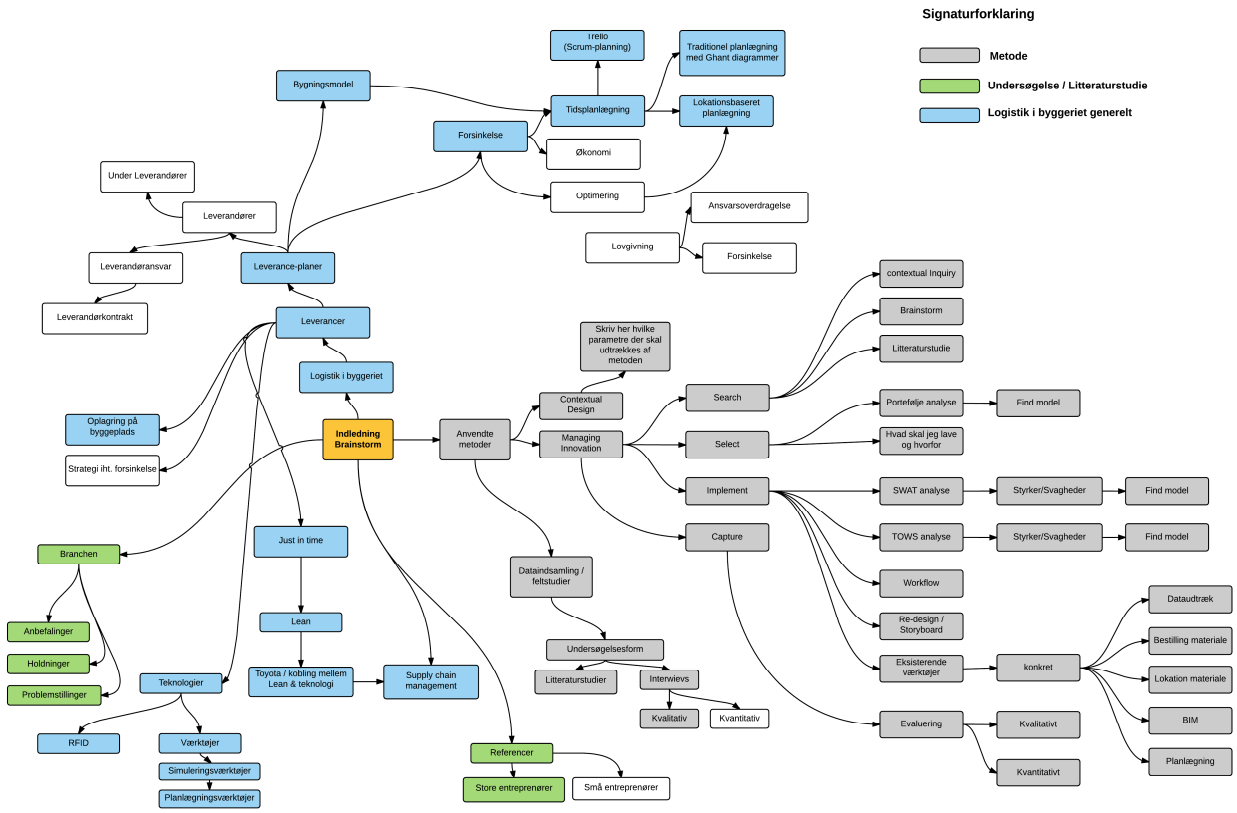
Endvidere redegøres der ikke dybdegående for forskellige dataformater i forbindelse med de i undersøgelsen anvendte teknologier og værktøjer i specialet. Det forudsættes, at de forskellige teknologier og værktøjer kan aflevere og modtage data i et format, der er brugbart for den videre bearbejdning. Nedenstående model viser, i hvilke faser af byggeriet specialet foretager sin undersøgelse



Figur 4 - Faseafgrænsning undersøgelse

2.5 Metode

De i specialet anvendte metoder anvendes til indsamling af viden samt metoder til analyse og fortolkning. Valget af metoder skal sikre specialet en ensartet struktur og validitet. For afklaring af hvilke metoder der anvendes i specialet, er der udarbejdet en brainstorm.



Figur 5 - Brainstorm til afklaring af metodevalg (Se tillæg 1b for stor model)

Metoderne udspringer alle fra den traditionelle videnskabsteoretiske tankegang, om at det anerkendes, at der ikke findes et væsentligt resultat, men at det fremkomne resultat vil være et selvstændigt resultat af den bagvedliggende forståelse.

Om videnskabsteori:

> *"...alle underliggende antagelser, vi tager for givet, noget man også kan betegne som fordomme eller for-forståelser."* (Thuren, 2008)

Ofte skelnes der mellem samfunds- og naturvidenskab. For specialets undersøgelse tages der primært afsæt i samfundsvidenskaben. Samfundsvidenskaben anvender fortolkende metoder til forståelse og indlevelse i menneskelige situationer. (Appendiks 1)

Grundlaget for specialets undersøgelse bygger på indsamlet empiri, der er opdelt i primær, sekundær og tertiær empiri. Empirien beskrives i forhold til specialets anvendte metoder.

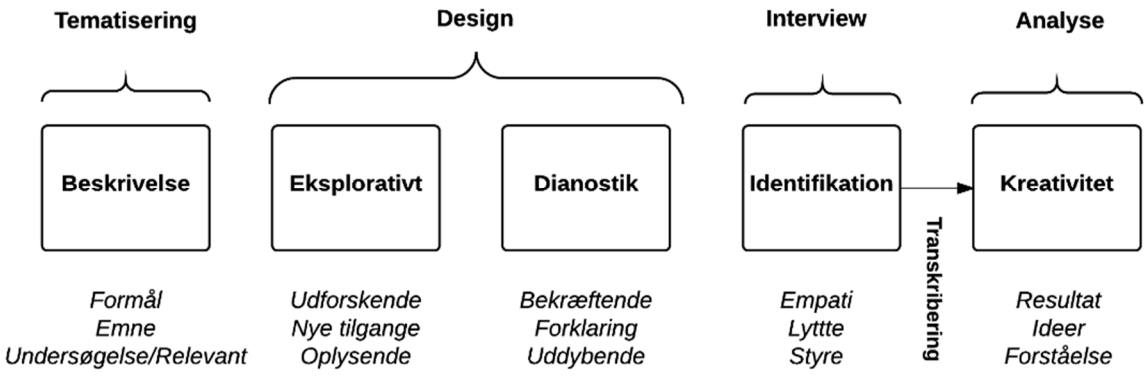
2.5.1 Empirisk indsamling

Primær empiri

Specialets primære empiri vil bestå af informationsmøder, som har til formål at besvare specialets problemformulering. Grundlaget for anvendelsen af metoden bygger på de samme principper, som anvendes i både semistrukturerede og strukturerede interviews. Principperne har til formål at give specialets forfatter mulighed for en aktiv deltagelse ved indsamling af den i specialet anvendte empiri. Principperne er desuden med til at videreudvikle en mere dybdegående forståelse af de overordnede sammenhænge i specialet. Formålet med metoden er at få be- eller afkræftet de anvendte teorier eller opståede hypoteser.

Den kvalitative metode vil bidrage til specialets undersøgelse, således der sikres en dybere viden omkring materialehåndteringen på byggepladsen. Metoden bidrager samtidig med, at opnå en dybere og mere detaljeret indsigt i undersøgelsesområdet, end hvis de foretagne interviews havde en kvantitativ karakter. Denne kvalitative undersøgelsesform bidrager desuden med nuancerede subjektive synspunkter, der kan anvendes til videre analyse og fortolkningsgrundlag. Dog vil en kvalitativ undersøgelsesform kun være brugbar og fyldestgørende i det omfang, hvis de dertilhørende spørgsmål samt den tilhørende analyse tillader det.

For opnåelse af en ensartethed i specialet foretagne interviews, er der udarbejdet en interviewguide og en interviewskabelon, som begge har til formål at sikre en ensartet struktur for den empiriske indsamling. Disse er udarbejdet ud fra Steiner Kvales 7 processtadier for interviews (Kvale, 2009).



Figur 6 - Interviewguide

Der henvises til Appendiks 2 for uddybende interviewguide samt Appendiks 3 for interviewskabelon. Desuden vil der i det omfang, det findes relevant for specialet, blive udført transskribering, hvis der henvises direkte. I forbindelse med transskribering henvises der til Appendiks 4, hvor der er angivet interviews med specialets interessenter. Dette appendiks indeholder en indholdsfortegnelse på de foretagende interviews, således læseren ubesværet kan finde det enkelte interview. Den primære empiri har i specialet stor betydning for undersøgelsernes validitet, idet interviewene er med til at be- eller afkræfte den anvendte teori.

Sekundær empiri
Som sekundær empiri i specialet anvendes et litteraturstudie, der har til formål at understøtte de anvendte argumenter med en tilhørende dokumentation. Omfanget af specialets litteraturstudie vil være i form af faglitteratur og artikler. Den sekundære empiri vil vægte i samme omfang som den primære empiri. Grundlaget for denne disponering begrundes med, at en stor del af den i undersøgelsen anvendte teori og viden stammer fra et litterært forstudie. Der vil i den forbindelse blive anvendt litterær dokumentation, i det omfang de foretagne kvalitative undersøgelser ikke kan afklare de aktuelle problemstillinger. Hvad angår validiteten specialets anvendte litteratur, er følgende kildekritiske metoder blevet anvendt til udvælgelse af relevant litteratur og artikler.

- Forfatterens faglige autoritet
- Kildens oprindelse
- Kildens aktualitet og samtidighed
- Kildens forhold og anvendelse af andre kilder.

Den litteratur, der anvendes i forbindelse med problemformuleringens besvarelse, er opdelt i to kategorier. De faglitterære bøger samt de videnskabelige artikler. Udvælgelse af den anvendte litteratur er baseret på relevans i forhold til specialets undersøgelsesområde.

Faglitteratur
Den faglitterære del af specialets litteraturstudie vil primært bidrage med en teoretisk vinkel til specialets benyttede undersøgelsesmetoder. Faglitteraturen vil i samme omfang som de videnskabelige artikler blive anvendt til at verificere eller falsificere de hypoteser, der udspringer af undersøgelsen.

Internetsider
Information fra internetsider anvendes i undersøgelsen med varsomhed, da validiteten i visse tilfælde kan være tvivlsom.

Videnskabelige artikler
Der anvendes i specialet videnskabelige artikler, i det omfang disse ligger inden for specialets afgrænsning. Grundlaget for indhentning af empiri i videnskabelige artikler er i den forbindelse at være i stand til at verificere eller falsificere en hypotese. Endvidere er det derfor et krav for validiteten, at de anvendte artikler behandles kildekritisk. Formålet med artiklerne er at indsamle en fornøden viden samt inspiration til analysen.

Tertiær empiri
Den tertiære empiri i specialet vil være den viden forfatteren her erhvervet sig gennem sin uddannelse på universitetet i Aalborg samt på uddannelsen som bygningskonstruktør i Aarhus. Dette giver derfor et fagligt grundlag for en generel kritisk vurdering af det anvendte materiale.

2.5.2 Managing Innovation

Managing Innovation er en metode, som bruges til at administrere og styre innovationsprocesser. Det overordnede formål med denne metode er at give ledere og ingeniører en fælles forståelse af processer og mål, således samarbejdet via denne fællesforståelse kan forbedres.

Managing Innovation-metoden anvendes i specialet som supporterende til Contextual design i forbindelse med informationssøgning og udvælgelse af teknologier. Dette gælder specifikt for **Search**-fasen, som bidrager med informationssøgningen, og hvordan denne angribes, hvor **Select**-fasen bidrager med udvælgelsen.

Search er den fase, hvor der udforskes spørgsmål og de mange forskellige kilder behandles, når der søges og indhentes materiale. (Appendiks 9)

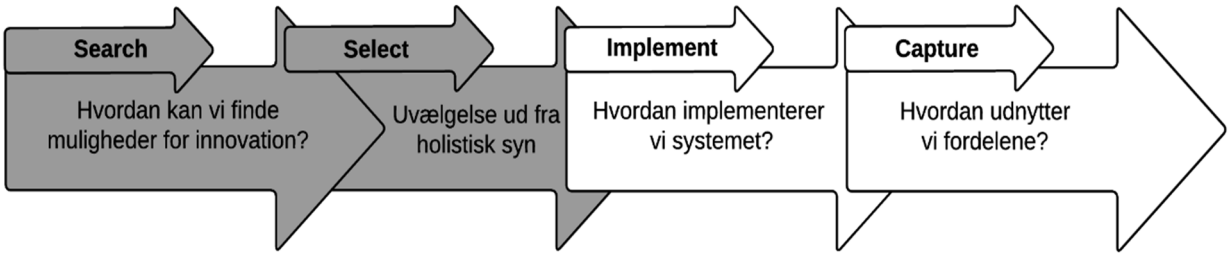
Definition af begrebet Innovation
En af udfordringerne i Innovation Management er, at folk ofte forveksler innovation med invention (opfindelse). Innovation stammer fra det latinske Innovare*, "at gøre noget nyt".*

"Innovation is the successful exploitation of new ideas" (Tidd & John, 2009)

Innovation er med andre ord en vellykket udnyttelse af nye ideer og/eller aktiviteter, der omfatter de tekniske design, ledelse og produktion. Det kan også være et nyt eller forbedret produkt eller en ny eller forbedret proces. Innovation indebærer nødvendigvis ikke radikale og store fremskridt på et teknologisk stadie, men også det at være i stand til at udnytte selv de små ændringer i en teknologisk knowhow enten som en forbedring eller som en trinvis innovation. Denne tankegang har i specialet bidraget til en forståelse mindre ændringer i en eksisterende proces.

Organisering af innovationsprocessen
For at skabe en effektiv innovationsproces er det vigtigt at se på, hvordan en procesmodel kan anvendes i en given organisation. Efterfølgende bør man se på, i hvilket omfang denne organisation er innovativ og i hvilken grad. Dette gælder både ledelse, struktur, kommunikation mv., som blot er nogle at de parametre, der har indflydelse på den innovative del i organisationen (Tidd & John, 2009).

Select-fasen anvendes i specialet på bagrund af **Search**-fasen. Dette betyder, at Select fungerer grundet en effektivt Search. Det kan være svært i forbindelse med udvikling af et nyt system være udfordrende at træffe de rigtige beslutninger i forbindelse med udvælgelsen af det rigtige værktøj eller den korrekte teknologi. Så udvælgelsen skal i den forbindelse være påvirket af innovationsprincipperne i metoden, således der udvælges teknologi ud fra et holistisk synspunkt, hvilket skal bidrage til en effektiv interaktion imellem brugeren og teknologien i systemet. Nedenstående model viser, hvordan en innovationsproces ser ud, når processen bevæger sig fra idé til innovation



Figur 7 - Search information og materiale søgning til afhjælpning af Select

2.5.3 Contextual design

Contextual design er en brugercentreret designproces, der anvendes til innovativt design. Metoden anvendes til indsamling af relevante data og er nødvendig for at kunne rationalisere/effektivisere arbejdsgange og designe computer- og menneskegrænseflader (Holtzblatt & Beyer, 1997).
Den kontekstuelle proces består af følgende niveauer:

1. Contextual Inquiry: Anvendes til indsamling af information i henhold til nødvendigeden af et nyt system.
2. Work Modeling: Benyttes til at fortolke de indsamlede data. Dette gøres ved at anvende forskellige modeller.
3. Consolidation: Anvendes for konsolidering (styrke) med brugerne af det anvendte system.
4. Work Redesign: Redesign, når der for eksempel inddrages nye teknologier.
5. Storyboarding: Denne angiver en visuel løsning af den konceptuelle model.
6. User Environment Design: Anvendes til at tilpasse det anvendte system, således dette passer til det miljø, hvori dette skal implementeres.
7. Mockup and test with customers: Anvendes til at afprøve prototyperne på brugerne.
8. Putting into practice: Implementing af systemet.

Den anvendte proces er iterativ. Dette betyder, at der springes frem og tilbage imellem de otte forskellige processer. Contextual design anvendes i specialet som primær metode til indsamling af relevante data i et allerede eksisterende system samt til designet af et alternativt system, hvori de analyserede data anvendes.

2.5.4 SWOT-analyse

En SWOT-analyse er vigtigt for at skabe et overblik over de muligheder og trusler, der måtte være, når der skal foretages en analyse på et produkt eller en virksomhed i forhold til et marked. Desuden skaber denne analysemetode et overblik, således man derved har fokus på, i hvilken retning virksomheden eller produktet skal hen.

" ...If you do not know where you are going, any road will take you there..."
(Hay & Castilla, 2006)

SWOT er et analyseværktøj, som kan anvendes til identificering og analyse af sine stærke og svage sider (internt). Endvidere anvendes SWOT til at se de muligheder og trusler som eksisterer på markedet (eksternt). Analysen kobler den eksterne og den interne del af den strategiske analyse og anvendes til at analysere en virksomhed eller et nyt produkt i forhold til et marked. Områderne (internt og eksternt) skal ses i relation til hinanden og skal samtidig være struktureret, således der sikres en god kvalitet i analysen (Hay & Castilla, 2006).

Internal Factors / External Factors	Strengths (S)	Weaknesses (W)
Opportunities (O)	(SO) Strategies Bruge Strengths til at drage fordel af opportunities	(WO) Strategies Bruge Weaknesses til at drage fordel af opportunities
Threats (T)	(ST) Strategies Bruge Strengths til at undgå Threats	(WT) Strategies Bruge Weaknesses til at undgåThreats

Figur 8 - SWOT analysemodel

Når SWOT-analysen er færdig, er det vigtigt, at en virksomhed overvejer, hvordan denne komme videre i forløbet. Her handler det om at være i stand til at ændre virksomhedens svagheder til styrker og ændre truslerne til muligheder. Til dette formål kan der udarbejdes en SWOT-matrix eller også kaldet en TOWS-analyse. Se yderligere specificering af SWOT-analysen i appendiks 8.

SWOT- analysen anvendes i specialet til at vurdere i hvilket omfang, der findes lignende systemer på markedet i forhold til specialets undersøgelse. Analysen foretages på vegne af Exigo Consult for at kunne klarlægge potentielle fordele og ulemper ved det udarbejde system. Metoden anvendes i form af en TOWS analyse, således der skabes et overblik over potentielle styrker, svagheder, muligheder og trusler for Exigo Consult. Denne analyse vil fremgå som en del af forretningsperspektivet i specialet.

2.5.5 TOWS analyse

Udgangspunkt for en TOWS-analyse (TOWS-matrix) er, at den tager udgangspunkt i de oplysninger, der indgår i SWOT-analysen. En TOWS-matrix er rettere sagt en model, der er opbygget struktureret og ud fra en ensartet metode, der kan bidrage til tiltag og løsninger til de markedsføringsmæssige udfordringer (Dyson, 2004).

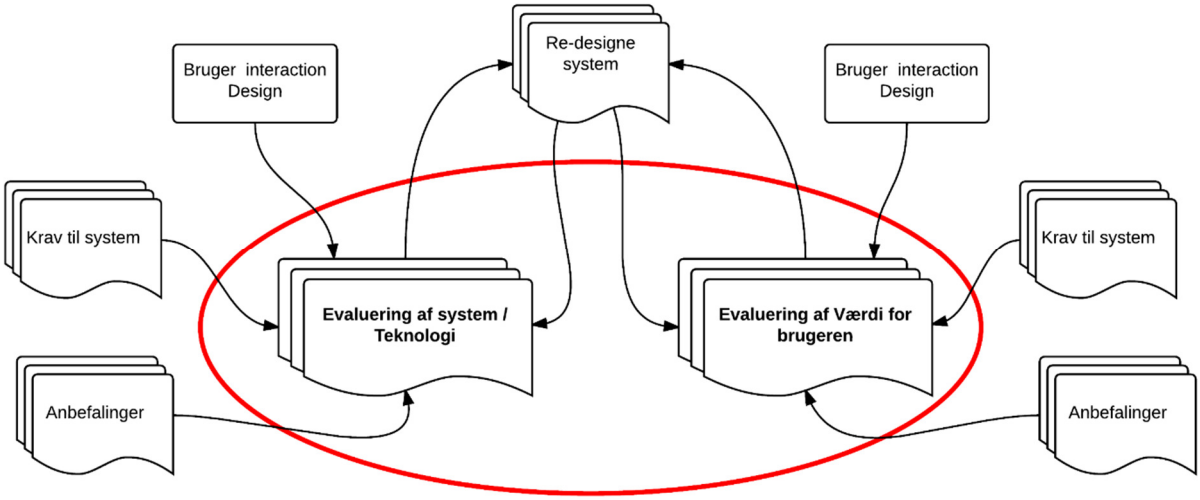
Indholdet i TOWS-matrix består af følgende:

- **S-0:** Hvordan bliver vi som virksomhed i stand til at forfølge muligheder, der stemmer overens med deres styrker?

- **W-O:** Kan virksomhedens svagheder bestrides ved udnyttelse af alternative muligheder?
- **S-T:** I hvilke omfang kan virksomheden anvende dennes styrker til at modarbejde truslerne?
- **W-T**: Hvordan kan virksomheden sikre, at dennes svagheder ikke gør den yderligere sårbar over for de omkringliggende trusler?

2.5.6 DECIDE a framwork

DECIDE a framwork er en del af Interaction design, der i specialet anvendes til at evaluere den udarbejdede systemopsætning. Metoden anvendes til evaluering af teknologi og it-programmer. I denne forbindelse anvendes ekspertvurderinger og interviews som grundlag.



Figur 9 - Modellen viser det anvendte område for specialets evaluering

Grundlaget for valg af metode til evalueringen er at være i stand til at vurdere det nye system ud fra spørgsmål. Spørgsmålene i undersøgelsen vil derfor være baseret på paradigmerne fra *Evaluation paradigms and techniques* i bogen Interaction design. (Rogers, et al., 2002)
Metoden anvendes endvidere for at opnå en detaljeret evaluering baseret på teknikker til observation af brugerne, spørgeteknikker, test etc. Der udarbejdes i evalueringen et skema til at evaluere undersøgelse ud fra et ensartet og struktureret grundlag.
Der vil i specialet blive anvendt en eller flere af følgende paradigmer til anvendelse i evalueringen.

"1. Determine the overall goals that the evaluation addresses.

2. Explore the specific questions to be answered.

3. Choose the evaluation paradigm and techniques to answer the questions.

4. Identify the practical issues that must be addressed, such as selecting participants.

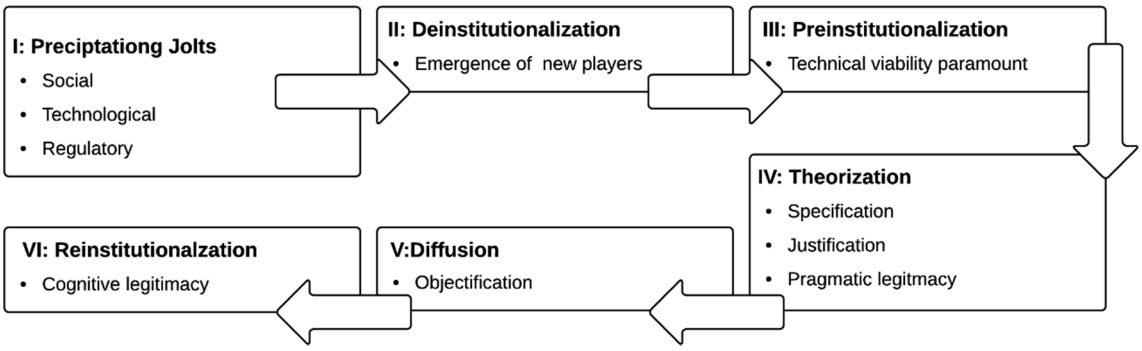
5. Decide how to deal with the ethical issues.

6. Evaluate, interpret, and present the data" (Rogers, et al., 2002).

Ovenstående er hovedprincipperne i evalueringsmetoden, som danner grundlag for at kunne udarbejde en evaluering/test, der udarbejdes ud fra klare mål samt passende spørgsmål dertil. Spørgsmålene fungerer som en tjekliste, når et projekt evalueres. Se uddybende beskrivelse af metoden i appendiks 12.

2.5.7 Institutionel Theory

Institutionel Theory er en metode, der beskriver, hvordan et implementeringsprojekt angribes og tilpasses. I specialets forretningsperspektiv anvendes denne metode til udarbejdelse af en implementeringsplan for MT Højgaard og det samlede distributørled fra undersøgelsen. Grundlaget for metodevalget er baseret på, at Exigo Consult vil være i stand til at implementere en ny teknologi til en allerede eksisterende proces. I artiklen *Theorizing Change* beskrives, hvordan institutionelle ændringer opstår, og hvordan adfærden i en organisation kan ændres, når der sker en forandring (Greenwood, et al., 2002). Dette betyder, at når der foretages organisationsændringer, er det en nødvendighed at anskue forskellige parametre i afhængig af konteksten, således der kan indarbejdes en ny standard, som kan accepteres.



Figur 10 - Institutionel Theory til forretningsperspektiv

Institutionel Theory omhandler det arbejde, der forekommer i en institution, hvori der skal indarbejdes en proces, som efterfølgende skal anvendes som ny standard. Dette betyder, at det primære formål med metoder vil være med til at påvirke hele institutionen, og ikke kun det enkelte individ. Metoden uddybes og forklares yderligere i appendiks 22. Ovenstående model viser principperne fra Greenwoods seks faser, der beskriver de institutionelle forandringer, der kan opstå (Greenwood, et al., 2002).

2.6 Relateret Arbejde

I forbindelse med specialets forstudie, der er udført med henblik på at samle inspiration og relevant viden til den videre undersøgelse, er specialets forfatter stødt på flere interessante artikler, som har øget nysgerrigheden til undersøgelsen. De anvendte kilder i dette afsnit har alle i et vist omfang direkte eller indirekte kobling til specialets undersøgelse.

I artiklen *Digital planlægning – hvad er det?* pointerer Lars Qvortrup i hvilket omfang, at vores kommunikative horisonter udvides, fordi det er muligt at anvende nye teknologier til kommunikation (Larsen, 2002).

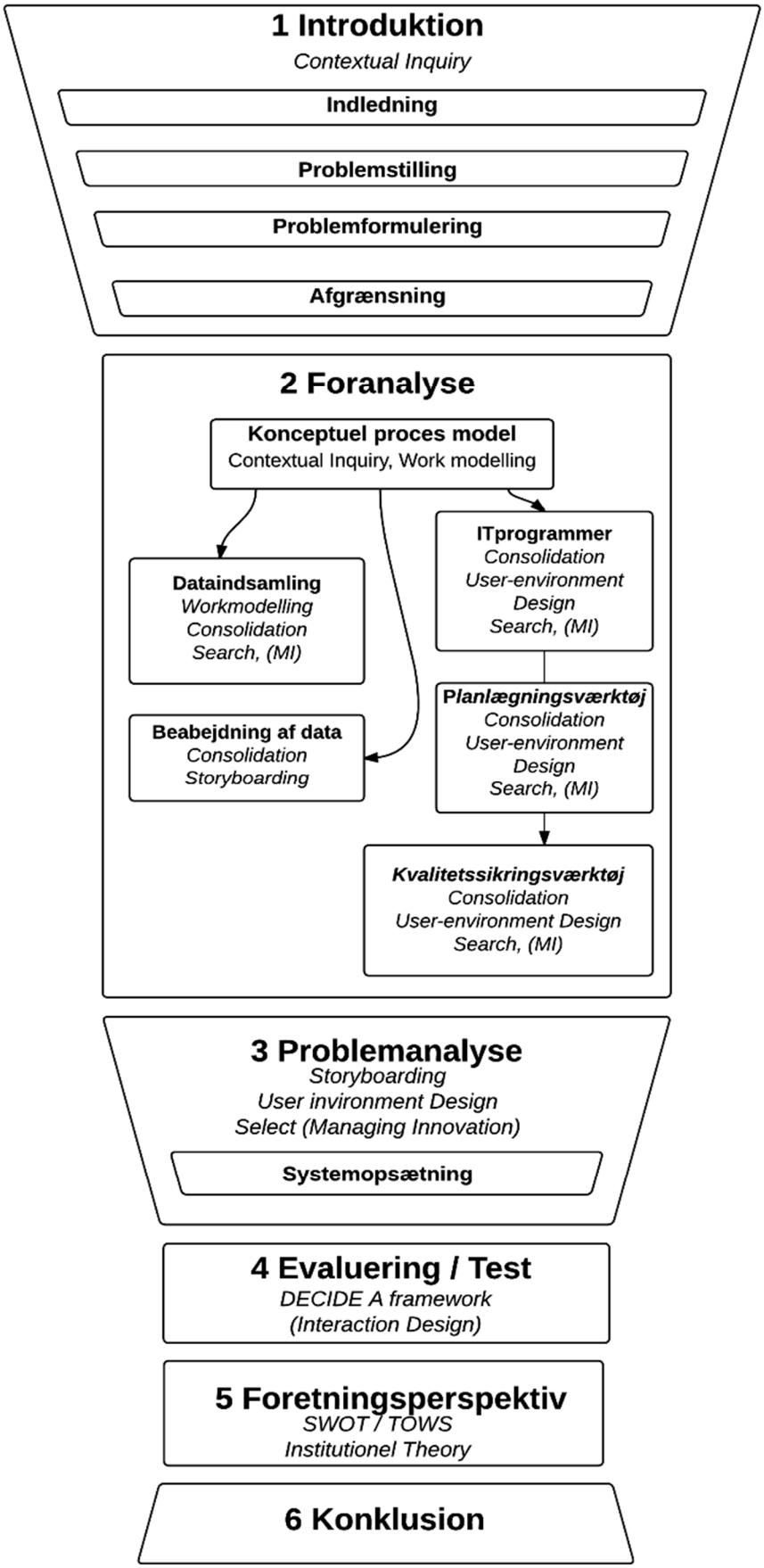
"Dette betyder, at samfundet går i retning af et verdenssamfund, fordi hele verden er kommunikativ tilgængelig. " (Larsen, 2002)

Nelly P. Garcia-Lopez Ph.d. fra Stanford University påviser i rapporten: *A system to track work progress at construction jobsites,* , at ved anvendelse af specifik teknologi, som RFID-teknologi i byggeriet, vil det i den forbindelse blive lettere at tracke materialer til brug i leverancesammenhænge samt via software at implementere disse tracking-informationer i sin 3D-model (Garcia-Lopez, 2014). Dette betyder, at nødvendige informationer kan deles effektivt mellem de i projektet implicerede personer.
Dog understreger specialets undersøgelse vigtigheden i ikke kun at fokusere på implementering af teknologi til løsning af et specifikt problem, men også at have fokus på de informationsstrømme, denne teknologi skal afdække.
Det betyder, at det er vigtigt at fokusere på en passende teknologisk løsning, som arbejdstagerne har brug for i deres daglige drift, således der skabes konsensus mellem behov og tilført teknologi.

Ud over den teknologiske del i undersøgelse er det også undersøgt, hvordan en traditionel logistik vedr. materialehåndtering fungerer på en byggeplads, hvilke tiltag der kan anvendes for at minimere forsinkelser på materialeleverancer samt vigtigheden af at modtage de rette materialer på den rigtige lokation til rette tid. I artiklen *Modelling and monitoring of construction supply chains* diskuteres problematikken vedrørende leverancehåndtering i byggesager (Cheng, et al., 2011). En af de primære udfordringer er, at der hele tiden opstår nye projekter med hver deres disponering og logistisk håndtering. Endvidere diskuteres problemstillingen om, at forsyningskæderne i byggeriet ofte ikke har en ensartet standard af et system. Det vil derfor være interessant at se på kommunikationen og integrationen mellem de forskellige parter i en forsyningskæde, herunder ordrestyring, transport, distribution samt koordinering.

2.7 Specialets struktur og argumentation

Strukturen i specialet er opbygget efter undersøgelsens udvikling. Denne udvikling illustreres i nedenstående model (figur 11). Modellen viser specialets metodiske tilgang, der er valgt som grundlag for behandling af den opstillede problemformulering.
Figuren afspejler således, hvordan specialet lægger ud med en bred indgangsvinkel i det indledende afsnit, hvorefter selve problemfeltet indskrænkes i takt med undersøgelsen. Endvidere ses det på figuren, at Contextual design anvendes som den primære metode, hvor de andre førnævnte metoder bidrager til specialets undersøgelse med en supporterende funktion.



Figur 11 - Specialets struktur og argumentation opbygning

Problemanalysen behandler behovsafklaringen med Exigo Consult, som søger at nå frem til en systemopsætning, der bidrager til løsning af specialets problemformulering. Den efterfølgende konceptuelle model (figur 12) har i specialet til formål at beskrive den forventede systemopsætning, der kan bidrage til løsning af specialets problemstilling. Den primære del af specialets analyse tager udgangspunkt i den udarbejdede konceptuelle model og anvendes i kontekst til dataindsamling, og it-programmer. Produktet af den udarbejdede problemanalyse vil fremstå i form af en konkretiseret systemopsætning. Dette vil efterfølgende danne grundlaget for en evaluering af systemet, et forretningsperspektiv og en konklusion.

2.7.1 Figurhenvisning

Figurer og tabeller vil i specialet være markeret med nummer og figurtekst, eksempelvis (Figur xx – beskrivelse). Bagerst i specialet findes en samlet referenceliste for de anvendte figurer og tabeller i specialet.

2.7.2 Kildehenvisning

Kilder i specialet vil blive henvist i henhold til standarden "Harvard Anglia". Standarden beskriver kilden med navn og årstal, der vises i parentes. Eksempel: (Kjeldgaard, 2002) Bagerst i specialet findes en samlet oversigt over de anvendte kilder, der er anvendt.

2.7.3 Appendikshenvisning

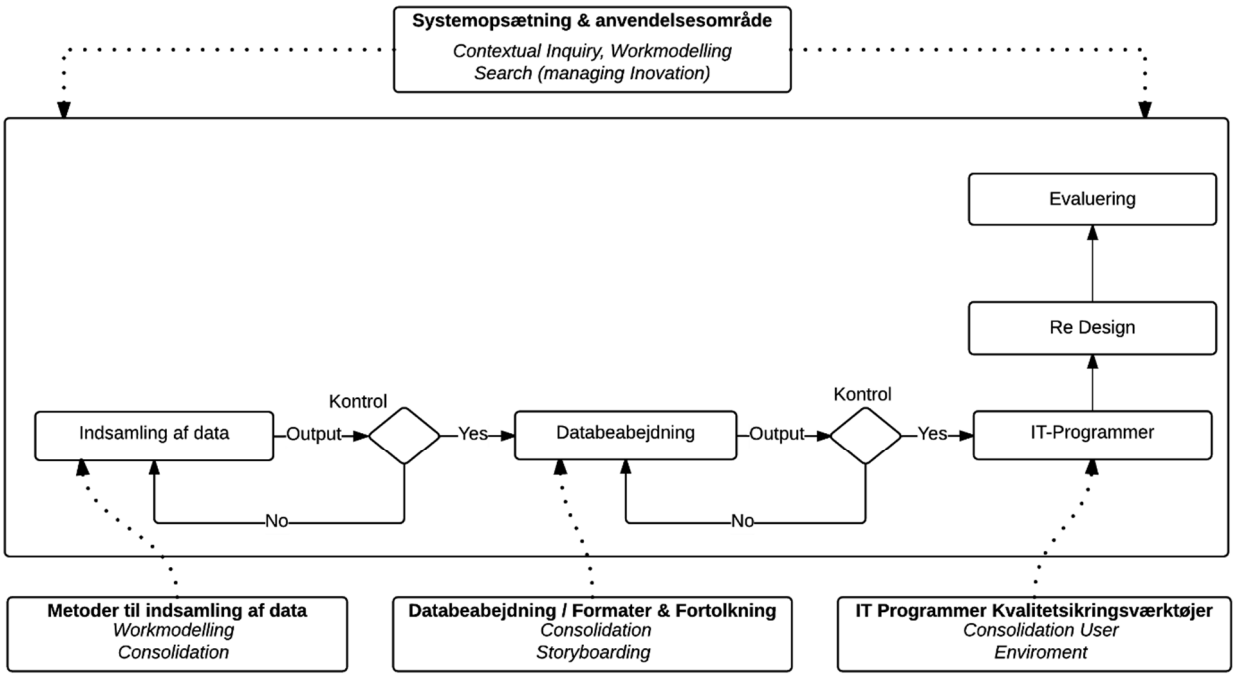
Appendiks i specialet vil fremgå som: (Appendiks xx). Bagerst i specialet findes en oversigt over anvendte appendiks anvendt i specialet.

2.7.4 Henvisning til interviews

De i specialet udførte interviews er samlet under ét appendiks og henvises derfor på følgende måde: (Appendiks 4 – 1.3). 4 er appendiks nummeret og 1.3 henviser til det specifikke interview, hvilket også vil fremgå af indholdsfortegnelsen i appendiksafsnittet.

3. FORANALYSE AF POSITIONSTEKNOLOGIER OG IT-PROGRAMMER

Dette afsnit bearbejder en systemopsætning og et anvendelsesområde, som er udarbejdet på et konceptuelt niveau med det formål et løse specialets problemformulering. Den udarbejdede systemopsætning bliver kontinuerligt med specialets undersøgelse tilført information, der afslutningsvis danner en systemopsætning. Hovedprincipper i analyseafsnittet er udarbejdet ud fra grundprincipperne i *Contextual design*. Der analyseres i specialet ud fra afholdte informationer og konsultationsmøder, der understøttes af indsamlede teorier og fortolkes i en sammenhæng ud fra et teoretisk grundlag, i det omfang dette måtte være relevant for specialets videre undersøgelse.



Figur 12 - Konceptuel model, til anvendelse Foranalyse

3.1 Systemforudsætning og anvendelsesområde

Specialets undersøgelse udføres som tidligere nævnt i samarbejde med Exigo Consult, hvor specialets forfatter agerer som internt led i organisationen. I specialets indledende del af undersøgelsen er der blevet afholdt indledende møder med Exigo, hvis formål har været at afstemme forventninger af specialets undersøgelse. Endvidere opstod der af de indledende møder en fælles konsensus for på et konceptuelt niveau at udarbejde et system, der ville være i stand til at supportere en manuel proces i logistikken omkring materialehåndteringen på en byggeplads.

Exigo Consult er en virksomhed med speciale i projekt og risikostyring i komplicerede byggeprojekter. Konsekvenserne af fejl i byggeprojekter ender ofte med milliontab og slåskampe i udførelsen. Exigo arbejder i den forbindelse med at optimere disse processer ved anvendelse af effektiv planlægning.

"Vores metoder minimerer risici og sikrer præcise leverancer, økonomi og tidsplaner. Vi har dokumenteret erfaring med, at det er muligt for selv meget komplekse byggerier at skabe en sund byggeproces. " (Birch, 2014)

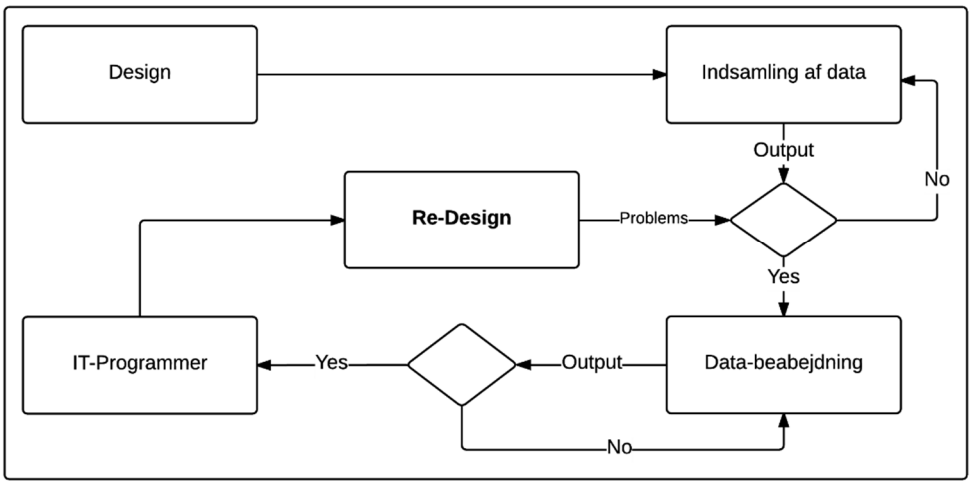
Exigo arbejder hermed konstant med at effektivisere processer, der kan hjælpe forskellige aktører i byggeriet med en optimering af blandt andet koordinering og tidsplanlægning. Endvidere arbejder virksomheden ud fra missionen om at skabe værdi til deres kunder ved anvendelse af innovative løsninger, der integrerer mennesker, processer og teknologier i byggeriet (Birch, 2014).

Dette betyder, at der kan skabes et bedre overblik, øget bygbarhed og reduceret tidsforbrug ved projektering og udførelse, hvis der anvendes it-teknologi til optimering af tilhørende processer. Her menes der blandt andet 4D- og 5D-teknologi, der bidrager til optimering af processen ved at tilføre 3D-bygningsmodellering med priskalkulation og planlægning. Denne tilføjelse af it-teknologi til traditionelle, eksisterende projekterings- og planlægningsprocesser har også bidraget til grundlaget for specialets undersøgelse.

Anvendelsesområdet for et alternativt system er et vigtigt parameter, hvis der skal implementeres et nyt system. Et sådant system er i besiddelse af ny eller supporterende teknologi til en eksisterende proces. Exigo, der primært beskæftiger sig med optimering af lokationerne ved udførelsen, har efterspurgt et system eller en proces, der kan bidrage til en teknologisk håndtering af leverancen af byggematerialer, i et sådant omfang at denne proces effektiviseres.

3.1.1 Konceptuel model

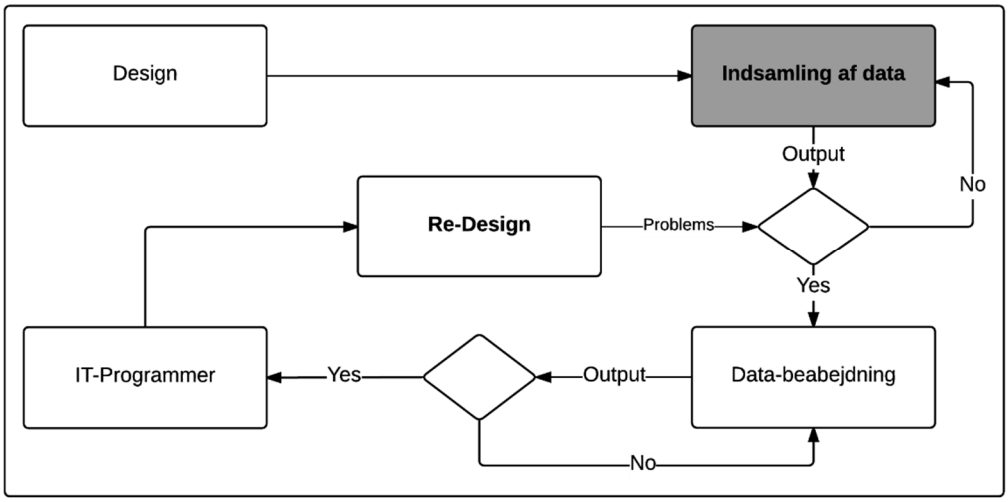
Nedenstående konceptuelle model (figur 13) viser opsætningen af problemanalysen og sammenhængen til den udarbejdede konceptuelle procesmodel **(appendiks 6)**. Modellen er udarbejdet ud fra principperne i figur 12, og primært baseret på Contextual design og Managing Innovation. Efterfølgende vil der i analysen blive anvendt metoder som eksempelvis Work-modeling, der anvendes til at fortolke den indsamlede data og Story-boarding for visuel fremstilling af modellerne.



Figur 13 - Konceptuel model

3.2 Indsamling af data via teknologi

Afsnittet *Indsamling af data* ser på forskellige teknologier, og er den indledende del af systemopsætningen og kan anvendes til indsamling af data. Den grå kasse i den konceptuelle model viser, hvilken del afsnittet behandler.



Figur 14 - Konceptuel model indsamling af data

Formålet med indsamling af data er at finde en teknologi, der er i stand til at indsamle data vedrørende byggematerialer og deres geografiske placering i en logistikproces. Undersøgelsen bygger på et litteraturstudie, der omhandler den teknologi, som er tilgængelig på markedet. Der foretages i afsnittet en redegørelse for hver teknologi, der har relevans for specialets undersøgelse, og som opfylder de i kravspecifikationen opstillede krav. (Appendiks 7)

3.2.1 Kravspecifikation til Teknologier

Kravspecifikationerne til teknologierne er udarbejdet på grundlag af tekniske egenskaber samt på baggrund af ønsker fra relevante interessenter. (Appendiks 4) Specifikationerne har dannet grundlag for undersøgelsens omfang og er en kombination af tekniske egenskaber, tilgængelighed og brugervenlighed. Afslutningsvis i afsnittet udvælges der ud fra tekniske egenskaber samt ekspertvurderinger, hvilke teknologier samt it-programmer der har fundet anvendelse i den udarbejdede systemopsætning. Teknologien bestemmes desuden med påvirkning fra principperne i MI. (Tidd & John, 2009)
Select er udvælgelsen i beslutningsprocessen, der fungerer grundet en effektiv *"Search"*. Det kan i *Search-fasen* være svært at træffe korrekte beslutninger grundet den underliggende usikkerhed, der vil være forbundet med en udvælgelse af det rigtige værktøj eller den rette teknik. Endvidere skal denne udvælgelse ses i forhold til den innovative del, hvor den intellektuelle indsats er involveret i den samlede vurdering af valget. Det er derfor vigtigt, at der i denne fase udvælges teknologi ud fra et holistisk synspunkt, da der ved fremtidig anvendelse sker en interaktion mellem teknologi og bruger af systemet.

Dette betyder, at der skal også i valget er taget højde for, hvordan interaktionen mellem menneske og teknologi vurderes. Der vil i specialets undersøgelse kun blive foretaget ekspert vurderinger/undersøgelser, idet det forudsættes, at profilen, der skal dirigere systemet inklusive den tilhørende teknologi og it-programmer, er faglig kompetent inden for området.

Teknologien vurderes i problembearbejdningsafsnittet, hvor udvælgelsen sker på baggrund af tekniske forudsætninger, der skal opfyldes for at teknologien kan anvendes i specialets videre undersøgelse. Dette har en betydning for specialets undersøgelse og den teknologiunderstøttede systemopsætning, idet faktorer, som på nuværende tidspunkt finder anvendelse i første omgang senere i undersøgelsen, kan vise sig at skulle supporteres af anden teknologi eller ikke finder anvendelse i systemopsætningen.

3.2.2 Teknologier til indsamling af data

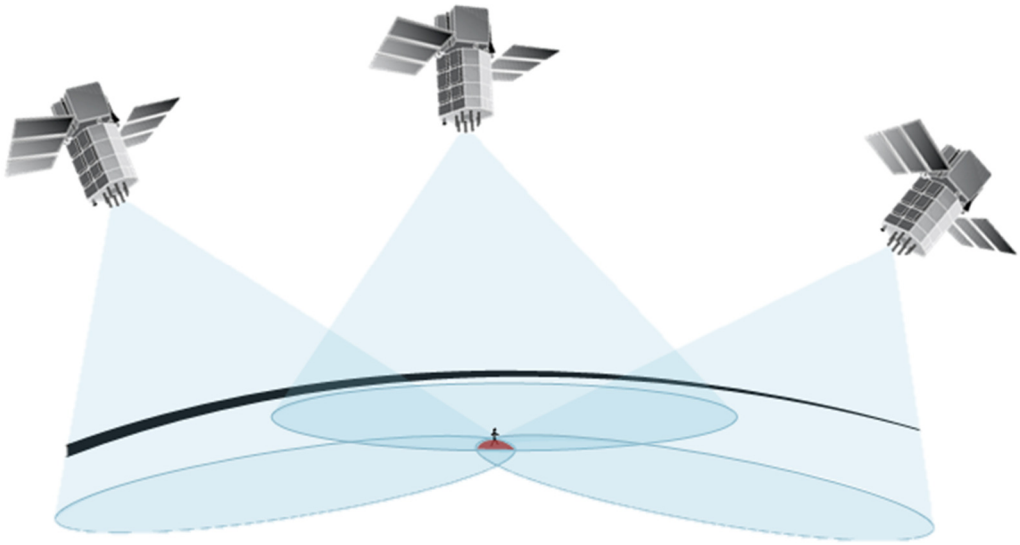
Dette afsnit behandler forskellige former for teknologier, deres funktioner og anvendelse, hvilket kan anvendes i forbindelse med indsamling af data. Indsamlingen af data er i specialets undersøgelse et vigtigt element i forbindelse med udarbejdelsen af en teknologiunderstøttet systemopsætning til håndtering af logistiske udfordringer ved materialeleverancen i byggebranchen.

3.2.3 Identifikation og positions teknologier

I afsnittet gives der indledningsvis en gennemgang af begreber, såsom positionering og triangulering. En begrebsafklaring herom er vigtig for den videre forståelse af de behandlede teknologier. Afsnittet vil behandle både elektromagnetiske bølgeteknologier, radiobølgeteknologi, stregkodeteknologi og billede genkendelse. Grundlaget for disponeringen er foretaget ud fra specialets indledende litteraturstudie. Teknologierne, som behandles i afsnittet, har alle til formål at kunne anvendes i forbindelse med indsamling af data. Redegørelse for egenskaber i den beskrevne teknologi, samt redegørelse for anvendelse og tekniske data behandles i forbindelse med en senere udvælgelse til et nyt konceptuelt system. Teknologiundersøgelsen skal desuden afklare, i hvilket omfang den enkelte teknologi kan anvendes selvstændigt eller skal anvendes i kombination med anden teknologi.

Positionering og Triangulering

Triangulering er en metode, der kan anvendes til at bestemme en position ud fra tre kendte positioner. Metoden kendes blandt andet til at udregne afstand til skibe, fly biler mv., og anvendes i GPS, der oprindeligt er et system udviklet af militæret for bestemmelse af geografiske placeringer.



Figur 15 - Position via Triangulering

Positionering

Positionering handler om, i hvilket omfang vi med teknologiske værktøjer har muligheden for at stedsbestemme, hvor vi selv eller andre befinder sig. Dette betyder, at vi eksempelvis via vores mobilenheder, såsom mobiltelefonen, er i stand til at kunne postionsbestemme/stedsbestemme hinanden eller ting, dyr, biler byggematerialer etc. Dette kan beskrives som en location based service, der eksempelvis ville kunne fortælle en forbruger om den nærmeste restaurant eller fortælle håndværkeren, hvor hans materialer befinder sig. Ifølge Jakob Fredslund, ph.d. og Jeppe Brønsted, ph.d., innovations- og forskningsspecialist ved Alexandra Instituttet, vil virksomheder på tværr få stor glæde af positionering i takt med, at teknologien bliver hurtigere, mere præcis, mere stabil og billigere. Endvidere mener Jeppe Brønsted, at hvis der sammen med teknologi anvendes intelligent software, der er i stand til at udnytte positionen, kan der skabes øget effektivitet og/eller nye forretningsområder (Fredslund & Brønsted, 2010).

Elektromagnetisk bølgeteknologi

GPS eller Global Position System består af 24 satellitter med hver deres atomure, der kredser om jorden. Urene anvender atomfysik til at fortælle tid og med en præcision, der svarer til at hvert ur vil vinde eller tabe ét sekund for hver million år. Hvert ur i satellitterne styrer en radionsender, hvis præcise signaler kan opfanges på jordens overflade. Den tilhørende GPS-modtager er lille nok til, at man kan holde den i hånden, og modtageren opfanger signaler fra flere satellitter. Det tager tid for signalet at komme fra satellitten og til modtageren. Modtageren kan sammenligne forsinkelserne mellem satellitsignalerne, og på denne måde foretage en præcis beregning af sin position overalt på jorden med stor nøjagtighed (Stewart Cobb, 1997).

Dog kræver en positionering, at der er frit udsyn til satellitterne for de antenner, der skal modtage signalerne. GPS er en meget udbredt teknologi og almindeligvis let og billig at erhverve. Prisen er dog relativ, da denne stiger kontinuerligt med præcisionen i apparatet. Som udgangspunkt er nøjagtigheden på de kommercielle systemer ca. 1-10 meter. Der er dog stadig udfordringer ved anvendelse af GPS systemer, og specielt hvis modtageren

befinder sig inde i en bygning og i den forbindelse ikke har udsyn til satellitterne (himlen). Desuden kan der være unøjagtighed og forsinkelse grundet fejl i satellitterne, eller der kan være ydre påvirkninger, som har negativ indflydelse.

Det er dog muligt at optimere nøjagtigheden ved systemet. Optimeringen kan bestå af mere præcist (dyrere) modtagelsesudstyr til sikring af en bedre signalmodtagelse. Ved eksempelvis montering af flere antenner til at opfange signalet, kan det minimere antallet af atmosfæriske forstyrrelser, således positioneringen bliver mere præcis.

Er der behov for en præcision ned til 10 cm kan der etableres referencestationer, der placeres på strategiske steder. Dette bevirker, at modtagerstationerne hjælper til med at korrigere for unøjagtigheden. Denne model kaldes for Differentiel GPS, hvilket blandt andet anvendes i landbruget til automatiseringskontrol af køretøjer, når der skal pløjes, sås og lignende (O`Connor, 1997)**.**

GSM eller **Global System for Mobile Communications** er en meget udbredt mobiltelefonstandard. GSM-nettet er opdelt og organiseret i celler med hver sin tilhørende sendemast. Dette betyder, at mobiltelefonen automatisk kobler sig på den nærmeste celles basestation og på samme tidspunkt også holder sig orienteret om, hvornår der er en anden celles banestation, der er nærmere. Hvad angår positionering, kan denne bestå enten af en netbaseret eller en mobilbaseret positionering.

Mobilbaseret teknologi kræver blot, at der installeres software på telefonen, hvorimod de netbaserede teknologier kan være en nødvendighed for at skulle kontakte mobiltelefon-operatøren for at få opdateret enten software eller hardware. De netbaserede teknologier har en begrænsning, da de *kun* kan anvendes i et område, hvis dette er dækket af en operatør, der samtidig understøtter den rette form for positionering (Fredslund & Brønsted, 2010). Den primære metode til positionering i et GSM-netværk er anvendelsen af celle identifikation. Cellen, der er en del dækningsområdet ved en GSM-mast, er et cirkeludsnit på 120 grader med en tilhørende radius på 200 meter i byerne og 10 til 15 km. i landområderne. Præcisionen ved anvendelse af denne teknologi er dermed et sted mellem 200 meter og 10-15 km.

Bluetooth
Bluetooth er en teknologi, der også kan anvendes til positionering. Når en position skal beregnes, gøres dette ud fra den målte signalstyrke sammen med ***trilateration***, der beregner en position ud fra tre RTT -værdier (round-trip time) til at estimere koordinaterne for et mål eller anvendelse. På samme måde som triangulering pinges der ud fra værdier, hvorefter en algoritme forsøger at forudsige placeringen på grundlag af det overlappede område.

Trilateration: er en teknik, der anvender RTT. Det vil sige, den tid det tager et signal, der sendes sammenlagt med længden af tid, det tager for at få en bekræftelse af det signal, der skal modtages. Dette betyder, at signalet beregnes ud fra forsinkelse på signalet (Cottrell, 2012)**.**

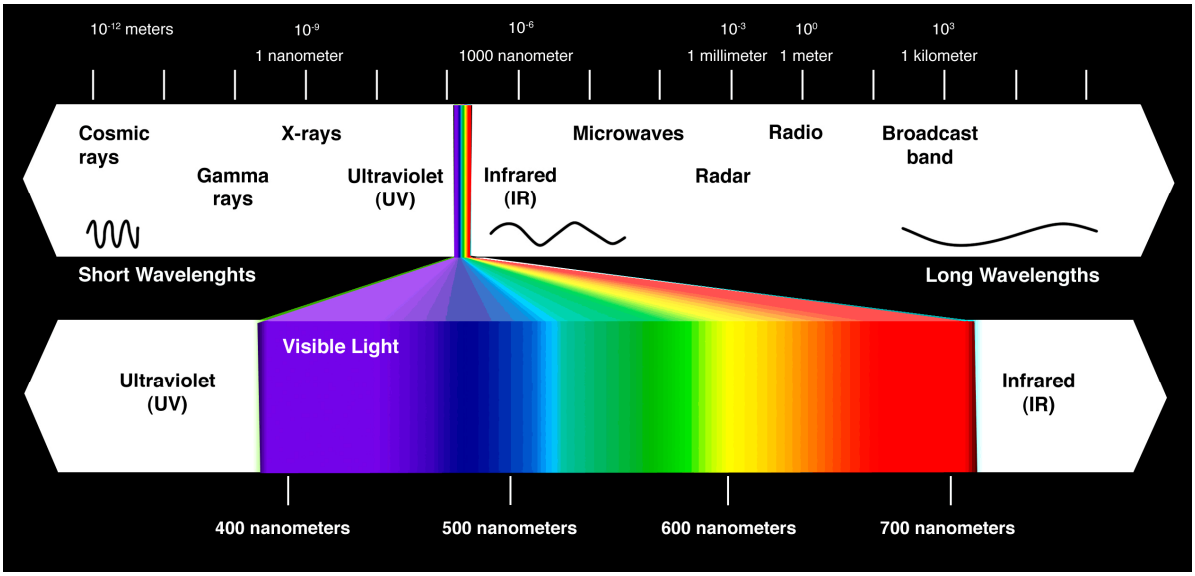
Hvis ikke der anvendes trilateration, anvendes ***nærhedsprincippet,*** der betyder, at en lille chip udsender signaler, som opfanges af mobiltelefonen. Det kræver dog, at man er inden for en radius på 70 meter, hvis dette skal fungere (Instituttet, 2015)**.**

For at være i stand til at positionere Bluetooth er det nødvendigt, at der placeres stationære Bluetooth-basestationer, der er beregnet til positionering. Disse placeres i det område, hvor der ønskes en positionering. Fordelen ved denne teknologi er, at der er mange produkter på markedet, der allerede har indbygget teknologien. Præcisionen på teknologien er afhængig af, hvor tæt nærhedsstationerne er placeret. Nærhedsprincippet er det mest hyppige anvendte med en præcision fra 2-30 meter (Fredslund & Brønsted, 2010)**.**

WiFi
Wifi betyder wireless fidelity og anvendes via almindeligt trådløst netværk til positionering. Der er udarbejdet en standard for WiFi-radiokommunikationen, der hedder IEE 802.11. Dette betyder, at enheder med et trådløst netværkskort, såsom computere, er i stand til at kommunikere via access points, der er forbundet til et datanetværk. Systemet fungerer ved at disse access points og de trådløse netværkskort er i stand til at måle signalstyrken på de signaler, der modtages. De signaler, der modtages, kaldes RSSI (Received Signal Strength Indication), og de beregner afstanden til et eller flere access points via signalstyrken. Herefter bestemmes positionen ud fra de samme trilaterationsprincipper, som anvendes i forbindelse med bluetooth. På den måde kan en position bestemmess ud fra et signalkort, der er udført ved at tage målinger forskellige steder i eksempelvis et byggeri. Metoden kaldes *finger printing* og er baseret på access points (Fredslund & Brønsted, 2010)**.**

Infrarød
Infrarød teknologi er baseret på et sporingsprincip, der fungerer ved, at en ID-brik udsender infrarøde stråler, der opfanges af kameraer. Jo mere præcis man ønsker en positionering, desto flere kameraer. Ulempen ved de infrarøde stråler er, at de blokeres af alle fysiske genstande. Dette sætter krav til omgivelserne (Systematic, 2012)**.**

Disse teknologier er alle elektromagnetiske bølge-teknologier, hvilket betyder, at jo kortere bølgelængde desto mere energi befinder der sig i strålingen. Elektromagnetiske bølger spænder fra de konvenerede gammabølger til radiobølger, som det fremgår af figur 16.



Figur 16 - Elektromagnetiske bølger (sites, 2015)

Vi bevæger os i dagligdagen rundt i elektromagnetiske bølger, som bevæger sig frit i atmosfæren. Nogle bølger er naturlige, såsom solen, mens andre er skabt af mennesker. Andre teknologier er radiobølgeteknologi.

Radiobølgeteknologi

Radiobølgeteknologi kan anvendes og bliver anvendt i mange forskellige sammenhænge. Teknologien anvendes til blandt andet overførelse af data imellem computere samt til anvendelse i telekommunikation. Den fungerer ved, at man er i besiddelse af en sender og en modtager. Teknologien fungerer ved, at signalet udsendes via elektromagnetiske bølger inden for et frekvensområde. Dette frekvensområde går også under betegnelsen radiofrekvens. Radiobølger kan ved højfrekvens række op til 100 kilometer, hvor det modsat ved lavfrekvens kan begrænses ned til 3 mm. Ulempen ved denne teknologi er, at lavfrekvensområderne er de eneste, der er offentligt tilgængelige. Dette har blandt andet skabt forstyrrelser for elektronik, såsom elektroniske bilnøgler. Gratis frekvenser kan have en negativ konsekvens, idet de risikere at forstyrre hinanden. (Ingeniøren, 2009).

RFID Radio Frekvens Identification

RFID princippet består af en lille tag (chip) samt en tilhørende antenne. RFID-tags findes både som passive og aktive. De to typer bestemmer blandt andet chippens rækkevidde.

Den passive RFID-tag fungerer ved, at den modtager strøm fra aflæseren, når der skabes kontakt mellem aflæser og modtager. Den passiv chip absorberer strømmen, som den anvender til at tilbagesende information.

Den aktive RFID-tag har indbygget strømkilde, hvilket gør, at den kan sende informationer via den indbyggede antenne over længere afstande uden først at blive aktiveret af en aflæser som ved den passive. Den aktive chip har samtidig en større hukommelse.

RFID anvendes i industrien, hvor producenterne indstøber eller placere chippene i eksempelvis betonelementer eller i vinduer. Dette bevirker, at man blot ved at scanne

direkte eller indirekte kan opsnappe informationer om det enkelte produkt. Ud over registrering af data tilhørende en specifik enhed, kan teknologien samtidig anvendes til at foretage kvalitetssikring samt spore produkterne på tværs i en supply chain. I byggebrancen er teknologien også anvendt til at sikre placeringen af betonelementer i et byggeri. Dette sker ved, at dataene fra RFID-tags sammenholdes med bygningsmodellen (Birch, 2010).

Afstanden for, hvor langt væk en RFID-tag kan aflæses, er bestemt ud fra, om der vælges en aktiv eller en passiv tag. Den passive RFID-tag kan som udgangspunkt aflæses inden for få centimeter og op til 6 meter. Den aktive RFID-tag aflæses helt op til 100 meter (Fredslund & Brønsted, 2010).
Når der anvendes RFID til positionering, sker dette ved, at alle tags fordeles i et område, hvor positionerne er kendt på forhånd. Ud fra dette kan man bestemme en position. Teknologien anvendes ofte modsat, i form af at man holder øje med en effekt via de stationære aflæsere. Præcisionen er ikke præcis nok til at kunne positionsbestemme inden for cm.

NFC: Near Field Communication
NFC-teknologien er en form for RFID-teknologi og benyttes som regel til at sende og modtage signaler i mellem elektroniske enheder. Dette foregår på relativ korte afstande, typisk mellem 5 til 20 cm. NFC-teknologier er meget anvendelige til deling af informationer samt parring af enheder. Desuden anvendes teknologien også i forbindelse med betalingsoverførelser. Teknologien er hurtig og sikker, hvilket giver den en fordel ved udveksling af informationer i mellem eksempelvis mobiltelefoner. NFC kan med andre ord beskrives som en RFID-tag, der er i stand til både at sende og modtage.

UWB: Ultra Wide Band
Ultra Wide Band-teknologi er en teknologi, hvor der anvendes radiosignaler, der udsendes med en meget lav effekt og samtidig i et bredt spektrum. Via modtagere måles Time Difference Of Arrival, som det også gøres i GPS-teknologien. Dette betyder, at positionen er baseret på signaler fra en retningsbestemt antenne. Fordelen ved denne teknologi er, at den modsat GPS kun skal bruge to modtagere for at være i stand til at positionere. Præcisionen er ca. 15 cm, hvilket betyder denne teknologi er relativ præcis.

Stregkodeteknologi / Line-of-sight teknologi
Stregkoder også kaldet Line of sight-teknologi findes på de fleste produkter, vi som forbrugere kan købe, når vi handler. Oprindeligt hed stregkoden UPC barcodes, hvilket betyder Universal Product Code. Stregkodeteknologien består i Danmark af et sekscifret identifikationsnummer, hvilket også kaldes EAN-numre. Numrene beskriver, hvor varen er fra samt et markedsføringsnummer efterfulgt af fem cifre, der er et internt markedsføringsnummer tilhørende producenten eller distributøren. Stregkoden kræver, at denne aflæses med en stregkodelæser eller eksempelvis en mobiltelefon. En effektiv funktion ved stregkoden er koder baseret på en QR kode, hvilket gør, at den kan indeholde langt mere information, såsom tekst, kontaktinformation, links mv.

***QR kode*: Quick Response Kode**
QR-koden er en videreudvikling af stregkoden og adskiller sig ved, at den kan indeholde mere information end stregkoden. QR koder er ud fra et teknisk synspunkt ikke krævende,

hvad angår it-forudsætninger, da denne kan aflæses af hverdagsteknologi, såsom af en mobiltelefon. Koden fungerer på samme måde som en stregkode ved, at denne scannes. Teknologien er eksempelvis anvendt af den amerikanske milliardvirksomhed DPR Construction i forbindelse med en renoveringsopgave, hvor de havde brug for at registrere deres byggematerialer i forbindelse med en kompliceret leverance (Construction, 2013). QR-koden kræver, ligesom stregkoden, at koden scannes manuelt med en håndscanner.

Billedgenkendelse teknologi
Billedgenkendelse er en teknologi, der er meget udbredt og finder ofte anvendelse i forbindelse med gamer-industrien. Microsoft Kinect udkom i 2010 og bidrog med en ny måde at tænke interaktionen mellem menneske og computer. Den primære funktion i Kinect er at opfange kroppens bevægelser og overføre dem til en 3D model, hvilket anvendes i xbox-spillene (Microsoft, 2009). På København Universitet har man haft stor glæde af teknologien, der blandt andet har været brugt til at kontrollere et tv ved anvendelse af håndbevægelser. Microsoft har på baggrund af efterspørgsel udgivet et offentligt udviklingsværktøj til Kinect-enheden. Formålet med teknologien er at give brugeren yderligere adgang til enheden. Før Microsoft udgav softwaren, bestod kommunikationen primært af open source-systemer. Lektor Jon Sporring udtaler, at de er rigtig glade for at have adgang til den rigtige software i billedgruppen på DIKU. For gruppen betyder det, at de har flere og bedre muligheder for at arbejde videre med et projekt, som er baseret på Microsoft Kinect, hvilket skal hjælpe med genoptræningen af patienter på et hospital. Helt specifikt anvendes systemet ved en patient, der har brug for genoptræning via Kinects software, som kan illustrere, om patienten har udført de rigtige øvelser, som lægen har anbefalet (Møllerhøj, 2010).

Bevægelses-sensorer
Bevægelsessensor er en elektronisk sensor, der via et infrarødt lys måler bevægelse. Alle objekter, der har en temperatur på over det absolutte nulpunkt, udsender energi i form af stråling. Denne stråling er usynlig for det menneskelige øje grundet udstrålingen af de infrarøde strålinger. Disse bevægelsessensorer udstråler ikke nogen energi, de arbejder primært ved at detektere den energi, der afgives af andre produkter. Dette gælder eksempelvis ved en indendørs bevægelsessensor, som anvendes til at fornemme bevægelser fra personer eller lignende genstande. Princippet anvendes ofte til tyverialarmer, automatisk aktivering af lys eller andet, hvor det er nødvendigt at registrere en bevægelse.

Biometriske teknologier
Biometri anvendes til mange forskellige formål, som eksempelvis id-kort, pas og meget andet. Biometrien bliver hyppigt anvendt i Danmark og har både fordele og ulemper præcis som andre teknologier. En af fordelene ved teknologien er, at registreringen er unik og tilhører en bestemt person. Ulempen er, at personfølsomme data derfor kan misbruges. Teknologirådet anbefaler derfor i sin rapport fra 2010, at der i den forbindelse udarbejdes nogle retningslinjer for området, hvilket skal bidrage til at sikre den enkelte persons retssikkerhed. Dette betyder, at persondataloven skal revideres i takt med udvikling af biometriske teknologier (Teknologirådet, 2010).

Biometriske teknologier kan opdeles i to hovedkategorier, der hver er baseret på henholdsvis adfærd og fysiologiske karakteristika.

Teknologier baseret på **adfærd**:

- Signaturanalyse
- Stemmeanalyse
- Tastedynamik
- Ganganalyse.

Teknologier baseret på **fysiologiske karakteristika:**

- Fingeraftryksgodkendelse
- Ansigtsgenkendelse
- Håndskanning
- Irisgenkendelse
- Retinaskanning (nethinden)
- Venescanning
- Øreformanalyse
- Hjernebølgeanalyse
- Lugtanalyse
- DNA.

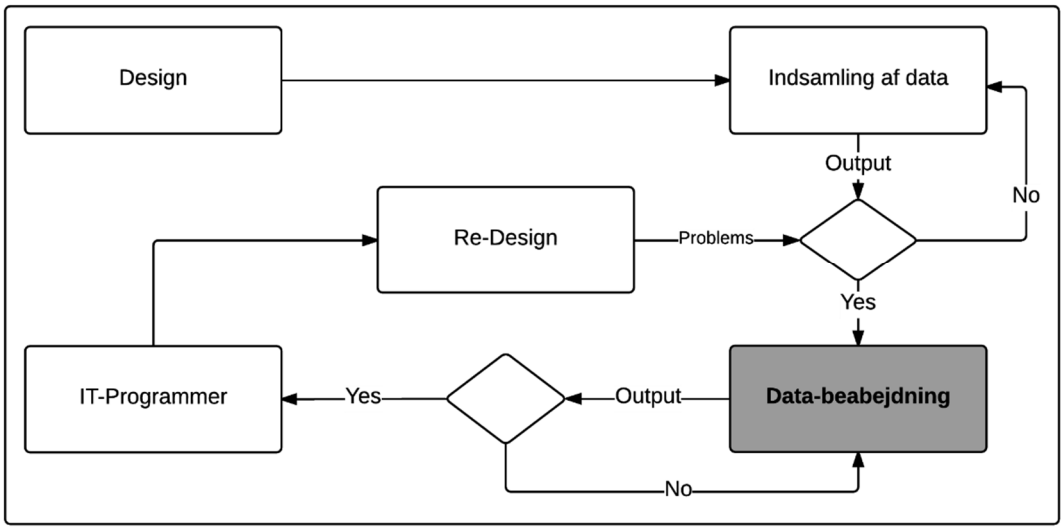
Der skelnes imellem verifikation og identifikation, når data skal matches i forhold til en person. Verifikation er, når data bliver matchet med én konkret person. Et eksempel, hvor en ansat kører sit id-kort igennem en kortlæser på sin arbejdsplads, kaldes biometrisk adgangskontrol. Herefter er man i stand til at indhente de ønskede data fra en database og sammenholde disse med de data, der kræves for at opnå adgang med det specifikke ID-kort. Dette betyder, at ID-kortet kun sammenligner data med præsenterede data fra én bestemt lagret profil (Teknologirådet, 2010).

Identifikation er derimod, når ens biometriske data sammenlignes med en stor mængde lagret data fra databasen. Dette kunne eksempelvis ske ved fingerskanning, hvor databasen søger efter det anvendte fingeraftryk, og når denne er fundet ser, i hvilket omfang den enkelte person har adgang eller ej.

Opsamling og evaluering af teknologi til systemopsætning
Ud fra ovenstående teoretiske behandling af forskellige teknologier er det i dialog med Exigo Consult valgt hvilket teknologi der anvendes til specialets videre undersøgelse. Valget at teknologi er baseres på kravspecifikationen hvilket vel fremgå af specialets problembearbejdnings afsnit (Afsnit 4.1).

3.3 Databearbejdning

Det er vigtigt, at den indsamlede data i undersøgelsen fortolkes ud fra et ensartet grundlag, og der er styr på de data, der modtages, og de data der efterfølgende skal anvendes. Det forudsættes i specialets undersøgelse, at den indsamlede data er indsamlet og behandlet ud fra de samme forudsætninger.



Figur 17 - Konceptuel model til Databearbejdning

I foregående afsnit blev forskellige former for teknologier i forbindelse med indsamling af data til specialets undersøgelse behandlet. Dette afsnit tager derfor fat på metoden, hvorpå data indsamles. Det vigtigste element i indsamling af data er, hvordan data efterfølgende kan anvendes i CAD-programmer, kvalitetssikringsprogrammer til bygningsmodel, planlægningsprogrammer og en afsluttende kvalitetsstyring af byggeprojektet ved udførelsen.

I forbindelse med specialets undersøgelse blev der i starten af projektet foretaget observerende møder med blandt andet MT Højgaard, Jorton, Exigo Consult samt indkaldte underentreprenører med tilknytning til det konkrete byggeprojekt (NAU- Nyt Aalborg Universitetshospital) (Appendiks 4 – 1.1). Grundlaget for deltagelse i observationsmøderne var for specialets forfatter at fastslå en sammenhæng mellem den indsamlede empiri og det indledende litteratur studie. Observationsmøderne understøttede i den henseende antagelsen om, at der er findes store udfordringer i byggebranchen med at kunne både indsamle og anvende fornøden data i forbindelse med materialeleverancerne.

Efterfølgende er der på baggrund af et udarbejdet BPMN-skema (appendiks 18) foretaget interviews med de i specialet bestemte interessenter. Interessenterne og deres påvirkning i undersøgelsen fremgår af interessentanalysen **(**appendiks 5). Specialets adspurgte interessenter udtrykte alle en holdning eller et ønske om, hvilken form for teknologi de kunne se anvendt til indsamling af data. De adspurgte interessenter arbejder til daglig med enten at distribuere eller modtage byggematerialer til eller på byggepladsen. Spørgsmålene blev stillet ud fra en kvalitativ semistruktureret spørgemetode, hvilket resulterede i, at validiteten i undersøgelsen ikke er forurenet.

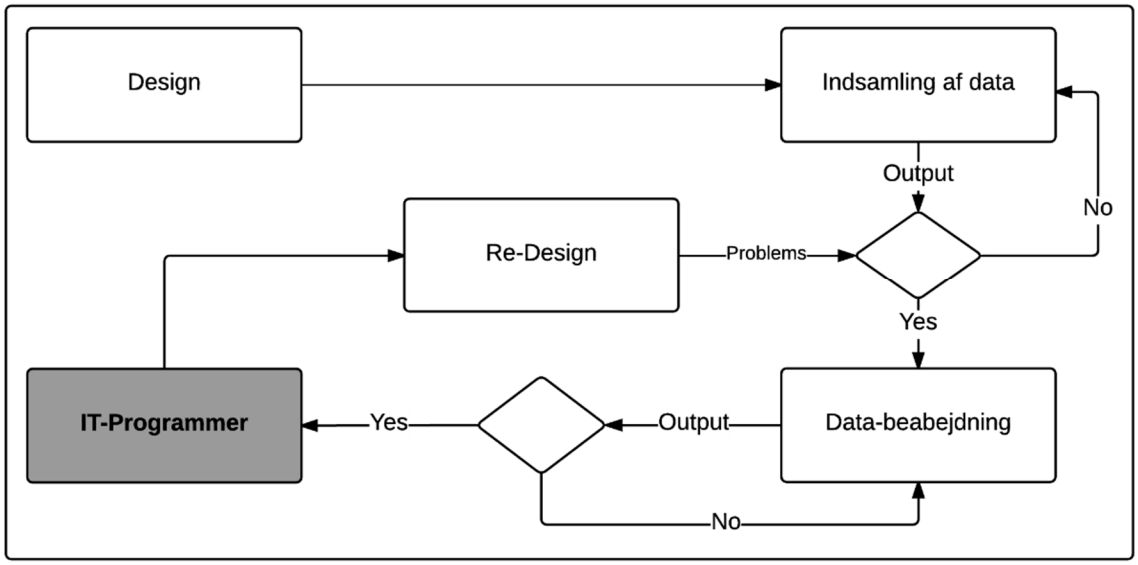
Det betyder, at indsamlingen af data til specialets systemopsætning er baseret på teknologi og er udvalgt efter specifikke opsatte kriterier. Disse udvælgelseskriterier er primært baseret på teknologiske synspunkter, dog med en indirekte påvirkning på undersøgelsens adspurgte interessenter.

Afgrænsning dataindsamling
Der er i udvælgelsen ikke udarbejdet tekniske detaljer for opkoblingen mellem teknologi til dataindsamlingen og koblingen til det efterfølgende it-program. Teknologien bliver derfor vurderet i samarbejde med Exigo Consult, i hvilket omfang denne kan finde anvendelse i det videre system. Det forudsættes derfor, at dataene fra RFID-teknologien kommunikerer via kommunikationsserveren med den virtuelle konstruktionsmodel.

Opsamling og evaluering af databearbejdningen
Denne del af systemopsætningen omkring bearbejdningen af data er på nuværende tidspunkt i specialets undersøgelse ikke konkret nok til at kunne beskrives yderligere. Dette skyldes, at der ikke på nuværende tidspunkt er udvalgt en specifik teknologi til indsamling af data. Endvidere er de gennemgåede teknologier kun behandlet på et overordnet og teoretisk niveau, hvilket også gør sig gældende for det input, der skal videreanvendes i CAD-programmet.
Databearbejdningen, der er en del af systemopsætningen, kræver, at der inddrages interessenter uden for specialets undersøgelse. På BPMN-modellen betegnes dette som et BIM-team, som har til formål at varetage den del af systemet. Bearbejdningen af data spiller en central rolle, når disse anvendes videre i processen for systemopsætningen. Det er derfor vigtigt, at BIM-teamet, der har til opgave løse denne udfordring, fungerer som et bindeled i sådan en proces.

3.4 IT Programmer til projektering, planlægning og kvalitetssikring

Dette afsnit behandler forskellige CAD-programmer, planlægningsprogrammer samt kvalitetssikringsværktøjer, som kan anvendes i forbindelse med en systemopsætning.



Figur 18 - Konceptuel model IT Programmer

3.4.1 Kravspecifikation til it-programmer

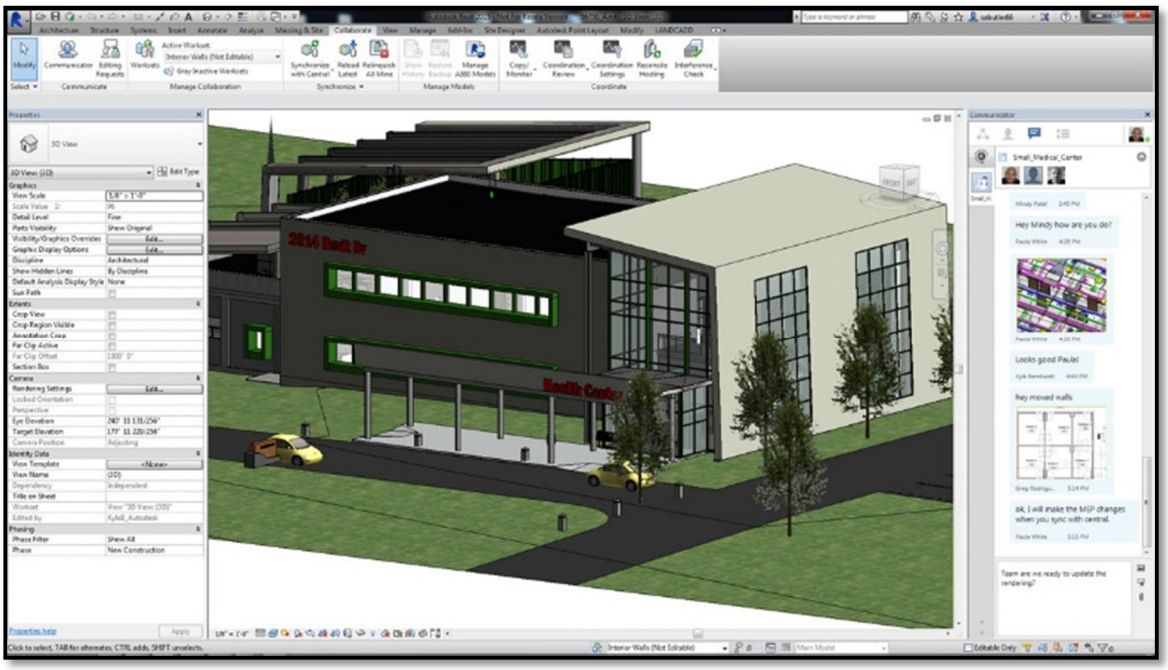
Kravspecifikationerne til it-programmerne er udarbejdet på grundlag af interviews fra relevante interessenter, der har stor indflydelse på specialets undersøgelse (appendiks 5). Specifikationerne har dannet grundlag for undersøgelsen omfang og består af en kombination af tekniske egenskaber, tilgængelighed og brugervenlighed. De behandlede CAD-programmer, planlægningsprogrammer og kvalitetssikringsværktøjer behandles på grundlag af tekniske egenskaber samt krav fra undersøgelsens interessenter, i det omfang dette findes relevant. Udvælgelsen vil fremgå af specialets problembearbejdningsafsnit.

3.4.2 CAD Programmer

CAD-programmer behandles i dette afsnit på et overordnet niveau og bliver senere i problembearbejdningsafsnittet behandlet ud fra de opsatte funktionskrav til systemopsætningen.

Revit

Revit er et program, der er opbygget specielt til 3D- og BIM-projektering. Programmet er et konstruktions- og tegneprogram med indbyggede funktioner, der kan anvendes i BIM-sammenhænge. Programmet indeholder funktioner til både arkitekt og forskellige ingeniører, og indeholder yderligere værktøjer til design, dokumentation, simulering, og visualisering. Revit kan, hvis det ønskes, fungere som platform til et tværfagligt samarbejde.



Figur 19 - Revit 2016 fra Auodesk

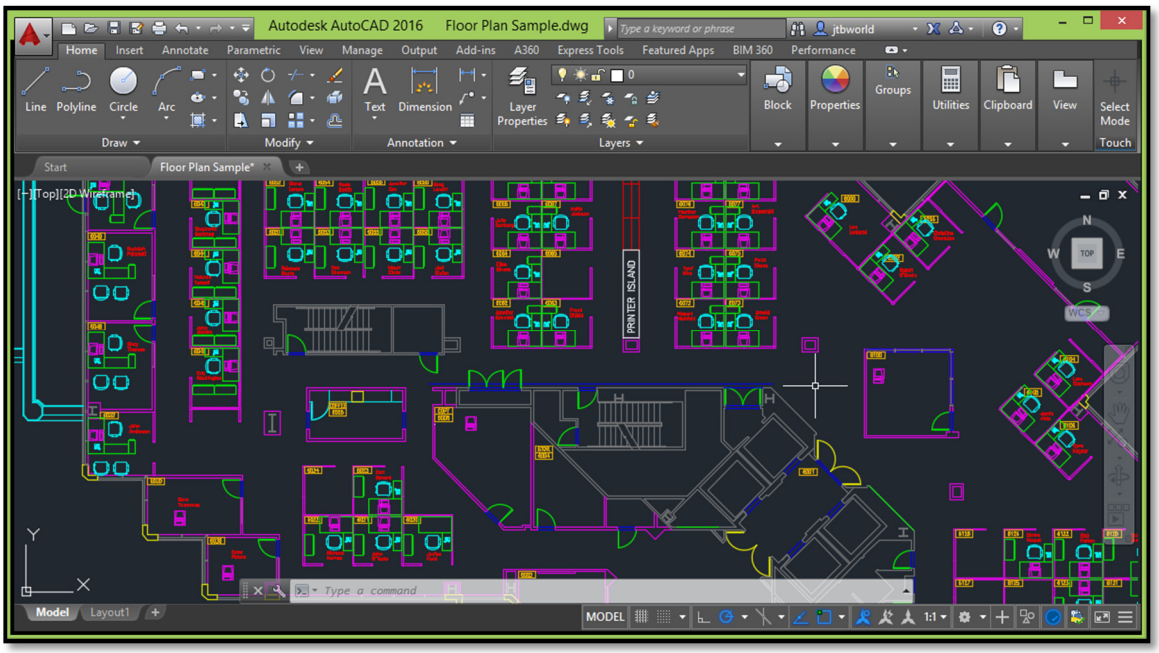
Funktioner:

- Fås på abonnement
- Arkitektonisk 3D-modellering
- Byggeteknisk modellering
- Konstruktion af ventilation, el og vvs-systemer
- Præsentation og visualisering
- Analyse byggeteknik, varme, masseundersøgelser og solundersøgelse
- Dokumentation, dimensionering, mærkning, fortegnelser
- Samarbejde mellem brugere og projekter
- Link fra andre Revit-filer
- Import af: RVT, DWG, IFC, DGN, DWF, IFC, XML Sketchup
- Eksport RVT, DWG, DXF, DGN, DWF, IFC, XML
- API – tredjeparts API (Application Programming Interface)
- Kollisionskontrol
- Interferenskontrol.

Yderligere specifikationer kan ses på Autodesks hjemmeside (Autodesk, 2015).

Autocad

AutoCAD er et 2D- og 3D-designværktøj, der på samme måde som Revit er et designværktøj til anvendelse af projektering af byggeprojekter. Programmet kan også anvendes i andre tekniske henseender. Programmet indeholder mange af de samme funktioner som Revit dog er programmet oprindeligt primært udviklet til projektering i 2D, men er i de nyere versioner blevet opgraderet til at kunne håndtere 3D-modellering (Autodesk, 2015).



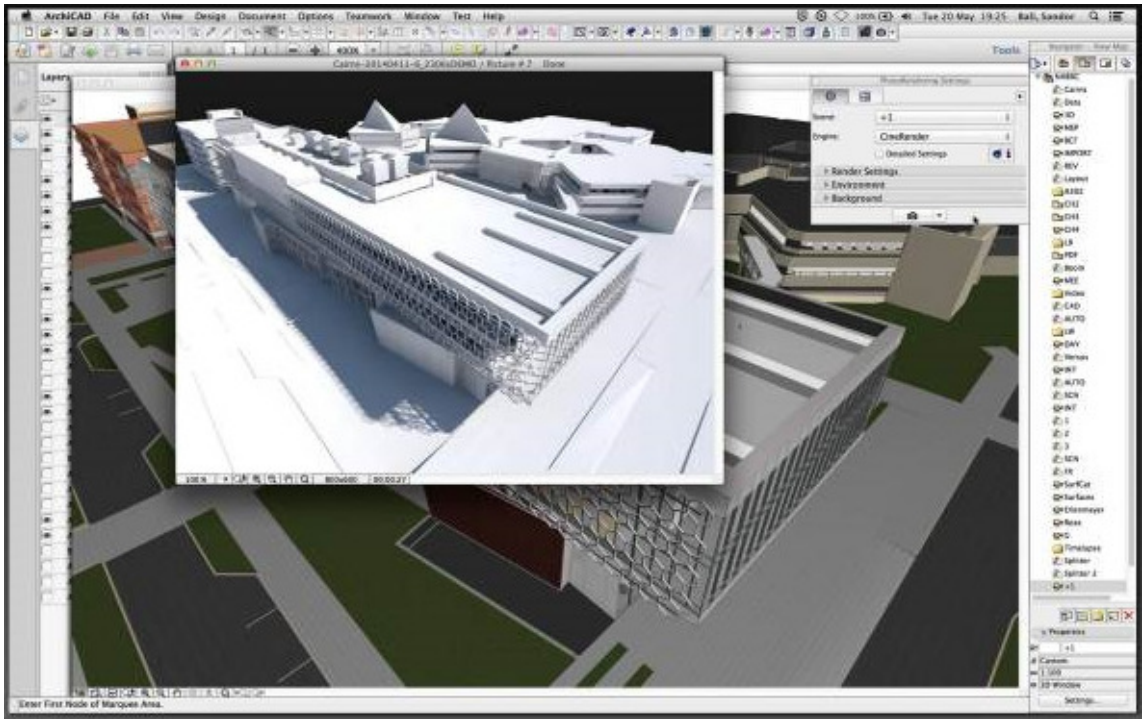
Figur 20 - AutoCAD 2016 Autodesk

Funktioner:

- Fås på abonnement
- Dokumentation – dataudtræk til tabeller – parametriske begrænsninger:
  - Geometriske begrænsninger: Styre relationerne mellem objekter
  - Dimensionelle begrænsninger: Styre afstand, længde samt værdier af objekter
- Design
- Import: FBX, IGES, PDF og DWF, DWG
- Eksport: PDF. DWG, XML (3D udskrivning).

ArchiCAD

ArchiCAD er et program baseret på mange af de samme principper som Revit fra Autodesk. ArchiCAD fra GRAPHISOFT er baseret på en kombination i at arbejde med både 2D og 3D ud fra den samme database. Dette betyder, at bygningsmodellen og den tilhørende dokumentationer er placeret det samme sted (Graphisoft, 2015).



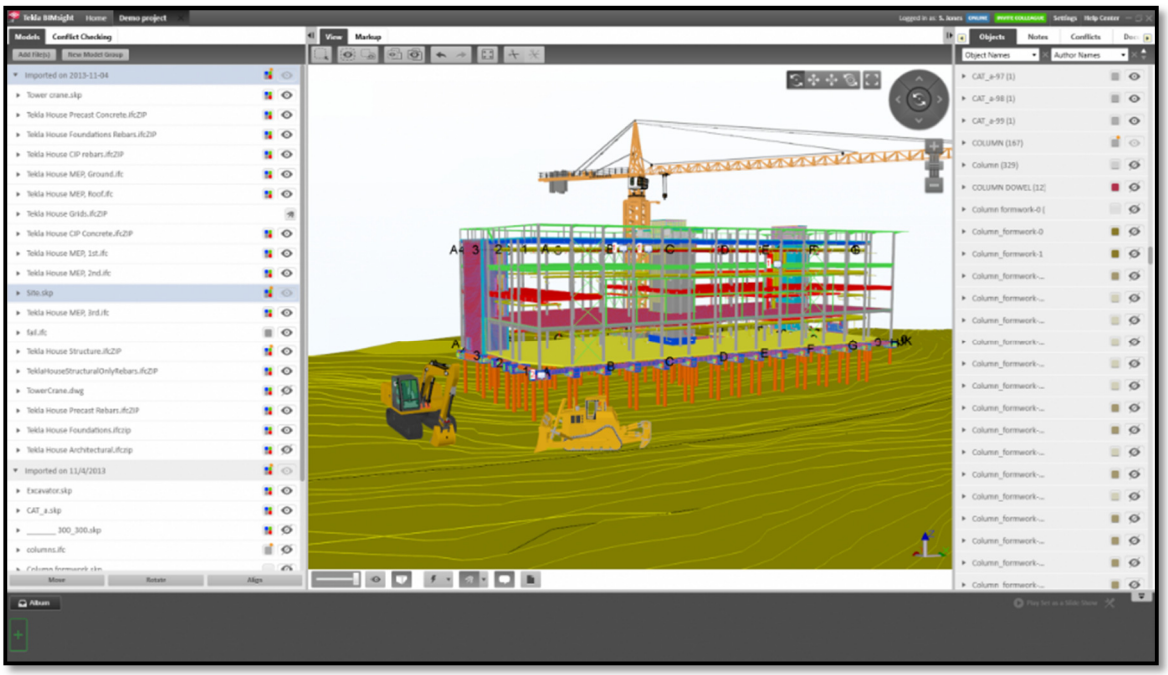
Figur 21 - ArchiCAD fra Graphisoft

Funktioner:

- Arbejde ud fra registrering af deres bygningsskanner (rettes)
- Design
- 3D-modellering
- BIM-kompatibel
- Dokumentation
- Teamwork (platform) udveksling af data
- Mængdekalkulation
- Input; IFC, DWG, DXF, XML(via XML converter)
- Output; IFC, DWG, DXF, XMLvia XML converter).

Tekla

Tekla er et modelbaseret modellerings-software/-værktøj til projektering, fabrikation af konstruktioner og processtyring. Tekla håndterer og gemmer informationer i en datamodel, og ikke via en 3D-tegning/-visualisering. Teknologiplatformen i Tekla indeholder værktøjer, der anvendes i den modelbaserede fremgangsmåde. Endvidere understøtter Tekla-softwaren mængde og omkostningsestimering. Fordelen ved dette software er, at man kan kombinere modeller og informationer uanset filstørrelse og kompleksitet (Tekla, 2015).



Figur 22 - Tekla software

Funktioner:

- 3D-modellering
- BIM-komapatibel
- Tidsstyring
- Omkostningsestimering
- Visualiseringer
- Inputs; DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP
- Outputs; DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP, PDF, XML.

3.4.3 Kvalitetssikrings programmer til KS af bygningsmodel

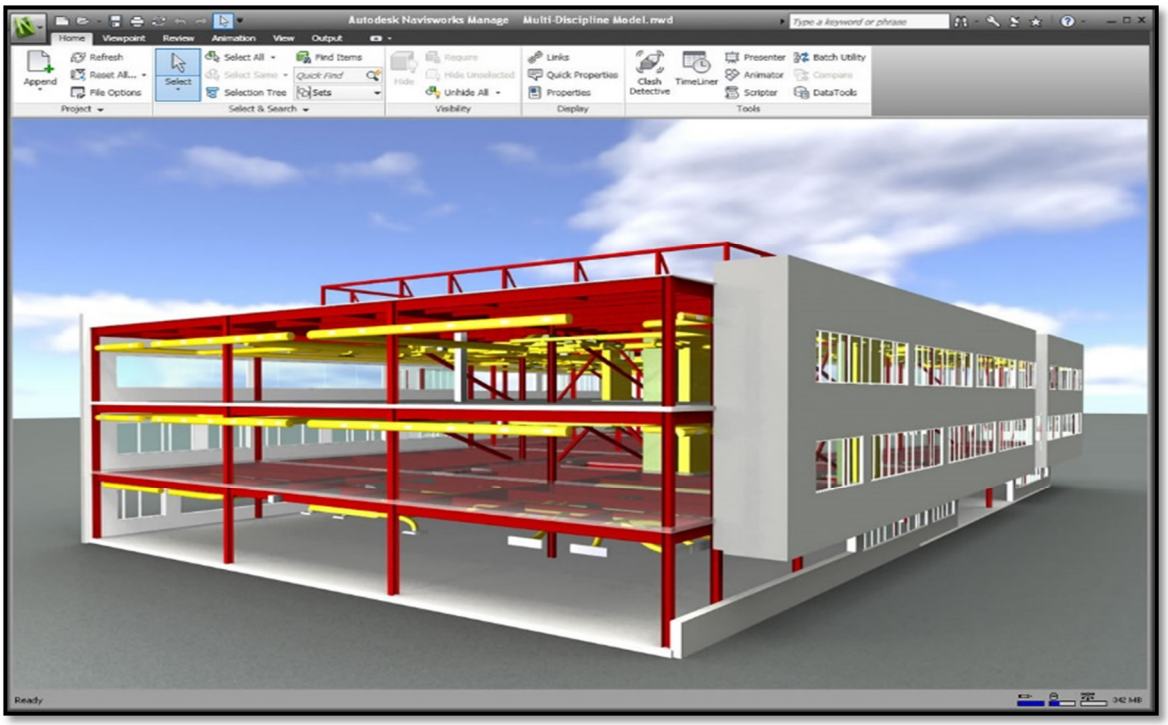
Kvalitetssikringsprogrammer kan anvendes til kvalitetssikring af bygningsmodellen, før der udtrækkes mængder egenskaber mm. Formålet er at sikre outputtet, inden informationerne eksporteres videre til planlægningsprogrammer. Der findes i den forbindelse softwareprogrammer til projektering, hvor der kan fortages kollisionskontrol og mængdeverificering i programmet, således det ikke er et must at skulle eksportere filen til et andet program for en videre behandling. Denne funktion er eksempelvis indbygget i Autodesk Revit (Autodesk, 2015).

Kvalitetssikringsprogrammerne behandles i dette afsnit på et overordnet niveau og bliver senere i problembearbejdningsafsnittet efter udvælgelse behandlet yderligere.

Naviswork

Naviswork er et program, der anvendes i forbindelse med kvalitetsikring/kvalitetstyring af bygningsmodeller. Programmet er indrettet til at foretage konstruktionssimuleringer, projektanalyser samt værktøjer til at simulere og optimere skemaer. Desuden kan

programmet identificere og koordinere kollisioner og interferenser. Naviswork kan også håndtere 5D-projektplanlægning, der omfatter tid og omkostninger. (Autodesk, 2015)



Figur 23 - Naviswork software

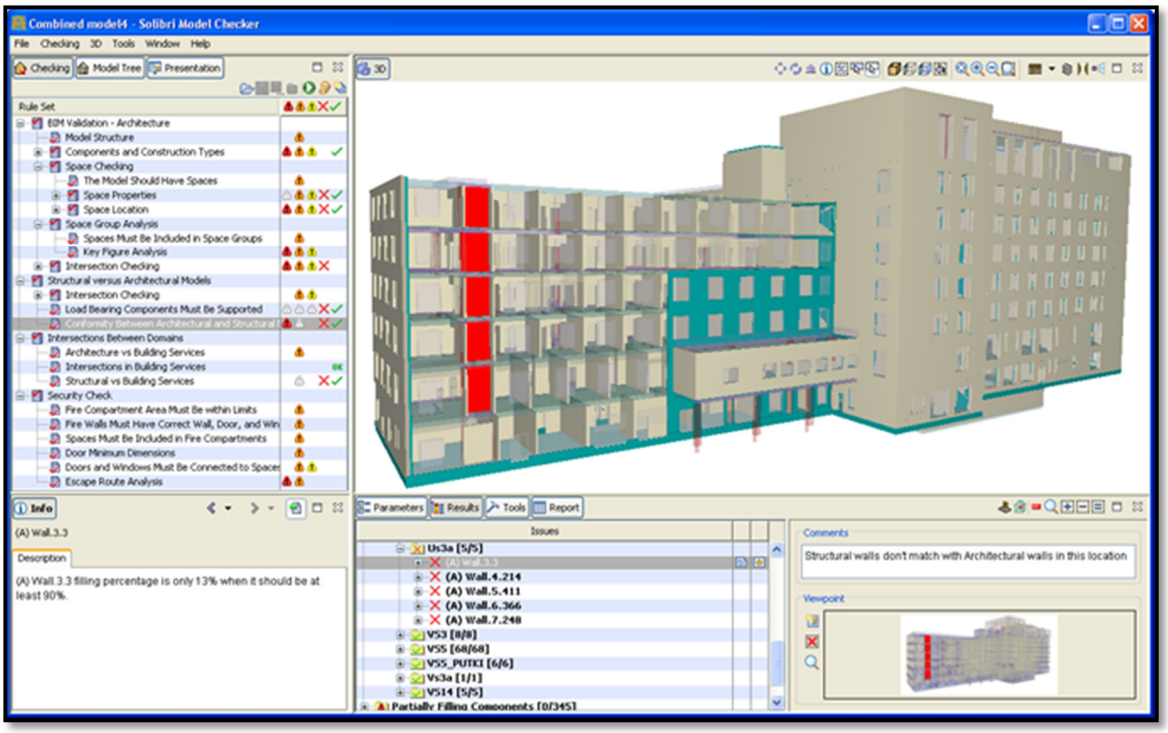
Funktioner:

- Projektvisning
- Navigering i realtid
- Modelgennemgang og fordeling af data (dataakkumulering)
- Modelsimulering
- Analyse
- 5D-produktskemaer
- Kollisionskontrol
- Kvantificering
- Inputs; RVT, DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP
- Outputs; XML, RVT, DWG, DXF, DGN, IFC PDF.

Solibri

Solibri er et kvalitetssikringsværktøj, der anvendes til at foretage kollisionskontroller af BIM-projekter. De forskellige fagmodeller samles i en SMC, således der foretages kontrol af, hvordan modellerne ses i forhold til hinanden. I programmet opsættes et regelsæt, der ligger til grundlag for analysen af bygningsmodellen. Endvidere kan programmet

kontrollere for brandkrav, konsistens, fejl, dobbeltgeometri mv. Ud over disse funktioner kan programmet udtrække mængder og udarbejde rapporter med informationer tilknyttet projektet (Bimequity, 2014).



Figur 24 - Solibri modelchecker

Funktioner:

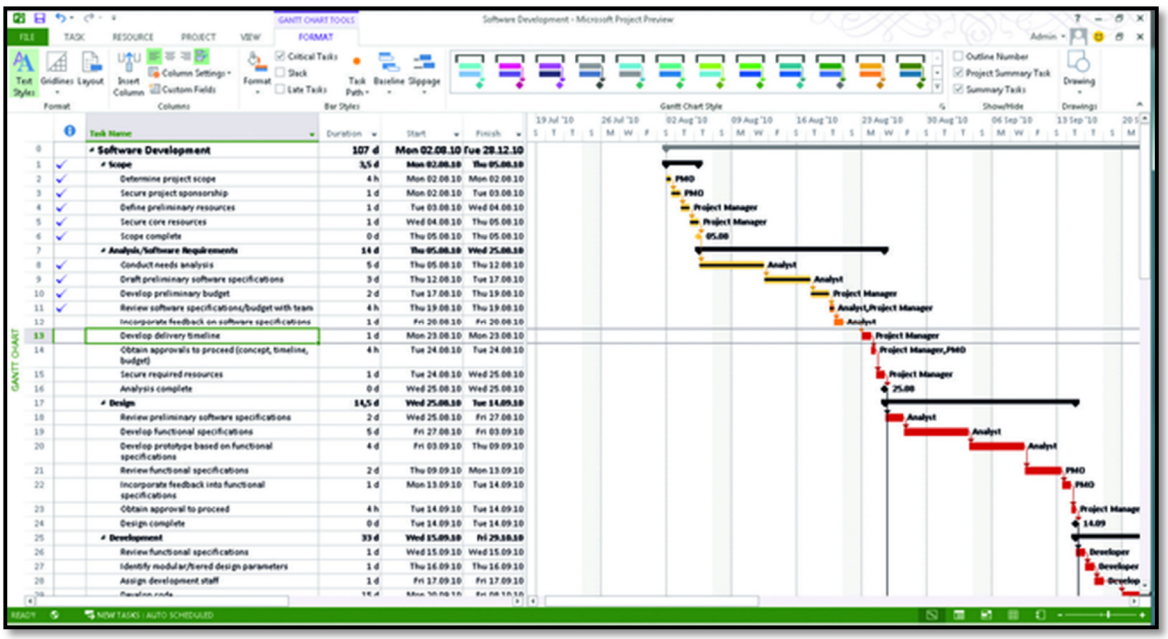
- Projektvisning
- Modelgennemgang og fordeling af data (dataakkumulering)
- Modelsimulering
- Analyse
- 5D-produktskemaer
- Kollisionskontrol
- Mængdekontrol
- Inputs; IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)
- Outputs; IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit).

3.4.4 Planlægningsprogrammer til håndtering af bygningsmodel

Microsoft Project

MS Project er et planlægningsprogram udarbejdet af Microsoft, som anvendes til planlægning af byggesager. Programmet er baseret på principper, der omhandler funktioner fra udarbejdelse af tidsplaner til analyse af arbejde. MS Project er baseret på en metode, hvor der anvendes et Ghantt-diagram, som det fremgår på nedenstående

fremstilling. Programmet håndterer samtidig også budgetter, der er baseret på de tilknyttede ressourcer på de forskellige opgaver. Hovedmålet med programmet er at kunne planlægge sine projekter, samtidig med at der tages højde for den kritiske vej, afhængigheder og udjævning af ressourcer, hvor dette måtte være nødvendigt. Programmet er uegnet til at håndtere funktioner, som eksempelvis håndtering af kvantificering af materialer. Dog kan der tilføres software, der kan understøtte denne funktion (Microsoft, 2010).



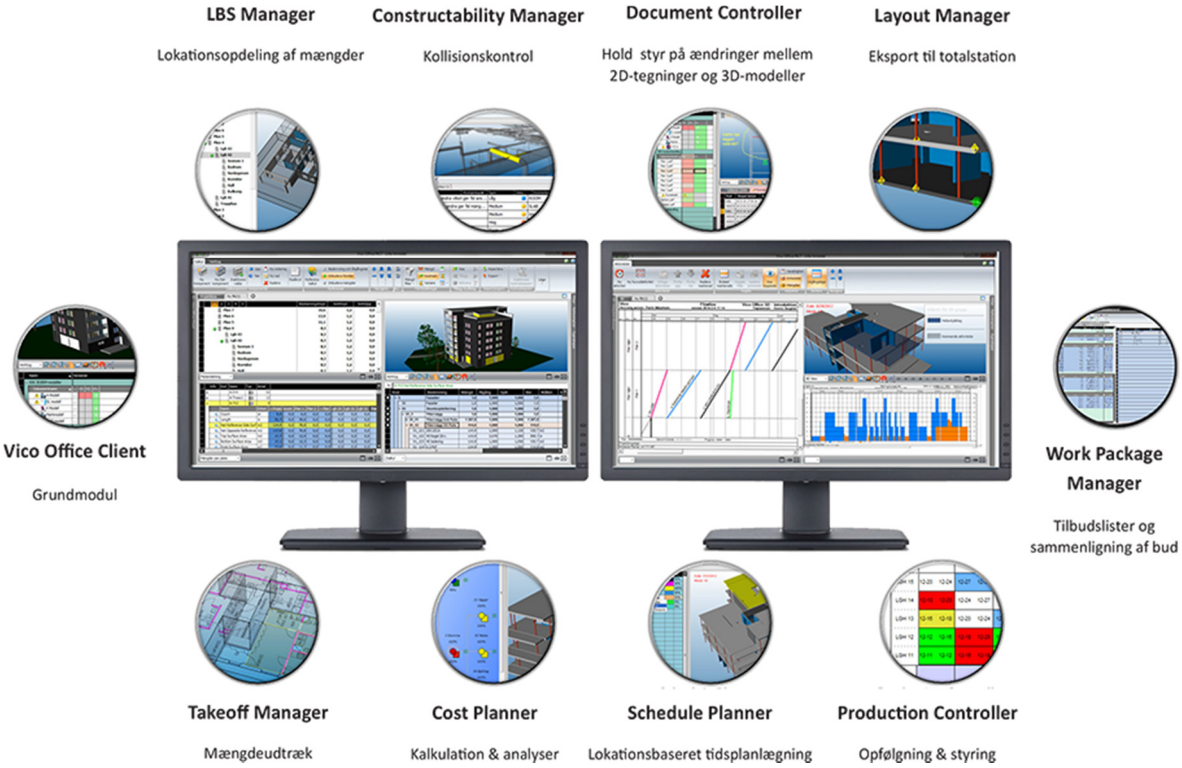
Figur 25 - MS Project

Funktioner

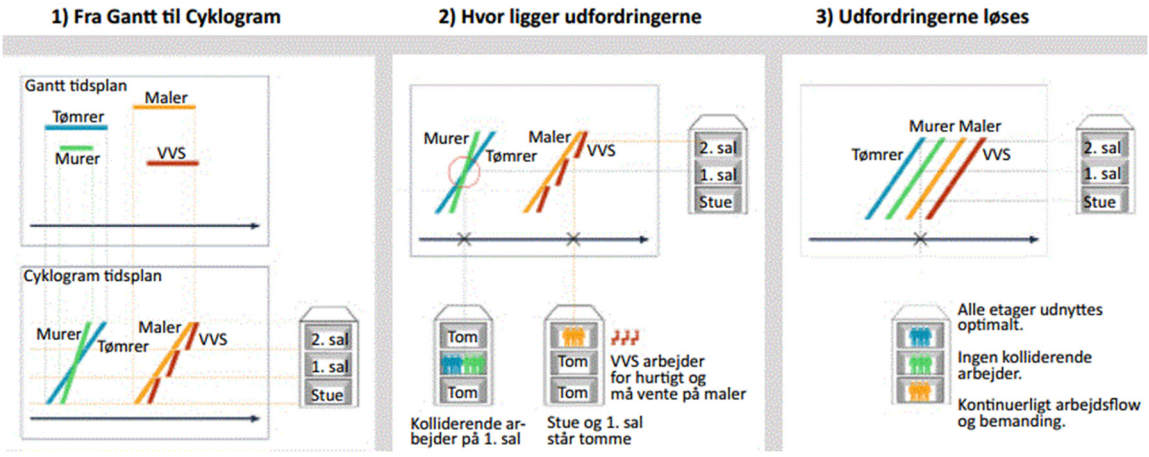
- Udvikling af tidsplaner
- Detaljer Milestones and tasks
- Tildeling og navngive resurser til opgaver(task)
- Håndtering af Budgetter
- Sporing af Progress (fremgang)
- Import, XML, comma seperatet values (CSV)
- Export, XML.

Vico Office

Vico Office er et BIM-program, der er opdelt i moduler. Programmet anvendes til at optimere planlægning, mængder og økonomi på en byggesag. Programmet er udviklet til at optimere byggeprocessen ved hjælp en af 3D-bygningsmodel. Programmet håndterer mængderne i byggeriet, således det sikres, at det hele kommer med. Vico Office kan ud fra 3D-modellen automatisk opdele mængder i områder, som er fordelagtig, når projekterne er store og komplekse og eksempelvis opdelt i flere afsnit. Dette gør, at mængder kan uddeles på bygningsdele eller områder (Exigo, 2014).



Figur 26 - Vico Office



Figur 27 - Procesoversigt Vico Office - Model fra Exigo (Exigo, 2014)

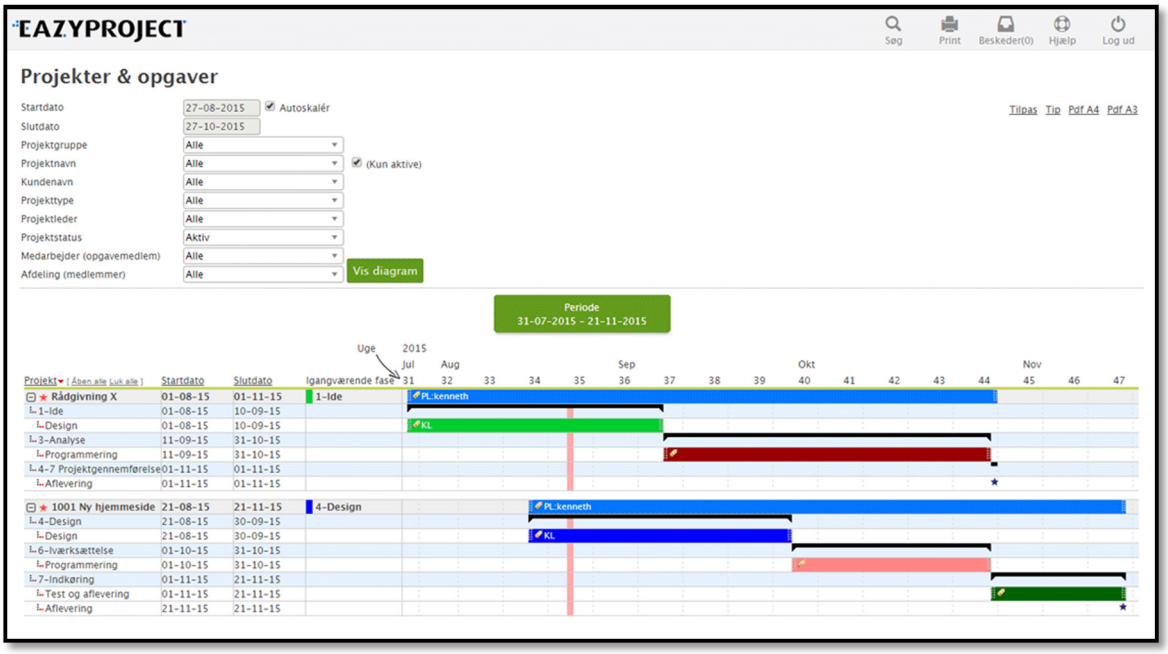
Funktioner

- Mængdekontrol
- Kollisionskontrol
- Uddeling af mængder fordelt på bygningsdele eller områder
- Lokationsbaseret planlægning
- Konvertere Ghantt-tidsplan (MS Project) til lokationsbaseret tidsplan

- Se faktorer med stor risiko
    - Områder med kolliderende arbejder
    - Se om dele af byggeplads står tom
    - Jævnhed på bemanding
    - Flow i arbejderne
- Dokumentation
    - Aflæse konsekvens ved forsinkelse
    - Dokumenter konsekvensen
- Overblik over bemanding fordelt ud på områder
- Grafisk overblik over udjævning af bemanding
- 4D-simulering 3D + tid
- Holder styr på ændringer
    - Sammenkobling af tilbudslister og mængder fra 2D- eller 3D-modeller, sikrer korrekte mængder kommer med i tilbuddet
- Automatisk KS ud fra 3D-modellen
- Modellen er ikke redigerbar, hvilket betyder, at mængder er beregnet på grundlag af det modtagne materiale
- Import; XML, IFC, CAD DUCT, DWG, import via modelleringsapplikationer Revit, Tekla, ArchiCAD m.fl.
- Export, XLS, HTML PDF.

Der findes rigtig mange open source Gantt-baserede planlægningsprogrammer, som ofte anvendes i forbindelse med planlægning i forskellige sammenhænge. Da mange af disse programmer ikke er udviklet til at kunne håndtere kompliceret planlægning og analyse ud fra informationer i bygningsmodellen. Dog vil et sådant værktøj med stor sandsynlighed kunne anvendes i forbindelse med en mere overordnede planlægning. Der er dog behandlet ét eksempel på denne programtype for at understrege anvendelsesmulighederne. Eksemplet er givet i form af planlægningsprogrammet EAZYPROJECT.

EAZYPROJECT
EAZYPROJECT er et projektstyringsværktøj, der er udviklet til at sammenkoble alle delelementerne i projektstyringen. Programmet kan håndtere elementer som projektplanlægning og timeregistrering. Desuden kan programmet udskrive rapporter og fakturaer. Programmet er også gearet til at kunne tage hånd om projektøkonomi, ressourcebehandling, projektlog mv. (Eazyproject, 2015)



Figur 28 - Eazyproject (Eazyproject, 2015)

Funktioner

- Gantt-kort
- Kanban (Anvendes til visuelt at organisere arbejdsopgaver, processer og Backlog)
- Projektøkonomi
- Rollestyring
- Tidsregistrering
- Ressourceplan
- Tilbud og ordre (finans)
- API-dataudveksling med andre it-systemer
- Import, Navision, C5, Axapta,
- Export, CSV, PDF.

3.4.5 Kvalitetssikringsværktøj til fejl og mangelregistrering ved udførelse

Når der foretages en kvalitetssikring af fejl og mangler i byggebranchen, er der udviklet forskellige teknologiske værktøjer til at håndtere en sådan proces. Dette afsnit behandler forskellige former for kvalitetssikringsværktøj, der kan finde anvendelse i forbindelse med specialets undersøgelse. Værktøjerne beskrives og behandles på et overordnet niveau og vil i specialets videre undersøgelse blive anvendt som en supporterende funktion til materialeleverancen og en kvalitetssikring af denne. Et kvalitetssikringsværktøj er et vigtigt element, når der foretages en gennemgang af fejl og mangler ved materialeleverancer på byggepladsen.

ISSMAN

ISSMAN er en applikation udviklet til smartphones. Applikationen skal hjælpe med at styre fejl og mangelgennemgangen i et byggeri. App'en har til formål at kunne registrere fejl og mangler, hvor som helst og når som helst. Dette betyder, at man via sin smartphone er i stand til at kunne arbejde direkte på byggepladsen. Systemet er udviklet til, at de registreringer, der foretages, gemmes i en sky, hvilket betyder, at der altid er backup af den indhentede information.

Når der er opstået fejl eller mangler, tages der et billede, hvortil der noteres, hvad der skal rettes. Efterfølgende rapporteres fejlen, og det er muligt at følge med i arbejdsprocessen, når fejlen skal rettes. (Exigo, 2012)

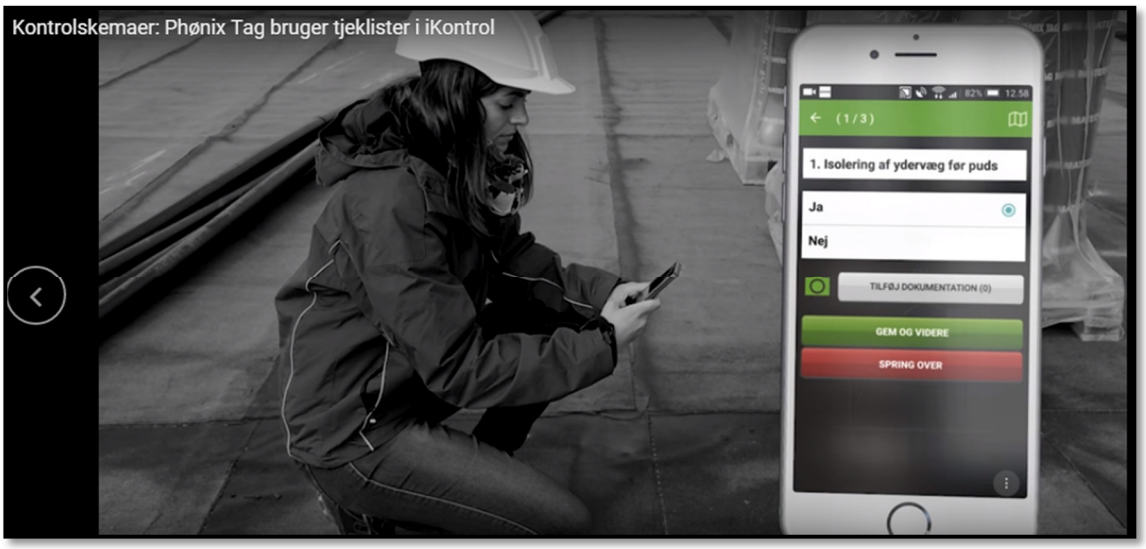
Figur 29 - IssMan system (Exigo, 2012)

Funktioner

- Tage fotos af fejl
- Lave noter til foto
- Organisere emner i projekt og rapporter
- Opgavetildeling til personer i teams
- Modtagelse af meddelelse når fejl er udbedret
- Dele projekter og rapporter med kunder eller teams
- Sende rapporter i PDF, Word eller Excel.

Ikontrol

Ikontrol har sat fokus på at kunne kvalitetssikre uden brug af papir og blyant, men i stedet ved brugen af en smartphone. Appikationen fra Ikontrol indeholder funktioner som fotodokumentation, håndtering af dokumenter og tjekliste mv. Funktionerne i programmerne er oplistet under visualisering af applikationen (Ikontrol, 2011).



Figur 30- Ikontrol applikation (Ikontrol, 2011)

Funktioner

- Tage fotos af fejl
- Lave noter til foto
- Uploade dokumentation til server
- Let konvertering til PDF
- Overblik over projekt
- Tildeling af fejl og mangler efter et tilsyn, internt og eksternt
- Gemme lokalt eller på server. Kan afhænge af internet forbindelse
- Mønsterrundering
    - Dette betyder, at der kan oprettes tjeklister, hvor en farve kan tilknyttes en handling.
- Ikontrol kan opkoble en dokumentmappe op på en mappe i Dropboks.
    - Dette gør, at der ikke skal anvendes forskellige applikationer.

AjourKS

AjourKS er et mobilværktøj til kvalitetssikring og fotodokumentation. Værktøjet er på samme måde som Issman og Ikontrol et værktøj baseret på fotodokumentation med tilhørende beskrivelse. Formålet med applikationen er at være i stand til på systematisk vis at foretage en kvalitetssikring på fejl og mangler i byggeriet. Programmet arbejder med en form for standardisering, der skal bidrage til, at kvalitetssikringsarbejdet effektiviseres. Dette gøres ved brug af kontrolskemaer, som er opdelt på eksempelvis fagentrepriser, fotodokumentation, tegninger mv. (Ajour, 2015).

Figur 31 - Ajour system (Ajour, 2015)

Funktioner

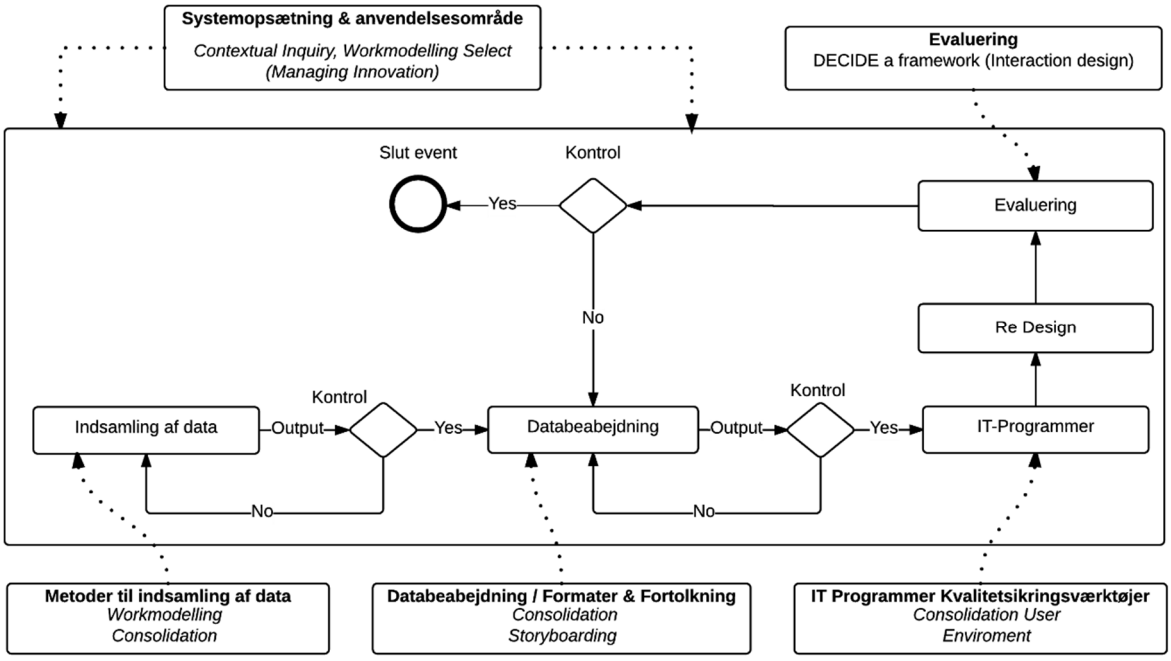
- Fotodokumentation
- Lave noter til foto
- Gemme lokalt eller på server (kan afhænge af internetforbindelse)
- Anvendes på byggepladsen
- Kontrolskemaer
- Skabeloner til anvendelse i nye sager
- Skemaer tildeles den enkelte
- Indsamling af D&V data
- Delprocesser (aflevering, eftersyn mv.).

Opsamling og evaluering af it-programmer til systemopsætningen

Via arbejdet med de forskellige it-programmer bestående af både CAD-programmer, planlægningsprogrammer og kvalitetssikringsværktøjer kan der ses en stor lighed mellem de forskellige typer af programmer. På trods af ligheden er der stor forskel på, hvordan de undersøgte programmer fungerer, og i hvilken sammenhæng disse kan finde anvendelse. Grundlaget for undersøgelsen af mange forskellige typer af CAD-værktøjer, planlægningsprogrammer og kvalitetssikringsværktøjer har været at opnå et bredt kendskab forskellige programtyper, hvordan de fungerer, og i hvilken sammenhæng de finder anvendelse. Der vil senere i undersøgelsen blive fortaget en udvælgelse af de bedst egnede programmer til videre bearbejdning af systemopsætningen, der er baseret på funktioner og anvendelseskrav.

4. PROBLEMBEABEJDNING AF TEKNOLOGIUNDERSTØTTET SYSTEMOPSÆTNING (RE-DESIGN)

Nedenstående model visualiserer processen for specialets undersøgelse, som vil resultere i den endelige systemopsætning. Modellen viser således, hvilke metoder der behandles. Disse findes i problemanalysen og de tilhørende delelementer i den tidligere præsenterede konceptuelle model. (Figur 13)



Figur 32 - Konceptuel model proces Problemanalyse

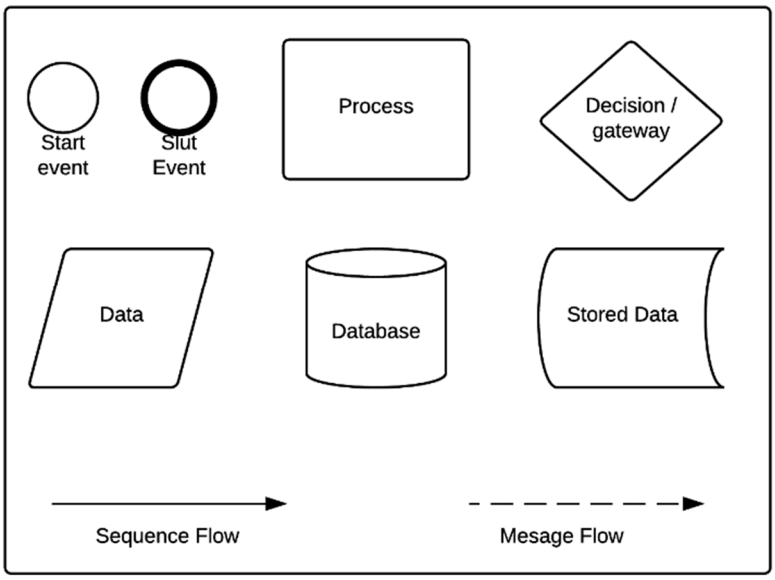
Der vil i udvælgelsen af teknologier til systemopsættelsen blive inddraget teknologiske udvælgelseskriterier som grundlag for de trufne valg. Herudover suppleres med synspunkter fra interviews og anden teori, der har til formål at bidrage og underbygge udvælgelsen til anvendelse i systemopsætningen. Den primære empiri i form af interviews har i specialets undersøgelse spillet en væsentlig rolle i undersøgelsen af en teknologiunderstøttet proces til håndtering af de logistiske udfordringer i forbindelse med materialehåndteringen. Grundlaget for det store fokus i forbindelse med de adspurgte interessenter er at opnå en undersøgelse, der er baseret på et teoretisk grundlag kombineret med en praktisk antagelse af de bearbejdede problemstillinger. De adspurgte interessenter er alle i besiddelse af stor og bred erfaring på hver deres område. Deres svar kan derfor anvendes som ekspertviden.

For at opnå en bedre forståelse af sammenhængen mellem teknologi og it-programmer vil der derfor blive udarbejdet en visuel fremstilling af systemopsætningen. Systemopsætningen vil fremgå som et BPMN-skema (Business Process Model and Notation) i afsnittet.

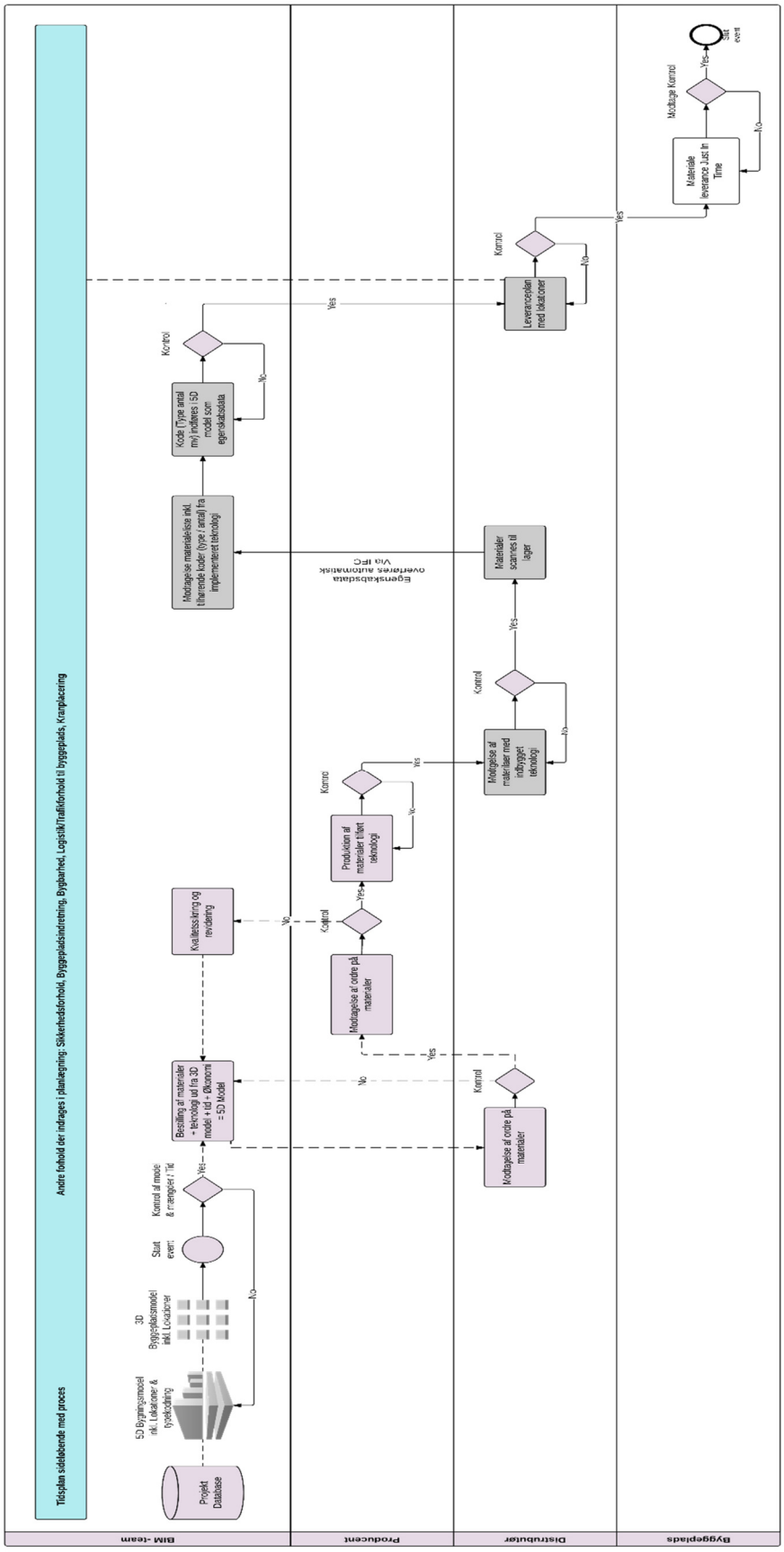
BPMN anvendes i specialet for at visualisere systemopsætningen på det udarbejdede system. BPMN-skemaet består af figurer, der hver især beskriver en funktion i en proces.

Grundlaget, for hvor de repræsenteres, beskrives som Pools og Swimlanes. Pools er den overordnede fase/proces af en arbejdsgang, hvorimod swimlanen er beskrivende for, hvilke aktører der skal håndtere de forskellige processer. Nedenstående visualisering viser opdelingen af Pools og Swimlanes samt signaturerne, som anvendes i specialets modeller.

Figur 33 - Opdeling af Pool & Swimlanes



Figur 34 - Signatur BPMN



Figur 35 - BPMN Skema proces systemopsætning (Se Appendiks 18) & Tillæg 1a

4.1 Udvælgelse af teknologi til indsamling af materialedata

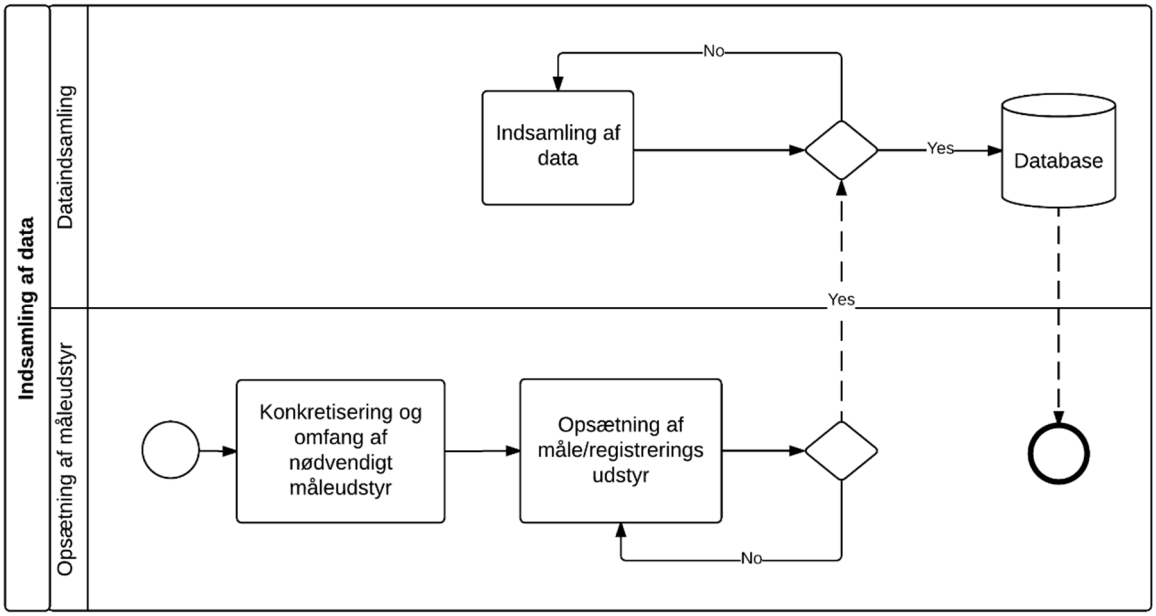
Med fokus på at afdække hvilke relevante teknologier, der er tilgængelige på markedet, og som kan finde anvendelse i den udarbejdede systemopsætning, er der i samarbejde med undersøgelsens interessenter foretaget en udvælgelse, der er baseret på teknologiske og relevante funktioner. **(Appendiks 13)**

Teknologi	Grundlægende princip	Præcision	Infrastruktur	Begrænsninger (Ude/Inde)	Implementering byggematerialer
GPS	Trilateration (round-trip-time) tidsberegning mellem sendt og modtaget signal	1-10 meter (10 cm ved anvendelse af antennestationer)	Satellit netværk og modtagere	Kun udendørs	Ikke muligt Modtager kræver strøm + størrelse af modtager
GSM	Triangulering, Trilateration	100 m – 7.5 km	GSM master og mobiltelefoner	Inde og ude	Ikke muligt
Bluetooth	Trilateration, Nærhed	2 – 10 meter	Basestationer	Kun indendørs	Ikke muligt
Wi-Fi	Trilateration	Ned til 7 meter	Modtagere + basestationer efter behov	Inde og ude	Ikke muligt
Infrarød	Nærhed		ID brik + modtager (kameraer)	Inde og ude	Ikke muligt
RFID	Nærhed (passive tags) Nærhed, Trilateration (aktive tags)	Ned ti 1 meter	Tags + læser (hånholdt eller antenner)	Inde og ude	Mulig
NFC	Nærhed	5 – 20 cm	Satellit netværk (kun 2) og modtagere	Inde og ude	Mulig
UWB	Triangulering	15 cm		Inde og ude	Ikke muligt Kræver modtager
QR Kode	Nærhed	Op til 10 cm	Kode og aflæser	Ingen	Mulig
Stregkode	Nærhed	Op til 10 cm	Kode og aflæser	Ingen	Mulig
Billede-genkendelse	Nærhed	0-20 meter	Aflæser og modtager	Inde og Ude	Ikke muligt
Bevægelses-sensorer		Typebestemt	Aflæser og modtager	Inde og Ude	Ikke muligt
Biometriske teknologier		Typebestemt	Aflæser og modtager	Inde og ude	Ikke muligt

Figur 36 - Udvælgelse af teknologi (Appendiks 13)

Den valgte teknologi til systemopsætningen er valgt til at være RFID. Grundlaget for valget er baseret på ekspertudtalelser fra Exico Consult samt anvendelsen af teknologiens tekniske egenskaber. Forudsætningen for at udvælge RFID-teknologien er, at denne teknologi kan anvendes både til at registrere et produkt og efterfølgende til at spore produktet. Teknologien er mulig at implementere i byggematerialer direkte fra producenten.

Som det fremgår af undersøgelsen, er den mest effektive teknologi til indsamling af data valgt til RFID. Denne teknologi er effektiv da der udsendes radiobølgesignaler, hvilket i den forbindelse muliggør opfangelsen af signaler via antenner. Lokale modtagere kan så hvis det kræves efterfølgende opkobles til et større netværk.



Figur 37 - Indsamling af Data

Dataindsamlingen er en del af systemopsætningen og vil blive foretaget på byggepladsen via den anvendte teknologi. Registreringen sker på baggrund af ID-nummeret, som tilhører den enkelte RFIF-tag. RFID-taggen bliver født med et unikt nummer, der følger den enkelte enhed. Bearbejdningen af de indsamlede data kræver behandling i form af en automatiseret kontrol, således det sikres, at ID-nummeret fra RFID-taggen bliver lagret i databasen og efterfølgende kan anvendes videre i processen.

Virksomheden, Idealcombi, anvender teknologien som et led i deres kvalitetssikringsprogram. Teknologien anvendes til at registrere de forskellige produkter, som vinduesprocenten behandler. Funktioner, som før blev håndteret af menneskehænder, er i dag erstattet af RFID-teknologi. Systemet fungerer ved at alle vinduesrammer bliver mærket med en RFID-tag, som indeholder et unikt identifikationsnummer. RFID-taggen bliver så efterfølgende aflæs af de opsatte scannere i produktionsområdet. Dette betyder, at virksomheden er i stand til at følge produktet gennem hele produktionen. (Prosign, 2015) Finn Ingvertsen fra Idealcombi ser endog flere muligheder for at kunne anvende RFID-teknologien i fremtiden. Desuden ser de en fordel ved at anvende RFID fordi denne teknologi kan fungere som en track and trace-funktion i fremtiden, når der skal leveres varer ude hos slutbrugeren. Dette betyder, at chaufføren kan scanne de leverede varer ved leverancen, således Idealcombi har sikkerhed for levering af de rigtige varer.

"Sporbarhed og registrering giver med andre ord mulighed for øget effektivisering og service." (Prosign, 2015)

Track and trace, også kendt som *stregkode/QR koder*, anvendes blandt andet af Post Danmark til at holde styr på, hvor deres pakker befinder sig, og samtidig om pakken er leveret til kunden. Stregkoder som også anvendes i andre sammenhænge kan have en manglende funktion, når varer skal registreres. Ifølge Interview med lagerchef på produktionsvirksomheden TC Electronic, Jimmi de Feuth Christensen (Appendiks 4, - 1.7), ser han en væsentlig ulempe ved anvendelse af stregkode-teknologien. Han begrunder dette med, at det er svært at holde styr på varerne fra leverandørerne, da de mærker

produkterne med deres egne unikke koder. Lagerchefen knyttede denne kommentar til spørgsmålet om en teknologiunderstøttet proces til at øge sporbarheden.

"… et standardiseret grundlag for mærkning af leverancer kunne være fint så det var muligt at følge varerne fra producent til slutbruger. " (Appendiks 4 – 1.7)

Jimmi de Feuth så yderligere muligheder ved anvendelsen af RFID i stedet for stregkode-teknologi. Ved RFID ville der være mulighed for automatisk registrering af materialer, det vil sige uden direkte menneskelig indflydelse. Desuden ses fordelen ved at slippe for en manuel registrering af leverancer, som indeholder mange enheder.

Ud over interview med lagerchefen på TC Electronic, blev også Supply Chain Manager, Mogens Lauersen, i samme virksomhed spurgt om holdningen til anvendelsen af RFID-teknologi i forbindelse med håndteringen af leverancer.

"det er en god ide til afhjælpning af sporbarhed både i byggebranchen, men også hos producenten. Hvis vi kunne blive enige om et fælles udgangspunkt for mærkning af materialer, både hos os og for det efterfølgende distributionsled, kunne det bidrage til færre fejl. "
(Appendiks 4 – 1.6)

Mogens Lauersen understreger, at kunne der udarbejdes en fælles standardisering for registrering af produkter, ville dette kunne afhjælpe mange misforståelser. Dette gælder især registrering og ansvarsoverdragelse, når der distribueres materialer. Afslutningsvis udtaler ML, at han mener, at RFID er fremtiden, da denne teknologi også giver mulighed for at automatisere registreringen af materialer.

"Vi har teknologien så hvorfor ikke bare bruge den? " (Appendiks 4 – 1.6)

Ud fra de adspurgte producenter samt på baggrund af artikler fra produktionsvirksomhederne, Idealcombi, Færch Plast og Hilding Anders (appendiks 19), er der en bred enighed om, at RFID-teknologien bidrager til en effektivisering i virksomhederne. Hos Færch Plast har de kunne høste store fordele i anvendelsen af RFID-teknologi. I virksomheden monteres der RFID-tags på metal gitterbokse. Dette betyder, at når gitterboksene er fyldt, køres de igennem en RFID-scanner, der automatisk sammenkobler produktinfo og kundeidentifikation med gitterboksens unikke identifikationsnummer. Herefter er enheden klar til transport. I tilfælde af at RFID-taggen svigter, er virksomhedens personale uddannet til at finde og rette fejlen.

"Når metalgitterboksen er registreret som værende hos en kunde, ved Færch Plast præcist hvor mange bokse, der skal retur. " (Prosign.dk, 2014) *&* (Appendiks 19)

Sporbarhed blev også diskuteret med både distributører fra Stark, Bygma, XL-Byg samt hos projektleder og sjakbajs/materialeansvarlig på byggepladsen, NAU Aalborg.

Hos distributørerne af byggematerialer var der bred enighed om, at anvendelsen af en sporbar enhed vil kunne bidrage positivt til optimering i leveranceprocessen og samtidig en sikkerhed for leverancen til slutbrugeren. Hos XL-Byg udtaler leverance- og logistikansvarlig Kristian Bonde Jensen (Appendiks 4 – 1.4), at en teknologi, der kan bidrage til, at der sker færre fejl, vil være godt for virksomheden. Hos XL-Byg mærker de ikke deres produkter eller paller, når de sendes ud af huset. Dette resulterer ofte i, at der

sker fejl i leverancerne. Fejlene opdages ofte alt for sent i processen, som når materialerne skal anvendes i byggeriet. Efterfølgende understreger han, at en teknologi som RFID kunne være en god idé, således at byggevarerne kan spores fra producent via distributøren og helt ud til slutbrugeren.

"Modsat stregkoder og QR-koder er RFID en smart teknologi, fordi registreringen af materialerne kan foregå automatisk eller som en kombination af antenner og håndscannere" (Appendiks 4 – 1.4)

Kristian Bonde Jensen udtaler efterfølgende, at han ser en fordel i RFID-teknologien, fordi teknologien også kan anvendes i samarbejde med lokationsbaseret planlægning. Dog vil indførelsen af teknologien kræve, at der udarbejdes en standardisering på området. Man kunne forstille sig at nå til enighed i branchen, således der kunne arbejdes ud fra en standardisering. Kristian Bonde Jensen udtaler afslutningsvis, at et system, som er baseret på RFID-teknologi, er fremtiden, da der er mulighed for visse processer kan ske automatisk, og i denne forbindelse vil dette med stor sandsynlighed nedbringe fejlprocenten ved leverancer. Dette synspunkt om minimering af fejl ved anvendelsen blev i specialets undersøgelse bekræftet i interviewet med lager- og kørselsleder, Kim Snog, fra distributøren Bygma Risskov**.** (Appendiks 4 – 1.5)

I samtalen med Kim Snog fra Bygma blev RFID-teknologien diskuteret og sammenholdt med distributørens nuværende system til håndtering af materialeleverancer.

"Hver femte ordre vi skriver ud til chaufføren er behæftet med fejl. Fejlene består af forkert antal i materialerne, leverancetidspunktet eller lokationen for aflevering. " (*Appendiks 4 – 1.5)*

Dette betyder, at der i dag sker mange fejl og svigt i leverancen og på materialehåndteringen hos Bygma. En konsekvens heraf har ifølge KS ofte resulteret i, at der skal foretages efterleverancer eller tages materialer retur fra byggepladserne. Derudover sker det ofte, at chaufføren heller ikke kan få dokumentation på, materialeleverancerne. Dette kan have en negativ konsekvens, idet der opstår situationer, hvor entreprenøren ikke mener at have modtaget materialerne. KS mener også, at mange af fejlene kunne afhjælpes ved, at bestillingen på materialerne skete på et automatisk grundlag. I dag udføres mange funktioner på et manuelt grundlag, hvilket også betyder flere fejl.

"Nøgleordet er sporbarhed og standardisering på området. " (Appendiks 4 – 1.5)

Hos Bygma ser man en stor fordel i anvendelsen af RFID-teknologien, idet det giver mulighed for at spore materialerne fra producenten, på lagret og ved leverancen. Ønsket om øget sporbarhed og standardisering af materialer går igen hos Bygma, præcis som hos XL-Byg. Ud over XL-Byg og Bygma har specialet også undersøgt udfordringer og holdninger hos distributøren, Stark Aarhus.

I samtale med sælger og ansvarlig for materialeleverancer, Thomas Lykkegaard hos Stark, blev der i undersøgelsen diskuteret problemstillinger i forhold til håndtering af materialer samt optimeringsmuligheder i forbindelsen med anvendelsen af teknologi. TL var af den

klare overbevisning, at det kunne være en stor fordel at udarbejde en teknologiunderstøttet proces, som vil kunne bidrage til håndtering af byggematerialer.

"… at der ofte sker fejl, når der foretages manuelle indtastninger og registreringer. "
(Appendiks 4 – 1.8)

Dog tilføjer Thomas Lykkegaard, at der ikke kun opstår fejl i forbindelse med indtastninger og registreringer, men også ofte på grundlag af menneskelige eller maskinelle fejl. Sådanne fejl er vigtige at kalkulere med. Desuden udtaler TL også, at interaktionen mellem menneske og systemer også skaber fejl. Som hos Færch Plast hvor de understreger vigtigheden af, at personalet er uddannede til at kommunikere med systemer og teknologi i det omfang, det findes nødvendigt. Hos Stark er man overbevist om, at RFID-teknologien er vejen frem. Det kræver blot, at der udarbejdes en standardisering på området, således vi kommunikerer ud fra de samme forudsætninger. Stregkoder og QR-koder anså Stark stadig som brugbart på mindre projekter, hvor der ikke nødvendigvis findes et behov for automatisk registrering. Dog mente TL, at en af de store udfordringer ved anvendelsen af en teknologi, som RFID i en systemopsætning, ville være at overbevise en meget konservativ byggebranche.

"Sporbarheden i RFID-teknologien er helt klart noget, der vil være til gavn for hele branchen, hvis den bliver anvendt rigtigt. " (Appendiks 4 – 1.8)

Der er enighed hos de adspurgte distributører om, at en teknologiunderstøttet materialeleveranceproces vil være et positivt bidrag til byggebranchen. Dette ville gøre, at en anvendelse af RFID-teknologi og en tilhørende standardisering ville være i stand til at være på forkant med bestillingen af byggematerialer. En fordel ved at foretage bestilling af byggematerialer i de tidlige faser vil med stor sandsynlighed bidrage til, at opståede fejl ville kunne rettes tidligere i processen og i den sammenhæng ikke afføde den sammen størrelse af konsekvenser, da fejlene bliver opdaget i tide, og ikke først når huset skal bygges.

Projektleder, Jakob Ørsted Pedersen, hos entreprenørvirksomeden, MT Højgaard har ligeledes en optimistisk holdning til et teknologiunderstøttet system til håndtering af materialer. Ved anvendelse af RFID-tags i byggematerialerne, mener JØP, at det vil afhjælpe problematikken om, at ingen ved, hvor materialerne befinder sig. I forlængelse af dette tilføjer han, at det er meget dyrt for entreprenørbranchen, at materialerne forsvinder, fordi man ikke kender deres lokation. Det resulterer ofte i, at når en byggesag afsluttes kasseres der mange overskydende materialer grundet en manglende sporbarhed i processen. I interviewet blev det desuden pointeret, at der også ofte opstår problemer ved leverancen, fordi der ikke er kontrol med, hvilken underentreprenør der har foretaget bestillingen, eller at denne ikke er til stede ved leverancen. Dette får en negativ konsekvens, da ingen vil tage ansvaret for den konkrete leverance. I forlængelse af udfordringerne med leverancen er JØP overbevist om, at et system, hvor RFID-teknologi bliver anvendt til at lokalisere materialerne, vil bidrage positivt til hele branchen.

Ud over projektleder, Jakob Ørsted Pedersen, blev også sjakbajs, Jesper Hansen, ansvarlig for byggepladens og håndtering af materialeleverancer, interviewet. (Appendiks 4 – 1.9)

"I denne uge har vi brugt ca. 2.5 timer x 3 mand x 3 dage på at lede efter materialer. Prøv lige at regne på hvad det koster i timer" (Appendiks 20)

Anvendelsen af teknologi i forbindelse lokaliseringen af materialer blev diskuteret. Jesper Hansen var i den forbindelse overbevist om, at det kunne effektivisere materialehåndteringen og samtidig bidrage til minimering af spild, hvis der var en teknologi, der var sporbar. RFID var vejen frem, mente Jesper Hansen, idet teknologien vil bidrage til, at materialerne kunne spores. Ved anvendelsen af QR-koder eller stregkoder har man ikke den samme mulighed for at registrere materialerne automatisk på byggepladsen. Endvidere fremgik det af interviewet, at JH var overbevist om, at der vil opstå færre fejl, hvis den manuelle registrering af byggematerialer blev foretaget automatisk. Dette vil samtidig også resultere i færre fejl i udførelsen. At slippe for at lede efter bortkommende materialer er også et vigtigt fokusområde for projektleder. I den amerikanske virksomhed North West Redwater gjorde man noget ved problemet. Virksomheden tog denne udfordring op og tilførte RFID-teknologi i forbindelse deres behov for at finde et system, som kunne anvendes til håndtering af materialer.

"Contractors have a wide, high degree of variability in their materials-management capability and discipline." In other words, some do it better than others." (Belfiore, 2015)

Med andre ord – nogle gør det bare bedre end andre! Projektleder Victor Mah mener, at ved anvendelsen af et RFID-baseret materialestyringssystem kan der spares penge. Dette begrundes yderligere med, at de ansatte ikke skal bruge dyrebar tid på at lede efter materialer, hvilket også betyder, at antallet af mistede materialer reduceres, og man i den henseende også slipper for at bestille de samme materialer igen.

"The RFID solution saves money, he explains, by reducing the amount of time workers spend searching for and managing materials, as well as by reducing the number of lost materials that must to be reordered." (Belfiore, 2015)

Denne teori, om en økonomisk gevinst ved blot at kunne kontrollere, hvor de forskellige materialer befinder sig, understøttes i interview (Appendiks 4 – 1.3) med projektleder, JØP, fra MT Højgaard. Han forklarer, at de ofte på større byggesager, såsom Bestseller Aarhus kæmpede en ulige kamp for at finde de rigtige materialer, hvis de overhovedet fandt dem. Dette resulterede i, at der ofte var en negativ økonomi forbundet med materialehåndteringen. Ved anvendelsen af RFID er det også vigtigt at se på outputtet fra teknologien, hvis denne skal bidrage med en optimering.

Output af data fra teknologi

I forlængelse af undersøgelsen af teknologier i henhold til specialets systemopsætning er det vigtigt, at den anvendte RFID-teknologi ud over positionering også vil være i stand til at kommunikere med en bygningsmodel. Denne kommunikation er ligeledes vigtig, således de mængder, der angives i bygningsmodellen, kan verificeres med bestillingen af byggematerialer. Artiklen *Can NFC virtual LEAN* Construction af Kristian Birch Pedersen ser på anvendelse af RFID-teknologi i forbindelse med byggematerialer. Han påviser, hvordan RFID-teknologi og mobilteknologi er en effektiv og praktisk implementerbar måde at indføre digitale forbindelser mellem virtuelle bygningsmodeller og de fysiske komponenter

i byggeriet (Birch, 2010). Denne verificering af, at RFID-teknologien kan kommunikerer med 3D-modellen, er et vigtigt parameter for et videre arbejde med systemet. Det forudsættes derfor, at data fra RFID-teknologien kan anvendes som egenskabsdata i bygningsmodellen.

Opsamling Teknologi

Anvendelse af RFID-implementering i byggematerialer vinder stor begejstring både hos producenter, distributører, materiale og pladsansvarlige. Teknologien og metoden, hvorpå RFID kan anvendes i forbindelse af materiale håndteringen, er til stede og kan i den forbindelse konkluderes at være den mest effektive teknologi til registrering, distribuering og lokalisering. Desuden kan teknologien anvendes i forbindelse med bygningsmodellen i henhold til projekteringen, hvilket pointerer den udvalgte teknologi som den mest anvendelige teknologi i specialets systemopsætning. Outputtet fra RFID-teknologien forudsættes i henhold til undersøgelsen at kunne implementeres i bygningsmodellen og er i den forbindelse blot afhængig af et CAD værktøj der kan anvendes i forbindelse med BIM projektering. Dette betyder, at softwaren, der benyttes i systemets kontekst, skal være i stand til at behandle data fra teknologien. Efterfølgende afsnit vil på samme måde som udvælgelsen af teknologi være baseret på tekniske egenskaber, hvilket er en forudsætning for den videre systemopsætning.

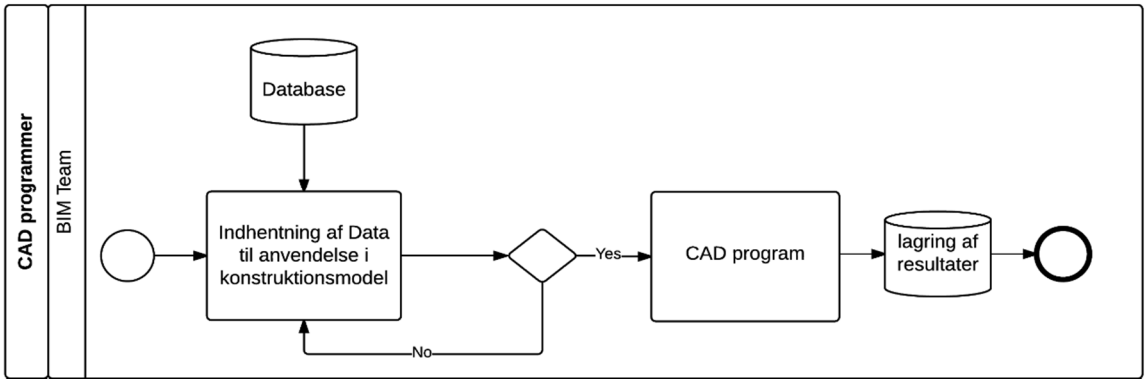
4.2 Udvælgelse CAD-program til håndtering af 3D-bygningsmodel

Med fokus på at afdække hvilke relevante CAD-programmer der er tilgængelige på markedet og kan finde anvendelse i den udarbejdede systemopsætning, er der i undersøgelsen foretaget en udvælgelse, som er baseret på teknologiske og relevante funktioner. (Appendiks 14)

Teknologi	Grundlægende princip	3D modellering	BIM projektering	Analyse	API (Application Programming Interface)	Egenskabs data iht. model	Import	Eksport
Revit	Tegneprogram 3D og BIM	X	X	X	X	X	RVT, DWG, IFC, DGN, DWF, IFC, XML SketchUp	RVT, DWG, DXF, DGN, DWF, IFC, XML
AutoCAD	Tegneprogram 2D og 3D	X					FBX, IGES, PDF og DWF, DWG, IFC	PDF. DWG, XML, IFC
ArchiCAD	Tegneprogram 3D og BIM	X	X	X		X	IFC, DWG, DXF, XML (via XML converter)	IFC, DWG, DXF, XML(via XML converter)
Tekla	Tegneprogram 3D og BIM	X	X	X		X	DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP	DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP, PDF, XML

Figur 38 - Udvælgelse af CAD programmer (Appendiks 14)

Når den indsamlede og bearbejdede data skal finde anvendelse i det videre system, er det vigtigt at se på, hvordan proces-flowet fra denne fase. Nedenstående model visualiserer denne proces.



Figur 39 - Proces CAD program

Som det fremgår af ovenstående skema, er udvælgelsen af CAD-programmet til systemopsætningen baseret på funktionelle krav. De funktionelle krav er en forudsætning for programmernes kommunikation videre i processen. De udvalgte programmer er funktionsdygtige til 3D og BIM. Revit, ArchiCAD og Tekla er alle i stand til at behandle egenskabsdata aktivt i modellen. Egenskabsdata anvendes blandt andet, når der udveksles informationer om et bygningsobjekts egenskaber mellem forskellige it-systemer. Virksomheden Cuneco arbejder på et projekt, der har til formål at afklare grundlaget for en fælles metode og struktur for egenskabsdata (Cuneco, 2014).

Egenskabsdata er vigtige, da de definerer de informationer, der skal videreformidles i en bygningsmodel. Når der arbejdes i flere forskellige programmer eller mellem platforme kan disse egenskabsdata, der er tilknyttet objekterne, udveksles via IFC-modellen (Industri Foundation Classes). Fordelen ved anvendelse af IFC er, at dette er en neutral standard, hvilket betyder, at modellen finder anvendelse uafhængigt af platform eller it-system.

Da bygningsmodellen er i stand til at indeholde en mængde af digitale informationer om et givent byggeri eller en bygning, betyder det, at det i praksis kun er en specifik del af modellen, der udveksles. Dette kunne eksempelvis være en arkitekt eller konstruktionsmodel, der udveksles og som efterfølgende overtages af andre aktører, der forsætter arbejdet. Desuden kan det også omhandle delmængder af modellen. Anvendelsen af IFC og indholdet har ændret sig meget gennem de sidste årtier. Så i takt med efterspørgslen, implementering af it-systemer og brugerbehov har IFC-formatet været i konstant udvikling for at tilpasse sig de nye udfordringer (Bips, 2015).

I dag anvendes IFC4, som også er en godkendt international standard. Standarden hedder ISO16739:2013. Fra 2014 blev anvendelsen af IFC i Danmark gjort obligatorisk i byggerier, som er omfattet af IKT bekendtgørelse om offentligt og alment byggeri (Klima, 2013).

De udvalgte programmer i undersøgelsen kan både importere og eksportere i IFC-formatet, hvilket giver mulighed for senere anvendelse til eksempelvis at køre Facility Management. Afslutningsvis er IFC open source og et gratis software, hvilket betyder, at der frit kan arbejdes på tværs af forskellige programmer.

Opsamling CAD program

I hvilket omfang, der vælges Revit, ArchiCAD, Tekla, er ikke en afgørende faktor for specialets undersøgelse. De primære funktionskrav til systemet er de bærende elementer i udvælgelsen. Det afgørende for det videre forløb i systemopsætningen er programmets evne til at arbejde med 3D-modellering, egenskabsdata og muligheden for at kommunikere med andre platforme eller programmer i et åbent format som IFC.

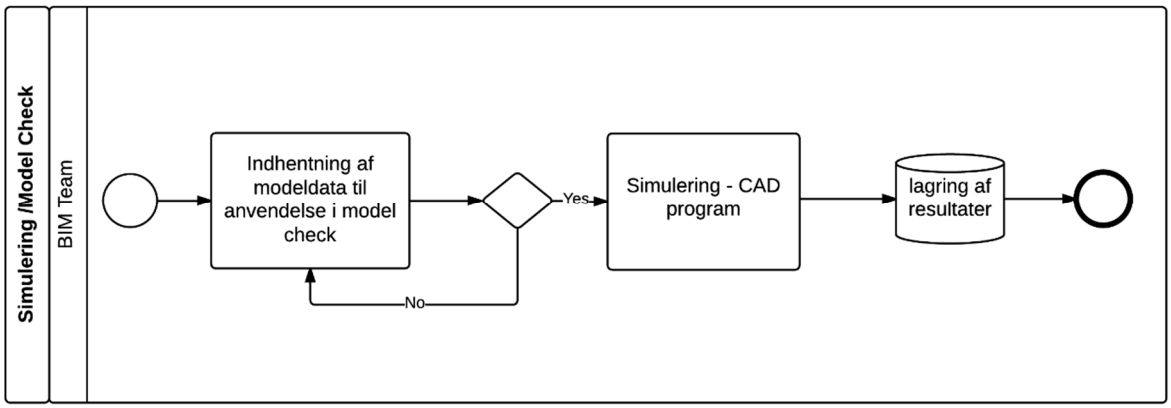
4.3 Udvælgelse af model checkker

Der er i undersøgelsen foretaget en udvælgelse, der er baseret på teknologiske funktioner. Dette foretages med fokus på at kunne afdække hvilke relevante programmer til modelcheck, der er tilgængelige på markedet, og som kan anvendes i den udarbejdede systemopsætning. (Appendiks 15)

Teknologi	Grundlægende princip	3D Visualisering	Mængdekontrol	Tid	Analyse	Konsistenskontrol	Simulering af data	Import	Eksport
Naviswork	Kontrolprogram	X	X	X	X	X	X	RVT, DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP	XML, RVT, DWG, DXF, DGN, IFC PDF
Solibri	Kontrolprogram	X	X	X	X	X	X	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)
Vico Office	Kontrol og planlægningsprogram	X	X	X	X	X	X	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)

Figur 40 - Udvælgelse af model checker (Appendiks 15

Valget er faldet på Vico Office, Solibri eller Naviswork, Idet disse har flere funktioner samlet i ét program. Som det fremgår af nedenstående model køres modelkontrollen, indtil det ønskede resultat for bygningsmodellen, objektet eller lign. er opfyldt.



Figur 41 - Proces Model Check

At kontrollere en model er vigtigt for den videre anvendelse i projektet. I projekter, der er omfattet af IKT bekendtgørelse for alment eller offentlig støttet byggerier, er der nedskrevet krav herom. Der vil i den forbindelse være tilknyttet tærskelværdier og tilskudsbestemmelser og ejerforhold, der er bestemmende for i hvilket omfang et byggeri er underlagt bekendtgørelserne. Dog er det altid god "byggeskik", uanset byggeriet omfang, at sikre en god og omhyggelig kvalitetssikring for at undgå fejl og skader.

Det er dog i henhold til IKT bekendtgørelserne, bygherren der skal stille krav og samtidigt sikre, at disse krav opfyldes. Kvalitetssikring er en del af IKT-koordineringen, og denne kan varetages hos bygherren, hos dennes rådgivere eller hos en tredje part. At placere ansvaret for kvalitetssikring internt hos bygherrerådgiveren kan være en fordel, da denne person kender projektet indefra. Det kan dog også være en svaghed, fordi denne rådgiver kan handle ud fra egne interesser.

Byggeskadefonden har i den forbindelse og på baggrund af bekendtgørelserne lavet vejledning til formålet. Hvis man læser IKT bekendtgørelsen § 4, som omhandler håndtering af digitale byggeobjekter, beskriver denne i § 4 stk.2, at bygherren skal sikre, at der fastsættes retningslinjer for håndtering af digitale byggeobjekter igennem hele byggesagen (Byggeskadefonden, 2014).

Det betyder, at det er vigtigt at arbejde systematiseret og ensartet for at sikre, at det altid står klart hvilke parter, der har ansvaret for hvilke data, og hvornår disse data skal være tilgængelige. Udveksling og strukturering af data kan systematiseres i en IDM (Information Delivery Manual), der er en metode udviklet af buildingSMART (Bips, 2015).

Kvalitetssikring og systematisering af bygningsobjekter gør, at entreprenøren kan anvende rådgiveres bygningsmodeller til at arbejde videre ned. I artiklen bipsnyt 1:13 (bips, 2014) beskrives der, hvordan de digitale bygningsmodeller bliver anvendt på DNU (Det Nye Universitetshospital). På DNU har entreprenørvirksomheden, MT Højgaard, ud fra en præcis struktureret bygningsmodel indeholdende de rigtige informationer været i stand til at kunne lokationsplanlægge deres arbejde. Det betyder, at der, fra modellen blev udviklet, kontinuerligt er udført kontrol på modellen. Vigtigheden af kontrol af bygningsmodellen understreges i artiklen, hvor MT-Højggard havde til opgave at verificere deres mængder, inden det endelige tilbud kunne fastlægges. Dette resulterede i ca. 1 % flere mængder, end dem der var oplyst i udbudsmaterialet.

Når bygningsmodellen er gennemgået for fejl, og disse er udbedret, udvælges det planlægningsprogram, der skal indgå i systemopsætningen. Tekniske forudsætninger er dog et must, da programmet skal være i stand til at håndtere IFC.

Opsamling af modelchecker
Om programmet til modelcheck vælges til at være Solibri, Naviswork eller Vicooofice er ikke det vigtigste. Det vigtigste er at være opmærksom på, at programmet er i stand til at foretage de nødvendige kontroller i den kontekst, hvor dette anvendes.

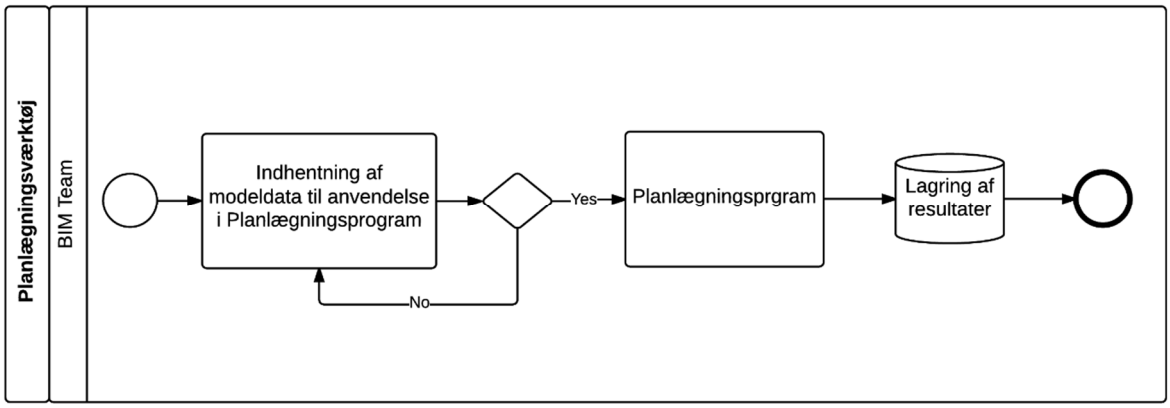
4.4 Udvælgelse Planlægningsprogram

Der er i undersøgelsen foretaget en udvælgelse baseret på teknologiske funktioner. Dette er sket for at afdække de relevante planlægningsprogrammer, der er tilgængelige på markedet, og som kan anvendes i den udarbejdede systemopsætning. (Appendiks 16)

Teknologi	Grundlægende princip	3D Visualisering	Mængde-kontrol	Tid	Økonomi	Konsistens-kontrol	Simulering af data	Lokations-planlægning	Import	Eksport
MS Project	Planlægningsprogram		X	X	X		X		XML, comma seperatet values (CSV)	XML
Vico Office	Planlægningsprogram	X	X	X	X	X	X	X	XML, IFC, CAD DUCT, DWG, import via modellerings applikationer Revit, Tekla, ArchiCAD	XLS, HTML PDF
EAZYPROJECT	Planlægningsprogram	X (2D)		X	X				Navision, C5, Axapta,	CSV, PDF

Figur 42 - Udvælgelse af planlægnings programmer **(Appendiks 16)**

Som det fremgår af ovenstående skema, er Vico Office-softwaren valgt til håndteringen af planlægningen til systemopsætningen. Grundlaget for udvælgelsen af planlægningssoftwaren er baseret på teknologiske og relevante funktioner, men også påvirket af ønsker og holdninger fra undersøgelsens interessenter. Nedenstående model illustrerer præcise og relevante data, der skal anvendes til planlægning af opgaver i et byggeri. Det er samtidigt et afgørende element, at programmet kan importere IFC fra CAD-programmet.



Figur 43 -Data til planlægningsprogram

Vico Office er, som beskrevet i kap 2, er et planlægningsværktøj, hvori der kan arbejdes med lokationsbaseret planlægning. Lokationsbaseret planlægning har været en afgørende faktor for udvælgelsen af software til formålet. I specialets undersøgelse blev der i de foretagne interviews adspurgt både distributører, projektledere samt materialeansvarlige på byggepladsen. Der var en bred enighed fra distributørernes side om, at lokationsbaseret planlægning kunne bidrag positivt til deres leveranceudfordringer.

Hos MT Højgaard understreges det, at fordelen ved lokationsbaseret planlægning er, at det er muligt at holde styr på antallet af håndværkere og tilpasse disse til de relevante lokationer.

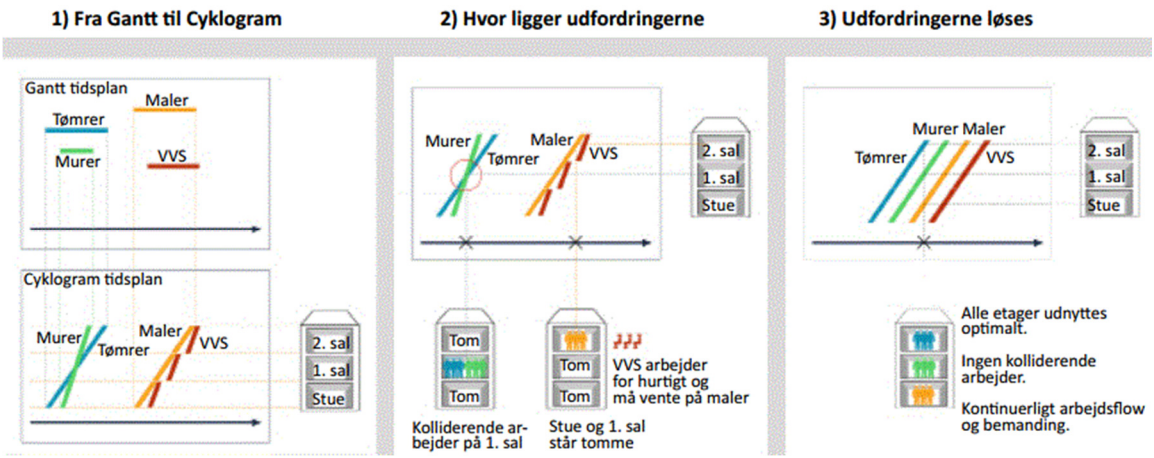
"hvis man havde styr på, hvilke lokationer armeringsnettet befandt sig på, vidste man præcis, hvor In Sito-betonen ville være brugt. Ud fra dette vil man kunne regne pris på betonen. " (Appendiks 4 – 1.1)

Det understreges hos MT Højgaard, at lokationsbaseret planlægning, ud over at se hvor aktørerne befinder sig, også kan anvendes til materialeberegninger ud fra lokationer.

Projektleder, Jakob Ørsted Pedersen, fra MT Højgaard har i tidligere projekter, såsom Bestseller, erfaret, at det kan have fatale konsekvenser, hvis der ikke er styr på, hvor og hvornår der skulle indsættes håndværkere.

"jeg arbejdede som projektleder på Bestseller, da Phil & Søn gik konkurs. Her var vi virkelig på den og kunne konstatere, at halvdelen af byggeriet stod tomt, fordi der ikke var koordineret rigtigt i forhold til at vide, hvor der kunne indsættes håndværkere " (Appendiks 4 – 1.3)

Ovennævnte problemstillinger kan ud fra undersøgelsen afhjælpes ved anvendelse af Vico Office, og derved kan man arbejde ud fra principperne i lokationsbaseret planlægning. I traditionel planlægning, hvor der udarbejdes Gantt-diagrammer, er det en umulighed at opdage, hvor konflikterne opstår. Som det fremgår af nedenstående modeller, kan det med anvendelsen af lokationsbaseret planlægning lade sig gøre at opdage de udfordringer, der måtte opstå i processen.



Figur 44 - Visualisering af lokationsbaseret planlægning((Exigo, 2014)

Fordelen ved lokationsbaseret planlægning er, at byggeprocessen kan optimeres ved hjælp af lokationer. Vico Office er i stand til ud fra bygningsmodellen automatisk at opdele mængder i områder, hvilket er fordelagtig, når projekterne er store og komplekse og eksempelvis opdelt i flere afsnit.

"Når du kobler 3D-modellen fra rådgiver med tid og økonomi, får du øje på fejl i dit byggeprojekt, længe før de opstår som problemer på byggepladsen. Dette får en positiv betydning for hverdagen på byggepladsen, og for resultatet på din bundlinje. " (Exigo, 2014)

Hos de adspurgte distributører i undersøgelsen er der også en begejstring for lokationsbaseret planlægning, da denne metode kan bidrage til, at materialerne kan leveres til den rette lokation på byggepladsen. Kristian Bonde fra XL-byg understreger, at en god planlægning i byggerierne ville kunne bidrage til at minimere antallet af fejlleverancer, hvor der ikke er styr på, hvem de leverede materialer tilhører. Kim Snog fra Bygma udtaler også at ved at have styr på materialetype og leverance, kan man opnå færre fejl i leverancen.

"Hver femte ordre, vi skriver ud til chaufføren, er behæftet med fejl. Disse fejl bestå af materialeantal, leverancetidspunkt eller lokation. Dette er et stort problem, der helt sikkert kunne forbedres ved indførelsen af en alternativ metode at gøre tingene på. "
(Appendiks 4 – 1.5)

Dette betyder, at der hos Bygma er en positiv holdning til at finde alternative metoder til at effektivisere en eksisterende proces. Dog mener KS fra Bygma, at der også skal tages stilling til de etiske spørgsmål omkring overvågning. Her mener han, at der kan være udfordringer, hvis chaufførerne føler sig overvåget, når de leverer materialer, grundet sporing i hele processen. Endvidere mener ikke kun det handler om overvågning, men også om kommunikation.

"… vi modtager altid en tidsplan og efterfølgende hundrede og sytten revideringer på leverancedatoen… " (Appendiks 4 – 1.5)

Det betyder, at hvis der var en bedre kommunikation mellem entreprenør og distributør, ville dette kunne bidrage til at leveringstid og sted kunne forbedres. Der er dog, som KS udtaler, forskel på leverancen i byggebranchen. Størrelse og kompleksitet er klart nogle parametre, der skal tages med i den samlede vurdering.
Hos Stark i Aarhus udtaler Thomas Lykkegaard, ansvarlig for materialeleverancer, at der ofte ikke er styr på, hvor materialerne skal leveres, eller hvem der er ansvarlig ved aflæsning.

"Dette ville da være smart, at både jeg om mine chauffører har styr på den præcise lokation for materialeleveringen. Vi leverer ofte både til Skejby og andre store byggepladser, hvor der er bestemte tidsintervaller for leverancer. Dette betyder, at der skal være 100% styr på, hvor disse materialer skal leveres." (Appendiks 4 – 1.8)

Her understreger Thomas Lykkegaard vigtigheden af god planlægning i byggeriet. Dog mener han også, at det er vigtigt stadig at indregne risiko i leveringen. Han udtaler, at nogle ting kan Stark kontrollerer i leverancen, alt imens andre ting kan gøres bedre. TL udtaler afslutningsvis, at lokationsbaseret planlægning ikke gør det alene, der er brug for et godt værktøj/system, der understøtter leverandøransvaret. Hos Stak anvendes der fotodokumentation, der er tilknyttet leverancen, hvilket bidrager positivt som dokumentation, når materialerne er leveret.

På byggepladsen, NAU i Aalborg, blev sjakbajs og pladsansvarlig Jesper Hansen adspurgt om, hvordan planlægningen blev håndteret på byggepladsen. Jesper Hansen var meget begejstret for, at de i byggesagen anvendte lokationsbaseret planlægning i byggeriet. Dog var der stadig processer, der kunne bidrage til at optimere processen yderligere. Med det understregede han, at RFID-teknologien godt kunne hjælpe håndværkerne på byggepladsen med at spore deres materialer.

Det antages derfor i specialets undersøgelse, at der er enighed om anvendelsen af lokationsbaseret planlægning blandt undersøgelsen adspurgte interessenter. Fordelen ved denne planlægningsmetodik er at være i stand til tidligt i processen at opdage kollisioner af arbejde, og se hvor i bygningen der er områder der står tomme. Samtidig giver planlægningssoftwaren mulighed for at udjævne bemandingen, således der kommer et bedre flow i arbejdet. Dette betyder, at det er muligt for planlægningsteamet at skabe et grafisk og visuelt overblik over, hvordan bemandingen er fordelt ud på forskellige områder i byggeriet. Specifikt er LBS (Location Breakdown Structure) Manager-funktionen i Vico Office en god mulighed, der giver potentiale for at opdele bygningsmodellen efter et ønsket synstem, uanset hvordan bygningsmodellen er modelleret. Dette betyder, at når først lokationen er defineret, kan alle mængderne fordeles på de enkelte lokationer. Dette gælder også, selvom bygningsdelene strækker sig over flere lokationer. Desuden er det muligt i programmet selv at definere, hvilke overflader der indgår i mængderne. Denne funktion er med til at sikre, at mængderne stemmer overens med opmålingsreglerne. Dette betyder, at lokationsopdelingen danner grundlaget for den lokationsbaserede planlægning og 4D-simuleringen. Ud fra lokationerne vil det efterfølgende være muligt via Schedule Planner-funktionen at placere en aktivitet i tidsplanen, således der ud fra cyklogram-metoden skabes en overskuelig tidsplan, og det samtidig sikres, at tidsplanen kan eksekveres.

Exigo Consult udtaler på deres hjemmeside at ved anvendelse af Schedule Planner, er det muligt at spare minimum 10 % af udførelsestiden, hvilket er meget væsentligt, når der arbejdes med store og komplekse byggerier.

> *"Schedule Planner er uden tvivl det værktøj i Vico Office-pakken, der hurtigst kan hjælpe med at skabe resultater på bundlinjen. Ved konvertering af en traditionel tidsplan til den lokationsbaserede metode viser vores og andres erfaring, at byggetiden kan forkortes minimum 10 %, med de samme ressourcer – ved at skabe et bedre flow i aktiviteterne."*
> (Exigo, 2014)

Udsagnet underbygges med tal fra Enemærke & Petersen, der har haft stor succes med lokationsbaseret planlægning, hvilket har bevirket, at de har opnået væsentlige besparelser.

> *"et godt overblik og et godt flow i tidsplanen. Et godt flow og en stabil bemanding sikrer en god kvalitet og en god økonomi, slutter Ask Hesselager. "* (Building-suply, 2014)

For et opnå et reelt billede af planlægningen i projektet *linkes* aktiviteterne i tidsplanen sammen med de tilhørende mængder i priskalkulationen. Disse suppleres så med en produktivitetsfaktor for udførelsestiden. Denne metode anvendes så efterfølgende til at foretage en beregning af længden på de forskellige aktiviteter samt Cash flowet og ressourceforbruget. Når tidsplanen efterfølgende opsættes tilføjes de forskellige afhængigheder i projektet, og der tilføjes mandskab til de forskellige aktiviteter. Efterfølgende optimeres flowet i den udarbejde tidsplan, hvilket skal sikre en realistisk tidsplan. Afslutningsvis foretages der en simulering af tidsplanen, der skal sikre en beregning af sandsynligheden for, at det konkrete projekt kan gennemføres til tiden (Exigo, 2014). Ud over planlægning af tid og økonomi til anvendelse i udførelsen af bygeriet er det ligeledes vigtigt at have et værktøj, som kan anvendes til at kvalitetssikre det arbejde, der er blevet udført.

Opsamling af planlægningsværktøjer

Planlægningsværktøjet er et vigtigt parametre, når et byggeri skal planlægges og struktureres. I specialets undersøgelse er valget faldet på Vico Office grundet lokationsbaseret planlægning. Som det fremgår af ovenstående bemærkninger omkring lokationsbaseret planlægning, er værtøjet på nuværende tidspunkt en positiv mulighed for at optimere muligheden for at effektivisere planlægningen af byggeriet.

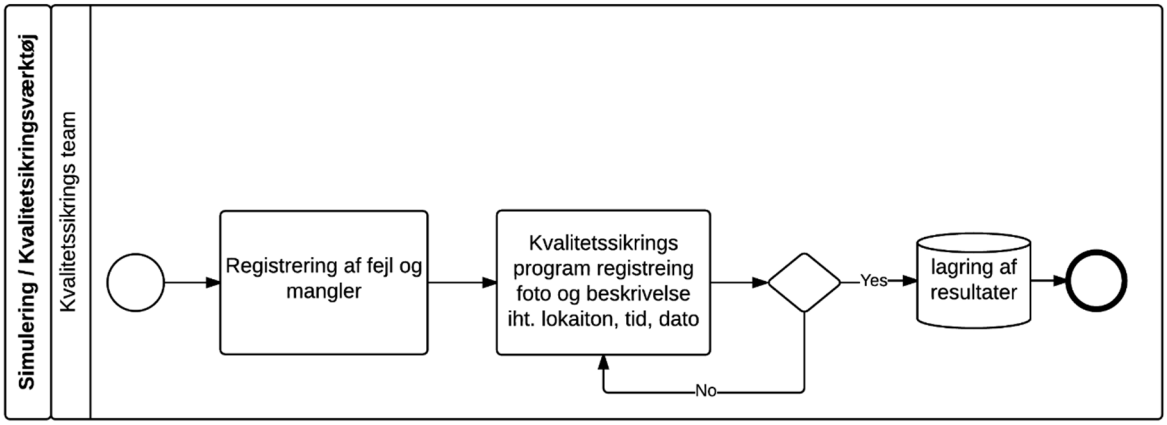
4.5 Udvælgelse af kvalitetssikringsværktøj

IssMan fra Exigo Consult er udvalgt med fokus på at afdække de relevante kvalitetssikringsværktøjer, som er på markedet, og som kan anvendes i den udarbejdede systemopsætning til registrering af fejl og mangler mv. Udvælgelsen er baseret på teknologiske og relevante funktioner. (Appendiks 17)

Teknologi	Grundlægende princip	Fotodokumentation med noter	Organisering af materiale	Backup	Meddeles center iht. opgaveløsning. (Fejl er udbedret)	Afrapportering
ISSMAN	Mobilt Allikations værktøj til kvalitetssikrings og fotodokumentation	X	Organiseres i projekter og rapporter- dele projekter med kunder og teams	Gemme lokalt og Backup i Cloud	X	PDF, Word Excel
Ikontrol	Mobilt Allikations værktøj til kvalitetssikrings og fotodokumentation	X	Dokumentmappe + mappe i Dropboks	Gemme lokalt og Backup til server		PDF
AjourKS	Mobilt Allikations værktøj til kvalitetssikrings og fotodokumentation	X	Skemaer tildeles konkrete sager og organiseres i dokumentmappe	Gemme lokalt og Backup til server		

Figur 45 - Udvælgelse af kvalitetssikrings værktøj

Som det fremgår af nedenstående procesmodel registreres fejl og mangler løbende i byggeriet. Denne registrering bliver dokumenteret og lagret i databasen.



Valget af kvalitetssikringsværktøjet, IssMan, er baseret på de tekniske egenskaber, som applikationen besidder. Dog er der ikke stor forskel på de forskellige tekniske egenskaber i IssMan, hvis applikationen sammenlignes med andre tilgængelige programmer på markedet. IssMan er dog i besiddelse af en meddelelsesfunktion der tilbagemelder når en fejl er udbedret. Hovedformålet med anvendelsen af teknologi til at registrere fejl og mangler ved udførelsen er at være i stand til systematisk at håndtere registrerede fejl og efterfølgende kunne registrere, at fejlene er udbedret. IssMan applikationen fungerer ved, at der udføres fotodokumentation med tilhørende beskrivelse til registrering af fejlene i byggeriet. Systemet, der er digitalt, hjælper desuden, hvad angår håndteringen af dokumenterne. I mange byggerier foretages denne dokumentation ud fra en manuel

papirliste, der så efterfølgende skal fortolkes og registreres manuelt. Ved en digital registrering er det er muligt at arbejde direkte på byggepladsen i stedet for på kontoret.

Det kan derfor udledes, at billeddokumentation er en effektiv metode til kvalitetssikring, både på byggepladsen, men også i distributionsledet. At metoden er digital, afhjælper samtidig udfordringen med dokumenter, der bliver væk i processen. Ved at uploade sine informationer til en sky som IssMan er den fornødne information altid tilgængelig uanset geografisk placering.

Opsamling af kvalitetssikringsværktøj til udførelse
Ved udvælgelse af kvalitetssikringsværktøj er det vigtigt, at der vælges et værktøj som indeholder de ønskede funktioner. En af de vigtigste funktioner i den forbindelse vil være at sikre, at der er mulighed for at få en tilbagemelding automatisk, når fejlene er udbedret. Dog kan de fleste programmer uden større indgreb tilføres funktioner til anvendelse i en større kontekst.

4.6 Opsamling af teknologier og værtøjer samlet

Ud fra ovennævnte analyser opsamles der i dette afsnit, hvilken teknologi, CAD-programmer, planlægningsværktøj og kvalitetssikringsværktøjer, der er udvalgt i specialet til anvendelse i en systemopsætning. Grundlaget for udvælgelsen er baseret på ovenstående analyse, hvilket belyser nødvendige scenarier for en vellykket integration af teknologi og den efterfølgende behandling af data.

Teknologi: RFID

CAD-værtøjer: Revit, ArchiCAD, Tekla

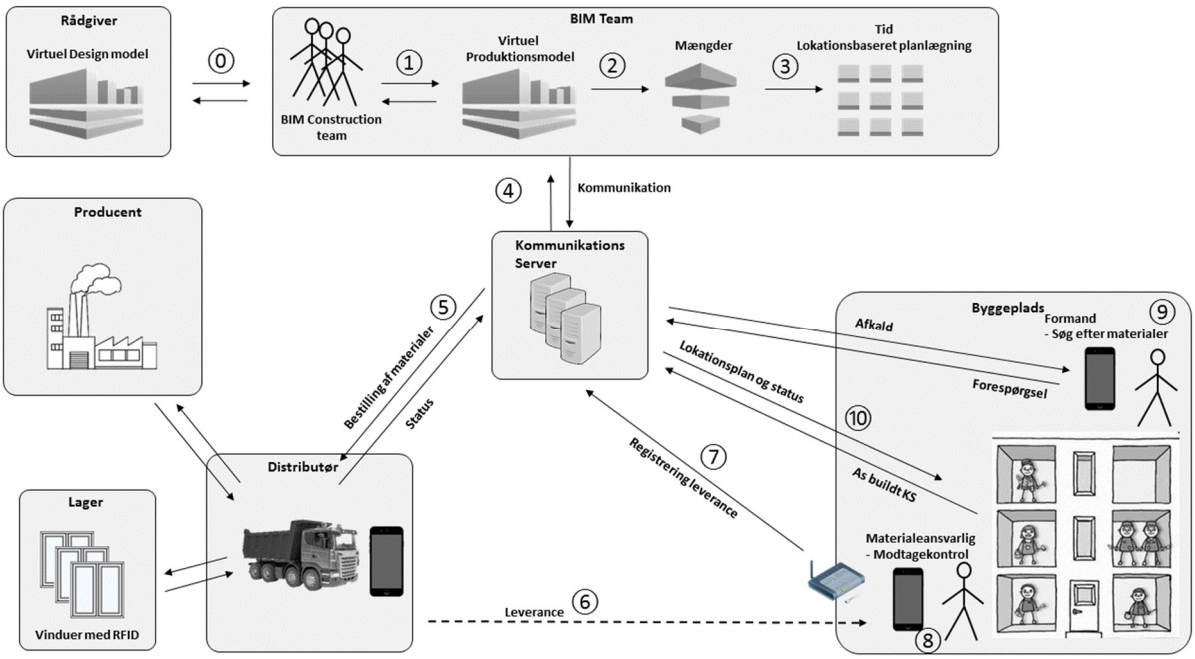
KS-programmer til modelkontrol: Vico Office, Solibri eller Naviswork

Planlægningsværktøj: Vico Office

Kvalitetsikringsprogram: IssMan.

4.7 Teknologiunderstøttet systemopsætning (Re-design)

Tidsplanen er dynamisk og kører gennem hele processen, og der bestilles materialer i henhold til afrapportering fra sjakbajs. Da alle interessenter i processen er i besiddelse af smartdevices vil kvalitetssikringsværktøjet kommunikere eventuelle fejl og mangler, således BIM-teamet kan lave opfølgning. Processen, som fremgår af nedenstående model, viser flowet igennem processen. De tilknyttede punkter fra 0-10 beskriver de forskellige delprocesser i systemopsætningen.



Figur 46 - Proces scenarie for anvendelse af RFID i byggeproces

0. Kommunikation mellem rådgiver og BIM Construction team.
1. BIM team opretter model og foretager kontrol.
2. Mængder i model verificeres.
3. Der tillægges lokationsbaseret planlægning til model.
4. Bygningsmodel kommunikerer med database.
5. Bestilling af materialer hos distributør ud fra bygningsmodel der bestiller fra producent eller plukker fra lager.
6. Leverance af materialer.
7. Registrering af leverance Just In Time ud fra tidsplan. Afrapportering sker automatisk. Hvis der er leverance problemer, løses dette på stedet, eller der sendes informationer tilbage til BIM teamet.
8. Materialeansvarlig laver manuel KS, hvis det automatiserede system fejler. Materialeansvarlig koordinerer materialer til entreprenører og kan samtidig søge efter materialer via sin device.
9. Den enkelte formand kan lokalisere sine materialer og evt. bestille dem hos den materialeansvarlige.
10. Opfølgning/status på opgaver KS.

Kommunikationen mellem BIM construction-teamet og rådgiverteamet er vigtig, idet den virtuelle konstruktionsmodel er baseret på data fra rådgivermodellen. Når BIM-teamet har foretaget kontrol på modellen, som beskrevet i afsnittet om kvalitetssikring af bygningsmodel er denne klar til videre anvendelse (se afsnit 4.3). Når modellen er verificeret med mængder mv., planlægges projektet og de forskellig objekter bestemmes iht. lokationer. Bygningsmodellen kommunikerer løbende med databasen, hvilket betyder, at alle ændringer i projektet hele tiden vil være tilgængelige i processen. Når der så i processen er styr på materialetyper, mængder, hvor og hvornår de skal anvendes, foretages der bestilling hos distributøren. Distributøren plukker på lager eller bestiller hos producent. Fordelen ved at have styr på mængder og tid tidligt i processen gør det lettere at

opdage fejl i leverancerne **(Figur 3)**. Sådanne fejl kan opdages ved anvendelsen af RFID-teknologien, der bidrager med kvalitetssikring og registrering helt fra producent via distributør til byggeplads. Dog vil en standardisering af mærkning af byggevarer kunne bidrage yderligere i afhjælpningen af fejl, hvilket generelt påtales i de foretagende interviews både med producenter, distributører og hos entreprenørerne. Kristian Bonde fra XL-Byg udtaler:

"den største fordel, som jeg kan se. En RFID-teknologi i byggematerialer svarende til en standardisering vil bidrage til at vi kan følge materialer fra producent til lager og videre til den rette lokation på byggepladsen." (Appendiks 4 -1.4)

Når leverancen er bestilt og ankommer på byggepladsen foretages en registrering via opstillede antenner på materialepladsen. Registreringen kommunikerer med bygningsmodellen, der sikrer, at de rigtige materialer ankommer til det rigtige sted og på rette tidspunkt. I tilfælde af svigt i teknologien ved modtagelse af materialer søger den materialeansvarlige på pladsen for at rette fejlen, hvis muligt, ellers sendes der en meddelelse herom til BIM-teamet, der foretager en opfølgning.

Den materiale ansvarlige sørger endvidere for at koordinere de forskellige materialer til entreprenørerne og kan i den forbindelse via sin enhed søge efter materialer grundet mulig positionering ved anvendelsen af radiobølgeteknologien RFID. Den enkelte formand kan i samme grad som den materialeansvarlig sikre sig, at de rette materialer er til stede, når de skal anvendes. I interview med sjakbajs Jesper Hansen fra MT Højgaard blev denne problemstilling debatteret. Som det fremgår af interviewet med Jesper Hansen (appendiks 4 – 1.9) udtalte han, at der var store udfordringer med håndteringen af materialer på byggepladsen. Udfordringerne bestod som regel i, at man ikke var i stand til at finde de materialer, man skulle bruge og derfor enten brugte mange mandetimer på at lokalisere materialerne, hvis det overhovedet ville lykkes.

> *"… vi har et kæmpe materialespild i vores byggeprojekter, fordi det er svært at lokalisere materialerne og i den forbindelse også holde styr på mængderne. Det optimale vil være et system, hvor vi kunne spore materialerne, således vi ikke skulle bruge så lang tid på at lede efter dem."* (Appendiks 4 – 1.9)

Dette har skabt juridiske udfordringer for både distributører og entreprenører, da der let kan opstå uenighed om, i hvilket omfang materialerne var leveret. Også hos distributørerne mener man, at sporbarheden af materialer vil bidrage positivt i hele byggebranchen. I interview med distributør Kim Snog fra Bygma kunne det konkluderes, at der var noget om snakken. Dette gælder specielt ved diskussion omkring leverance betingelser mv.

"… kan jeg se en fordel ved at kunne spore materialerne, hvad angår position og mængder. En fordel vil også være at kunne lokalisere materialerne ved leverance, således der ikke skabes tvivl om, i hvilket omfang leverancen er i overensstemmelse med det aftalte. "
(Appendiks 4 – 1.5)

For at få en dybere indsigt i hvordan denne proces forløber, er det vigtig at udarbejde en evaluering af systemopsætningen. Dette gøres, for at afklare hvilken værdi systemet skaber for brugere af systemet. Desuden er det samtidigt vigtigt at afklare, at systemet teknisk set kan lade sig gøre.

5. EVALUERING / TEST AF SYSTEMOPSÆTNING

5.1 DECIDE a frame Work to guide evaluation

Til evalueringen anvendes dele af DECIDE a framework, der er en del af Interaction design til evaluering af det udarbejdede system. Denne metodik uddybes i appendiks 12**.** For opnåelse af en brugbar evaluering af specialets undersøgelse bliver evalueringen af brugernes forventede værdi af systemet samt de tekniske forudsætninger udarbejdet systematisk ud fra relevante dele af evalueringsmetodikken. Dette betyder, at der behandles emner som:

- Hvem henvender evalueringen sig til?
- Overordnede målsætninger for evalueringen.
- Overvejelse af hvilke spørgsmål der skal besvares.
- Valg af evalueringsparadigme. (Interviews & teknisk funktionalitet)
    - Interviews baseret på undersøgelsens interessenter.
    - Tekniske forudsætninger til system. Test med eksperter fra Exigo Consult.
- Udvælgelse af interessenter til evalueringen.
- Etiske spørgsmål der kan skabe interessekonflikt i undersøgelsen.
- Hvordan er der indsamlet data, og hvordan er disse fortolket.
- Vurdering af skævheder der kan påvirke validiteten på specialets undersøgelse.

5.1.1 Forventet værdi for brugerne af systemet

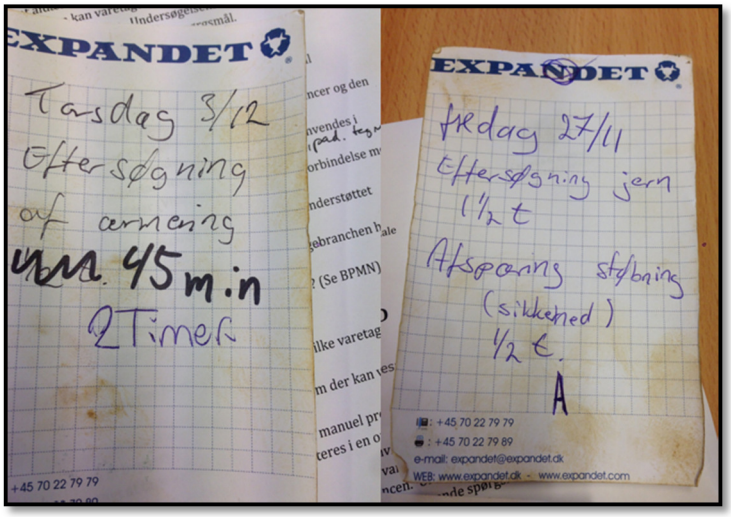
Afsnittet behandler, hvilken værdi undersøgelsens adspurgte interessenter forventer at få i forbindelse med specialets udarbejdede system. Evalueringen er baseret på holdninger fra byggebranchen, hvilket fremgår af de foretagne interviews (appendiks 4). Evalueringen af de adspurgte interessenter og deres holdninger er prioriteret i samme grad som den tekniske evaluering. Målsætningen med denne disponering er vigtig for specialets undersøgelse, da det findes vigtigt at afklare, i hvilken grad byggebranchen er parat til adopteringen af en ny teknologiunderstøttet arbejdsmetodik.

For afklaring af i hvilket omfang det udarbejdede system skaber værdi for brugerne af systemet, er der blevet stillet spørgsmål om nødvendighed af et teknologiunderstøttet system til materialehåndtering, kendskab til teknologier, svigt i materialeleverancer, fordele og ulemper, og hvad der er vigtigt at tage højde for, hvis der skal implementeres et nyt system i en organisation.

Ifølge distributør Kristian Bonde fra XL-Byg vil dette system være positivt for alle i branchen, dette understreges endvidere af Thomas Lykkegård fra Stark, der mener, at systemet kan bidrage positivt til en allerede eksisterende proces. Dog mener de begge, at der er udfordringer omkring overvågning af materialer, der kan have en negativ påvirkning på chaufførerne. Dette betyder, at når materialerne overvåges, gør chaufførerne det også. Hos Bygma Risskov deler man begejstringen for systemopsætningen, da de ofte i deres organisation oplever fejl grundet dårlig kommunikation og dokumentation i forbindelse med leverancer. Hos Bygma arbejdes til dagligt med Lean i organisationen. Målsætningen for virksomeden er konstant at optimere processer og fjerne ikke værdiskabende led. Så

Kim Snog fra Bygma var positiv indstillet for tankegangen med RFID-teknologi til sporing af materialer samt en applikation eller en funktion, der kunne minimere antallet af fejlleverancer og i den forbindelse bidrage til at sikre nødvendig dokumentation ved levering af materialer. Værdien af specialets udarbejdede system vinder altså positiv respons hos de adspurgte distributører, der i undersøgelsen har fungeret som repræsentanter for området. Kristian Bonde fra XL-Byg udtaler også, at systemet kan skabe værdi for mindre virksomheder og projekter. Dette vil blot kræve, at de store spillere på markedet går i spidsen for projektet. Ud over de adspurgte distributører blev entreprenørerne i undersøgelsen også spurgt om, hvilken værdi systemet kunne bidrage med til deres fagområde.

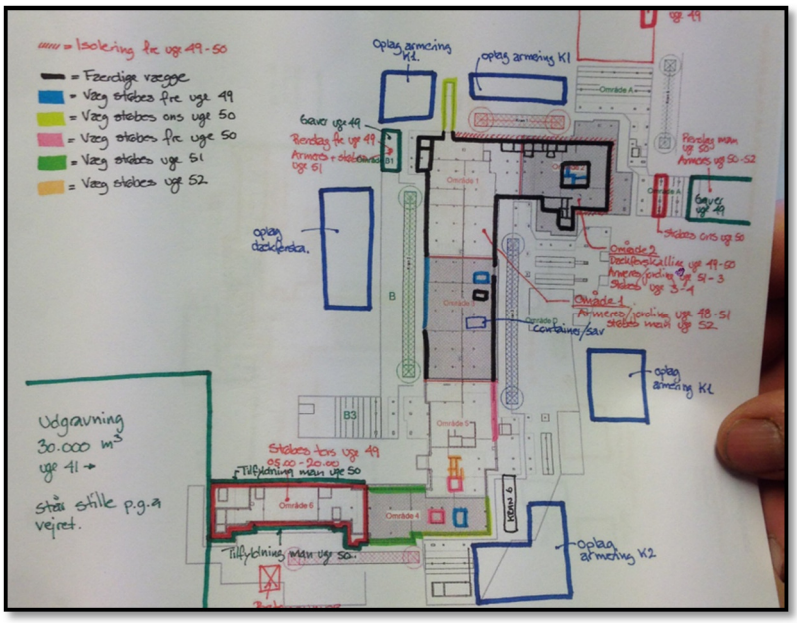
Hos de adspurgte entreprenører var der stor begejstring for systemopsætningen, hvor der kunne anvendes RFID i forbindelse med lokaliseringen af deres materialer. Hos MT Højgaard, brugte man ofte meget tid på at lokalisere materialer på byggepladsen, hvis det overhovedet lykkedes at finde dem.



Figur 47 - Tidsforbrug fra MT Højgaard, på NAU til lokalisering af materialer.

Som det fremgår af notatet, er tidsforbruget et stort problem, da det er omkostningstungt at lede efter materialer. Et system, som kan bidrage til at effektivere den eksisterende proces, vil derfor blive positivt modtaget.

Hvad angår spørgsmålet om lokationsbaseret planlægning, er dette allerede anvendt i forbindelse med deres byggesager. Men idéen om at kunne lokalisere det enkelte objekt, og ikke kun hele mængder, finder MT Højgaard interessant. Både projektledere i projekteringsafdelingen og sjakbasen på byggepladsen var generelt positive over for systemet. Som det fremgår af nedenstående billede kunne de hos MT Højgaard, godt tænke sig at være i stand til at lokalisere de enkelte materialer og ikke kun den samlede mængde, når de skulle planlægge mængden af materialer tilknyttet forskellige lokationer. Det vil i den forbindelse være værdiskabende i visse situationer at kunne lokalisere det enkelte objekt.



Figur 48 - Planlægning af materialer på ugebasis MT Højgaard

Den positive holdning havde også en modpol, da der var en holdning til, at byggebranchen generelt er konservativ, og det i den forbindelse ville være en udfordring at implementere et nyt system eller i den forbindelse også få udarbejdet en standardisering på området.

Til spørgsmålet om værdi ved anvendelsen af lokationsbaseret planlægning var der en klar tilkendegivelse af, at dette var vejen frem. Hos MT Højgaard, blev denne metode allerede anvendt i forbindelse med deres byggesager. Både i projekteringen og i udførelsen. Dog kunne MT Højgaard, se en fordel i at tillægge Vico nogle parametre i programmet, således det blev endnu lettere at håndtere udfordringen med at lokalisere det enkelte element.

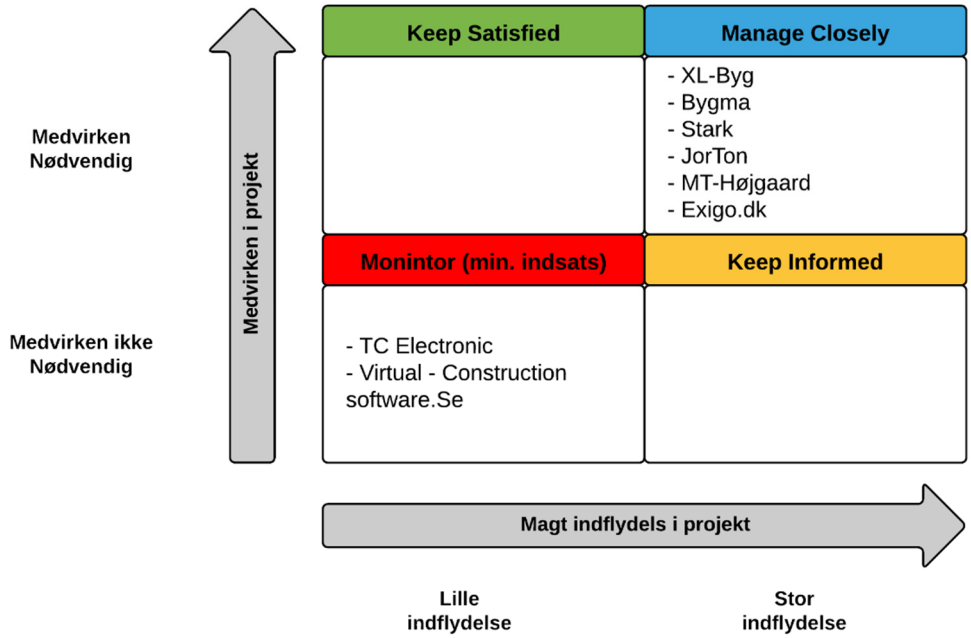
Hos MT Højgaard, mener man dog, at der bør være en bagatelgrænse for, hvilke materialer der skal kunne spores separat. En palle med skruer skal have én RFID-tag og ikke på hver kasse.

"... et kvalitetssikringssystem til sporing af materialer på generel basis vil fungere uanset. Der skal dog være en bagatelgrænse for, i hvilket omfang man skal placere en tag på det enkelte objekt. " (Appendiks 4 - 1.9)

Dette betyder, at anvendelsen af IssMan-kvalitetssikringsprogrammet kan give mulighed for at dokumentere, både leverancer og samtidigt materiale restancen på pallen, og hvornår denne er tom. Dette betyder, at hvis den udarbejdede systemopsætning skal implementeres, bør der fokuseres på at kunne skabe en bedre sporing af byggematerialer. Denne sporing vil i den forbindelse kræve RFID-teknologi og et kvalitetssikringsværktøj som IssMan. Hvad angår det it-mæssige aspekt, er de fleste forudsætninger allerede til stede hos entreprenørerne. Dette betyder, at et nyt system er relativt simpelt at implementere i organisationen. Dog skal der udvikles API`er, som skal styre kommunikationen af bygningsobjekterne, således at den fornødne data kan anvendes hele vejen i systemet.

Distributørerne er positive over for systemet, men mangler generelt en form for standardisering af mærkning af byggematerialer. Hvad angår muligheden for at spore de enkelte materialer, er distributørerne positive, da det er en fordel at vide, om materialerne er produceret, på vej eller afleveret til kunden. I spørgsmålet om anvendelse af et kvalitetssikringsværktøj, som eksempelvis IssMan, var distributørerne overbevist om at anvendelse af fotodokumentation af leverancen sammenholdt med sporingen af RFID-tags i materialerne vil forbedre sporbarheden og i den forbindelse minimere risikoen for eventuelle juridiske tvister om leverancetidspunkt, sted for aflæsning, mængder mv. De teknikske detaljer vil bliver behandlet yderlige i det efterfølgende afsnit, hvor teknologien testes. Der er i forbindelse med evalueringen anvendt de samme interessenter som i forbindelse med undersøgelsen. Grundet tid og omfang til specialets udarbejdelse er der i denne undersøgelse ikke anvendt andre interessenter til evalueringen, hvilket dog ville kunne have bidraget med et bredere resultat i undersøgelsen.

Udvælgelsen af interessenterne til denne undersøgelse er foretaget ud fra en interessentanalyse, der giver specialets undersøgelse validitet, da det giver mulighed for at se, hvordan den enkelte interessent kunne have påvirkning undersøgelsen. (Appendiks 5)



Figur 49 - Interessentanalyse

Som det fremgår af analysen har de fleste adspurgte interessenter haft en stor indflydelse på specialets undersøgelse samtidig med at deres medvirken har været nødvendig. Dog vil der i en undersøgelse ofte kunne stilles etiske spørgsmål i forbindelse med udvælgelse af interessenter, metoder, forhold og stillede spørgsmål.

De anvendte interessenter i undersøgelsen har været relativt begrænsede, hvilket betyder, at der ikke er foretaget kvantitative undersøgelser inden for de adspurgte områder. De afholdte interviews er i stedet foretaget semistruktureret og kvalitativt for på denne måde at give et reelt billede af, hvordan tendensen i byggebranchen forholder sig. Endvidere ville det for undersøgelsens validitet samtidig have været en fordel at have haft mulighed for at spørge producenter, der anvender RFID-teknologi i deres produktion i stedet for kun at

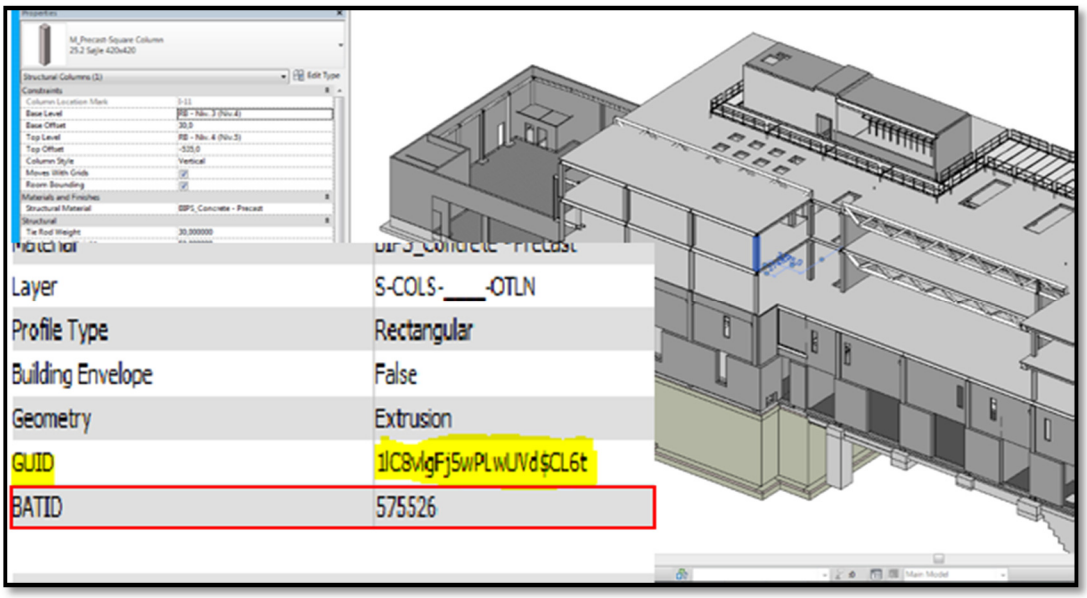
henvise til sekundær empiri i form af artikler og udtalelser mm. Ud over hvilken værdi den udarbejde systemopsætning kunne give de adspurgte interessenter, er det samtidigt vigtigt at se på, i hvilket omfang systemopsætningen rent teknisk kan lade sig gøre. Dette er undersøgt ved at udføre en test, hvor der foretages en analyse af systemopsætningen. Den tekniske test af systemet er kronlogisk opbygget, således det giver en gennemskuelighed, og samtidig indikerer hvor der måtte være udfordringer i systemet.

5.1.2 Kan systemet teknisk lade sig gøre?

Test af system indeholdende kommunikation i it-programmer og i mellem it-programmer og RFID-teknologi. Systemtesten indeholder test af, i hvilket omfang den udarbejdede systemopsætning i specialet kan lade sig gøre. Der testes for at afklare infrastrukturen i systemet, og hvad der eventuelt skal ændres eller tilføjes. Testen er udført i samarbejde med Troels Primdahl, som arbejder som projektleder hos Exigo Consult. Grundet specialets omfang samt tidsbegrænsning af undersøgelsen, er testen foretaget som ekspertvurdering. Dette betyder, at brugeren af systemet ikke er blevet adspurgt eller iagttaget på dette område.

Evaluering/test af systemet henvender sig til Exigo Consult, således virksomheden vil være i stand til at tilføre eventuelle mangler i systemet, der vil kunne give byggebranchen support i forbindelse med en eventuel implementering af systemopsætningen. Systemtesten er udarbejdet ud fra funktionskrav mellem it-programmer og teknologi, således det sikres, at den nødvendige kommunikation er tilstede. Der udarbejdes et skema, som har til formål at overskueligøre de eventuelle problemstillinger, som har fundet sted i forbindelse med testen af systemet.

1 - Bygningsobjekt fødes og tillægges et objektbaseret ID. ID-nummeret kan være forskelligt fra CAD-program til CAD-program. Det betyder, at der skal rettes opmærksomhed på dette område, således det sikres, at den tilknyttede egenskabsdata kommer med videre i forløbet.

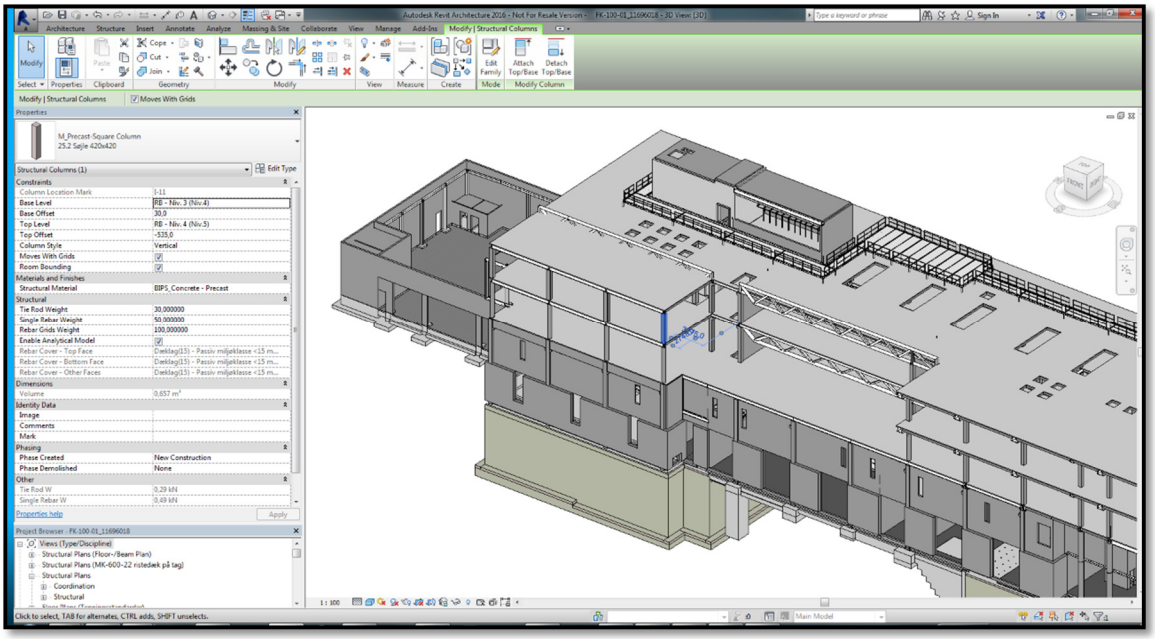


Figur 50 - BATID kode fra Revit

Hvis ID-nummeret eksempelvis kommer fra **Revit,** vil dette nummer ud fra det konkrete eksempel på en søjle hedde ***BATID 575526***. Hvilket vil hedde Element ID, når det ender i Vico. Hvis Element ID kommer fra Revit via IFC, vil den bestå af en GUID-kode(Globally Unique Identifier). Et eksempel på en sådan kode kunne se sådan ud:

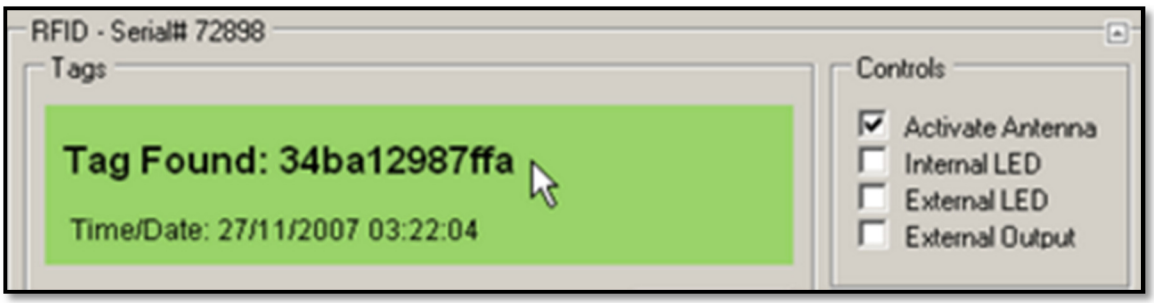
"GUID 1IC8vigFj5wPLvUVd$CL6t"

Det er derfor vigtigt, at man holder styr på det enkelte objekt ID i processen. I nedenstående Revit-model ses det enkelte objekt i form af en søjle. Der er ikke nogle udfordringer i denne del af testen.

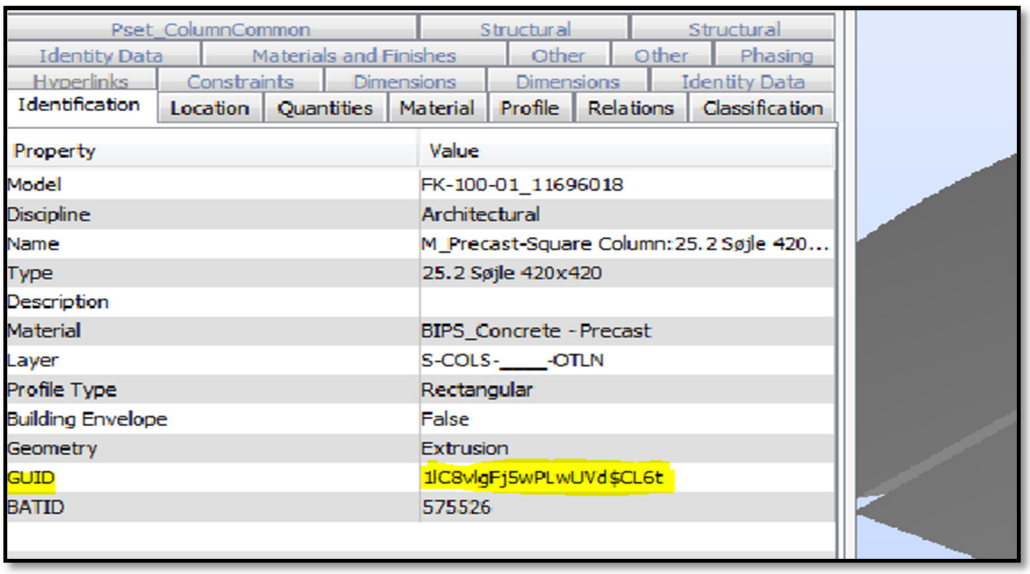


Figur 51 - Søjle i Revit

2 - Søjlen (eksempel) bestilles ved en producent, der tillægger hvert objekt en RFID-kode, der indstøbes i søjlen. Denne kode fremgår af eksemplet i figur 52, hvilket skal kobles sammen med GUID (Globally Unique Identifier) i figur53**.** Denne proces kræver, at der udarbejdes en API til formålet. *(Application Programming Interface hvilket tillader et stykke software at kommunikere med et andet)*



Figur 52 - RFID-kode (iLab, 2007)



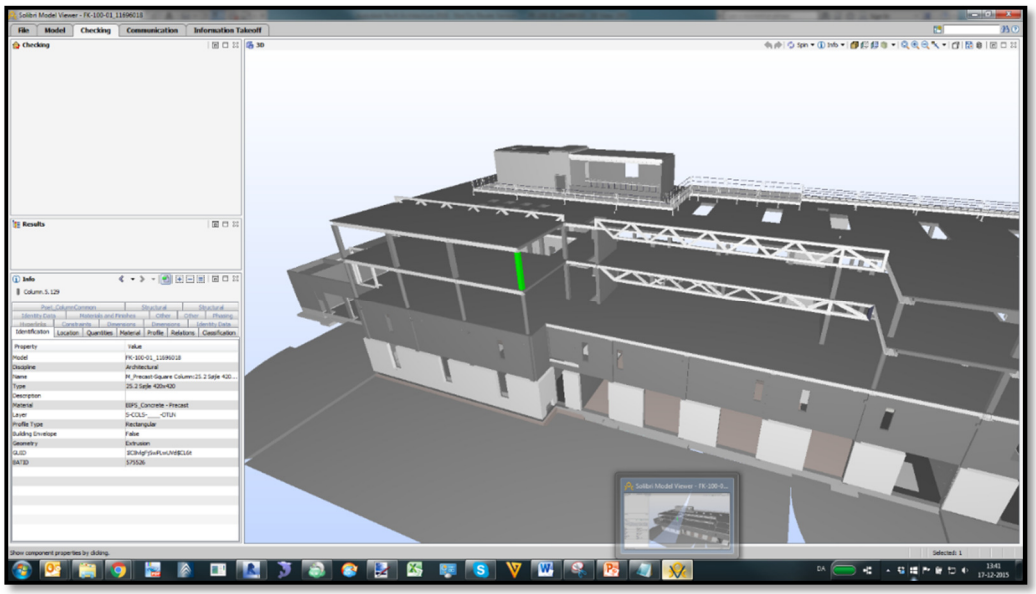
Figur 53 - GUID (Element ID på objekt - søjle)

3 - Producenten sender informationskoderne tilbage til BIM-teamet, der så sikrer sig, at informationen bestående af RFID og element ID bliver integreret i modellen. Denne proces ville kunne udføres med en API *(Application Programming Interface hvilket tillader et stykke software at kommunikere med et andet)*.

Der laves en API, der kobler en RFID-kode fra producenten med GUID, således det enkelte objekt er sporbart og kan videreanvendes, når projektet skal planlægges.

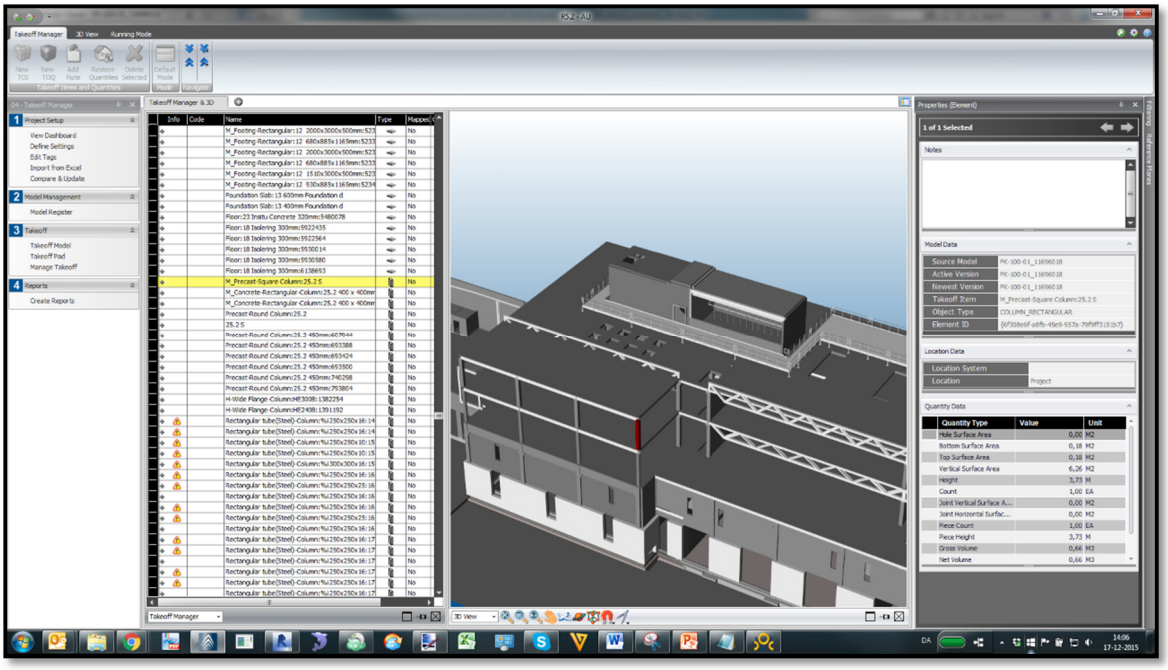
4 - Bygningsmodel opdateres, således det sikres, at objekter og ID passer sammen. Denne proces er teknisk mulig ved anvendelsen af en API, men er ikke testet.

5 - Bygningsmodel testes for kollisioner, mængder mm. Her viser testen, at systemet fungerer efter hensigten, og der er ingen problemer.



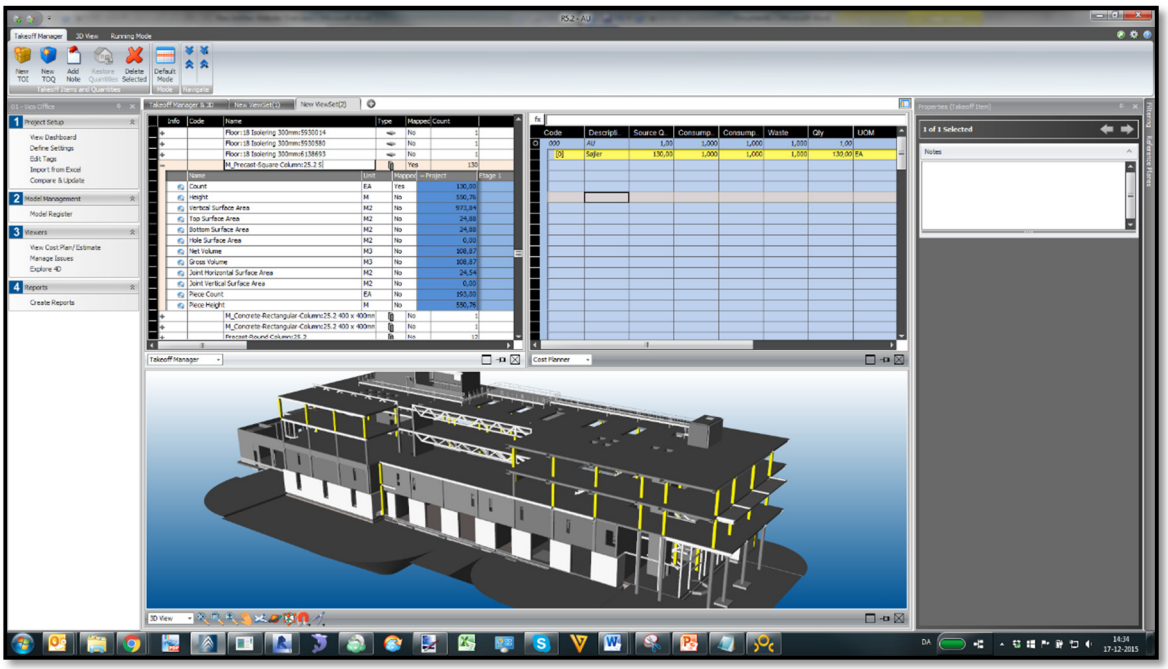
Figur 54 - Test af model i Solibri

6 - Bygningsmodel eksporteres til Vico Office. Eksporten fungere fint, og der er ikke brug for yderligere tiltag.



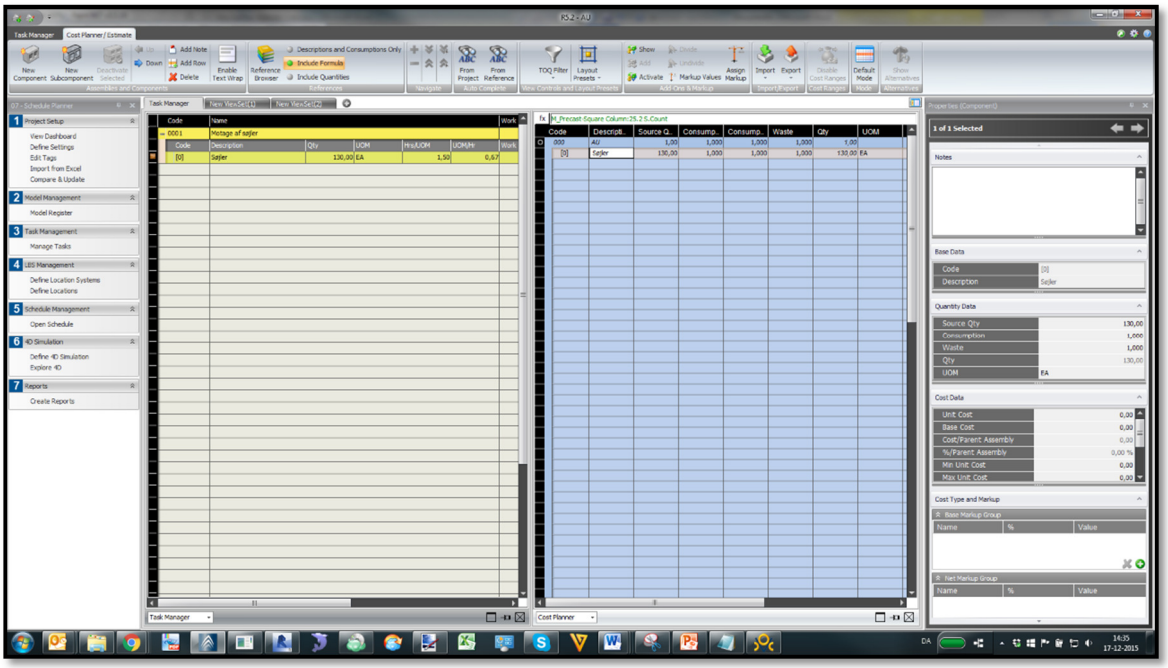
Figur 55 - Bygningsmodel i Vico Office objektet "søjle" fremgår

7 - Der udtrækkes mængder, og mængderne overføres til poster. Her er der ingen problemer, da mængderne uden problemer kan overføres til poster.



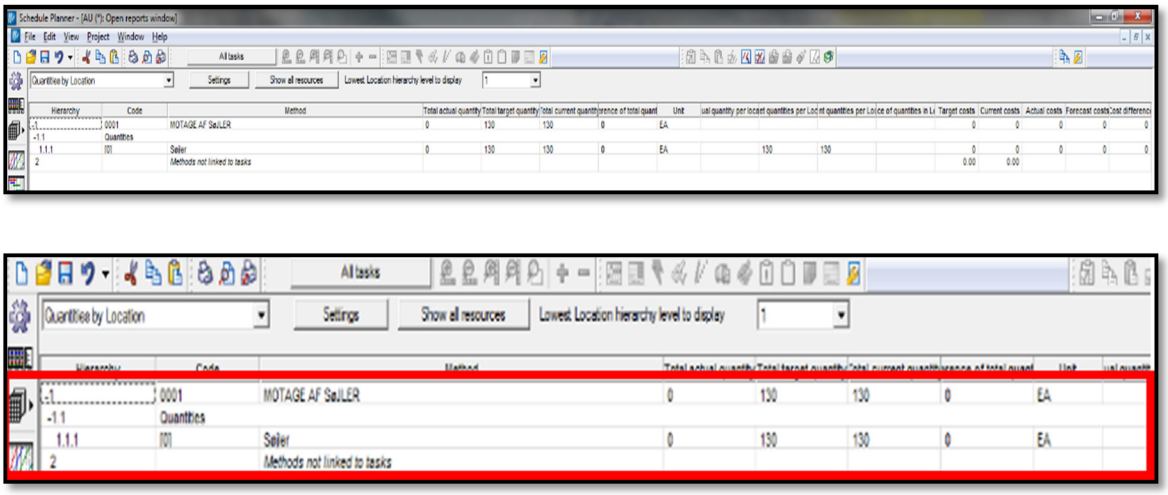
Figur 56 - Udtrækning af mængder der overføres til poster

8 - Poster overføres til aktiviteter. Posterne kan uden problemer overføres til aktiviteter, men overføres som samlede mængde, hvilket betyder at den enkelte "søjle" fremgår som samlet mængde. Dette vil kræve videre opmærksomhed hvis det enkelte element skal fremgå af en liste.



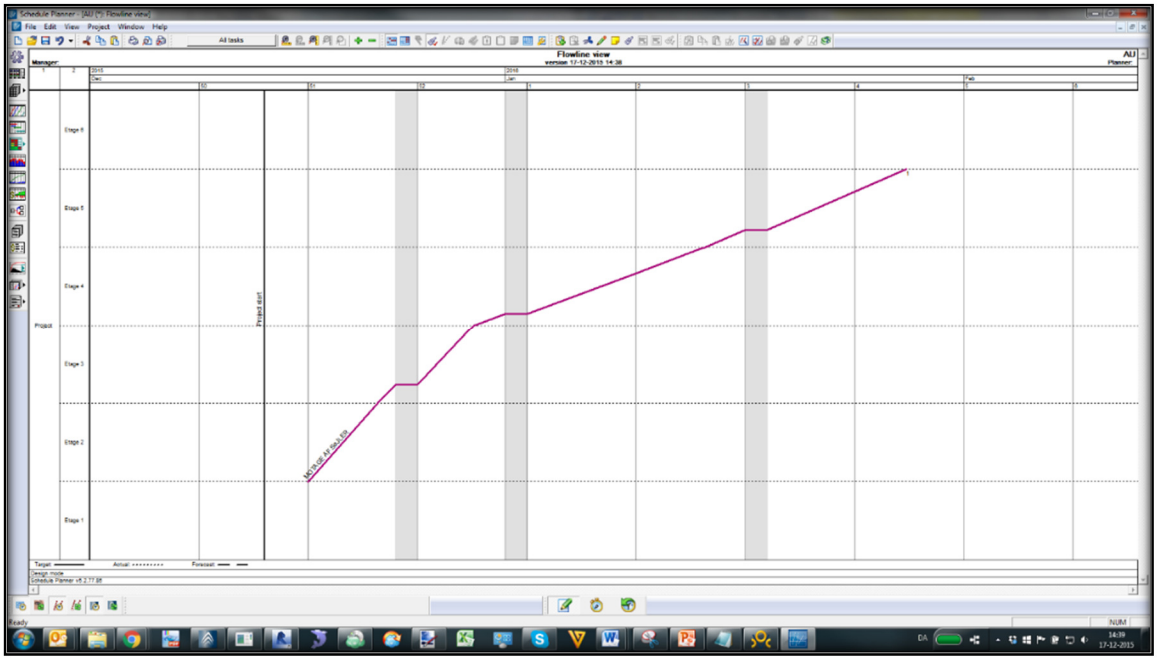
Figur 57 - Proces i Vico Office hvor Poster overføres til Aktiviteter

9 - Mængderne overføres til poster, dette resulterer i, at delmængderne forsvinder og ikke kan ses i aktiviteterne.



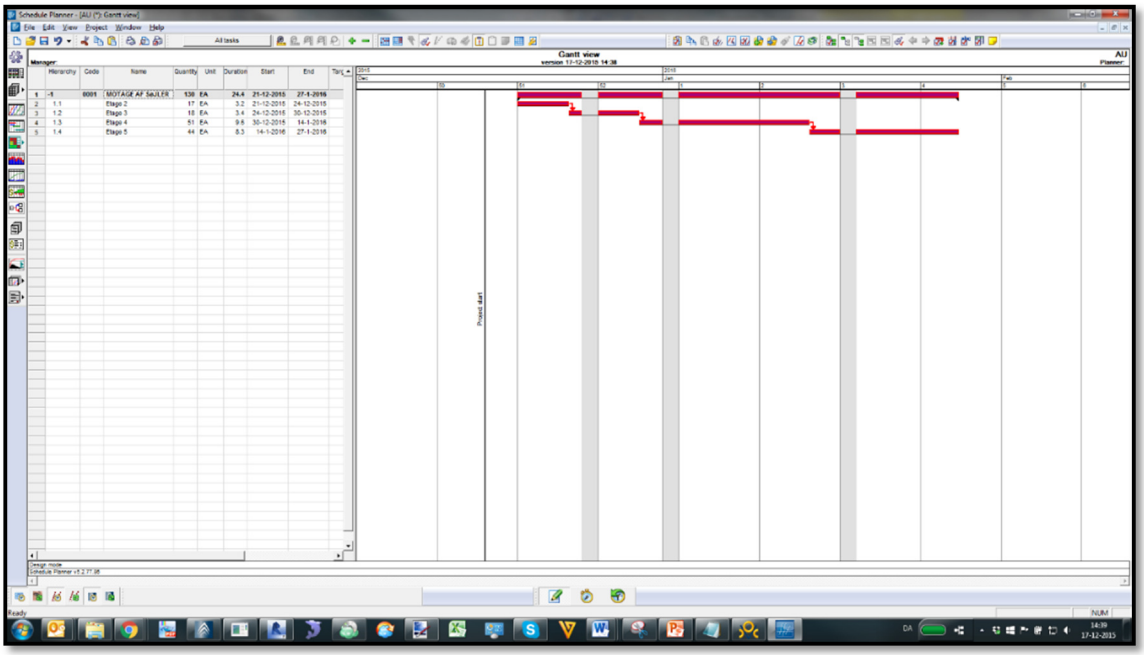
Figur 58 - Proces I Vico Office hvor mængder overføres til Poster

10 - Flowline View. Dette betyder, at vi kun kan se den samlede mængde fordelt på tid og lokationer. Dette fremgår på det efterfølgende Flowline View, også kaldet cyklogrammet. Denne fase kræver opmærksomhed, da der skal udarbejdes en funktion, hvilket giver muligheden for en opdeling af enkelte objekter fordelt på type, navn mm.



Figur 59 - Cyklogram - modtagelse af søjler samlet mængde

11- Gantt diagram der viser mængden af søjler fordelt på lokationer og tid. Manglende funktion til håndtering af delmængder.



Figur 60 - Gantt diagram søjler iht. fig. 56 Cyklogram

5.1.3 Opsamling af test med RFID-teknologi og it-programmer.

Testen er forløbet som planlagt. Dog er der opstået udfordringer i forbindelse med kommunikationen mellem software internt eller eksternt. I nedenstående skema vil det fremgå, hvor i systemdesignet der vil være udfordringer, der skal tages hånd om.

Procesnummer	Kræver ikke opmærksomhed	Kræver opmærksomhed	Løsningsforslag / Anbefalinger
1 - Bygningsobjekt fødes	**X**		(Ingen opmærksomhed)
2 - Søjlen (eksempel) bestilles ved producent		**X**	Udarbejdelse af API der kan sikre GUID- og RFID-kode sammenlægges, således denne kode kan anvendes i bygningsmodel.
3 - Producenten sender informationskoderne tilbage til BIM teamet		**X**	API udarbejdes i forbindelse med ovenstående punkt.
4 - Bygningsmodel opdateres		**X**	Der er ikke testet, om RFID-ID og objekt ID passer sammen grundet manglende test af API
5 - Bygningsmodel testes for kollisioner, mængder mm.	**X**		(Ingen opmærksomhed)
6 - Bygningsmodel eksporteres til Vico Office.	**X**		(Ingen opmærksomhed)
7 - Der udtrækkes mængder og mængderne overføres til	**X**		(Ingen opmærksomhed)
8 - Poster overføres til aktiviteter		**(X)**	Poster overføres som samlede mængder. (Fungerer, men kan kræve senere ændring)
9 - Mængderne overføres til poster		**X**	Delmængder forsvinder
10 - Flowline View		**X**	Det fremgår af Flowline vieweren, at det kun er den samlede mængde, der vises og ikke delmængder. Der henvises til pkt. 9
Gantt diagram der viser mængden af søjler fordelt på lokationer og tid		**X**	Der mangler en listefunktion til at kontrollere delmængderne. Der henvises igen til pkt. 9

Figur 61 - Opsamling af systemtest

Systemanbefalinger på bagrund af test.
Som det fremgår af ovenstående skema falder opmærksomheden på processen, hvor der skal udvikles en API til håndtering af en sammenlægning af RFID-koden og GUID. Endvidere ses der en udfordring i ikke at kunne arbejde med delmængderne, da disse fremgår som samlede mængder. Dette betyder, at hvis der ikke skal foretages Micro Management, kræver systemopsætningen en funktion i Vico (Gantt), der kan håndtere denne proces. Denne funktion skal bidrage til, at Vico også kan håndtere det enkelte element separat i den lokationsbaserede planlægning. Denne liste i Gantt viewer skal give mulighed for sortering og søgning af enkelte objekter.

Som nævnt indledningsvis i afsnittet er Troels Primdahl fra Exigo Consult anvendt i forbindelse med testen. Hvad angår etikken i test af systemet, har de implicerede gennem hele forløbet forholdt sig objektivt og ikke ladet sig påvirke af holdninger omkring valg af it-programmer, teknologier mm. Grundlaget for valg af ekspertviden i test af systemet begrundes med Exigos kendskab til de anvendte it-programmer, som er blevet anvendt i testen. Endvidere har det været en fordel for specialets forfatter at være i dialog med en specialist på området. Ud over en test af det udarbejdede system er kvalitetssikringsværktøjet IssMan desuden testet ud fra samme principper som systemet. Da IssMan er valgt som en del af systemet til både anvendelse hos distributøren og entreprenøren, er dette program vigtigt for systemets helhed. Grundlaget for to uafhængige tests er for at skabe overskuelighed for læseren af specialet og Exigo i forbindelse med en eventuel systemudvikling.

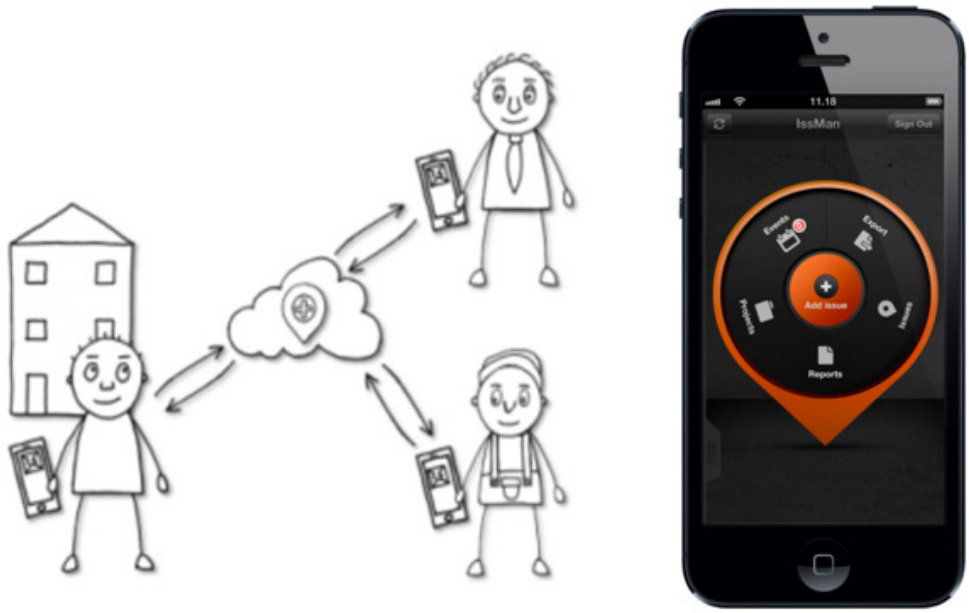
Test af IssMann-applikation i forbindelse med kvalitetssikring samt sporing af byggematerialer.

IssMan er i undersøgelsen udvalgt, og testes ud fra tekniske egenskaber og funktioner. Der bliver som i systemtesten udarbejdet et opsamlingsskema, som har til formål at give et overblik over eventuelle udfordringer i applikationen. Testen er udført på konceptuel basis, da det grundet tid ikke var muligt for at udvikle et færdigt produkt.

Testen af applikationen henvender sig til Exigo Consult, da de er udviklerne og ejerne af programmet. Formålet med testen er at se, i hvilket omfang applikationen kan anvendes i den udarbejdede systemopsætning. Der vil i den forbindelse primært blive lagt vægt på funktioner, der kunne forbedre eller udvikle applikationen, snarere end hvordan denne interagerer med brugeren. Grundlaget for denne prioritering er, at IssMan allerede har eksisteret en årrække på markedet, og det er derfor ikke nødvendigt at spørge brugerne, idet de er bekendt med interaktionen. Det skal dog tilføjes, at bliver der tilføjet radikale ændringer til applikationen, som har indflydelse på, hvordan applikationen som helhed virker, kan en yderligere brugertest blive nødvendig.

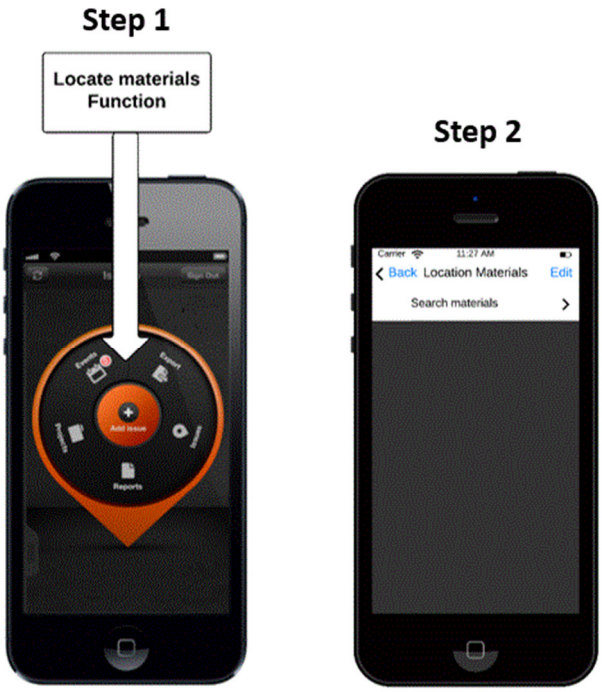
Som det fremgår af applikationen i sin nuværende status, besidder denne funktioner som *Events, Projects, Reports, Issues og Export*, der anvendes til applikationens nuværende anvendelse i forbindelse med fotodokumentation, når der foretages KS af byggeriets udførelse. Yderligere funktioner mm. fremgår af beskrivelsen i foranalysen **(afsnit. 3.4.5)**.

Figuren viser IssMan nuværende kommunikation mellem kvalitetssikringsansvarlig (Bygherre), arkitekt og entreprenør.



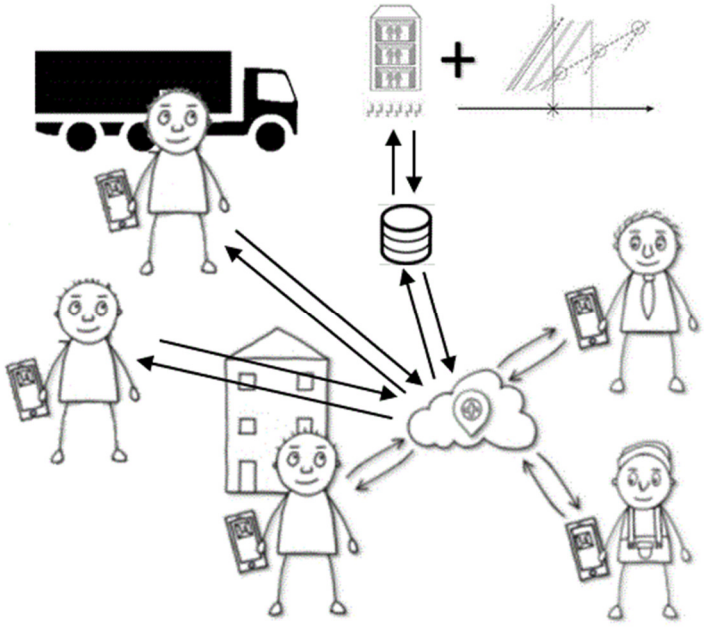
Figur 62 - Eksisterende funktioner og kommunikation med IssMan (Exigo, 2012)

1- Step 1 & 2 Test af applikationen – hvis denne skal bidrage med lokalisering af byggematerialer, vil der skulle tilføjes et menupunkt, der kunne hedde **Location Materials**. Denne kunne placeres i oversigten på niveau 0. Denne funktion skal så gå videre til en oversigt, der hedder Search Materials.



Figur 63 - IssMan APP med forslag til funktion –udviklet i lucidchart med inspiration fra (Exigo, 2012)

For at få et overblik over sammenhængen mellem applikation og et system, er der udarbejdet en model, der visualiserer sammenhængen mellem interessenter og systemet.



Figur 64 - IssMan forventet funktioner - inspiration figur hentet fra (Exigo, 2012)

2 - Kommunikationen mellem IssMan og systemdatabasen vil kræve en API, der skal sikre kommunikationen mellem applikationen og projektdatabasen, således de forskellige materialer kan spores.

3 - Kommunikation mellem materialeansvarlige og systemdatabasen via IssMan-applikationen er vigtig, således denne kan lokalisere materialerne på pladsen. **Ingen opmærksomhed!** (Hvis forudsætningerne mellem IssMan og systemdatabasen er opfyldt)

4 - Kommunikationen mellem distributør og IssMan er vigtig, da funktionen skal sikre at koordineringen af leverancen af byggematerialer. Dette sker via koordinater og tid på levering af materialer.
Dette vil kræve en API, der skal sikre kommunikationen mellem distributørens system og den udarbejdede systemopsætning. Denne del er ikke testet i systemet, men kan i følge Exigo Consult implementeres i applikationen uden store problemer.

Der kan samtidig udarbejdes en GPS-funktion, som kan håndtere den geografiske placering af leverancen. Afslutningsvis kan der tilføjes en funktion, der kan holde styr på, om leverancen befinder sig hos distributøren, er under vejs eller er leveret. Denne funktion skal også bidrage til at understøtte de juridiske tvister, der kan opstå i forbindelse med en leverance.

5 – Step 3 søgning af materiale. Denne funktion skal give mulighed for brugeren at søge efter specifikke materialer ud fra *Name, Type, ID og Date*. Kræver opmærksomhed da der skal udvikles en funktion.

6- Step 4 valg af materiale. Dette giver efterfølgende mulighed for at vælge de specifikke søjler, det ønskes at lokaliserer

7 – Step 5. Lokation af materialer. Her viser applikationen, hvor materialerne befinder sig. Når man har lokaliseret materialerne, kan der sendes information tilbage til databasen om, at materialerne er flyttet helt eller delvist. Der foretages fotodokumentation til denne handling, hvilket i forvejen er del af funktionerne i IssMan-applikationen.

Figur 65 - Koncept IssMan step 3-4-5

Exigo Consult er udvalgt som ekspert til deltagelse i testen af IssMan. Exigo er valgt, da de står bag udviklingen af applikationen og vil i den forbindelse kunne bidrage til viden og tekniske forudsætninger for testen. Dette betyder samtidig, at det er vigtigt for de implicerede parter at forholde sig objektiv i testen og ikke lade sig påvirke af eventuelle interessekonflikter. Testen er foretaget på baggrund af nuværende funktioner i applikationen og derefter ud fra indirekte ønsker af undersøgelsens interessenter samt konklusioner fra den udarbejdede systemopsætning. Dette betyder, at applikationen er vurderet ud fra en blanding af ekspertvurderinger på baggrund af ønsker fra brugere eller tekniske krav fra det udarbejdede system. Valget af IssMan i stedet for eksempelvis Ajour-applikationen skyldes, at denne applikation kan respondere tilbage, når en fejl er udbedret.

5.1.4 Opsamling test af kvalitetssikringsværktøjet IssMan

Som testen af IssMan viser, vil det være nødvendigt at tilføje visse funktioner til applikationen, hvis denne skal kunne anvendes i den udarbejde systemopsætning. Nedenstående skema angiver de steder i applikationer, hvor der skal rettes opmærksomhed.

Procesnummer	Kræver ikke opmærksomhed	Kræver opmærksomhed	Løsningsforslag / Anbefalinger
1- Step 1 & 2 Test af applikationen hvis denne skal bidrage med lokalisering af byggematerialer		**X**	Der udarbejdes et menupunkt der kunne hedde Location hvilken skal placeres i **step 1** Denne funktion skal så referere til funktion **STEP 2 Search Materials**
2 - Kommunikationen mellem IssMan og systemdatabasen		**X**	Her skal der udarbejdes en API hvilken skal sikre kommunikationen mellem IssMan applikationen og systemdatabasen.
3 - Kommunikation mellem Materialeansvarlig og systemdatabasen via IssMan	**(X)**		Det forudsættes at kommunikation mellem materiale ansvarlig og systemdatabasen fungerer via API. Funktionen skal hvis pkt. 2 er overholdt kunne lokalisere materialer på byggeplads
4 - Kommunikationen mellem Distributør og IssMan		**X**	API udarbejdes til kommunikation mellem distributør og systemopsætning således der kan kommunikeres.
5 - Step 3 i model Materialelokalisering.		**X**	Funktionen skal kunne give brugeren mulighed for at søge efter: Navn, ID og dato mm. (funktioner kan bestemmes og justeres efter anvendelsesområde)
6 - Step 4 i model valg af materiale.		**X**	Denne funktion skal give mulighed for valg af specifikke bygningsdele der ønskes lokaliseret
7 - Step 5. Lokation af materialer.		**X**	Funktion der viser placering af materialer. Der kan efterfølgende via funktionen **move materiaals** sendes information tilbage til databasen om status på evt. rest.

Figur 66 - Test opsamling af IssMan applikation

Anbefalinger på baggrund af test.
Det anbefales, at der udarbejdes nødvendige API'er, således at kommunikationen i de forskellige led sikres. Endvidere anbefales der, hvis dette skønnes nødvendigt, foretages der yderligere analyse på området, og der foretages dialog med distributører og materialeansvarlige. Ud over de tillagte funktioner i applikationen, anbefales det at undersøge markedet for allerede udarbejdede opsætninger til GPS-integration og kortfunktion i programmet.

6. FORETNINGSPERSPEKTIV

Afsnittet foretager en implementeringsstrategi hos en storentreprenør, hvilket vil give læseren og udvikleren af systemet en indikation af, hvilke parametre der vil have både positive og negative påvirkninger ved en implementering. Grundlaget for denne implementeringsstrategi er muligheden for at kunne rådgive entreprenørvirksomheden i forbindelse med integreringen af et nyt system i deres organisation.

6.1 Holdninger og erfaring fra undersøgelsens interessenter (branchen)

Ud fra undersøgelsens adspurgte interessenter blev der diskuteret holdninger til de stillede spørgsmål. Spørgsmålene i undersøgelen er baseret på et kvalitativt og semistruktureret grundlag, hvilket betyder, at det har været muligt at udlede både positive og negative udfordringer i branchen. Dog er undersøgelsen ikke udført kvantitativt, da antallet af interessenter i specialet er afgrænsede grundet tidbegrænsning for undersøgelsen. Svarene fra de foretagne interviews er her opsat i et matrix, som skal give læseren et overblik over holdningerne i branchen. Byggevareproducenten er ikke med i dette skema, da disse kun er behandlet på et teoretisk grundlag. Dog er RFID-teknologien integreret hos flere byggevareproducenter, som eksempelvis IdealCombi (vinduesproducent) Dette betyder, at branchen er bekendt med teknologien, og at en dialog omkring en standardisering af ID på den enkelte byggevare med stor sandsynlighed også er en af de udfordringer, der skal løses hos disse aktører.

	Rådgiver	Distributør	Entreprenør
Ser du nødvendighed for en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri?	Ja det vil give fordele i udførelsen	Bred enighed om at der er brug for forbedring	- Ja det vil give fordele i udførelsen. - Afhjælpe problem om at lokalisere materialer.
Mener du, at der en sammenhæng mellem antallet af fejl og manuel proces?	Ja	Ja, manuel indblanding skabe fejl. Naturligt!	Ja
Kendskab til RFID teknologi?	Ja	Overfladisk, kender ikke anvendelsesmuligheder	Overfladisk, kender ikke anvendelsesmuligheder
Kendskab til lokationsbaseret planlægning?			Hos MT Højgaard, anvendes systemet.
Er du bekendt med lignende processer, hvor materialeleveracen udføres med supplerende teknologi?		Den generelle antagelse er *nej*. Dog er der kendskab til teknologi og vigtigheden for KS.	Generelt *nej*. Men kendskab til almindelig mærkning (label)eller slet ingen.
Fordele ved implementering af en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialeleverancen?	- Færre fejl - Bedre kontrol - Bedre flow i byggeriet - færre juridiske slåskampe.	- Færre fejl - Bedre kontrol - Færre juridiske slåskampe - Bedre planlægning.	- Færre fejl - Bedre kontrol - Bedre flow i byggeriet - Færre juridiske slåskampe.
Hvilke forhindringer ser du for anvendelsen af systemet?	- Standardisering af materialer - Konservativ byggebranche.	- Overvågning hos chaufførerne - Kompetencer - Konservativ byggebranche - Standardisering af materialer.	- Konservativ branche - Standardisering af materialer.

Figur 67 - Opsamling holdninger og erfaringer fra branchen

6.2 SWOT-analyse af teknologibaseret systemopsætning

SWOT-analyse af udfordringer ved udvikling af systemopsætning med RFID-teknologi, lokationsbaseret planlægning og et kvalitetssikringsværktøj til KS i byggeriet samt sporing af byggematerialer. SWOT- og TOWS-analyserne er udført med henblik på at se mulighederne for det udarbejdede system for en større entreprenør virksomhed. Analyserne kan desuden anvendes af Exigo Consult som grundlag for rådgivning af store entreprenører ved en systemimplementering.

6.2.1 SWOT-analyse

SWOT-analysen er udarbejdet for at skabe et overblik for MT Højgaard, hvad angår muligheder og trusler i forhold til markedet. Målet med denne analyse er opnåelsen af, i hvilken retningen virksomheden skal gå, og hvilke parametre der er vigtige at forholde sig til. SWOT-analysen anvendes i specialet til identificering og analyse af entreprenørenes stærke og svage sider. Endvidere behandler analysen de muligheder og trusler, som eksisterer på markedet. Exigo Consult kan anvende denne analyse til rådgivning hos MT Højgaard, i det omfang, det ønskes at adoptere det nye system.

" …If you do not know where you are going, any road will take you there…"
(Hay & Castilla, 2006)

SWOT-analyse **Interne faktorer** der påvirker produktet eller virksomheden	
Strengths	**Weaknesses**
MT Højgaard, er på nuværende tidspunkt allerede i gang med lokationsbaseret planlægning.	Der mangler en standardisering på anvendelse af RFID-koder tilhørende bygningsdele.
Arbejder i forvejen med BIM.	Byggebranchen er konservativ, hvilket kræver en indsats for implementering af ny teknologi.
Har faglig kompetent personale med delvist kendskab, der kan oplæres.	Der mangler uddannet personale, som kan håndtere RFID-kommunikationen til BIM teamet, hvis der sker svigt.
Har det meste af den nødvendige software.	Der skal udarbejdes en API, som skal sikre fortolkning af RFID-koden samt GUID-koden fra CAD-værktøjet og i den forbindelse sikre kommunikationen fra RFID til 3D-model
RFID-teknologien er relativt billigt og lettilgængelig på markedet.	Erfaring med anvendelse af RFID i byggematerialer er ikke specielt udbredt.
Der findes mange udbydere af RFID-teknologi.	Der mangler en funktion i Vico, der kan håndtere kodning af det enkelte bygningsobjekt, således dette kan arbejdes med separat, og ikke kun ud fra samlede mængde.
Mange produktionsvirksomheder anvender allerede RFID i deres materialer.	Der mangles værktøjer, der kan afhjælpe distributørledet med håndtering af materialeleverancer.
Der kan startes med små projekter, hvor der foretages håndskanning og efterfølgende opgraderes efter behov.	Der mangles værktøj, der kan håndtere kommunikationen mellem distributør og projektteam.
Der findes relativt billige og lettilgængelige kvalitetssikringsløsninger til udførelse af KS.	
Relativt billigt at tilføje nye funktioner i IssMan applikationen.	

Figur 68 - SWOT interne faktorer

SWOT analyse **Eksterne** faktorer der påvirker produktet eller virksomheden	
Opportunities	**Threats**
Bedre indsigt i byggeprocessen ved anvendelse af teknologi.	Byggebranchen er konservativ og i visse henseender ikke omstillingsparate.
Bedre sporingskontrol med materialerne.	Producenterne af byggematerialerne skal bruge penge på implementering af RFID-teknologien. Dette betyder, at produktionsledet i første omgang skal se økonomiske fordele ved anvendelse af teknologien i deres produktionsled. Dette kan resultere i dyrere materialer, indtil teknologien naturligt bliver en del af en produktion. (Konkurrenceparametre)
Bedre kontrol med leverancen.	Der mangler en standardisering på byggematerialer, hvilket kan resultere i en langsom integrationsproces.
Bedre dokumentation ved leverance.	
Nedbringe mængden af materiale spild.	
Reducering af tidsforbrug på lokalisering af materialer.	
Levering Just In Time reducerer fejlleverancerne.	
Automatisk opdatering af materiale leverancen iht. tidsplan.	
Færre forsinkelser.	

Figur 69 - SWOT Eksterne faktorer

Ud fra ovenstående SWOT-analyse er der udarbejdet en TOWS-matrix, som skal give en afklaring på, hvilke muligheder (opportunities) og trusler der vil være for entreprenørbranchen. Dette gøres ved at kombinere styrker og muligheder, som skal bidrage til en afklaring på, hvordan entreprenørbranchen kan jagte de muligheder, der er baseret på deres stærke sider. Dette gøres på samme måde ved at kombinere svagheder og muligheder, hvilket giver en mulighed for at overvinde svaghederne og anvende dem til at jage mulighederne i stedet. Svagheder og trusler kombineres også, således der skabes en plan for entreprenørerne til at forhindre, at deres svagheder gør dem sårbare overfor eksterne trusler. (Dyson, 2004)

TOWS-matrix skal fungere som en anbefaling til entreprenørbranchen ved anvendelse af den udarbejdede systemopsætning indeholdende RFID-teknologi, it-programmer samt kvalitetssikringsværkøjer.

6.2.2 TOWS matrix

	Strengths	**Weaknesses**
Opportunities	Ved at videreudvikle BIM således det bliver muligt at styre materialeleverancerne mere effektivt.	Udnytte de værktøjer der findes på markedet.
	Levering Just In Time kræver relativ beskeden indsats.	Selv sætte en standard for materialehåndteringsprocessen ved at anvende RFID.
	Blive forgangsvirksomhed ved anvendelse af RFID-teknologi i forbindelse med materialehåndtering.	Sætte en standard for kvalitetssikringsværktøj til håndtering af KS i forbindelse af materiale leverancer.
	Starte med at afprøve RFID-teknologien i en mindre skala i forbindelse med leverancen af byggematerialer.	Introducere anvendelse af RFID-teknologi i byggematerialer til producenter og påvise at produktionsvirksomhederne også kan optimere deres interne proces ved anvendelse af teknologien.
	Anvende den allerede eksisterende bygningsmodel i samarbejde med RFID-teknologi til at sikre bedre sporbarhed af byggematerialer.	
	Anvendelse af indsamlede data til fremtidig reducering af fejl og mangler ved leverancer.	
Threats	Ved anvendelse af lokationsbaseret planlægning kan der påvises en økonomisk fordel, der kan bidrage til en konservativ branche skifter mening.	Team op med agile virksomheder der har samme interesse for at optimere på området. Sætte ind på uddannelsesområdet således det sikres, at virksomheden har den nyeste viden på området. Udarbejde en strategiplan for at overkomme de trusler, der kan have negativ indvirkning for virksomheden.
	Være agile således kommende trusler hurtigt kommes i forkøbet.	

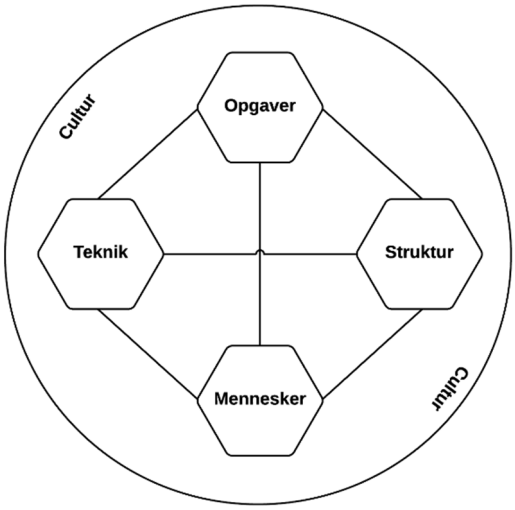
Figur 70 - TOWS matrix muligheder og trusler

Dette betyder, at Exigo Consult anbefales at anvende ovenstående analyse, hvis de skal rådgive MT Højgaard i forbindelse med en teknologiunderstøttet proces, som kan bidrage til en effektivisering af materialehåndteringen. Ud over SWOT- og TOWS-analysen kan der som supplement udarbejdes en strategiplan på området, hvilket er fornuftig for at minimere de trusler, der kan svække virksomheden ved implementering af et nyt system. Til dette formål er det valgt at foreslå Institutionel Theory som metode, da denne beskriver, hvordan et implementeringsprojekt angribes og tilpasses. Denne teori skal i specialets forretningsperspektiv ses som en mulighed, der kan anvendes til udarbejdelse af en implementeringsplan for MT Højgaard

6.2.3 Implementeringsstrategi af systemopsætning hos MT Højgaard

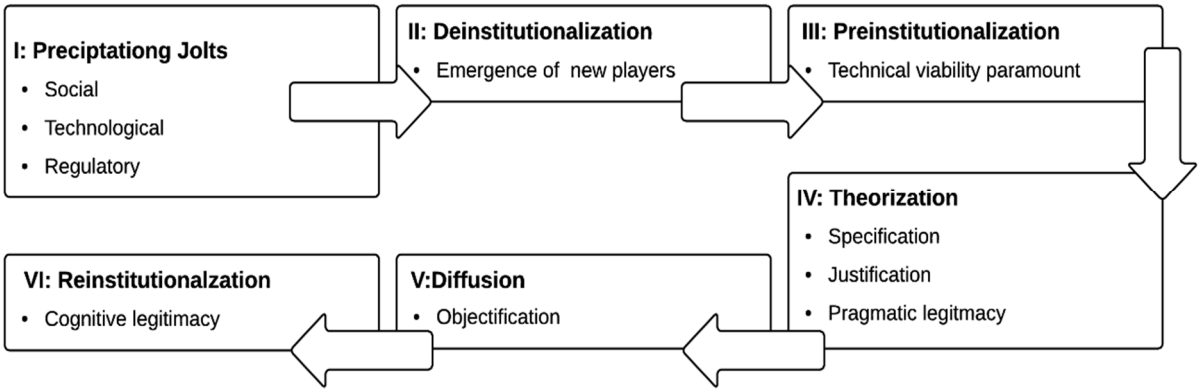
Hvis den i specialet udarbejdede systemopsætning skal implementeres i MT Højgaards organisation, er det vigtigt at se på, hvordan dette kan angribes. Grundlaget for den udarbejdede implementeringsstrategi er at give Exigo Consult en ide om, hvilke udfordringer de skal være opmærksomme på. Der er to ting, der er vigtige, når der skal udarbejdes en implementeringsstrategi. Først er det vigtigt at opdele implementeringsstrategien i tekniske kravspecifikationer og organisatoriske tilgange, hvilket handler om, hvordan forskellige styringsmekanismer som normer og værdier angribes. Styringsmekanismen vil have påvirkning på de beslutninger, der træffes i forbindelse med en implementering.

Målsætningen med implementeringen er, at der ikke ændres radikalt på den eksisterende arbejdsgang. Arbejdsgangen skal i stedet blot tilpasses, således der skabes et miljø, hvor den tilførte teknologi vil fungere som en supporterende funktion til den eksisterende arbejdsproces. Det vil det konkrete eksempel ikke være nødvendigt at foretage ændringer i organisationen, hvad angår implementeringen af en teknologiunderstøttet proces. Det vil dog kunne påvirke organisationen, idet der sker ændringer i teknologien. Som Lewitt visualiserer i sin diamantmodel, vil der altid, når der sker ændringer et sted i organisationen, ske en påvirkning et andet sted. Dette betyder, at der er en sammenhæng mellem opgaver, mennesker, struktur og teknologi. Dog kan der også være påvirkning af den kultur man befinder sig i, hvilket kan fremstå som en cirkel omkring modellen. Kulturen er et vittigt element da denne påvirker alle de andre elementer (Hildebrandt, 2014).



Figur 71 - Visualisering af Lewitts principper om relationer

Det er derfor vigtigt at anskue ændringer i en større sammenhæng. Det efterfølgende afsnit tager udgangspunkt i Institutionel Theory (Appendiks 22), som er en strategi, der kan anvendes i forbindelse med en implementeringsopgave i en organisation. Implementeringsstrategien er udarbejdet på et niveau svarende til specialets undersøgelse. For en fremtidig implementering af et teknologiunderstøttet system i MT Højgaard vil der derfor være områder, som ikke er behandlet i specialets undersøgelse og derfor vil kræve en efterfølgende analyse før eksekvering (Greenwood, et al., 2002).



Figur 72 - (Figur 11 fra metode afsnit **2.5.7.)** Instituttionel Theory

6.2.4 Institutionel Theory

Precipitation Jolts

Precipitation Jolts er den første del i metoden, hvor MT Højgaard uden direkte påvirkning havde et positivt synspunkt på anvendelsen af en ny teknologi. De så her muligheden for at optimere nogle processer, hvis der blev tilført teknologi, der kunne bidrage til at understøtte allerede eksisterende manuelle processer. En af de primære årsåger til interessen på området var, at MT Højgaard havde svært ved at spore deres byggematerialer. Dette bevirkede i sidste ende, at der i deres byggeprojekter opstod et enormt materialespild, som ifølge organisationen betyder mange penge på bundlinjen.

Deinstitutionalization
Deinstitutionalization-fasen er her, specialets forfatter i samarbejde med MT Højgaard så muligheder i forbindelse med at udveksle kompetence og viden til undersøgelsens formål. Dette resulterede i et samarbejde, som dannede grundlaget for afklaring af de tekniske problemstillinger. Det betyder, at MT Højgaard blev bevidste om teknologi og it-programmer, som kunne bidrage til deres eksisterende proces. Dette dannede samtidig grundlaget og motivationen til udforskning af ændringer.

Preinstitutionalization
Preinstitutionalization er fasen, hvor specialet undersøger, hvilke konkrete fordele og konsekvenser der måtte være på de udfordringer, MT Højgaard står overfor i forbindelse med en implementering. Dette gælder både it-mæssige og det organisatoriske forhold. Til dette formål kan der udarbejdes et Benefit Dependency Network-skema, der giver en visuel fremstilling af påvirkninger, der kan have fordele og ulemper i en implementeringsproces.

Theorization
Theorization er den fase, der i implementeringsstrategien kan anvendes til at konkretisere den udarbejdede systemopsætning. Dette betyder, at systemet også legimiteres i det omfang, det vælges at implementeresystemet. Denne fase vil dog kræve, at der udarbejdes en business case, som er baseret på et Benefit Dependency Network-skema i Preinstitutionalization-fasen. Formålet med udarbejdelse af denne business case er at klarlægge totaløkonomiske vurderinger, som skal bidrage til at indikere lange og kortsigtede gevinster for virksomheden. Dette er vigtigt, da der skal afklares alt fra indkøb af teknologi til mandetimer på implementeringen. Hvis det ud fra den foreslåede udarbejdede business case ender med positive resultater, kan virksomheden med fordel fortsætte til diffusionsfasen, hvor der udarbejdes prototyper mm.

Diffusion
Diffusionsfasen er den del af implementeringen, hvor systemet afprøves i form af nødvendige prototyper, test og evaluering. Denne fase opererer primært på det operationelle plan. Dette betyder samtidigt, at det i denne fase er vigtigt at skabe en fælles forståelse for, hvorfor en forandring er nødvendig. I forhold til specialets undersøgelse handler det altså om at skabe en forståelse, der kan skabe positive tanker hos de aktører, der inddrages i processen, således der arbejdes sammen ud fra et fælles grundlag. Det er derfor vigtigt, at sjakbajsen ikke føler, at teknologien skal erstatte hans funktion, men i stedet supportere, således arbejdet bliver lettere. Denne fælles forståelse er vigtig, da én enkelt medarbejder kan forurene hele processen. Det anbefales derfor, at der nedsættes en stærk projektgruppe, som har til formål at drive denne forandring. Det betyder, at det kan være en fordel at have en *Champion* i sin projektgruppe, der er en respekteret person, som vil kunne formidle forandringen fra gruppen og ud til den enkelte afdeling. Det er vigtigt, at denne Champion har et positivt og holistisk syn, således han/hun kan formidle implementeringen på et helhedsplan.

Reinstitutionalization
Den sidste fase i implementeringsstrategien er her, hvor der er opstået en fælles forståelse af det nye system. Dette kan også beskrives som *Sensemaking.* (Orlikowski, 1994). Dette betyder, at det er vigtigt at stræbe efter sencemaking i forhold til systemopsætningen, der skal implementeres, således der skabes en fælles forståelse og accept af det nye system. Den

primære målsætning i denne fase er, at det implementerede system skal komme til at virke som en ny standard og med tiden blive en integreret del af de daglige processer. Ud over at være opmærksom på hvilke ting der skal være fokus på ved en implementeringsstrategi, giver specialets efterfølgende afsnit sine bud på, hvilke produkter og services der kan tilbydes i forbindelse med implementeringen af et nyt system.

6.3 Ideer til nye produkter og service

I dette afsnit sættes der fokus på service og produkter, som kan bidrage til at understøtte system opsætningen fra specialet undersøgelse. Endvidere vil specialets forfatter komme med anbefalinger, der er baseret på specialets undersøgelse, således Exigo Consult kan være på forkant med en eventuel udvidelse af deres forretningsområde. Produkter og anbefalinger bygges på specialets undersøgelse og er baseret på en udvidelse af Exigo Consults forretningsområde, hvilket betyder, at de vælger at rådgive MT Højgaard i form af anbefalinger eller de kan tilbyde selv at udføre en eller flere ydelser i forbindelse med en eventuel systemopsætning.

6.3.1 Nye Produkter og services

Rådgivning:

Teknisk konsulent service til sammensætning af BIM-teamet, således der sikres de rigtige kompetencer.

Teknisk service til teknologi: Denne service skal varetage teknologi som RFID-læser, antenner mv. og sikre både funktionalitet og kommunikation.

It-konsulent/web-service: Denne service skal varetage kommunikationen i systemopsætningen samt håndtering og interaktion.

Lokaliserings- og positioneringsservice skal varetage opgaven med lokalisering og positionering af byggematerialer.

Facility management-service: Denne servicefunktion skal sikre, at der kan driftes på bygningen ud fra tillagte egenskabsdata fra bygningsmodellen. Data fra RFID-tags kan anvendes i forbindelse med drift på bygningsdele, som eksempelvis vinduer, hvilket også i specialet nævnes forbindelse med en produktionsvirksomhed af vinduer, der anvender teknologien.

Kvalitetssikringsservice skal bidrage til en kvalitetssikring af byggematerialer på byggepladsen. Dette gælder både leverance og ved udførelse. Denne skal sikre, at relevant data kommunikeres med BIM-teamet og dermed bygningsmodellen.

Teknologi:

Udarbejdelse af API til kommunikation af distributions led og BIM team.

Udarbejdelse af API til RFID-koder/GUID-koder således disse kan anvendes i bygningsmodel og videre i planlægningen.

Indarbejde nye funktioner i kvalitetssikringsværktøjet IssMan, således værktøjet kan tilbydes MT Højgaard hjælp i deres kvalitetssikring samt lokalisering af deres materialer. Dette kan endog udvides til også at finde anvendelse hos distributørledet, således der skabes bedre leverancebetingelser.

Udvikling af funktion i Vico Office hvilken der kan opdele og sortere den samlede mængde i enkelte objekter, således det bliver lettere at lokalisere det enkelte objekt uden at skulle anvende megen tid på at overføre objekterne enkeltvis.

6.3.2 Anbefalinger

Når der i byggeindustrien indføres et nyt system, og dette system tilføres ny teknologi, er det vigtigt ikke kun at fokusere på systemet og den tilførte teknologi. Ud over analyser, design og implementering er det også vigtigt at tage høje for strategi, kommunikation, samt hvordan brugerne af et nyt system interagere. Som der er beskrevet i specialet, er der et stort potentiale for anvendelse af RFID-implementering i byggematerialer, der i nye sammenhænge vil kunne bidrage positivt forskellige steder, både hvad angår produktion, distributør og udførelse af byggeriet.

I produktionssammenhænge er RFID en delvist kendt teknologi, som stadig flere tager til sig. Dette betyder, at der vil være konkrete referencevirksomheder med erfaringstal, som kan underbygge postulatet om, at RFID i produkter kan bidrage positivt i produktions flow og logistiske sammenhænge.
Hos distributøren vil en kombination af sporbarhed i materialerne kombineret med en mere effektiv måde at kontrollere leverancen af materialerne være en fordel. Som beskrevet i specialets undersøgelse sker der ofte fejlleverancer grundet manglende styr på registreringen ved leverancen. RFIF-teknologien koblet sammen med lokationsbaseret planlægning og tilført et kvalitetssikringsværktøj vil give distributørerne en mulighed for at minimere fejlleverancer og juridiske slagsmål.
Fejlleverancerne minimeres, eftersom distributøren hele vejen fra producent til byggeplads ved, hvor materialerne befinder sig grundet sporbarhed og unikt ID-nummer i RFID-taggen. De juridiske slagsmål, som ofte omhandler fejl i mængder, forsinkelser (med forbehold) i leverancen samt kvalitetssikring ved aflevering, vil kunne minimeres ved anvendelsen af et kvalitetssikringsværktøj, der vil kunne dokumentere leverancen på pladsen. Som specialet konkluderede, var der hos distributører og entreprenører en enighed og fælles forståelse af denne problemstilling.
For at være i stand til at anvende RFID-teknologi kombineret med lokationsbaseret planlægning og kvalitetssikring via et kvalitetssikringsværktøj, er det vigtigt, at der sammensættets et BIM-team, som har til formål at varetage kommunikationen. BIM-teamet skal i samarbejde med rådgiverteamet kontrollere, at bygningsmodellen fungerer korrekt og indeholder de rigtige egenskabsdata. Efterfølgende skal BIM-teamet sørge for en verificering af kollisioner, mængder mv., inden der udarbejdes en tidsplan baseret på lokationer (lokationsbaseret planlægning). BIM-teamet bliver således bindeled mellem aktører og har samtidig til opgave at sikre kommunikationen og implementeringen mellem

den anvendte teknologi og bygningsmodellen. Endvidere skal teamet sikre, at bygningsmodellen kontinuerligt opdateres gennem processen, således projektet hele tiden er opdateret med de nyeste informationer. En af de væsentlige processer, der skal tages højde for, ud over modellen er leverancen af byggematerialer, således at denne sammenholdes med bygningsmodellen, hvilket vil resulterer i en kontrol af mængder og tid.

For den materialeansvarlige på byggepladsen er det vigtigt, at denne bliver uddannet til at kunne foretage nødvendige tiltag, hvis der skulle opstå fejl i leverancen. Dette betyder, at fejl som eksempelvis en ødelagt RFID eller lignende udbedres på stedet, hvis muligt. Når denne fejl er rettet sender den materialeansvarlige informationen videre til BIM-teamet, der sørger for, at modellen er opdateret med de evt. nye informationer.
Hvis Exigo Consult skal udvide deres forretningsområde vil det være en fordel at begynde med et kvalitetssikringsværktøj, der i samarbejde med RFID ville kunne bidrage til sporing af materialer både hos distributører, men i særdeleshed også på byggepladsen. En videreudvikling af IssMan-applikationen kunne virke som et fornuftigt sted at starte. Dog vil en opsætning indeholdende RFID-teknologi formodentligt kræve en form for standardisering inden for området.

7. KONKLUSION PÅ UNDERSØGELSE

Byggebranchen i Danmark har ifølge specialets undersøgelse udfordringer med håndtering af byggematerialer. Et byggeprojekt indeholder mange facetter. Dette betyder, at der er mange forskellige aktører involveret i hele processen. De forskellige interessenter har hvert deres behov og krav til, hvordan et system skal se ud, og hvilke funktioner det skal indeholde. Dette gælder både materialespild og logistikken på området. I den forbindelse var det interessant at undersøge området med udgangspunkt i tekniske foranstaltninger, der kunne bidrage til en effektivisering på området. Denne undersøgelse blev foretaget via litteraturstudier og interviews med distributører, entreprenører og eksperter i it-tekniske løsninger for at afklare, hvordan byggebranchen kunne effektiviseres. Dette ledte til følgende problemformulering ud fra ovennævnte problemstilling:

"Kan en teknologiunderstøttet proces effektivisere leverance og håndtering af byggematerialer? "

Specialet har via denne problemformulering påvist, at en effektivisering på området bestemt er en mulighed. Dette betyder, at via en teknologiunderstøttet logistikproces er det muligt at effektivisere logistikprocessen i et sådan omfang, at denne proces kan bidrage positivt til håndteringen af byggematerialer. Valget faldt på at undersøge og anvende eksisterende teknologier og it-programmer og placere disse i en ny kontekst og i den forbindelse finde eventuelle udfordringer, der ville kræve yderligere opmærksomhed. Fordelen ved anvendelsen af eksisterende teknologier og programmer er, at disse allerede er gennemprøvet og deres egenskaber er kendt og efterprøvet. Ud fra undersøgelsen har specialets forfatter opnået en nysgerrighed på området og i den forbindelse set en oplagt mulighed for at opsætte et system, der vil kunne effektivisere materialehåndteringen via en teknologiunderstøttet proces. En effektivisering på området er ifølge specialet en fornuftig mulighed for at afhjælpe nogle af de logistiske udfordringer, der er i byggebranchen, hvilket samtidigt betyder, at dette vil bidrage positivt til færre fejl i byggeriet. Desuden vil en teknologiunderstøttet proces kunne bidrage til en reducering af materialespild, reducering af tidsforbrug, færre fejlleverancer, hvilket normalt koster både tid, penge, brændstof, C02-udledning, stress hos chaufføren mm. I praksis betyder dette, at manuelle processer kan supporteres med teknologi, således arbejdsgangene med stor sandsynlighed bliver mere effektive og i den forbindelse bliver byggeriet mere bæredygtigt.

Resultatet af systemopsætningen endte med at blive baseret på RFID-teknologi, der skal anvendes til at kunne spore byggematerialerne. Denne sporing af byggematerialer vil ifølge undersøgelsen betyde store besparelser både for folkene på byggepladsen, der ikke skal bruge tid på at lede efter deres materialer, men også for distributøren, der lettere kan dokumentere leverancen. Ved at anvende RFID-teknologien opnås der altså væsentlige fordele i udførelsen af byggeriet og leverancen, hvilket betyder besparelser. Ud over den anvendte RFID-teknologi blev der i undersøgelsen også analyseret metoder til optimering af planlægningen af byggeriet. I den forbindelse blev der udvalgt et planlægningsværktøj, som kan anvendes til at lokationsplanlægge. Denne planlægningsform i kombination med RFID-teknologien vil give mulighed for, både at vide hvor materialerne befinder sig og i den forbindelse også sørge for, at de rigtige materialer bliver anvendt på de rette lokationer og bliver leveret til den rigtige tid.

Ud over disse teknologier har undersøgelsen også set på tekniske løsninger til at sikre en god kvalitetssikring ved udførelsen. Her kunne der anvendes flere forskellige kvalitetssikringsværktøjer til formålet. Dog blev der i undersøgelsen udvalgt ét enkelt værktøj på baggrund af tekniske egenskaber. Dette værktøj blev efterfølgende ud fra undersøgelsen tillagt funktioner, som kunne bidrage yderligere til en effektiv kvalitetssikring og samtidig til lokalisering af byggematerialer. For at systemet skal fungere, kan det konkluderes at det er vigtigt, at sikre en god kommunikationen i mellem relevante aktører og mellem de anvendte teknologier samt it-programmer.

For at sikre denne kommunikation er det vigtigt, at der oprettes et BIM-team, der har til formål at stå for denne kommunikation. Specialets undersøgelse viste, at den udarbejdede systemopsætning dog ville kræve, at der blev udarbejdet API´er, som skal medføre, at distributørens interne system kan kommunikere med det udarbejdede system. Endvidere vil der skulle udarbejdes en API, der kan varetage og sammenlægge koden fra RFID-teknologien og GUID-koden, således denne kan kommunikere med systemet. Der vil også skulle anvendes en API til at sikre, at kvalitetssikringsværktøjet kan kommunikere med systemet, således den nødvendige information kan anvendes på tværs af aktører.

I det store hele viste specialets undersøgelse, at det udarbejdede system, hvor RFID-teknologien bliver kombineret med en effektiv systemopsætning og kvalitetssikring, havde en positiv effekt hos de adspurgte interessenter. Hos distributørledet var de meget begejstrede for systemopsætningen, da, de mente, byggebranchen generelt kunne bruge nye metoder til håndtering af logistikken af byggematerialer. Desuden kunne de se fordelen ved at udarbejde en standardisering for mærkning af byggematerialer, således sporbarheden kunne forbedres. Dog blev det pointeret hos både Stark, Bygma og XL-Byg, at det var vigtigt, at chaufførerne ikke skulle føle sig overvåget i en sådan proces, da dette kunne have en negativ effekt. Ved anvendelsen af RFID-teknologien kunne de se fordelen i, at leverancen bliver registreret automatisk ved ankomsten til byggepladser, således der automatisk blev registreret den nødvendige dokumentation ved aflevering af materialer. Denne standardisering og sporing af materialer blev samtidig positivt taget imod i produktionsvirksomheden, TC Electronic. Virksomheden distribuerer ikke byggematerialer til byggepladser, men manglede også en metode, hvorpå de kunne sikre en bedre sporbarhed på deres produkter. Det primære argument for en eventuel fremtidig anvendelse af RFID-teknologi i virksomheden var, at der ved leveracer kunne ske en automatisk registrering af materialerne.

Hos MT Højgaard var de begejstrede for systemopsætningen, da de ofte anvender megen tid på at kunne lokalisere byggematerialer på byggepladsen. Den adspurgte projektleder, Jacob Ørdsted Pedersen, var overbevist om, at anvendelsen af RFID-teknologi kunne bidrage positivt både i projekteringen, men så absolut også i udførelsen. Dog ville det kræve, at BIM-teamet, der skulle håndtere bygningsmodellen og planlægningen, skulle have teknisk forståelse for de forskellige processer, således kommunikationen mellem de forskellige led kunne sikres.

Hos sjakbajs i MT Højgaard, Jesper Hansen, var der også stor begejstring for et system, der kunne bidrage til at lokalisere materialerne. Desuden mente han, at et system, der også kunne bidrage til at der automatisk skete en registrering og samtidig en dokumentation ved leverancen, ville være en fordel. Et system, der kunne håndtere leverancerne i forhold til

planlægningen og samtidig sikre en god KS, kunne bidrage med at effektivisere deres nuværende arbejde. Hvad angår lokationsbaseret planlægning, blev dette allerede anvendt hos MT Højgaard, men de kunne se fordelen i, at det blev en mulighed at kunne lokalisere de enkelte bygningsdele i planlægningen. Dette betyder for specialets undersøgelse, at der hos de adspurgte interessenter har været en bred enighed om, at det udarbejdede system vil kunne bidrage positivt til byggebranchen.

Hvad angår det tekniske i systemopsætningen, blev der også foretaget en test, hvis formål var at afklare om det udarbejdede system teknisk kunne lade sig gøre, eller om der skulle tilføres elementer, der skulle supportere de udvalgte teknologier og it-programmer. Teknologierne til systemet, som det fremgår af undersøgelsen, er udvalgt ud fra en analyse af tekniske forudsætninger samt ønsker fra de adspurgte interessenter.
Teknologien til indsamling er derfor valgt til at være RFID-teknologien, da denne teknologi kan anvendes til lokalisering af materialer samt den fornødne dokumentation ved leverancen. Dog kræver RFID-koden, at denne sammenlægges med GUID-koden i projekteringsprogrammet, for at muliggøre anvendelsen af denne nye kode fremadrettet i planlægningen. Til dette formål skal der udarbejdes en API, der skal sikre denne kommunikation fra RFID, således denne data kan anvendes fremadrettet i processen. Projekteringsværktøjet blev i undersøgelsen valgt til at være Revit, ArchiCAD eller Tekla. Hvorvidt valget blev det ene eller det andet er ikke vigtigt, da alle nævnte programmer kan håndtere BIM. Dog er det vigtigt at være opmærksom på, at ID-nummeret på objekterne kan ændre sig afhængigt af, hvilket program der anvendes til formålet. Denne forskellighed i ID-nummeret kan også opstå i forbindelse med eksport til et KS-software, som anvendes til modelkontrol, når modellen skal sikres for mængder, kollisionen mm.

Til planlægning af byggeprojektet er planlægningssoftwaren Vico Office udvalgt, da denne kan håndtere lokationsbaseret planlægning. Fordelen ved denne planlægningsform er, at der altid i processerne er styr på, hvor de forskellige håndværkere befinder sig. Dette betyder samtidigt, at det bliver muligt at optimere arbejdsgangen, da det sikres, at en halv etage ikke står tom, eller at to forskellige fagområder kolliderer med hinanden i udførelsen. Det vil dog være en nødvendighed at optimere det valgte planlægningsprogram, hvis dette skal finde anvendelse i forbindelse med den anvendte teknologi. Systemtesten viste, at når der skulle overføres poster til aktiviteter, blev denne kun overført som samlede mængder og ikke som delmængder. Da der i store komplekse byggerier er rigtig mange bygningsdele at holde styr på, ville en sådan liste hurtig blive uoverskuelig og alen lang. Løsningen ville derfor være oprettelse af en listefunktion i Gantt, således der efter behov kunne udvælges eksempelvis 7 søjler, hvilket der så skulle fremgå af Flowline vieweren. Dette betyder, at det ville blive lettere at lokalisere det enkelte element uden at skulle udtrække de enkelte mængder manuelt. Som den afsluttende del af systemtesten blev kvalitetssikringsværktøjet IssMan udvalgt til håndtering af den fornødne kvalitetssikring både ved leverance og ved udførelse. IssMan er et værktøj, der kan anvendes på smartphonen, og som kan bidrage til en god dokumentation, når der foretages mangelgennemgang.

Testen af kvalitetssikringsværktøjet viste, at hvis denne skulle anvendes i systemopsætningen, ville det kræve, at denne modificeret. Dette vil kræve at der skulle udarbejdes en API, der skal sikre kommunikationen mellem distributørens system og det i projektet. Denne API skal så bidrage til, at systemerne kan kommunikere i forbindelse med leverancer af byggematerialer. Ud over kommunikationen mellem distributøren og

projektdatabasen ville det yderligere skulle sikres, at IssMan-applikationen kan kommunikere med systemet i byggeriet, således der kan udveksles informationer mellem byggeriet aktører og projektgruppen. Denne kommunikation skal varetages af BIM-teamet, der er tilknyttet projektet. Applikationen skal muliggøre, at distributøren kan foretage en kvalitetssikring ved leverancen af materialer, og den materialeansvarlige eller eksempelvis forskellige formænd kan lokalisere deres materialer på pladsen.
Fra distributørens side sker denne kontrol ved leverancen ved, at der foretages en modtagekontrol i form af fotodokumentation. Fotodokumentationen indeholder en beskrivelse af fejlen eller manglen, hvorpå denne information sendes videre til BIM-teamet, der efterfølgende behandler informationen. Hos den materialeansvarlige giver applikationen mulighed for at kunne registrere fejl og mangler ved leverancen og efterfølgende videresende informationerne til BIM-teamet, der kan behandle disse i forbindelse med planlægningen af de efterfølgende processer. Når der plukkes af materialerne, kan den materialeansvarlige foretage en fotodokumentation, hvis der skulle være flere enheder tilbage på den enkelte palle og sende denne information tilbage til BIM-teamet, der får mulighed for at kunne medregne en eventuel rest til anvendelse på en anden lokation.
Ud over systemtesten er der i undersøgelsen også udarbejdet et forretningsperspektiv, der har bidraget til, at udvikleren af systemet kan få en indikation af både fordele og ulemper. Dette perspektiv er en fordel for Exigo Consult, for hvem undersøgelsen er foretaget, da de ville kunne tilbyde MT Højgaard rådgivning og assistance i forbindelse med implementering af det udarbejdede system. Det vil i den forbindelse være en mulighed at teste det udarbejdede system i en mindre skala, således eventuelle problemer kan opdages i tide.

Som det fremgår i undersøgelsen, er de generelle holdninger omkring systemopsætningen positive, da systemet kan bidrage til en effektivisering af arbejdsgange, besparelser på materialer, mindre spild, bedre lokalisering af materialer, en bedre detailplanlægning samt en bedre dokumentation både internt og i distributørledet. Dog vil det kræve, at der udarbejdes standardiseringer på området, der skal bidrage med en ensartethed, når der kommunikeres på tværs af aktører.
Udarbejdes der samtidig en strategisk plan for implementeringen af systemet, hvor der fokuseres på kommunikation og videreuddannelse, vil det med stor sandsynlighed kunne bidrage positivt og ikke møde den samme mængde modstand, som der ofte kan opstå i en konservativ byggebranche, når der skal ændres på eksisterende arbejdsrutiner. Det er derfor vigtigt, at der tages stilling til hvilke trusler og muligheder, interne som eksterne, der kan påvirke implementeringsprocessen af et nyt system. Dette betyder, at det vil være en fordel i en entreprenørvirksomhed at være agile, således potentielle fremtidige trusler hurtigt afværges. Dette betyder samtidigt, at det kan være en fordel i at teame op med andre virksomheder, der også har interesse for at optimere deres processer på området, således man hele tiden er i besiddelse af den nyeste viden på området.

Alt i alt betyder det, at hvis materialespildet minimeres og logistikken optimeres ved hjælp af teknologi og de rette it-værktøjer vil dette kunne bidrage til et flere bæredygtige processer i byggebranchen.

8. KILDE- & METODEKRITIK

Kildekritik
De anvendte kilder i specialet er generelt behandlet objektivt. Dette gælder både ekspertudsagn hos konsulentvirksomheden Exigo Consult, de adspurgte distributører og entreprenører. Dette betyder, at specialets forfatter ikke er blevet påvirket i sit objektive syn på undersøgelsen på trods af et tæt samarbejde med de anvendte interessenter.

Metodekritik
De foretagne interviews er udført semistruktureret og kvalitativt for ikke at forurene undersøgelsens spørgsmål. Der kunne have været foretaget en kvantitativ undersøgelse som supplement til den kvalitative, hvilket ville have givet specialets undersøgelse et bredere perspektiv. Den kvalitative undersøgelsesmetode i specialet er valgt for at få et dybere indblik i de enkelte områder, hvilket havde været svært ved en kvantitativ undersøgelse, da denne undersøgelsesform ikke ville være så dybdegående. Til vurdering af teknologier og it-programmer er der anvendt ekspertvurderinger, hvilket har bidraget med en præcis og dybdegående faglig viden på området. Udsagn fra potentielle brugere af systemet har dog bidraget med holdninger hertil.

9. FIGUR- OG TABELLISTE

FIGUR 1 - TRADITIONEL LOGISTIKPROCES MATERIALEKOORDINERING UDFØRES AF KOORDINATOR 11
FIGUR 2 - LOGISTIKPROCES/ SUPLY CHAIN, HVOR MATERIALE-KOORDINERING UDFØRES MED TEKNOLOGI 12
FIGUR 3 - INFORMATIONSMÆNGDE TILGÆNGELIG I TRADITIONEL PROJEKTERINGSMETODIK VS BIM / OBJEKTBASERET .. 13
FIGUR 4 - FASEAFGRÆNSNING UNDERSØGELSE 15
FIGUR 5 - BRAINSTORM TIL AFKLARING AF METODEVALG (SE TILLÆG 1B FOR STOR MODEL) 16
FIGUR 6 - INTERVIEWGUIDE 17
FIGUR 7 - SEARCH INFORMATION OG MATERIALE SØGNING TIL AFHJÆLPNING AF SELECT 20
FIGUR 8 - SWOT ANALYSEMODEL 21
FIGUR 9 - MODELLEN VISER DET ANVENDTE OMRÅDE FOR SPECIALETS EVALUERING 22
FIGUR 10 - INSTITUTIONEL THEORY TIL FORRETNINGSPERSPEKTIV 23
FIGUR 11 - SPECIALETS STRUKTUR OG ARGUMENTATION OPBYGNING 25
FIGUR 12 - KONCEPTUEL MODEL, TIL ANVENDELSE FORANALYSE 27
FIGUR 13 - KONCEPTUEL MODEL 28
FIGUR 14 - KONCEPTUEL MODEL INDSAMLING AF DATA 29
FIGUR 15 - POSITION VIA TRIANGULERING 31
FIGUR 16 - ELEKTROMAGNETISKE BØLGER (SITES, 2015) 34
FIGUR 17 - KONCEPTUEL MODEL TIL DATABEARBEJDNING 38
FIGUR 18 - KONCEPTUEL MODEL IT PROGRAMMER 40
FIGUR 19 - REVIT 2016 FRA AUODESK 41
FIGUR 20 - AUTOCAD 2016 AUTODESK 42
FIGUR 21 - ARCHICAD FRA GRAPHISOFT 43
FIGUR 22 - TEKLA SOFTWARE 44
FIGUR 23 - NAVISWORK SOFTWARE 45
FIGUR 24 - SOLIBRI MODELCHECKER 46
FIGUR 25 - MS PROJECT 47
FIGUR 26 - VICO OFFICE 48
FIGUR 27 - PROCESOVERSIGT VICO OFFICE - MODEL FRA EXIGO (EXIGO, 2014) 48
FIGUR 28 - EAZYPROJECT (EAZYPROJECT, 2015) 50
FIGUR 29 - ISSMAN SYSTEM (EXIGO, 2012) 51
FIGUR 30- IKONTROL APPLIKATION (IKONTROL, 2011) 52
FIGUR 31 - AJOUR SYSTEM (AJOUR, 2015) 53
FIGUR 32 - KONCEPTUEL MODEL PROCES PROBLEMANALYSE 54
FIGUR 33 - OPDELING AF POOL & SWIMLANES 55
FIGUR 34 - SIGNATUR BPMN 55
FIGUR 35 - BPMN SKEMA PROCES SYSTEMOPSÆTNING (SE APPENDIKS 18) & TILLÆG 1A 56
FIGUR 36 - UDVÆLGELSE AF TEKNOLOGI (APPENDIKS 13) 57
FIGUR 37 - INDSAMLING AF DATA 58
FIGUR 38 - UDVÆLGELSE AF CAD PROGRAMMER (APPENDIKS 14) 63
FIGUR 39 - PROCES CAD PROGRAM 64
FIGUR 40 - UDVÆLGELSE AF MODEL CHECKER (APPENDIKS 15 65
FIGUR 41 - PROCES MODEL CHECK 65
FIGUR 42 - UDVÆLGELSE AF PLANLÆGNINGS PROGRAMMER (APPENDIKS 16) 67
FIGUR 43 -DATA TIL PLANLÆGNINGSPROGRAM 67
FIGUR 44 - VISUALISERING AF LOKATIONSBASERET PLANLÆGNING((EXIGO, 2014) 68
FIGUR 45 - UDVÆLGELSE AF KVALITETSSIKRINGS VÆRKTØJ 71
FIGUR 46 - PROCES SCENARIE FOR ANVENDELSE AF RFID I BYGGEPROCES 73
FIGUR 47 - TIDSFORBRUG FRA MT HØJGAARD, PÅ NAU TIL LOKALISERING AF MATERIALER. 76
FIGUR 48 - PLANLÆGNING AF MATERIALER PÅ UGEBASIS MT HØJGAARD 77

FIGUR 49 - INTERESSENTANALYSE 78
FIGUR 50 - BATID KODE FRA REVIT 79
FIGUR 51 - SØJLE I REVIT 80
FIGUR 52 - RFID-KODE (ILAB, 2007) 80
FIGUR 53 - GUID (ELEMENT ID PÅ OBJEKT - SØJLE) 81
FIGUR 54 - TEST AF MODEL I SOLIBRI 81
FIGUR 55 - BYGNINGSMODEL I VICO OFFICE OBJEKTET "SØJLE" FREMGÅR 82
FIGUR 56 - UDTRÆKNING AF MÆNGDER DER OVERFØRES TIL POSTER 82
FIGUR 57 - PROCES I VICO OFFICE HVOR POSTER OVERFØRES TIL AKTIVITETER 83
FIGUR 58 - PROCES I VICO OFFICE HVOR MÆNGDER OVERFØRES TIL POSTER 83
FIGUR 59 - CYKLOGRAM - MODTAGELSE AF SØJLER SAMLET MÆNGDE 84
FIGUR 60 - GANTT DIAGRAM SØJLER IHT. FIG. 56 CYKLOGRAM 84
FIGUR 61 - OPSAMLING AF SYSTEMTEST 85
FIGUR 62 - EKSISTERENDE FUNKTIONER OG KOMMUNIKATION MED ISSMAN (EXIGO, 2012) 87
FIGUR 63 - ISSMAN APP MED FORSLAG TIL FUNKTION –UDVIKLET I LUCIDCHART MED INSPIRATION FRA (EXIGO, 2012) 88
FIGUR 64 - ISSMAN FORVENTET FUNKTIONER - INSPIRATION FIGUR HENTET FRA (EXIGO, 2012) 88
FIGUR 65 - KONCEPT ISSMAN STEP 3-4-5 89
FIGUR 66 - TEST OPSAMLING AF ISSMAN APPLIKATION 91
FIGUR 67 - OPSAMLING HOLDNINGER OG ERFARINGER FRA BRANCHEN 93
FIGUR 68 - SWOT INTERNE FAKTORER 94
FIGUR 69 - SWOT EKSTERNE FAKTORER 95
FIGUR 70 - TOWS MATRIX MULIGHEDER OG TRUSLER 96
FIGUR 71 - VISUALISERING AF LEWITTS PRINCIPPER OM RELATIONER 98
FIGUR 72 - (FIGUR 11 FRA METODE AFSNIT 2.5.7.) INSTITUTTIONEL THEORY 98
FIGUR 73 - HERMENEUTISKE SPIRAL 118

10. REFERENCER

Agapiou, A. et al., 1998. *Construction management and economics "The role of logistics in the material flow control process".* 1 red. Melburne: Faculty of Architecture, building and planning.

Aikman, C. &., 2007. *Collins & Aikman SWOT Analysis.* 1st red. London EC1A7AZ: MarketLine, a Datamonitor business.

Ajour, 2015. *http://www.ajoursystem.dk.* [Online]
Available at: http://www.ajoursystem.dk/produkter/ajourks.aspx
[Senest hentet eller vist den 3 12 2015].

ARK, D., 2015. *www.danskeark.dk.* [Online]
Available at: http://www.danskeark.dk/Alle_nyheder/Ugens-Fokus/2015_08_19_Toget_koerer-Baeredygtigt_byggeri_i_Tyskland.aspx
[Senest hentet eller vist den 13 10 2015].

Autodesk, 2015. *http://www.autodesk.dk.* [Online]
Available at: http://www.autodesk.dk/products/revit-family/compare/compare-revit-products
[Senest hentet eller vist den 1 12 2015].

Belfiore, M., 2015. *https://www.rfidjournal.com.* [Online]
Available at: https://www.rfidjournal.com/purchase-access?type=Article&id=13380&r=%2Farticles%2Fview%3F13380
[Senest hentet eller vist den 25 11 2015].

Belfiore, M., 2015. RFID Helps Refinery Project Manage Materials for Multiple Contractors. *FID Journal.*

Bertelsen, S. & Nielsen, J., 1997. *Just in time logistics in the supply of building materials,* Singapore: Nellemann Nielsen & Rauschenberger.

Bimequity, 2014. *http://bimequity.dk.* [Online]
Available at: http://bimequity.dk/dk/produkter/solibri/
[Senest hentet eller vist den 3 12 2015].

bips, 2014. *http://bips.dk.* [Online]
Available at: http://bips.dk/files/bipsnyt1-2013.pdf
[Senest hentet eller vist den 12 12 2015].

Bips, 2015. *http://bips.dk.* [Online]
Available at: http://bips.dk/v%C3%A6rkt%C3%B8jsemne/buildingsmart-datamodel-ifc#0
[Senest hentet eller vist den 11 12 2015].

Birch, K., 2010. *http://www.leanconstruction.dk.* [Online]
Available at: http://www.leanconstruction.dk/media/6252/Pedersens%20artikel.pdf
[Senest hentet eller vist den 14 11 2015].

Birch, P. K., 2010. *Can NFC Support Virtual Lean Construction,* Aalborg: Birch, Pedersen, Kristian.

Birch, P. K., 2014. *http://exigo.dk.* [Online]
Available at: http://exigo.dk/om-exigo/profil/
[Senest hentet eller vist den 17 11 2015].

boligstyrelsen, E. o., 2003. *www.byggeproces.dk.* [Online]
Available at: http://www.byggeproces.dk/media/2720817/4-12-Logistikplan-Ervervs-og-boligstyrelsen.pdf
[Senest hentet eller vist den 13 10 2015].

Building-suply, 2014. http://www.building-supply.dk. *Enemærke & Petersen planlægger sig til reduceret udførelstid*, pp. http://www.building-supply.dk/article/view/125666/enemaerke_petersen_planlaegger_sig_til_reduceret_udforselstid#.VnWIWfnhCM-.

Byggeri, D. & Basit, u.d. *http://www.danskbyggeri.dk.* [Online]
Available at: http://www.danskbyggeri.dk/kursus+og+udvikling/virksomhedsudvikling/it

Byggeskadefonden, 2014. *Kom god igang med IKT bekendtgørelsen,* s.l.: Byggeskadefonden.

Cheng, P. J., Law, H. K., Bjornsson, H. & Sriram, D., 2011. *http://eil.stanford.edu/publication.* [Online]
Available at:
http://eil.stanford.edu/publications/jack_cheng/AEI_supply_chain_modeling_monitoring.pdf
[Senest hentet eller vist den 05 11 2015].

Construction, D., 2013. *http://www.dpr.com.* [Online]
Available at: http://www.dpr.com/company/history
[Senest hentet eller vist den 18 11 2015].

Cottrell, L., 2012. *https://confluence.slac.stanford.edu.* [Online]
Available at:
https://confluence.slac.stanford.edu/display/IEPM/TULIP+Algorithm+Alternative+Trilateration+Method
[Senest hentet eller vist den 10 11 2015].

Cuneco, 2014. *http://cuneco.dk.* [Online]
Available at: http://cuneco.dk/gruppe/afklaring-af-struktur-og-metode-egenskabsdata#0
[Senest hentet eller vist den 11 12 2015].

Drucker, P., 2015. *Innovation and Entrepreneurship Practice and principles.* Abingdon, Oxon OX14 4RN: Routledge.

Dyson, G. R., 2004. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *Europen ournal of Operational Research,* Årgang 152.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K., 2011. *BIM Handbook.* 2nd red. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc..

Eazyproject, 2015. *http://www.eazyproject.net.* [Online]
Available at: http://www.eazyproject.net/filintegration
[Senest hentet eller vist den 3 12 2015].

Exigo, 2012. *http://issman.dk.* [Online]
Available at: http://issman.dk/produkt/issman.aspx
[Senest hentet eller vist den 3 12 2015].

Exigo, 2014. *http://exigo.dk/produkter/vico-office/.* [Online]
Available at: https://dl.dropboxusercontent.com/u/120753468/Vico%20Office.pdf
[Senest hentet eller vist den 2015].

Fredslund, J. & Brønsted, J., 2010. *http://alexandra.dk.* [Online]
Available at:
http://alexandra.dk/sites/default/files/downloads/Pervasive%20Positioning/PP_haandbog.pdf
[Senest hentet eller vist den 22 11 2015].

Garcia-Lopez, P. N., 2014. *https://people.stanford.edu.* [Online]
Available at:
https://people.stanford.edu/ngarcial/system/files/A%20System%20to%20Track%20Work%20Progress%20at%20Construction%20Jobsites.pdf
[Senest hentet eller vist den 05 11 2015].

Graphisoft, 2015. *http://www.graphisoft.com.* [Online]
Available at: http://www.graphisoft.com/archicad/
[Senest hentet eller vist den 3 12 2015].

Greenwood, R., Suddaby, R. & Hinings, C. R., 2002. Theorizing Change: The Role of Professional Associations in the Transformation of Institutionalized Fields. *Academy of Management Journal,* p. 23.

Hay, J. G. & Castilla, G., 2006. *Object-based image analysis strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT),* Calgary: Dr. N.W .

Hildebrandt, S., 2014. *Vækst og bæredygtighed.* 1st red. s.l.:Libris Media.

Holtzblatt, K. & Beyer, H., 1997. *Contextual Design.* 1st red. s.l.:Morgan Kaufmann.

Ikontrol, 2011. *http://ikontrol.dk.* [Online]
Available at: http://ikontrol.dk/funktionsoversigt/
[Senest hentet eller vist den 4 12 2015].

iLab, 2007. *http://grouplab.cpsc.ucalgary.ca.* [Online]
Available at:
http://grouplab.cpsc.ucalgary.ca/cookbook/index.php/Toolkits/SharedPhidgetsSimpleExampleUsingTheRFIDReader
[Senest hentet eller vist den 17 12 2015].

Ingeniøren, 2009. *http://ing.dk.* [Online]
Available at: http://ing.dk/artikel/radio-kaos-saetter-danske-bilnogler-ud-af-spillet-

103507
[Senest hentet eller vist den 4 11 2015].

Instituttet, A., 2015. *http://alexandra.dk.* [Online]
Available at: http://alexandra.dk/dk/aktuelt/nyheder/2015/ibeacons-saetter-qr-koden-paa-hjul
[Senest hentet eller vist den 13 11 2015].

Intenz, 2012. *www.intenz.dk.* [Online]
Available at: http://www.intenz.dk/bliv-inspireret/v%C3%A6rkt%C3%B8jer/17/g%C3%A5r-dit-budskab-rent-igennem-
[Senest hentet eller vist den 04 11 2015].

Kam, C. P. D. o. i. p., 2013. *http://cife.pbworks.com.* [Online]
Available at:
http://cife.pbworks.com/w/file/52563189/Introduction%20to%20VDC%20Scorecard.wmv
[Senest hentet eller vist den 03 11 2015].

Kam, C., Senaratna, D., Xiao, Y. & McKinney, B., 2013. *The VDC Scorecard: Evaluation of AEC Projects and Industri Trends,* Standford: Standford University Center for Integrated Facility Engineering.

Kjeldgaard, L. T., 2002. *http://ojs.statsbiblioteket.dk.* [Online]
Available at: http://ojs.statsbiblioteket.dk/index.php/gfp/article/viewFile/6033/5269
[Senest hentet eller vist den 05 11 2015].

Klima, E. o. B., 2013. *https://www.retsinformation.dk.* [Online]
Available at: https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=145421
[Senest hentet eller vist den 11 12 2015].

Klima-, E.-. o. B., 2013. *www.retsinformation.dk.* [Online]
Available at: https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=145421
[Senest hentet eller vist den 13 10 2015].

Kvale, S., 2009. *Interview - introduktion til et håndværk.* 2nd red. s.l.:Gyldendal Akademisk.

Københavns-kommune, 2015. *www.kejd.dk/projekter.* [Online]
Available at: http://www.kejd.dk/projekter/baeredygtighed
[Senest hentet eller vist den 13 10 2015].

Larsen, K. T., 2002. *https://ojs.statsbiblioteket.dk.* [Online]
Available at: https://ojs.statsbiblioteket.dk/index.php/gfp/article/viewFile/6033/5269
[Senest hentet eller vist den 19 12 2015].

Microsoft, 2009. *https://dev.windows.com.* [Online]
Available at: https://dev.windows.com/en-us/kinect
[Senest hentet eller vist den 02 12 2015].

Microsoft, 2010. *https://support.office.com.* [Online]
Available at: https://support.office.com/da-dk/article/Nyheder-i-Microsoft-Project-2010-

25537a7a-abf8-4a01-bddf-d2bab3f063e2
[Senest hentet eller vist den 4 12 2015].

Møllerhøj, J., 2010. *http://ing.dk.* [Online]
Available at: http://ing.dk/artikel/abning-af-spilenhed-vaekker-glaede-pa-kobenhavns-universitet-120294
[Senest hentet eller vist den 02 12 2015].

O`Connor, L. M., 1997. *http://gps.stanford.edu.* [Online]
Available at: http://gps.stanford.edu/papers/Thesis/MichaelOConnorThesis98.pdf
[Senest hentet eller vist den 27 11 2015].

Orlikowski, W. J., 1994. Technological frames: making sense of information technology i organizations. *ACM Transactions on Information Systems,* pp. 174-207.

Prosign.dk, 2014. *http://www.prosign.dk.* [Online]
Available at: http://www.prosign.dk/Faerch_DK.pdf
[Senest hentet eller vist den 21 12 2015].

Prosign, 2015. *http://www.prosign.dk.* [Online]
Available at: http://www.prosign.dk
[Senest hentet eller vist den 25 11 2015].

Regioner, D., 2014. *www.regioner.dk.* [Online]
Available at:
http://www.regioner.dk/aktuelt/nyheder/2014/januar/den+digitale+tidsalder+er+nu
[Senest hentet eller vist den 13 10 2015].

Rogers, Y., Sharp, H. & Preece, J. J., 2002. *Interaction Design, beyond human-computer interaction.* 1st red. New York: John Wiley &Sons, Inc..

sites, G., 2015. *google.com/a/fysik-c.com/geofysik.* [Online]
Available at: https://sites.google.com/a/fysik-c.com/geofysik-c/home/det-elektromagnetiske-spektrum-side-4
[Senest hentet eller vist den 24 12 2015].

Sobotka, A. & Czarnigowska, A., 2005. *Analysis of supply system models for planning construction project logistics.* 1 red. Lublin: Faculty og civil and sanitary engineering Lublin.

Stewart Cobb, H., 1997. *http://gps.stanford.edu.* [Online]
Available at: http://gps.stanford.edu/papers/Thesis/StewartCobbThesis97.pdf
[Senest hentet eller vist den 28 11 2015].

Systematic, 2012. *https://da.systematic.com.* [Online]
Available at: https://da.systematic.com/healthcare/products/columna-service-logistics/technology/ultrasound/
[Senest hentet eller vist den 5 11 2015].

Tekla, 2015. *http://tekla.com.* [Online]
Available at: http://teklastructures.support.tekla.com/211/en/int_compatible_formats
[Senest hentet eller vist den 3 12 2015].

Teknologirådet, 2010. *http://www.tekno.dk.* [Online]
Available at:
http://www.tekno.dk/pdf/projekter/p10_biometri/p10_Biometri_brug_af_biometriske_teknologier_i_det_danske_samfund.pdf
[Senest hentet eller vist den 2 12 2015].

Thorborg, S., 2013. *Projekt styring, projektledelse i praksis.* 2nd red. s.l.:Gyldendal Akademisk.

Thuren, T., 2008. *Videnskabsteori for begyndere.* 1 red. s.l.:Rosiante.

Thuren, T., 2008. *Videnskabsteori for begyndere.* 1st red. s.l.:Rosiante.

Tidd, J. & John, B., 2009. *Managing Innovation, Integratet Technological Market and Organizational Change.* 4 red. West Sussex, England: John Wiley & Sons, LTD.

Udbudsportalen, u.d. *http://www.udbudsportalen.dk/.* [Online]
Available at:
http://www.udbudsportalen.dk/ImageVault/Images/id_42444/ImageVaultHandler.aspx
[Senest hentet eller vist den 18 11 2015].

11. APPENDIKS FORTEGNELSE

Appendiks 1	**Videnskabsteoretisk grundlag**
Appendiks 2	**Interviewguide**
Appendiks 3	**Interviewskabelon**
Appendiks 4	**Referater af interviews og observationsmøder**
Appendiks 5	**Interessentanalyse**
Appendiks 6	**Konceptuel proces model**
Appendiks 7	**Kravspecifikation til teknologier**
Appendiks 8	**SWOT analyse**
Appendiks 9	**Managing innovation**
Appendiks 10	**Spørgsmål til entreprenører**
Appendiks 11	**Ekspertspørgsmål**
Appendiks 12	**DECIDE a framework**
Appendiks 13	**Udvælgelse af Teknologi**
Appendiks 14	**Udvælgelse af CAD programmer**
Appendiks 15	**Udvælgelse af modelchecker**
Appendiks 16	**Udvælgelse af planlægningsprogrammer**
Appendiks 17	**Udvælgelse af kvalitetssikringsværktøj**
Appendiks 18	**BPMN skema proces (findes i stor skala tillæg 1a)**
Appendiks 19	**Artikler fra produktionsvirksomheder**
Appendiks 20	**Fotodokumentation MT Højgaard**
Appendiks 21	**Proces scenarie RFID**
Appendiks 22	**Institionel Theory**

Appendiks 1 Videnskabsteoretisk grundlag

Det videnskabsteoretiske grundlag for specialets undersøgelse stammer fra traditionelle teorier. Der vil i dette appendiks derfor blive anskueliggjort med hvilket syn indsamling af informationer bearbejdes. Det er ifølge videnskabsteorien accepteret, at der ikke eksisterer et endeligt resultat. Resultatet skal i stedet ses som et produkt af underliggende forståelse eller fordomme.

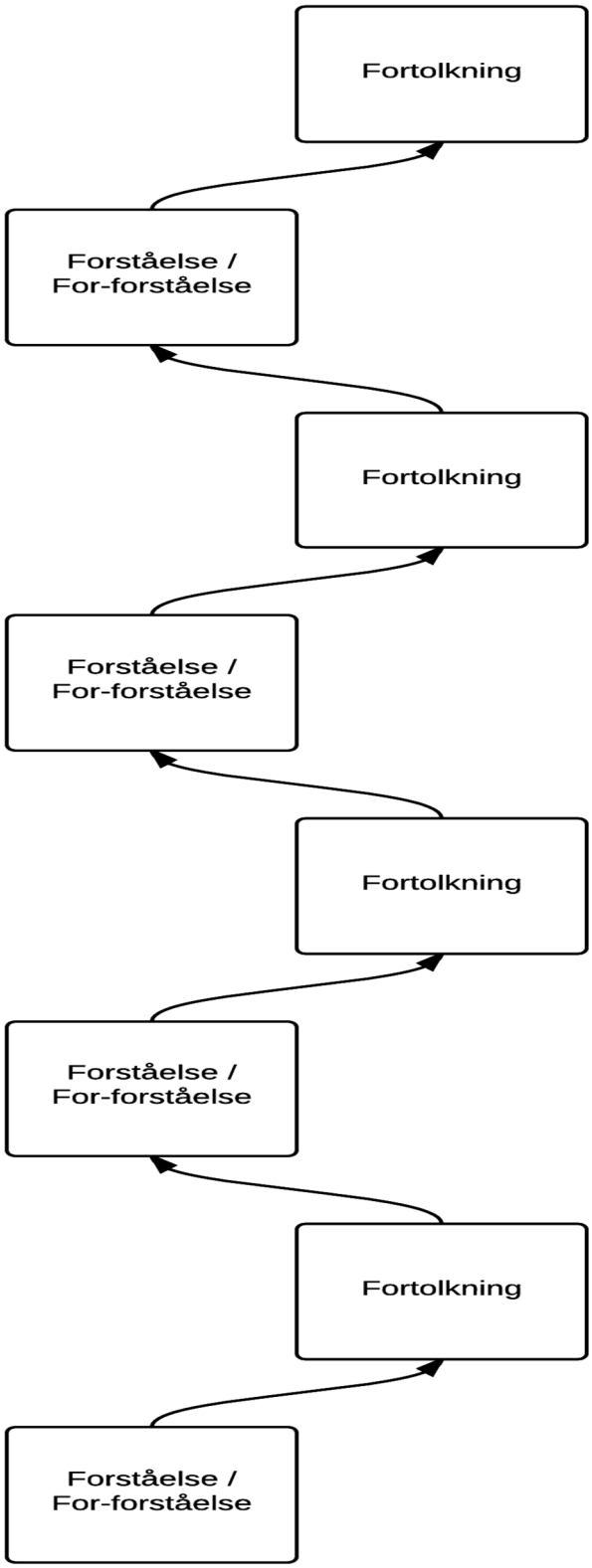
Om videnskabsteori:

"alle underligende antagelser, vi tager for givet, noget man også kan betegne som fordomme eller for-forståelser" (Thuren, 2008)

Ofte skelnes der i mellem Samfund og naturvidenskab. For specialets undersøgelse tages der primært afsæt i samfundsvidenskaben. Denne videnskab karakteriseres ved anvendelse af to synsvinkler til metoderne hvilke karakteriseres værende samfundsvidenskab hvilken anvender fortolkende metoder til forståelse og indlevelse i menneskelige situationer. Den anden metode handler om at anvende naturvidenskabelige til at klarlægge årsager og sammenhænge hvilke på et senere tidspunkt kan efterprøves af andre.

For at opnå en forståelse samt en for-forståelse i samfundsvidenskaben benyttes den hermeneutiske spiral/metode til at opnå forståelse (Figur A). Formålet med hermeneutikken er, at opnå en for-forståelse hvilket er vigtigt for forståelsen af menneskets adfærd. Denne deduktive metode benyttes i samfundsvidenskabens anden del. Den deduktive metode opstiller alternative hypoteser hvilke ikke kan opfattes som absolut sikre. Hypoteserne prøves og forklares i analysen ved at konkludere løbende. Formålet ved denne metode er at forklare modsat den første der søgte at forstå.

Specialets undersøgelse vil primært tage udgangspunkt i den første del hvilken handler om forståelsen, at i hvilket omfang man i undersøgelsen kan indsamle data/informationer hvilke registrer en eksisterende logistikproces omhandlende materialeleverancer. Disse indsamlede data/informationer skal så efterfølgende fortolkes således de kan anvendes i en efterfølgende alternativ systemopsætning.



Figur 73 - hermeneutiske spiral

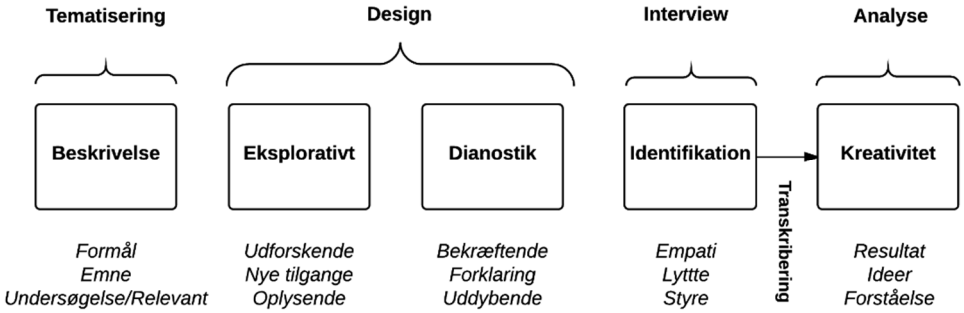
Appendiks 2 Interviewguide

Rapportens primære kilde til informationssøgning vil bestå af interviews. Anvendelsen af interviews har den fordel at jeg som forfatter får en bedre påvirkning ved indsamling af empirien. Endvidere skal interviewene bidrage med en mere dybdegående viden hvilken også vil være behjælpelig med at be/afkræfte rapportens hypoteser og teorier. Den indsamlede empiri vil derfor blive et produkt af en kvalitativ undersøgelse, hvilken der er i stand til at give flere facetter i den samme sag. Det kan derfor konkluderes at en kvalitativ undersøgelse kun er så god som de i analysen stillede spørgsmål tillader det. Dette har efterfølgende dannet grundlag for udarbejdelsen af denne interviewguide. Guiden har det formål fungere som skabelon og i den forbindelse sikre en mere dybdegående analyse.

Udgangspunktet i interview processen tager udgangspunkt i Steinar Kvales 7 processtadier for interviews. (Kvale, 2009)

1. **Tematisering:** I denne fase beskrives emne samt formålet med undersøgelsen. Det beskrives hvad der skal undersøges og hvorfor det er relevant.
2. **Design:** I designfasen beskrives hvilke elementer designet af undersøgelsen består af. Dette eksekveres ved at gennemtænke samtlige stadierne således det sikres at den ønskede viden opnås gennem undersøgelsen.
3. **Interview:** De afholdte interviews udføres med grundlag i interview guider. Dette betyder at intervieweren skal være i stand til at håndtere empati samt evnen til både at lytte samt at styre samtalen.
4. **Transskribering:** Materialet fra de foretagne interviews klargøres således materialet kan anvendes til videre analyse. Transskriberingen af materialet udføres i det omfang rapportens forfatter anser det for relevant.
5. **Analyse:** I denne fase besluttes det ud fra formålet med undersøgelsen og den indsamlede data hvilken analysemetode der vil bidrage undersøgelsen med det bedste resultat.
6. **Verificering:** I denne fase diskuteres og analyseres generaliserbarhed, og validitet. Validitet er bestemmende for i hvilket omfang man som interviewer reelt set har undersøgt det ønskede jf. Tematisering.
7. **Rapportering:** Det sidste stadie handler om at være i stand til at kommunikere resultater og undersøgelsesmetoder i undersøgelsen således disse lever op til videnskabelige kriterier.

   Overstående syv punkter har efterfølgende dannet grundlag for udarbejdelsen af nedestående model.



Figur – Interviewguide

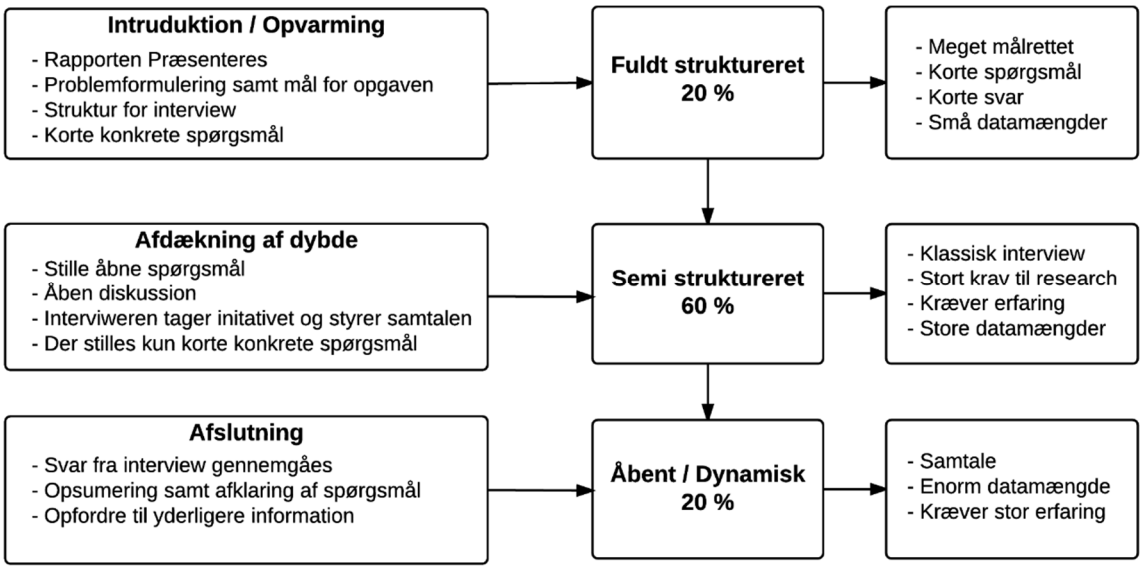
Den første del af modellen hvilken udgør designfasen *(eksplorativt og diagnostisk)*. I fasen designes interviewet, hvortil der er udarbejdet en interviewskabelon hvilken har til formål, at sikre en kvalitativ arbejdsgang. (Appendiks 3 Interviewskabelon)

Den midterste del af modellen hvilken udgør interviewet skal bidrage til at identificere tilkommende empiri hvilken kommer via designfasen hvori der bliver stillet eksplorative og eller diagnostiske spørgsmål. *Identifikationsfasen* bidrager til at forholde sig kritisk under det udførte interview.

Den sidste del af modellen, *kreativitetsfasen,* hvilket udgør resultatet af hele interviewet. Dette betyder at den indsamlede data samt den indsamlende empiri, generering af nye ideer samt en mere uddybende forståelse af det konkrete emne.

Appendiks 3 Interviewskabelon

Denne skabelon er udarbejdet af rapportens forfatter for at opnå en ensartet agenda og struktur til udførelse af interviews. Modellen er udarbejdet efter Steinar Kvales principper om strukturering af et interview. (Kvale, 2009)



Figur interviewskabelon

Appendiks 4 Referater af interviews

Følgende interviews kommer i nedestående rækkefølge. I rapporten vil et interview med XL-Byg blive henvist til på følgende måde. (4 – 1.4)

1.1 Jorton / Entreprenører / Underentreprenører / Exigo Consult (Observerende interview)

1.2 MT Højgaard / Entreprenører / Niras / Exigo Consult (Observerende interview)

1.3 MT Højgaard / Projektleder Jakob Ørsted Pedersen (Interview)

1.4 XL-Byg / Distributør / Kristian Bonde Jensen, ansvarlig for leverance og logistik (Interview)

1.5 Bygma Risskov / Distributør / Kim Snog, lager og kørselsleder (Interview)

1.6 TC Electronic / Producent og Distrubutør / Mogens Lauersen, Manager Suply Chain (Interview)

1.7 TC Electronic / Producent og Distrubutør / Jimmi de Feuth Christensen (Interview)

1.8 Stark / Distrubutør / Thomas Lykkegaard, sælger med ansvar for materialeleverance (Interview)

1.9 MT Højgaard / Jesper Hansen / Sjakbajs med ansvar for byggeplads og materialer (Interview)

1.1 Jorton / Entreprenør/ Exigo / Konsulent / Underentreprenører (Observerende)

Dato: 29/10/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Jorton,
- Exigo: Troels Primdahl
- Underentreprenører:
  - Blikas.
  - Hustømmeren,
  - Uggleby,
  - OWI,
  - Færch,
  - Bravida,
  - Smed, Maler, Gulvmand

Location: Aau Aalborg

Formålet *observationsmøde vedr. planlægning og tidsoptimering af byggeri AAU Aalborg.*

Målet *At få et fagligt indblik i planlægningen udført med location-baseret planlægning.*

I forbindelse med opførelse af nye lab. Bygninger AAU i Aalborg skal tidsplanlægningen behandles i niveau 2.

Til mødet er de forskellige hoved og underentreprenører til stede. UE skal bidrage med en optimering af tidsplanlægningen da disse kan bidrage med mest info vedr. de forskellige fagentrepriser.

Der er blevet planlagt ud fra locations-baseret planlægning således det kan gennemskues hvor det vil være nødvendigt at stramme skruen og hvor i byggefasen der kan tilføres flere resurser.

Dette betyder at der måske skal tilføres flere resurser til projektet i form af flere folk, længere dage eller måske færdiggøre en del af projektet således at dette kan fremrykke de andre håndværkere der normalt først skulle starte når råhuset var færdigt. Dette med det formål at være i stand til at overholde afleveringsdatoen. En sådan færdiggørelse af en deletape vil have økonomiske konsekvenser, men er alternativet dyrere (forsinkelse)

Der fremvises en 3d Revit model på storskærm således alle mødedeltagerne får et visuelt overblik over hvor i byggeriet man er. Dette bliver sammenholdt med udleverede tidsplaner udlagt på bordet. Endvidere sammenholdes dette med netværksdiagram på den bagerste tavle for at holde overblikket.

UE har fået til opgave at skulle estimere en tidshorisont på de forskellige opgaver der skal udføres. Dette skal skabe et overblik over de forskellige arbejdere og deres tid til opgaverne.

Det handler om at skubbe de opgaver der topper ned i de huller der er i planlægnings - diagrammet. Så planlægningen bliver revideret og afstemt med UE således at tidsplanen bliver overholdt. Det er en udfordring når man sætter bemanding på i Vico. Dette betyder ikke nødvendigvis at hvis der indsættes 10 mand går det dobbelt så hurtigt med 20… dette kompenseres der ikke for.

Det understreges at det er vigtigt for planlægningsteamet at UE bidrager med deres input. UE bliver i den forbindelse specialister på hver deres område. Processerne kigges igennem på et mere overordnede plan således at fokus er baseret på at skubbe aktiviteter ind i de forskellige gabs.

UE: vi skal tage stilling til vejrlig. Og samtidig er det vigtigt at lukke råhuset og få lukket klimaskærmen.

Vi starter med at finde ud af hvordan vi bygger det bagefter optimere vi planlægningen derom.

Der arbejdes en kompromis således man ved hvad det optimale antal folk er på projektet og samtidig ikke bliver forsinket. Så igen handler locations-baseret planlægning og at fjerne puklerne i planlægningen… tiden kører. Her er det igen vigtigt at se på afhængigheder mellem entrepriser og hvilke der er afhængige af hinanden. Vigtigt at få styr på hovedføringen af rør. Planlægningen handler om antal produktionslinjer kontra antal folk.

UE det er svært at kordinere flere folk forskellige steder i byggeriet.

Troels: Det vil være fint at vide hvor mange resurser der er tilgængelig.

UE: mener det er rigtigt godt at UE bliver taget med på råd når der planlægges.

Man vil undgå at arbejdsopgaverne klumper sammen til sidst således disse kan breddes lidt mere ud.

UE: Mener det er svært at sige hvornår de kn starte næste opgave.

HE: vigtigt at lave en forventningsafstemning således der kan kordineres imellem de forskellige entrepriser.

Man kan op mande, arbejde længere, arbejde i weekenden, presse folk til at arbejde hurtigere. Så måske skal der skrues på nogle af de forskellige faktorer.

Der tages udgangspunkt i et specifikt rum, men holde det konkret tid på projekt / timer = bemanding. Der hvor der skal udføres ensartet arbejde med ensartet materiale kan der være benefits at hente da denne tid vil kunne overføres på andre rum.

Det handler om at kordinere de forskellige fag, da der skal tages højde for både lyd, brand, udsparinger, tørretid mv. tørretiden er en fordel hvis dette kan lade sig gøre at placere i en weekend. (Gratis tørretid)

Det observeres at denne planlægningsoptimering udføres som et mixed mellem en digital d

Denne planlægning kombineres med en detailplanlægning som udføres på formandsmøder løbende i processen. Dette betyder at man overholder disciplinen med at arbejde i nivauer.

En sådan planlægning er effektiv fordi denne splittes op i flere delelementer således at overblikket ikke forsvinder. Det observeres at hovedplanlæggeren i mange tilfælde estimere tiden for de forskellige opgaver, dog de fleste gange i sammenråd med UE.. Ellers tages tden kontinuerligt og der tillægges opgaver løbende over tid. Så kan der hentes bare en dag eller to hist og her bliver det til meget i den sidste ende.

(EGEN NOTE) Det kunne være interessent at se på i hvilket omfang de forskellige UE så vil styre sine leverancer eller dette skal kordinere meget tidligere i processen.

Der bliver hele tiden holdt skarpt fokus på opdele de forskellige processer således at udvendig hus ikke indblandes direkte med det indvendige

Der bliver generelt planlagt i hvor mange dage de forskellige opgaver kræver… dette giver så et timetal, som så igen kan fordeles ud på resurser. Det er vigtigt at fokusere på de opgaver der har størst afhængighed for andre opgaver. Dette kunne eksempelvis dreje sig om gulv… hvis der skal pålægges linoleum. Endvidere er det vigtigt at opgaver som trykprøvning foretages løbende (også på installationer over loft således at de nedsænkede lofter ikke skal pilles ned igen hvis der ikke er tæt.

Eksemplet på tavlen handler om færdiggørelse af loftet (milestone) dog vil det blive en udfordringer da der kun føres timer på tavlen og ikke de tilhørende opgaver. Opgaverne bliver snakket igennem mundligt og flyttet mundligt.

(EGEN NOTE) se om disse opgaver passer med tidsplanen eller det mere er overordnet planlægning… hvis dette er tilfældet kunne det være interessant at se på fejlmargen ved denne metodik) (Husk at undersøge hvordan materialeleverancen har indflydelse samt om der er gabs eller lignende til forsinkelse. Er HE klar over leveranceplanerne på logistikken og er der lavet en samlet planlægning over materialehåndteringen?)

(Egen Note) Eventuel tage tavleteknikken videre til anvendelse på materiale logistikken)

Hvis denne proces nu var lavet digitalt kunne brikkerne nu i stedet rykkes rundt…kræver at der var sat afhængigheder. Kunne man samtidig forstille sig at hvis det opstod forsinkelse at der var op til flere muligheder for at om rokere?) Er traditionel planlægning blot forløberen for location-baseret planlægning? Er der ikke diskuteret hvordan materialehåndteringen skal fungere.

Husk at se på i hvilket omfang der er bygherre-leverancer om i hvilket omfang dette har indflydelse på den samlede materialehåndtering og logistikproces.

Der sættes fokus på selve processen fordi der ikke er tid til detail planlægning. Efterfølgende skal der kigge på netværksplanlægning for at se på i hvilket omfang der er noget der skal tilrettes. Det handler om at få et rum eller afdeling der dækker det meste således vi kan plukke efter behov til næste afdeling.

Mødedisciplinen er gået af fløjten…. Her kunne man overveje anvendelsen af narrativer vores at få fokus væk fra den enkelte og videre over på den generelle planlægning. Dog skal der detailplanlæges men hvor går grænsen… når koncentrationen minskes ryger fokus.

(EGEN NOTE) Dette kunne være et godt argument hvad angår en teknologisk løsning i en proces.

Det konkluderes at der ikke er mange gentagelsesprocesser i område C og L dette betyder en mere detaljerende planlægning. Der kommer en udfordring med materiale oplagring. Her er det vigtigt at tage højde for fugtfølsomme materialer som facader mv… dette kræver god logistik samt at den enkelte UE har styr på sit pluklager. UE mener at der er alt for meget bemanding på tidsplanen så de skal hjem og se på tidsplanlægningen fra exigo. Vigtigt at det enkelte fag ikke kommer til at stå stille grundet planlægning. Det er vigtigt at vide hvor mange folk UE kan stille med i processen. Der startes med en bred pensel (planlægning) og fokuserer så efterfølgende på detailplanlægning. Det handler om på et større byggeri at fokusere på de forskellige etager. For øje at der ikke bare bliver skrevet 5 mand 5 mand 5 mand osv.

Der er stor enighed om det er processen der er det bærende element og ikke den specifikke dato med undtagelse af afleveringsdatoen. Materialeleverancer er meget vigt for de kritiske milestones som tæt tag samt lukning af facade.

(EGEN NOTE) Man kunne overveje at tage højde for eksempelvis beton tørtid eller tvangs ud fugtning dette har en påvirkning på logistikken. Dette hele handler også om afhængigheder ;-) hvor går grænsen…. Husk sikkerhed ved oplagring

1.2 MT Højgaard / Entreprenør/ Niras / Exigo / Konsulent (Observerende)

Dato: 24/11 /2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Niras
- MT Højgaard
- Exigo

Location: NAU Aalborg

Formålet *observationsmøde vedr. planlægning og tidsoptimering af byggeri NAU Aalborg.*

Målet *At få et fagligt indblik i planlægningen udført med location-baseret planlægning.*

Der er en konsensus i at Exigo og MTH ikke er helt enig i opdelingen i planlægningen. Så det handler om finde konsensus og finde en fælles balance. Balancen består i at Exigo tager m2 hvor udsparingen er trukket fra hvor MTH tager det hele med fordi dette er hurtigere med giver samtidig en udfordring når de to ting sammenlignes. Differencerne bliver så efterfølgende diskuteret og finder balancen. Tid er baseret på erfaringstal (produktionsfaktor)baseret på hvad de kan tjener.

Jakob forsætter at det er hurtigere at finde mængder og finde ud af hvor lang tid de forskellige opgaver tager. Det er vigtigt at der er styr på selve bemandings planen. Hvis der er styr på forudsætningerne for at klarlægge en bemanding plan. Det handler om at have styr på basis og have afstemt forventningerne således grundlaget er på plads.

Vigtigt at der bliver afrapporteret på lokationerne måske mdr. pr. mdr. der er stor usikkerhed behæftet med bare at estimere at byggeriet er eks. 30 % færdigt. *Hvad er det?* MTH har mange punkter på tilbudslisten.

Det handler om at få de relevante data frem i lyset således de % satser der anvendes er så pålidelige så mulige. Igen handler det om at skabe et overblik og dele eks. Tilbudslister i mindre bidder således det bliver overskueligt.

Omfanget af bygningerne D ændre sig hvilket betyder at der skal rettes i planlægningen. Det handler om at dele planlægningen op i eks. Søjler, dæk, væge osv. Det er vigtigt at der er afstemt hvad angår detaljeringsniveauet. Detaljeringsgraden tilpasses tiden.

Der bliver kalkuleret i Excel og informationerne bliver indtastet manuelt. Det er vigtigt at niveauet er afstem således der er enighed omkring hvor færdigt projektet er …. 50% er ikke bare 50%. Der er en kobling i at vide hvor langt byggeriet reelt er og hvad der bliver lagt ind

i planlægningen. MTH kigger ud af vinduet og ser hvor langt byggeriet er og melder dette tilbage til Exigo. Det er vigtigt at forventningerne er afstemt således at detaljeringsniveauet er på plads.

Vigtigt at vide at der kan være forskel på byggeprocessen i forskellige byggerier selv om de tilnærmelsesvis er ens. Dette betyder at væge ikke nødvendigvis monteres i samme rækkefølge på en bygning som på en anden. 1 lokation = 1 etage detaljerings grad fra Exigo. Der forskel på nice to have eller need to have… igen er forventningsafstemning vigtigt. Dette handler om at der er konsensus mellem bygherre og Totalentreprenør.

Den ene sandhed er ikke anderledes end den anden. Man giver og tager lidt.

(EGEN NOTE) Der ses en udfordring i at vide hvor mange m3 beton der er lavet og hvor mange der mangler. Lokationerne er vigtige beton er da dyrere at udføre i højden.

Man kan færdigmelde ud fra teknologi i bygnings delene således det ikke bliver vurderet ud fra en subjektiv antagelse

Hvis man havde styr på hvilke lokationer armeringsnette befandt sig på vidste man præcis hvor In Sito Betonen ville være brugt. Ud fra dette vil man kunne regne pris på betonen. Det fremgår at der udføres en betalings garanti Up front når processen sættes i gang. Det handler om at tilnærmelsesvis at have det reelle billede af hvordan tingene forholder sig. Dette betyder at der skal laves en fælles mængdeverificering. Antallet af shak skal passe med lokationer. Dette er ikke underordnet hvis Exigo har en hel etage som lokation hvor MTH har opdelt den samme etage i fem lokationer. Det handler om at ensrette processen således processen afrapporteres. % satserne føres ajour med tilbudslisten…

Igen skal dette samtidig og sammenholdes med en konkret vurdering af hvor langt man egentlig er. Vigtigt at 3D modellen anvendes sammen med tidsplanen. Ønsketænkning var at alle punkterne på tilbudslisten blev opsat som aktivitet så blev det rimligt præcist. Det handler i bund og grund om at alle byder ind således der bliver et reelt sammenligningsgrundlag. Kan der indrapporteres ud fra samme principper eller ud fra en ensartet metode. Hvorfor er tilbudslisten ikke lokations opdelt. Dette gør at denne hurtig bliver uoverskuelig.

1.3 MT Højgaard / Projektleder Jakob Ørsted Pedersen (Interview)

Dato: 24/11/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Jakob Ørsted Pedersen MT Højgaard

Location: NAU Aalborg

Formålet *Interview vedr. planlægning og tidsoptimering af byggeri NAU Aalborg.*

Målet *At få et fagligt indblik og afklaring af egen undersøgelse*

Spørgsmål

1. Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri? (Uddybelse?)
   Svar:
   Ja det er ofte et problem at der ikke er nogen der ved hvor materialerne befinder sig. Endvidere er der på nuværende tidspunkt monteret en stregkode eksempelvis på en palle med armeringsjern. Når så båndet klippes så fosvinder overblikket hvad angår mængder og placering af rester. Det ender ofte med at overskydende materialer bliver klippet op og kasseret fordi det forsvinder under byggeprocessen eller det er for dyrt at lede efter. Det betyder så også at der skal bestilles nye materialer fordi ingen kan finde dem. Dette er dobbeltkonfekt og er dyrt. Man kan dog vurdere om der skal betales for oplagring ved distributør eller producent således at materialerne kan leveres Just In Time. Dette kan også foregå via et integreret fjernlager tæt på pladsen. Udgifterne herom skal gå af byggepladsomkostningerne.

2. Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag?
   Svar: *Ofte sker der svigt fordi de forskellige entreprenører ikke vil tage ansvar for andres materialer. Der står en portvagt og skal prøve at finde ud af hvem materialerne tilhører. Dette resulterer så i et stort spild på at skulle have foretaget en ny leverance.*
3. Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?
   Svar: *Ja lidt men det er ikke noget vi anvender*
4. Har du kendskab til værktøjer der kan anvendes i forbindelse med at lokationsbaseret planlægning?
   Svar: *Ja Vico har jeg fået kendskab til fordi jeg arbejde som projektleder på Bestseller da Phil & Søn gik konkurs. Her var vi virkelig på den og kunne konstatere at halvdelen af byggeriet stod tomt fordi der ikke var kordineret rigtigt i forhold til at vide hvor der kunne indsættes håndværkere.*

5. Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.
   Svar: *Der ville ske færre fejl*
6. Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?
   Svar: *Prøv at undersøge metrobyggeriet i København de har muligvis som DPR Construction haft udfordringer hvad angår leverancer.*
7. I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)
   - I stor komplekse byggerier
   - I mindre byggerier
   - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.

   Svar: *Klart i store byggerier men processen kunne testes i mindre skala*

8. Tror du på en fremtid for en lokationsbaseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.
   Svar: *Helt sikkert udfordringen ligger i at omvende folk fra traditionel planlægningsmetodik. Som Ms Project. Det er ofte det folk kender men det er svært at se hvor der er huller i planlægning således bemandingen kan optimeres på forskellige steder i byggeriet.*
9. Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.
   Svar: *Det er vigtigt at systemet er brugervenligt og har et simpelt User interface samt en søge funktion for lokalisering af materialerne. Det handler om at overbevise og vende entreprenørerne til at anvende metoden og i den forbindelse fortælle dem at der er penge og tid at spare i processen.*
   Det bliver en udfordring at omvende entreprenører og håndværkere hvilket kræver økonomiske fordele samt god disciplin for at implementere et sådant system.

1.4 XL-Byg / Distributør / Kristian Bonde Jensen / Ansvar for leverance/Logistik (Interview)

Dato: 26/11/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Kristian Bonde Jensen (Sælger med ansvar for leverance)

Location: XL-Byg Aarhus (Aaby tømrerhandel)

Formålet *Interview vedr. planlægning logistik og tidsoptimering i byggebranchen*

Målet *At få et fagligt indblik og afklaring af egen undersøgelse*

Spørgsmål

1. **Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri?**
   Svar: *Ja jeg ser en stor fordel i at lave et system der kan bidrage til at der sker færre fejl. Desuden sker der ofte fejl når der sker en overdragelse og den enkelte skal fortolke data. Vi oplever tit at der går koks i leverancen af materialer fordi modtageren ikke er til stede og chaufføren ikke ved hvor han skal læsse af. Dog er byggebranchen konservativ og kan have svært ved at acceptere teknologiske løsninger der kan erstatte en fysisk funktion.*
2. **Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag**?
   Svar: *Ja som sagt sker der ofte fejl i kommunikationen fordi der ikke er en standard for hvordan man gør tingene. Der sker ofte fejl som ofte først bliver opdaget når materialerne skal anvendes i byggeriet.*
3. **Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?**
   Svar: *Både og vi bruger almindlig lagersyring med stregkoder på pallepladser for at holde styr på vores interne lagerstyring. Vi mærker ikke vores produkter eller paller når vi sender dem ud af huset. Chaufførerne pakker selv ud fra den bestillingsliste de modtager fra os. Dette resulterer i at det er svært for os at sporer vores leverancer. Jeg kunne godt se det smart i at anvende en teknologi som RFID teknologi således at produkterne kan spores fra producent til byggeplads. Det vil dog være en balance på i hvilket omfang den enkelte bygningsdel skulle mærkes eller og dette skulle gøres på palle. Jeg tror at vi kunne ende med et produkt der kunne bidrage med færre reklamationer. Modsat stregkoder og QR-koder er det smart med RFID fordi registreringen af materialer kan ske automatisk eller som en kombination af håndskannere og antenneløsningen. Jeg tror man skal tilpasse typen af teknologi til den enkelte distributør.*
4. **Har du kendskab til værktøjer (Vico) der kan anvendes i forbindelse med at lokationsbaseret planlægning?**
   Svar: *Ikke direkte. Vi modtager stadig almindelige 2D tegninger og tidsplaner når vi skal levere materialer til en byggesag. Når vi eksempelvis skal levere til Skejby sygehus sker*

dette via en kommunikation med DNU som fortæller hvor og i hvilket tidsrum de vil have leverancer. Det forgår på den måde at vi har tre timer til at aflæsse materialer og modtageren afkalder så nogle gange. Igen mangler der en kontrol af leverancen. Jeg kunne godt forstille mig at det ville være en fordel for entreprenørerne hvis de kunne specificere leverancen yderligere end de gør i dag. Ofte tror jeg bare at der er et behov for et visuelt overblik både for chaufføren og hos modtageren således der kan holdes styr på hvilke materialer der bliver leveret på bestemte lokationer.

5. **Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.**
   Svar: *den største fordel som jeg ser. En rfid teknologi i byggematerialer svarende til en standardisering vil bidrage til at vi kan følge materialer fra producent til vores lager og videre til den rette lokation på byggepladsen. Dette tror jeg kræver et generationsskifte i byggebranchen da denne er meget konservativ hvad angår nytænkning. Endvidere skal du overbevise hele ledet om en økonomisk gevinst.*
6. **Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?**
   Svar: *ikke direkte men jeg ved at Vi har en vindues producent der tagger deres materialer med RFID. Eller plejer det at forgå manuelt som det plejer med forskellig stregkoder eller typenumre fra producent til distributør til slutbruger.*
7. **I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)**
   - I stor komplekse byggerier
   - I mindre byggerier
   - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.

   Svar: *Det vil selvfølgelig være rigtigt godt hvis alle brugte det samme system. Men på nuværende tidspunkt tror jeg at de potentielle kunder til et sådant system er de store entreprenører på markedet. Med dette mener jeg at de skal gå i spidsen og vise mindre virksomheder at det er en rigtig god ide og samtidigt rentabelt. Men hvis de mindre virksomheder skulle anvende dit system ville det kræve at de bydende ændrer arbejdsprocedurer.*

8. **Tror du på en fremtid for en lokationsbaseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.**
   Svar: *100 % og helt sikkert hvis RFID-taggen er del af systemet. Det er smart for alle parter at der er sporbarhed samtidigt med at materialerne kan leveres til rette tid og på rette lokation. Der er dog et MEN` hvilket består i at man skal blive enige om at kalde byggematerialerne det samme.*

9. **Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.**
   Svar: *Da byggebranchen er konservativ kræver det et generationsskifte og en holdningsændring til teknologi. Desuden som tidligere nævnte kræver det også at et sådant system er rentabelt.*

10. Eventuelle bemærkninger

Svar: *Jeg synes det lyder rigtig spændende hvis man kunne lave et system hvor der er sporbarhed på materialerne således man kan følge dem. Men det skal være et system hvor registreringen sker automatisk som RFID således at menneskelige faktorer der kan påvirke fejlprocenten minimeres. Desuden ville dette system samtidig give mulighed for at kunne både bestille materialer tidligere i processen, levere til tiden og på den rigtige lokation. Jeg tror det er vigtigt at have et system der kan anvende data fra RFID så det hele sker automatisk.*

1.5 Bygma Risskov / Distributør / Kim Snog / Lager og kørselsleder (Interview)

Dato: 26/11/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Kim Snog (Lager og kørelsesleder)

Location: Bygma Risskov

Formålet *Interview vedr. planlægning logistik og tidsoptimering i byggebranchen*

Målet *At få et fagligt indblik og afklaring af egen undersøgelse*

Spørgsmål

1. **Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri?**
   Svar: *Helt sikkert der sker rigtig mange svigt i leverancen og den generelle håndtering af byggematerialer. Dette sker ofte fordi vi ikke har den rette lokation på leverancen. Det sker også tit at man chaufføren ikke kan få dokumentation for at have afleveret materialerne og i den forbindelse sker det også tit at vi ikke kan spore mængde af materialer hvilket resulterer i at entreprenørerne ikke mener de har modtaget den rette mængde. Dog kan alt ikke ske via teknologi da der er et behov for en faglig vurdering i visse sager. Hver 5 ordre vi skriver ud til chaufføren er behæftet med fejl. Disse fejl bestå af materiale antal leverancetidspunkt eller lokation. Dette er et stort problem der helt sikkert kunne forbedres ved indførelsen af en alternativ metode at gøre tingene på. Stregkoder og QR-koder er svære at håndterer da man så skal scanne alt manuelt via en håndscanner. Så er vi tilbage til en manuel funktion hvor der igen kan ske fejl. Problemet er at branchen er konservativ og de forskellige led helst ikke vil føle sig overvåget.*

2. **Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag?**
   Svar: *Helt sikkert. Den i byggesagen tilknyttede sælger modtager ofte ordren via telefon eller mail uden at have mulighed for altid at kontrollere mængder mv. Denne manuelle proces kunne godt optimeres således dette skete automatisk. Desuden kan jeg se en fordel ved at kunne spore materialerne hvad angår position og mængder. En fordel vil også være at kunne lokaliserer materialerne ved leverance således der ikke skabes tvivl om i hvilket omfang leverancen er i overensstemmelse med det aftalte. Så nøgleordet er sporbarhed og en standardisering på området således at leddene taler samme sprog. Men processen skal ske automatisk og alle interessenterne skal kunne se en økonomisk gevinst hvis de skal gå med på ideen. Så det er vigtigt at kunne påvise besparelserne i processen.*

3. **Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?**
   Svar: *Ja vi bruger dem dog ikke da vi bruger vores eget labelsystem hvor der påføres navn, ordrenummer og lev. Dato. Denne proces er manuel og der sker ofte fejl. Problemet er at vi modtager materialer fra producenterne som anvender deres eget stregkodesystem til mærkning. Dette system passe ikke ind med vores system så her er der en stor konflikt. Jeg har hørt om alle tre teknologier og ved at postvæsnet bruger QR-koder. Dette er jo også et track and trace system der dog kræver at modtageren skriver under ved leverancen. Jeg kan ikke se fordelen i at anvende stregkoder fordi de kun kan anvendes hvis vores lagermand står og scanner dem ind for så efterfølgende at skulle overføre det til vores system som er et andet. Det er her der sker fejl. RFID koderne hvilke også kan være en del af en stregkodelabel og indeholde informationer og samtidig blive registreret via teknologi er rigtigt smart. Dette vil jo betyde at vi både kan spore varen fra A til B og at dette sker automatisk gør hele processen mere overskuelig. Vi anvender Lean i Bygma og kunne helt sikker se fordelen i at anvende RFID i både vores lagerføring og leverancehåndtering. Med dette vil kræve enighed og standardisering fra producent, distributør samt på byggepladsen. Så der er nok visse udfordringer der vil kræve uddannelse hele vejen rundt. Men at vide alt fra en tidlig materiale bestilling, til track and trace samt at kunne lever til den rette lokation på rette tid kan kun være en fordel i hele branchen. Dog skal man passe på at eksempelvis chaufførerne ikke føler sig overvåget i en sådan proces. Tilliden på tværs må ikke erstattes af teknologi da det stadig er et vigtigt parameter til at løse eventuelle problemer.*

4. **Har du kendskab til værktøjer der kan anvendes i forbindelse med at lokationsbaseret planlægning?**
   Svar: *Ikke specifikt vi modtager altid en tidsplan og efterfølgende hundrede og sytten revideringer på leverancedatoen. Men den kunne være fint hvis vi (Chaufføren og logistikchefen) selv havde et overblik over hvor specifikt varen skulle leveres. Dette er ofte ikke særligt konkret når vi skal levere. Men jeg kunne forstille mig et værktøj der kunne hjælpe med at materialerne endte sammen sted som håndværkerene gik.*

5. **Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.**
   Svar: *Færre fejl hvis systemet er gennemarbejdet. Jo flere støjskabende led der kan fjernes jo bedre. I Bygma har vi fokus på at være i konstant udvikling så vi synes bestem det lyder rigtig spændende. Det vil samtidig lette processen om at være i stand til at levere materialer Just In Time og i de rigtige mængder fordi teknologien understøtter kontrollen.*

6. **Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?**
   Svar: *ikke direkte. Jeg ved at de større producenter anvender RFID i deres produkter men har aldrig hørt om at RFID anvendes ud fra samme forudsætning og koden i helle ledet fra produktion til Byggeplads. Selvfølgelig anvendes der stregkoder, QR-koder osv. Men et system der både tager hånd om sporbarhed koblet op på lokations baseret planlægning af byggematerialerne er nyt. Men det er en god ide. At anvende et system der kan*

overtage en manuel proces og på den måde minimere antallet af fejl i byggeriet/leverancen.

7. **I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)**
    - I stor komplekse byggerier
    - I mindre byggerier
    - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.

    Svar: *Jeg tro at systemet skal henvende sig til de store entreprenører i starten. Men disse skal også lige overbevises om at det er rentabelt at udvikle et sådant system. Hvis de store starter følger de mindre efter. Dog er der brug for et generationsskifte der skal hjælpe med at ændre tankegangen samt det menneskelige syn på i hvilket omfang teknologi kan erstatte menneskelige funktioner og processer.*

8. **Tror du på en fremtid for en lokationsbaseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.**

    Svar: *Helt sikker det er smart. Det betyder også at vi ville være i stand til at dokumentere hvor materialerne befinder sig. Dette gælder på sporbarhed under transport men også når de ikke kan spore materialerne på byggepladsen. Dette gælder selvfølgelig mest de større byggepladser. Der er klart letter e at overskue en mindre byggesag hvor leverancen er overskuelig.*

9. **Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.**
    Svar: *Det er vigtigt at brugerne / medarbejderne kan se fordelene ved et sådant system. Desuden skal det være simpelt at gennemskue og lære at bruge systemet. Med dette mener jeg at det skal give mening i hele ledet og samtidig appellere til en økonomisk gevinst hele vejen i processen. Man kunne ligge det ind under udgifterne til varetagelse af byggepladsen.*

10. **Eventuelle bemærkninger**
    Svar: *Vi skal passe på at vognmændene ikke føler sig blotlagt og overvåget. Jeg tro dette kan få en negativ effekt. Men jeg mener der helt sikker er en fremtid i at anvende både 3D modeller, alternativ teknologi samt nye måder at tænke planlægning. Logistik samt levering på i branchen. Det store problem er at branchen er meget konservativ og ofte er den ikke indstillet på stor forandringer. Mange i branche ser det som et angreb af deres viden skal erstattes af teknologi. Så kunsten er at overbevise branchen om at teknologi og systemer blot har en supporterende funktion til deres daglige virke.*

1.6 TC Electronic / Producent / Mogens Lauersen / Manager Suply Chain (Interview)

Dato: 26/11/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Mogens Lauersen (Ansvar logistik, leverance og suply chain)

Location: TC Electronic Risskov Aarhus N

Formålet *Interview vedr. planlægning logistik og tidsoptimering i byggebranchen*

Målet *At få et fagligt indblik og afklaring af egen undersøgelse*

Spørgsmål

1. **Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri?**
   Svar: *Helt sikkert det er en rigtigt god ide til afhjælpning af sporbarhed både i byggebranchen men også hos producenten. Hvis vi kunne blive enige om et fælles udgangspunkt for mærkning af materialer både hos os og for det efterfølgende distributionsled kunne det bidrage til færre fejl. Menneskelig fortolkning øger sandsynligheden for fejl. Dette gælder især når der registreres i produktionen og videresælges til næste led i kæden.*

2. **Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag?**
   Svar: *Det er da klart at der sker fejl når der ikke en standardisering for produkter hvilket er gældende på tværs af organisationer. Hvis der var en fælles forståelse for hvordan materialer skal mærkes ville det uden tvivl kunne minimere tvivl om ansvarsoverdragelse.*

3. **Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?**
   Svar: *RFID er helt klart fremtiden. Mange anvender teknologien i dag så hvorfor ikke få fuldt udnyttelse af denne teknologi. Fordelen ved RFID er at registrering kan se via teknologi. Dette betyder modsat stregkoder og QR-koder med videre at man kan opsætte et system det automatiserer nuværende manuelle indtastninger eller scanninger. Dog vil der i visse henseender skulle anvendes en håndscanner som en supporterende teknologi til et evt. system med antenner.*

4. **Har du kendskab til værktøjer der kan anvendes i forbindelse med at lokationsbaseret planlægning?**
   Svar: *Nej men jeg kan helt sikker se fordelen i at materialerne lander hos den korrekte kunne på den rigtige lokation i rette tid. Det er klart at dette er en faktor der har betydning for leverance omkostningerne og det dertilhørende ansvar for produktet.*

5. **Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.**
   Svar: *Færre fejl og bedre sporbarhed. Teknologi gør det samme hver gang.*

6. **Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?**
   Svar: *Nej men jeg ved hvor vigtigt det er at kunne lokationsbestemme sine materialer.*

7. I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)
   - I stor komplekse byggerier
   - I mindre byggerier
   - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.

   Svar: *Jeg mener at det er vigtigt at starte med de store spillere på markedet som er i besiddelse af de fornødne resurser til at kunne håndtere en implementering af et sådant system.*

8. **Tror du på en fremtid for en lokationsbaseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.**
   Svar: *Helt sikkert jeg kan kun se en fordel i at vide alt omkring både leverancen samt oplagring af produkter. God logistik handler om at få produkterne ud til kunderne uden fejl, på det rigtige tidspunkt og til den rette lokation.*

9. **Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.**
   Svar: *Jeg tror det er vigtigt at en sådan proces ikke kommer til at fremstå som et faresignal for de ansatte. De skal forstår at teknologien blot skal hjælpe dem så der ikke sker for mange fejl. De ansatte må ikke føle sig overvåget af et system.*

10. **Eventuelle bemærkninger**
    Svar: *Kig lige på Zebra RFID teknologi de har rigtig mange gode løsninger*

1.7 TC Electronic / Producent / Jimmi de Feuth Christensen / Lagerchef (Interview)

Dato: 26/11/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Jimmi de Feuth Christensen (Lagerchef)

Location: TC Electronic Risskov Aarhus N

Formålet *Interview vedr. planlægning logistik og tidsoptimering i byggebranchen*

Målet *At få et fagligt indblik og afklaring af egen undersøgelse*

Spørgsmål

1. **Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri?**
   Svar: *Ja det lyder som en god ide. Vi bruger selv teknologi i form af stregkoder til at håndtere vores produkter. Så ved vi hvor på lagret vores produkter befinder sig samt hvor mange enheder der er tilbage på pallen. Dog sker der fejl fordi vores distributører anvender deres eget system osv… så et ensartet grundlag for mærkning kunne da være fint så man kunne følgen varen hele vejen til slutbrugeren. Når vi får returvarer til reparation sker det også at produktet er påført en ny stregkode eller liggende. Dette betyder at hvis vi nu havde mulighede for via en chip at kunne scanne returvaren ind i vores eget system var det lettere at holde styr på en evt. ombytning mv.*

2. **Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag?**
   Svar: *Ja der er helt sikkert en sammenhæng. Når der er mennesker tilstede sker der fejl. Det er klart at teknologiske hjælpemidler er en fordel for minimering af fejl.*

3. **Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?**
   Svar: *Jeg kender alle tre. Posten, GLS osv. Anvender stregkoder eller QR-koder hvilket gør at man kan følge varen til slutbrugeren. Dog sker registrering modtages mv. manuelt tilført en håndscanner. Det er fint med små pakker men kan være omfattende at skulle scanne 100 produkter ind i sit system. Det er her jeg mener at RFID Chipping er smart da disse kan registreres via antenner eller lignende. Disse søger samtidig for at produkterne bliver registret i et system.*

4. **Har du kendskab til værktøjer der kan anvendes i forbindelse med at lokationsbaseret planlægning?**
   Svar: *Nej Men det lyder som en fin ide, at have styr på de præcise lokationer i leverancen således der ikke stilles tvivl om overdragelsen.*

5. **Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.**
   Svar: *Færre fejl som afhjælpes af teknologi.*
6. Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?
   Svar: *Kun i form af den følgeseddel der sidder på pallen når jeg bestiller noget fra trælasten ;-) Men jeg skal stadig være hjemme fra 07-16 da ansvaret er mit ved levering*
7. I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)
   - I stor komplekse byggerier
   - I mindre byggerier
   - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.

   Svar: *Jeg mener bestem at man skal starte med at implementere systemet i store byggesager. Det er der resurserne er. Desuden vil de små virksomheder med stor sandsynlighed følge efter på et senere tidspunkt.*

8. Tror du på en fremtid for en lokationsbaseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.
   Svar: *Byggeri eller andet er ligegyldigt men det handler om at materialerne / Produkterne ender det rette sted på det rette tidspunkt.*
9. Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.
   Svar: *Det er vigtig at man er klar over at det kan tage tid og koste penge at implementere et nyt system i en organisation. Dette har vi selv lige været igennem da vi udskiftede Dynamics AX med SAP. Hvis medarbejderne følger sig overvåget skaber dette usikkerhed.*
10. Eventuelle bemærkninger
    Svar: *RFID er smart da der sker en automatisk modtagekontrol på produkterne. Men at kunne levere byggematerialer til rette lokation vil kræve kapacitets fleksibilitet.*

1.8 Stark / Distributør / Thomas Lykkegaard / Sælger ansvar for materialeleverance (Interview)

Dato: 26/11/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Thomas Lykkegaard (Sælger med ansvar for materiale leverance)

Location: Stark Aarhus C

Formålet *Interview vedr. planlægning logistik og tidsoptimering i byggebranchen*

Målet *At få et fagligt indblik og afklaring af egen undersøgelse*

Spørgsmål

1. **Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri?**
   Svar: *Ja jeg kan se en fordel i at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af byggematerialer. Det kan kun ses som en fordel at man kan lave et ensartet system eller standard der kan anvendes i hele branchen. Med dette mener jeg at der ofte sker fejl når der foretages manuelle indtastninger og registreringer. De mange fejl der sker er ofte menneskelige ;-). Dog skal man stadig have i mente at en truck kan vælte og materialer kan gå spildt. Ligesom force mi sure, ting vi ikke er herre over. Vi kan dog kalkulere med en risiko og indregne denne i den stor sammenhæng.*

2. **Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag?**
   Svar: *Ja som jeg nævnte sker der ofte fejl når det handler om mennesker. Men der sker også fejl når mennesker kommunikerer med teknologi. Et system skal være simpelt og overskueligt således det ikke er der fejlene er flest. Vi kan minimere antallet af fejl men ikke fjerne dem helt. Der sker ofte fejl fordi der er forskellig mærkning eller produktbeskrivelse hvilke ikke stemmer overens. Igen sker der menneskelig fortolkning og behandling i hele kæden.*

3. **Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?**
   Svar: *Ja og mener det er en rigtig god ide. Det handler om at finde en teknologi der kan sikre en konsistent information hele vejen. Dette vil dog kræve at vi som distributører skal via køberene af produkterne sættet krav til producenterne. Dette vil kræve en stor indsats hele vejen igennem. Jeg kunne forstille mig at det er de store entreprenører vi skal have fat i. Stregkoder og QR koder er rigtige fine til mindre leverancer der ikke kræver det store overblik. RFID teknologien kan jeg kun se som en fordel fordi registreringen kan ske digitalt og automatisk. Kunne man så samtidig kvalitet sikre via en bygningsmodel*

ville det være fantastisk. Men byggebranchen er konservativ så det bliver en stor mundfuld. Men sporbarheden i RFID er helt klart noget der vil være til gavn for branchen hvis denne teknologi bliver anvendt rigtigt.

4. **Har du kendskab til værktøjer der kan anvendes i forbindelse med at lokationsbaseret planlægning?**
   Svar: *Ikke direkte men jeg kunne forstille mig et system der kunne optimere planlægningen og sikkerheden af materiale leverancen i samme grad som når man optimerer en arbejdsproces i et byggeri. Dette ville da være smart at både jeg om mine chauffører har styr på den præcise lokation for materiale leveringen. Vi leverer ofte både til Skejby og andre store byggepladser hvor der er bestemte tidsintervaller for leverancer. Dette betyder at der skal være 100% styr på hvor disse materialer skal leveres. Ofte bestiller entreprenørerne ekstra materialer fordi de ikke kan finde dem vi leverende. Det må være dyrt i det lange løb, for de ender med en masse overskydende materialer efter endt byggeri.*

5. **Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.**
   Svar: *En supporterende teknologi til en manuel proces kan kun være en fordel. Kan vi nu være på forkant med selve bestillingen af materialer og flytte processen til de tidlige faser kan vi minimere risikoen for svigt og fejl grundet den mere detaljerede planlægning på et tidligere tidspunkt i processen. Men et sådan system vil samtidig sættet krav til det system der skal varetage opgaven. Hvis ikke et sådant system er pålideligt vinder vi jo ikke noget. Så en kombination af intelligent teknologi og menneskelig indsigt og et godt system må være nøglen hvis dette skal lykkes.*

6. **Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?**
   Svar: *Nej ikke direkte. Hos Stark optimerer vi ofte vores processer hvor vi pakker materialer om natten for at kunne levere til tiden. Dog kokser det sommetider hvis der ikke er styr på lokationerne eller der sker uheld ved pakningen. Nogle ting kan vi kontrollere andre ting kan vi bare gøre bedre.*

7. **I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)**
   - I stor komplekse byggerier
   - I mindre byggerier
   - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.

   Svar: *Jeg mener bestem at vi skal have fat i de stor spillere på markedet og lade dem vise at der er en økonomisk fordel ved indføre alternativ teknologi i sådan en proces. Systemet skal være rentabelt.*

8. **Tror du på en fremtid for en lokations-baseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.**

Svar: *Helt sikkert ideen er rigtig god men byggebranchen er konservativ og det kan kræve en del arbejde at overbevise entreprenørerne om at de skal investere i systemet. Hos Stark bruger vi et system hvor vi anvender farver til at styre logistikken*

- *Rød ikke afsendt*
- *Gul på vej*
- *Grøn leveret*

Dette kombineres så med en fotodokumentation på pladsen hvor leverancen dokumenteres med et billede hvilket understøtter leverandøransvaret. Men vi kan ikke spore produktet direkte som man kan ved anvendelsen af eks. RFID eller lignende. På nuværende tidspunkt følger vi vores chauffører med GPS hvilket der måske kunne indgå i din model.

9. **Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.**
   Svar: *Branchen er konservativ og er ikke engang fortrolig med mængdeudtræk af en simpel 3D model så jeg tror der kommer til at gå lang tid før end byggebranchen er klar eller tænker 3D ;-). Men en fremtid helt sikkert. Det er svart at følge produktet ud fra en standardisering samt have styr på præcis hvor den lander og hvornår.*
10. **Eventuelle bemærkninger**

1.9 MT-Højgaard / Jesper Hansen / Sjakbajs og plads og materiale ansvarlig (Interview)

Dato: 04/12/2015

Deltagere:

- Henrik Bjerre Nielsen
- Jesper Hansen (Sjakbajs med ansvar for materialer og plads

Location: NAU Aalborg

Formålet *Interview vedr. planlægning logistik og tidsoptimering i byggebranchen*

Målet *At få et fagligt indblik og afklaring af egen undersøgelse*

Spørgsmål

1. **Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri?**
   Svar: *Helt bestemt vi ha et kæmpe materialespild i vores byggeprojekter fordi det er svært at lokalisere materialerne og i den forbindelse også holde styr på mængderne. Det optimale vil være et system hvor vi kunne spore materialerne således vi ikke skulle bruge så lang tid på at lede efter dem.*

   "Vi har bare i denne uge brugt ca. 2.5 timer x 3 mand x 3 dage på at lede efter materialer !!! Prøve at regne på hvad det løber op i på sigt. "

2. **Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag?**
   Svar: *Bestemt når vi har arbejdet på byggesager med eksempelvis flere etager bliver der bare bestilt materialer med rund hånd. Dette betyder at vi ofte står med et stort spild til sidst i byggeriet. Så kunne vi komme frem til en løsning så materialerne kunne spores ville det være en rigtig god ide.*

3. **Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?**
   Svar: *Jeg kender da godt stregkoder og QR- koder men kender ikke RFID teknologien, men jeg synes det lyder smart at påføre dem til Batch eller materialer.*

4. **Har du kendskab til værktøjer der kan anvendes i forbindelse med at lokationsbaseret planlægning?**
   Svar: *Vi bruger jo Vico office. Det er noget vi er begyndt med hvilket er rigtigt godt da det er lettere at planlægge ud fra denne metode hvor der anvendes lokationsbaseret planlægning.*

5. **Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.**
   Svar: *Der vil opstå færre fejl grundet anvendelse af teknologi til at styre processer. Jeg mener at du har fat i en rigtig god ide.*

6. **Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?**
   Svar: *Nej ikke før jeg fik præsenteret ideen af Jakob Ørsted som du også har talt med.*

7. **I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)**
   - I stor komplekse byggerier
   - I mindre byggerier
   - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.

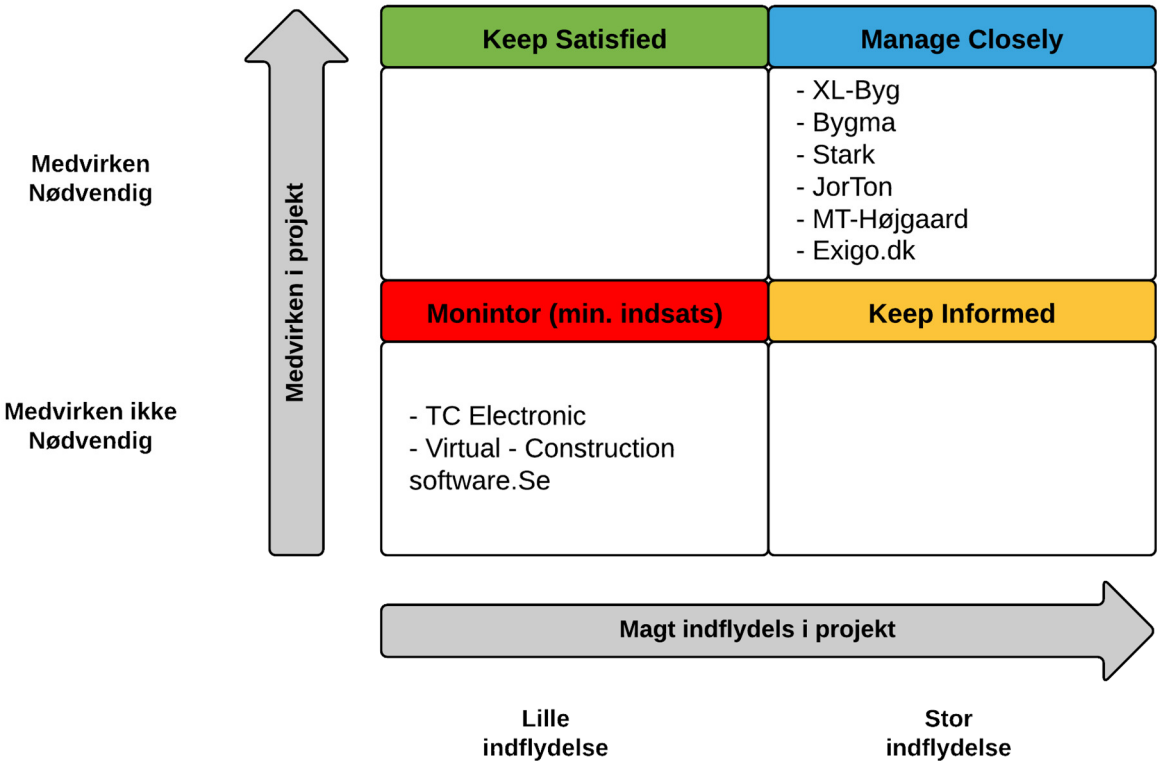
   Svar: *Jeg tror man skal op i større byggerier før det batter. Men et kvalitetssikrings system til sporing af materialer på generel basis vil fungere uanset. Der skal dog være en bagatel grænse for i hvilket omfang man skal placere en tag på det enkelte objekt. Jeg tro det vil fungere rigtigt godt på de større effekter eller på en palle.*

8. **Tror du på en fremtid for en lokationsbaseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.**
   Svar: *helt sikker. Det er enkelt og fungerer super godt.*
9. **Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.**
   Svar: *Byggebranchen er meget konservativ så det er vigtigt at angribe det rigtigt.*

10. **Eventuelle bemærkninger**

Appendiks 5 Interessentanalyse

Formålet med analysen er at kunne vurdere og analysere de i projektet tilknyttede interessenters og deres direkte eller indirekte påvirkning på projektet. Interessentanalysens formål er at være i stand til at anvende de forskellige interessenter i den rigtige kontekst. Som der fremgår af nedestående figur er interessenterne placeret i fire forskellige kasser, hvilke hver viser påvirkning samt tilknytning til rapportens undersøgelse. Nedenstående figur er udarbejdet med inspiration fra Steen Thorborgs bog om projektstyring, Projektledelse i praksis. (Thorborg, 2013)



Figur Interessentanalyse

(Kepp Satisfied) Har en mindre eller ingen indflydelse på rapportens undersøgelse. Desuden har interessenterne i denne gruppe ikke grundlag for at træffe beslutninger omhandlende projektet. Dog er denne interessent en nødvendighed således der kan opnås en forståelse inden for det specifikke område.

(Manage Closley) Har stor indflydelse på rapportens undersøgelse (projekt) og er i den forbindelse et aktiv hvad angår indflydelse og medvirken. Desuden er interessenterne i denne gruppe nødvendig således der kan skabes en god forståelse. Denne forståelse skal så bidrage området med den begrænsede indflydelse og i den forbindelse bidrage til at forbedre rapportens grundlag.

(Monitor (Min indsats)) Har hvis behovet opstår en supporterende funktion i rapportens undersøgelse. Interessenterne påvirker ikke processen direkte. Interessenter tilhørende denne gruppe kan dog efter behov inddrages i processen. Dog er deres funktion og medvirken ikke påkrævet i processen og de har samtidig meget lille indflydelse.

(Kepp Informed) Har stor indflydelse hvad angår påvirkning af betydelige beslutninger. Denne gruppe er dog ikke nødsaget til at assistere med en højere arbejdsindsats for projektets gennemførelse.

Fremgangsmåde for interessentanalysen

Den anvendte fremgangsmåde i interessentanalysen er placering af interessenterne i de fire kategorier således dette fremmer sandsynligheden for et validt grundlag i rapportens undersøgelse. Placeringen af interessenter sker ud fra et estimat af i hvilket omfang den enkelte interessents indflydelse kan bidrage til projektet.

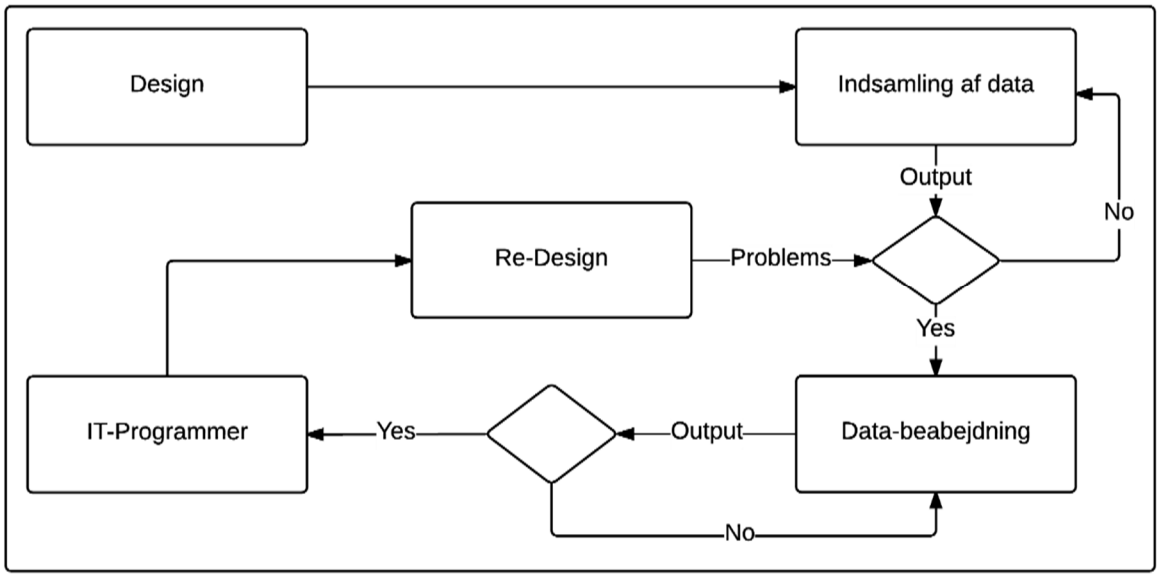
Efter interessenterne er placeret i de fire grupper skabes der for rapportens forfatter et overblik over hvad den enkelte interessent kan bidrage med. Dette indbefatter samtidig en vurdering om i hvilket omfang den enkelte interessent skal tages helt ud af processen eller omplaceres. Dette overblik over interessenternes bidrag til processen kan så efterfølgende anvendes i rapportens teknologivurdering.

Når der implementeres en ny teknologi i en ny kontekst i en given organisation kan der i den forbindelse opstå modstand når der sker en forandring i form af nye arbejdsmetoder eller teknologier og lign.

Usikkerhed i interessentanalysen

Der kan opstå usikkerhed i interessentanalysen grundet rapportens forfatter ikke udfører analysen med det rette grundlag. Med dette menes at rapportens forfatter ikke er i besiddelse af det reelle billede af eventuel modstand fra undersøgelsens involverede interessenter. Konsekvensen heraf kan derfor betyde at der vurderes ud fra ikke ensrettede principper.

Appendiks 6 Konceptuel proces model



Figur Konceptuel model

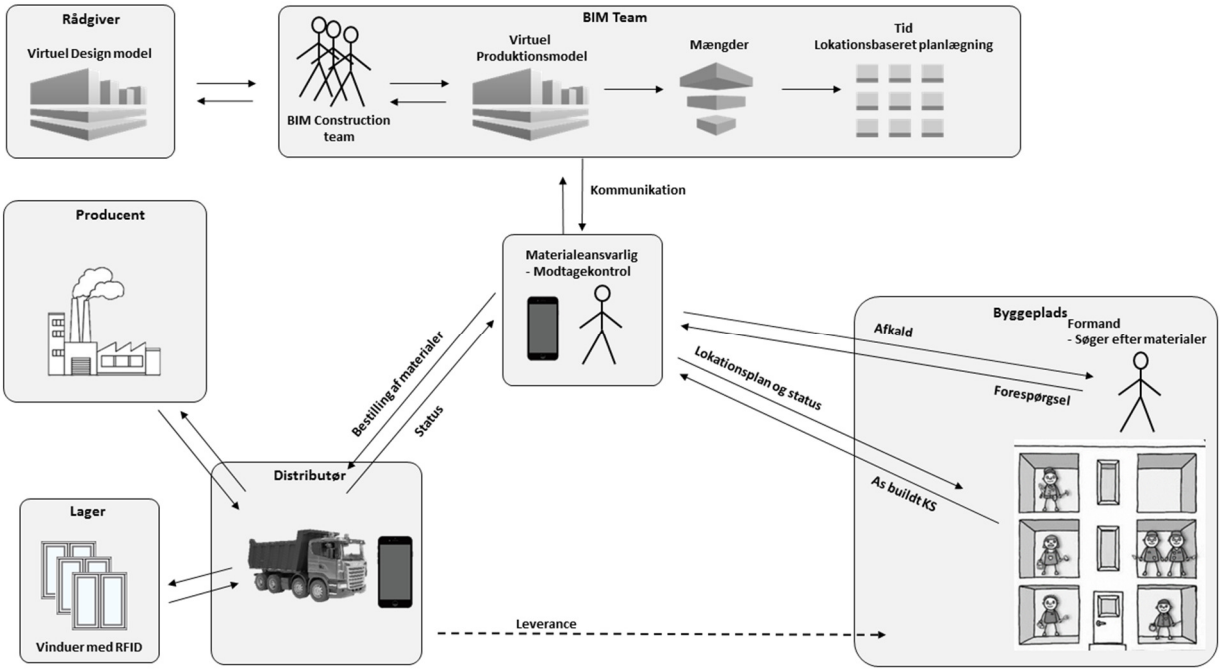
Rapportens konceptuelle model visualiserer hvordan der i starten af rapportens undersøgelse arbejdes ud fra den forudsætning, at materiale koordineringen deltvist varetages manuelt af en materiale-koordinator. Og gennem indsamlingsmetoder til data via bearbejdning kan anvendes i IT programmer hvor den manuelle funktion supporteres eller udskiftes med teknologi. Den konceptuelle model afspejler samtidig strukturen for den udarbejde rapport.

Indsamling af data
Indsamlingen af data har til formål at finde teknologi der vil kunne anvendes til indsamling af den information der finder anvendelse i de eksisterende forhold. Outputtet fra denne fase er ikke baseret på specifikke programmer og formater. Kontrolgaten sikrer at den indsamlede data stemmer overens med de forventninger der er sat fra Exigo og rapportens forfatter. Hvis der opstår mangel hvad angår den indsamlede data bliver dette fanget i processen og den manglede data indsamles.

Databearbejdning
I denne fase bliver den indsamlede data sorteret og hvis nødvendigt konverteres således denne kan anvendes i den efterfølgende fase. I denne fase er det også muligt at supplere med inputs fra anden side. Hvad angår Outputtet er det væsentligt at den bearbejdede data kan anvendes i de efterfølgende it-programmer. Dette sikres i Kontrolgaten.

IT Programmer
I denne fase er målsætningen at finde et værktøj der kan behandle data fra databearbejdnings fasen. Processen skal bidrage til effektivisering af de fremtidige forhold hvad angår en optimeret logistisk planlægning af materialeleverancer.

Eksisterende forhold med materialekoordinator



Figur Eksisterende forhold med materilaekordinator

Appendiks 7 Kravspecifikationer teknologier

Kravspecifikation til Teknologier it-programmer og kvalitetssikrings- værkrtøjer

Her opsættes der specifikke krav til den anvendte teknologi i rapportens undersøgelse. De opsatte krav er udarbejdet af rapportens forfatter ud fra research på området, hvorefter der er foretaget en revidering i samarbejde med konsulenter fra Exigo hvilke anses som ekspertviden på området. Formålet med specificeringen af teknologier er, at være i stand til at konkretisere hvilke forventninger, fordele og ulemper, der er til den endelige konceptuelle systemopsætning.

Målsætningen med undersøgelsen er fra forfatterens syn, at være i stand til at kunne effektivisere og systematisere materialehåndteringen via en teknologiunderstøttet proces som i den kontekst kan udfordre en manuel proces. Ud fra følgende antagelser er der på det grundlag udarbejdet følgende spørgsmål.

Motivation for undersøgelsen er for rapportens forfatter, at via litteraturstudier kan se en tendens til at der ofte er forbundet visse udfordringer ved håndtering af materiale leverancerne i den danske byggebranche. Dette har i den forbindelse også dannet grundlag for de udarbejde spørgsmål til vurdering af teknologier og it-værktøjer. Vurderingerne er udarbejdet ud fra forudsætninger i de foretagne interviews hvilke er kombineret med teknikske egenskaber hvilke er udledt fra udførte litteraturstudier.

Kravspecifikation til teknologi

- Det skal være muligt at implementere teknologien i byggematerialer
- Teknologien skal kunne aflæses automatisk / Semiautomatisk
- Teknologien skal være let tilgængelig på markedet
- Teknologien skal kunne anvendes i forbindelse med 3D bygningsmodel
- Teknologien skal være geografisk præcis og let at aflæse
- Teknologien skal i indkøb være rentabel (relativt-behandles ikke yderligere i undersøgelsen.

Kravspecifikation IT programmer / planlægningsværktøjer

- IT programmer/planlægningsværktøjet skal være kompatibelt med 3D modellen (IFC)
- IT programmer /planlægningsværktøjet skal kunne lokationsopdele mængder
- IT programmer / Planlægningsværktøjet skal kunne udføre lokationsbaseret tidsplanlægning.
- IT programmer /planlægningsværktøjet skal kunne tilgås på dansk (nice to have)
- Udforme rapporter hvilke kan eksporteres til pdf

- Holde styr på ændringer i 3D modellen
- It-programmer /planlægningsværktøjet skal være i stand til at foretage mængdekontrol på bygningsdele og i den forbindelse registrere fejl og mangler i byggeriet.

Kravspecifikation til Kvalitetssikringsværktøjer

- Kvalitetssikringsværktøjet skal kunne håndtere registrering af fejl og mangler
- Kvalitetssikringsværktøjet skal kunne foretage fotodokumentation
- Kvalitetssikringsværktøjet skal være let tilgængelig på markedet
- Skal være let at anvende
- Skal kunne tilgås på dansk (nice to have)
- Kvalitetssikringsværktøjet skal kunne uploade data til både intern, ekstern database(Cloud)
- Skal kunne anvendes på byggepladsen
- Skal være tidsbesparende i forhold til manuel kvalitetssikring.

Appendiks 8 SWOT-analyse

SWOT Analyse

Strengths
Strengths er de stærke kompetencer en virksomhed besidder eller har adgang til. Dette muliggør værdiskabende handlinger for den enkelte virksomhed. Nogle styrker kunne være:

- Produktdesign
- Medarbejderloyalitet
- Udstyr til produktion
- Et stærkt Brand
- Et godt omdømme
- Knowhow
- Adgang til et stort distributionsnetværk

Weaknesses
Weaknesses hvilke er virksomhedens svage sider som manglende resurser, kompetencer mv. dette skaber en reducering af virksomhedens konkurrencekraft og gør i den forbindelse det muligt for potentielle kunder at skabe værdi. Svagheder kunne være:

- Mangel på finansielle muligheder
- Manglende erfaring
- Dårligt Brand
- Høje omkostninger

Opportunities
Opportunities er de muligheder den enkelte virksomhed har for at øge sin konkurrencemæssige position i forhold til omgivelserne. Mulighederne kunne være:

- Behov der ikke er opfyldt hos den enkelte forbruger
- Lovgivning
- Højkonjunktur
- Teknologisk udvikling
- Holdningsændring i befolkningen

Threats
Threats er de trusler der for virksomheden eksempelvis kommer fra eksterne personer, virksomheder eller organisationer. Truslerne kan true virksomhedens konkurrencemæssige fordele og udøvelse. Truslerne kunne være:

- Lavkonjunktur
- Øget konkurrence fra andre virksomheder
- Holdningsændringer fra forbrugerne
- Ny lovgivning der kan skabe begrænsninger for virksomheden.
- Leverance (distribution) problemer

Appendiks 9 Managing innovation

DECIDE a framework to guide evaluation

Interaction design "Evaluation Test" anvendes i rapporten til at evaluere den alternative systemopsætning. Desuden anvendes DECIDE a framework metoden til evaluering af den fundne teknologi samt it-programmer. I denne forbindelse anvendes ekspertvurderinger og interviews som grundlag.

Grundlaget for valg af metode til anvendelse af evaluering er, at være i stand til at vurdere det nye system ud fra spørgsmål. Spørgsmålene i undersøgelsen vil derfor være baseret på paradigmerne fra *Evaluation paradigms and techniques* (Rogers, et al., 2002) i bogen Interaction design.
Metoden anvendes endvidere for, at opnå en detaljeret evaluering baseret på teknikker til observation af brugerne, spørgeteknikker test etc. Desuden anvendes metoden til at definere hvad målet for undersøgelsen er, hvem der ønsker den og hvorfor. Desuden udarbejdes der et skema til evalueringen for på denne måde at være i stand til at evaluere rapportens undersøgelse ud fra et ensartet og struktureret grundlag.
Der vil i rapporten blive anvendt en eller flere af følgende paradigmer hvilke kan andvendes i forbindelse med evalueringen.

- **"Quick and dirty":** Er hvor designet af et system er konkret for at få respons fra brugeren eller fra konsulenter. Det vægtes at udføre dette hurtigt, effektivt og ustruktureret uden dokumenterede resultater. Dette gøres ofte i de tidlige designfaser for at få respons, hvilket kan anvendes til generering af nye ideer.
- **Usability testing:** Denne testform er måling af typiske brugere til dem hvor systemet er designet. Brugerpræstationerne måles her ofte i tid og antal fejl. Mens brugerne udfører deres opgaver optages seancen og deres interaktion med den anvendte software registreres. Denne metode anvendes til at forklare hvorfor brugerne gjorde hvad de gjorde. Denne undersøgelse kan også foretages via spørgeskemaer eller interviews. Kendetegnet ved usability test er, at den er meget kontrolleret og finder ofte sted i laboratorier af et mindre antal personer.
- **Field studies:** Kendetegnet ved feltstudierne er, at de modsat usability test er udført i naturlige omgivelser. Formålet med studierne er at få en forståelse om hvad brugerne gør naturligt samt i hvilket omfang teknologi påvirker dem. Feltstudierne kan bidrage til, at se mulighederne ved en ny teknologi. I denne metode anvendes primært kvalitative teknikker i form af interviews samt observationer.
- **Predictive evaluation:** i Predictive evalueringer anvender eksperter deres viden om hvordan typiske brugere af et system agerer. Metoden er ofte styret af en heuristikmetode, hvilket betyder at eksperterne prøver sig frem eller løser problemerne ved evaluering af erfaringer fra undersøgelsen og i den forbindelse prøve sig frem indtil der fremkommer en løsning på problemet. De primære i denne evalueringsform baseret på ekspertviden er at, brugerne af systemet ikke behøves at være til stede, hvilket betyder at denne undersøgelsesform er relativ billig. (Rogers, et al., 2002)

For at skabe en brugbar evaluering af et systemdesign er det vigtigt at være konkret og holde fokus på undersøgelsen. I Rapporten anvendes evalueringsmetodikken DECIDE

Evalueringsmetodik DICIDE A framework

Metoden hvilket er en del af Interaction design anvendes i rapporten til at evaluere undersøgelsen. DECIDE A framework er en metodeguide der bruges til at evaluere en proces ud fra forskellige opsatte principper. Følgende checkliste anvendes i forbindelse med rapporten evaluering.

> *"1. Determine the overall goals that the evaluation addresses.*
>
> *2. Explore the specific questions to be answered.*
>
> *3. Choose the evaluation paradigm and techniques to answer the questions.*
>
> *4. Identify the practical issues that must be addressed, such as selecting participants.*
>
> *5. Decide how to deal with the ethical issues.*
>
> *6. Evaluate, interpret, and present the data"* (Rogers, et al., 2002)

Hovedprincipperne i evalueringsmetoden hvilke er oplistet overfor ligger til grundlag for at kunne udarbejde en evaluering/test hvilken er udarbejdet ud fra klare mål samt passende spørgsmål dertil. Spørgsmålene fungerer som en checkliste når et projekt evalueres.

Appendiks 10 Spørgsmål til interviews

Interview med: xx

Dato: xx-xx-xxxx

Deltagere: Henrik Bjerre Nielsen (Studerende), xx ansvarlig fro materiale leverancen

Location: xxxx

Formålet med undersøgelsen er at afdække i hvilket omfang den enkelte entreprenør kan se muligheden i en digital proces hvilken kan varetage de logistiske udfordringer der måtte være ved at skulle håndtere materiale-leverancen. Undersøgelsens konceptuelle model fremvises og diskuteres som grundlag for de efterfølgende spørgsmål.

Spørgsmål

1. Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af materialerne i et byggeri? (Uddybelse?)
2. Ser du nogen sammenhæng i mellem mængden af svigt i materiale leverancer og den nuværende proces hvilken ofte udføres på et manuelt grundlag?
3. Har du kendskab til teknologier (RFID, QR-koder, Stregkoder der kan anvendes i forbindelse med at planlægning af materiale-leverancer?
4. Har du kendskab til it-værktøjer (Vico) der kan anvendes i forbindelse med at lokations-baseret planlægning?
5. Hvilke fordele / tror du der ville være forbundet med en teknologiunderstøttet materiale-leveranceproces kontra en manuel.
6. Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen udføres via teknologi?
7. I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig? (Se BPMN)
    - I stor komplekse byggerier
    - I mindre byggerier
    - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.
8. Tror du på en fremtid for en lokations-baseret proces/system der kan varetage materiale leverancen på et byggeri.
9. Hvad tror du er væsentligt at tage højde for, hvis en delvis manuel proces digitaliseres og et nyt system / Teknologi / Tankegang skal implementeres i en organisation.

Appendiks 11 Spørgsmål til interviews eksperter

Interview med:

Denne skabelon anvendes direkte eller indirekte i forbindelse med interviews

Dato:

Deltagere:

Location: EXIGO

1. Ser du nødvendigheden for at udarbejde en teknologiunderstøttet proces til håndtering af logistikken i materialerne i et byggeri?
2. Ser du nogen sammenhæng i mellem svigt i materiale leverancer og den nuværende proces ofte sker på et manuelt grundlag?
3. Hvilken af de tre udvalgte teknologier ville du vælge til formålet og med hvilket grundlag? (RFID, Stregkode,QR-kode)
4. Hvilket it-værktøj ville du vælge til formålet og hvorfor?
5. Hvilke fordele / ulemper mener i at der ville være forbundet med en teknologisk proces kontra en manuel.
6. Har du hørt om anvendelsen af lignende metoder/systemer i byggebranchen hvor materialeleverancen effektivisere via en teknologiunderstøttet proces?
7. I hvilket omfang vil du vurdere en sådan proces som anvendelig?
    - I stor komplekse byggerier
    - I mindre byggerier
    - Alle former for byggerier hvor der er leverancer hvilke varetages af en koordinator.
8. Hvilken profil mener du skal varetage opgaven med at opsætte og implementere og efterfølgende supportere og styre et sådant teknologiunderstøttet system?
9. Ville du ud fra følgende spørgsmål finde det interessent at følge med i en videre udvikling af systemet?
10. Tror du på en fremtid på markedet for et produkt der kan varetage logistikudfordringerne digitalt?

Appendiks 12 DECIDE a framework

Decide A framework to guide evaluation

Decide a framework handler om at afdække målet for en evaluering samt hvem der ønsker evalueringen og hvorfor denne evaluering skal udarbejdes. En evaluering efter nedestående punkter kan hjælpe til med at afklare brugernes behov. Principper ud fra interaction design (Rogers, et al., 2002)

1. **Determine the overall goals that the evaluation addresses.**
    - Bestemmelse af mål. Hvem ønsker det og hvorfor. Ud fra målene handler det om at lave en evaluering hvilken bidrager til brugernes behov. Forskellige brugere har forskellige behov. Det kan også handle og hvordan et interface eller en teknologi ændrer arbejdspraksis eller bare informere om hvordan næste version skal se ud. Det handler om at have forstået brugernes behov i evalueringen. Vigtigt at undersøge i hvilken grad teknologiske påvirkninger eller arbejdsmetoder kam påvirke grænsefladen af et eksisterende produkt.
2. **Explore the specific questions to be answered.**
    - Dette punkt handler om at udforske spørgsmålene således målene i undersøgelsen bliver operationelle. Dette betyder at der kan tilføres underspørgsmål til hovedspørgsmålene således at evalueringen bliver mere specifik.
3. **Choose the evaluation paradigm and techniques to answer the questions.**
    - Her vælges evalueringsparadigmet samt de tilhørende teknologier således der bliver identificeret de mål og de spørgsmål der er vigtigst for rapportens undersøgelse. På denne bagrund væges evalueringsparadigmet. Vigtigt at afveje hvad det kræves at anvende de forskellige teknikker, både hvad angår omfang tid, pris eller kompliceret og dyrt udstyr. Desuden er det vigtigt at se på om udstyr og ekspertise er tilgængeligt.
4. **Identify the practical issues that must be addressed, such as selecting participants.**
    - Der er mange overvejelser der bør tages stillig til når en evaluering udføres. Det er vigtigt at overveje hvad undersøgelsen omfatter således, at man ved i hvilket omfang undersøgelsen omfatter; Brugere, faciliteter samt udstyr, tidsplaner og økonomi. I visse henseender kan det blive nødvendigt at udskifte teknik med kompromiser.
5. **Decide how to deal with the ethical issues.**
    - Her er det vigtigt at der tages højde for de etiske regler der måtte indgå i undersøgelsen. Dette gælder for de processer for der direkte eller indirekte inddrages andre mennesker. Eksempelvis hvis det skal sikres at folks privatliv ikke krænkes. Det gælder tilsvarende at man ikke udleverer personfølsomme oplysninger hvilket kan skade den enkelte person eller hele virksomheder grupper og liggende. Desuden er det vigtigt at klarlægges eventuelle sager der kan omhandle interessekonflikter i undersøgelsen. Så hovedregler er at gøre mod andre som du gerne vil have de gør mod dig. I modsætning til de fleste evalueringsmetoder kan denne metode anvendes uden at brugere.
6. **Evaluate, interpret, and present the data**

- I denne fase handler det om at evaluere, fortolke og præsentere valget af data, valg af paradigme og teknikker til besvarelse af de i rapporten stillede spørgsmål der er anvendt i evalueringen. Desuden er det vigtigt at se på hvordan der indsamles data, hvordan disse data fortolkes samt hvordan disse præsenteres. Det er overordnet set vigtigt at vurdere validiteten på rapportens undersøgelse og i den forbindelse tage højde for skævheder eller ting der kan påvirke validiteten i undersøgelsen.

Appendiks 13 Udvælgelse af teknologier

Teknologi	Grundlæggende princip	Præcision	Infrastruktur	Begrænsninger (Ude/Inde)	Implementering byggematerialer
GPS	Trilateration (round-trip-time) tidsberegning mellem sendt og modtaget signal	1-10 meter (10 cm ved anvendelse af antennestationer)	Satellit netværk og modtagere	Kun udendørs	Ikke muligt Modtager kræver strøm + størrelse af modtager
GSM	Triangulering, Trilateration	100 m – 7.5 km	GSM master og mobiltelefoner	Inde og ude	Ikke muligt
Bluetooth	Trilateration, Nærhed	2 – 10 meter	Basestationer	Kun indendørs	Ikke muligt
Wi-Fi	Trilateration	Ned til 7 meter	Modtagere + basestationer efter behov	Inde og ude	Ikke muligt
Infrarød	Nærhed		ID brik + modtager (kameraer)	Inde og ude	Ikke muligt
RFID	Nærhed (passive tags) Nærhed, Trilateration (aktive tags)	Ned ti 1 meter	Tags + læser (hånholdt eller antenner)	Inde og ude	Mulig
NFC	Nærhed	5 – 20 cm	Satellit netværk (kun 2) og modtagere	Inde og ude	Mulig
UWB	Triangulering	15 cm		Inde og ude	Ikke muligt Kræver modtager
QR Kode	Nærhed	Op til 10 cm	Kode og aflæser	Ingen	Mulig
Stregkode	Nærhed	Op til 10 cm	Kode og aflæser	Ingen	Mulig
Billede-genkendelse	Nærhed	0-20 meter	Aflæser og modtager	Inde og Ude	Ikke muligt
Bevægelses-sensorer		Typebestemt	Aflæser og modtager	Inde og Ude	Ikke muligt
Biometriske teknologier		Typebestemt	Aflæser og modtager	Inde og ude	Ikke muligt

Appendiks 14 Udvælgelse af CAD programmer

Teknologi	Grundlæggende princip	3D modellering	BIM projektering	Analyse	API (Application Programming Interface)	Egenskabs data iht. model	Import	Eksport
Revit	Tegneprogram 3D og BIM	X	X	X	X	X	RVT, DWG, IFC, DGN, DWF, IFC, XML SketchUp	RVT, DWG, DXF, DGN, DWF, IFC, XML
AutoCAD	Tegneprogram 2D og 3D	X					FBX, IGES, PDF og DWF, DWG, IFC	PDF, DWG, XML, IFC
ArchiCAD	Tegneprogram 3D og BIM	X	X	X		X	IFC, DWG, DXF, XML (via XML converter)	IFC, DWG, DXF, XML(via XML converter)
Tekla	Tegneprogram 3D og BIM	X	X	X		X	DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP	DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP, PDF, XML

Appendiks 15 Udvælgelse af modelcheckker

Teknologi	Grundlæggende princip	3D Visualisering	Mængdekontrol	Tid	Analyse	Konsistenskontrol	Simulering af data	Import	Eksport
Naviswork	Kontrolprogram	X	X	X	X	X	X	RVT, DWG, DXF, ISM, 3DD, STP, XML, IFC, SKP	XML, RVT, DWG, DXF, DGN, IFC PDF
Solibri	Kontrolprogram	X	X	X	X	X	X	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)
Vico Office	Kontrol og planlægningsprogram	X	X	X	X	X	X	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)	IFC, SMC, BFC (Tekla, Revit)

Appendiks 16 Udvælgelse af planlægningsprogrammer

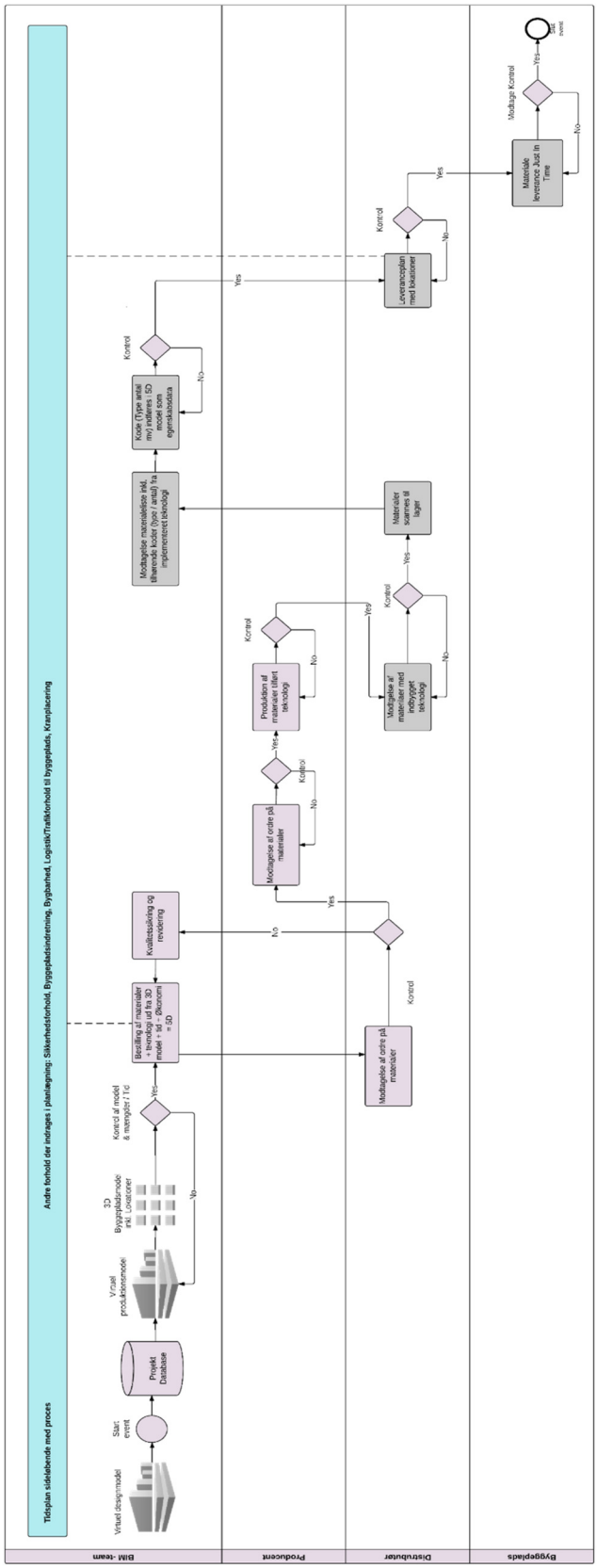
Teknologi	Grundlæggende princip	3D Visualisering	Mængde-kontrol	Tid	Økonomi	Konsistens-kontrol	Simulering af data	Lokations-planlægning	Import	Eksport
MS Project	Planlægningsprogram		X	X	X		X		XML, comma seperatet values (CSV)	XML
Vico Office	Planlægningsprogram	X	X	X	X	X	X	X	XML, IFC, CAD DUCT, DWG, import via modellerings application Revit, Tekla, ArchiCAD	XLS, HTML PDF
EAZYPROJECT	Planlægningsprogram	X (2D)		X	X				Navision, C5, Axapta,	CSV, PDF

Appendiks 17 Udvælgelse af kvalitetssikringsprogrammer

Teknologi	Grundlæggende princip	Fotodokumentation med noter	Organisering af materiale	Backup	Meddeles center iht. opgaveløsning. (Fejl er udbedret)	Afrapportering
ISSMAN	Mobilt Allikations værktøj til kvalitetssikrings og fotodokumentation	X	Organiseres i projekter og rapporter- dele projekter med kunder og teams	Gemme lokalt og Backup i Cloud	X	PDF, Word Excel
Ikontrol	Mobilt Allikations værktøj til kvalitetssikrings og fotodokumentation	X	Dokumentmappe + mappe i Dropboks	Gemme lokalt og Backup til server		PDF
AjourKS	Mobilt Allikations værktøj til kvalitetssikrings og fotodokumentation	X	Skemaer tildeles konkrete sager og organiseres i dokumentmappe	Gemme lokalt og Backup til server		

Appendiks 18 BPMN skema system proces

Der henvises til tillæg 1A for stor model.



Appendiks 19 Artikler fra produktionsvirksomheder

Faerch Plast

ASSET TRACKING

RFID giver logistisk **overblik og økonomisk gevinst** hos Færch Plast

RFID sikrer automatisk registrering af leverede og returnerede metalgitterbokse, så logistik-afdelingen enkelt og hurtigt kan planlægge nye ordreforsendelser og dermed sikre flow i produktion og ekspedition.

RFID sikrer automatisk registrering af leverede og returnerede metalgitter-bokse, så logistikafdelingen enkelt og hurtigt kan planlægge nye ordreforsen-delser og dermed sikre flow i produktion og ekspedition.

Færch Plast er førende indenfor produk-tion af plastemballage til fødevareindu-strien. Virksomheden har hovedkontor i Holstebro og producerer årligt 2 mia. plastbakker. Det betyder, at 86 lastbiler ugentlig kører fra produktionen i enten Holstebro eller Tjekkiet med varer til levering i hele verden.

Når Færch Plast leverer emballage til fødevareindustrien, skal noget emballage af hensyn til hygiejnen leveres i metalgit-terbokse. Færch Plast har omkring 30.000 metalgitterbokse i flow.

- Før vi fik indført RFID-tagging, regi-strerede vi manuelt, hvor mange metal-gitterbokse kunden fik leveret og hvornår. Vi registrerede også, når gitterboksene kom retur – en utrolig triviel og tids-krævende opgave med stor risiko for fejlregistrering, fortæller Logistics and Planning Manager Kristian Øland Pedersen.

Opgaven er imidlertid vigtig, da mang-lende metalgitterbokse kan betyde, at Færch Plast ikke kan levere til tiden, at produktionsflowet stopper og at kunderne i værste fald ikke kan få pakket friske råvarer.

Side 1 af 2

PROSIGN RFID
INNOVATIVE RFID SOLUTIONS

Prosign RFID
Fælledvej 17
7600 Struer
Tlf. 2335 9391
Mail: info@prosign.dk
Web: www.prosign.dk

Artikel Faerch plast (Prosign.dk, 2014)

Kristian Øland Pedersen så derfor en opgave i at automatisere registrering af udgående og indgående metalgitterbokse og dermed sikre levering og omsætning.

Afsæt i andres erfaring med RFID
Kristian Øland Pedersen afsøgte markedet for RFID-tagging og fandt ved en tilfældighed Struer-virksomheden Prosign RFID, som havde leveret lignende løsninger til andre virksomheder.

- Vi havde et møde med Prosign, hvor vi fik en præsentation af, hvordan de kunne hjælpe os med at implementere en RFID-løsning, der kunne optimere vores registrering. Derudover tog vi på besøg hos Prosigns referencer, for at høre om deres erfaringer og se, hvordan systemet virkede i praksis, fortæller Kristian Øland Pedersen.

Workflow med RFID
På hver metalgitterboks er der monteret en robust RFID-tag, der kan klare slag og højtryksrensning. Når metalgitterboksen er fyldt, bliver den kørt igennem en RFID-scanner, der automatisk kobler gitterboksens produkt- og kundeidentifikation med boksens unikke RFID-nummer. Herefter bliver metalgitterboksen pakket ind i plastik og kørt på lager, klar til transport.

- Det har været et mål, at RFID-løsningen skulle være transparent i workflowet. De fleste produktions- og lagerarbejdere har således ikke ændret procedure, fortæller Kristian Øland Pedersen.

Systemet er indrettet sådan, at metalgitterboksen automatisk kører på fejlbånd, hvis RFID-scanneren af en eller anden grund ikke kan læse RFID-taggen, fx på grund af manglende mærkning. I de tilfælde er enkelte lagermedarbejdere uddannet i at finde og rette fejlen, så metalgitterboksen kan blive korrekt registreret og klar til afsendelse.

Når metalgitterboksen er registreret som værende hos en kunde, ved Færch Plast præcist hvor mange bokse, der skal retur. Hvis metalgitterboksen ikke kommer retur, kan Færch Plast i yderste konsekvens opkræve metalgitterboksens indkøbsværdi.

Ved returnering bliver RFID-taggen automatisk læst og registreret, når metalgitterboksene 9 ad gangen bliver kørt tilbage på lager igennem en port med RFID-scannere.

Return of investment efter 2 år
Den investering Færch Plast har foretaget for implementering af RFID ved pakning og forsendelse af metalgitterbokse er forventeligt tjent ind efter blot 2 år.

RFID-tagging skaber overblik, og koncernen kan derfor afhængig af behov tilbagekalde metalgitterbure, så der sikres flow i produktion og ekspedition. Dertil kommer kontante besparelser på eventuelt bortkomne metalgitterbure.

- Efterhånden som vi begynder at opkræve indkøbsværdien af metalgitterboksene ved manglende returnering, vil vi spare penge, fortæller Kristian Øland Pedersen.

Det betyder, at Færch Plast har tjent sin investering i RFID ind efter blot 2 år. Derudover har koncernen fået de første erfaringer med RFID-teknologien, som Kristian Øland Pedersen mener er fremtiden.

- Der ingen tvivl om, at RFID er fremtidens avancerede stregkode. Det er et spørgsmål om tid, inden nogle af vores store kunder indfører RFID all over – og så er det godt, at vi allerede anvender teknologien, mener Kristian Øland Pedersen.

RFID-teknologien giver mulighed for; sporbarhed, kontrol og flow. Derfor ser Kristian Øland Pedersen også mange muligheder for yderligere RFID-udrulning på Færch Plast.

Færch Plast RFID-fakta

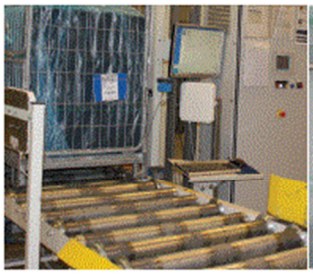
Lokationer:
Danmark og Tjekkiet

Software:
Prosign RFID Software
Prosign Asset Tracking

RFID-læsere stationære:
Impinj Speedway Revolution R420

RFID-læsere håndholdte:
Psion Workabout Pro 3

RFID-tags:
Confidex Captura



Side 2 af 2

PROSIGN RFID
INNOVATIVE RFID SOLUTIONS

Prosign RFID
Fælledvej 17
7600 Struer
Tlf. 2335 9391
Mail: info@prosign.dk
Web: www.prosign.dk

Artikel Faerch plast (Prosign.dk, 2014)

Idealcombi

PRODUCTION

Idealcombi **øger hastighed af produktionsflow** med RFID

Stigende konkurrence fra vinduesproducenter med produktion i Østeuropa fik Idealcombi til at optimere produktionsflow med automatisk maskinkraft og RFID.

När man kører ad hovedvejen forbi Hurup i Thy, bemærker man uundgåeligt den 88.000 m2 store fabriksbygning, hvor vinduesproducenten Idealcombi fremstiller skræddersyede vinduer og døre. Virksomheden lægger vægt på kvalitet, og det er blandt andet forbundet med dansk produktion. Det kan imidlertid være vanskeligt at være konkurrencedygtig i et globaliseret marked med et højt, dansk lønomkostningsniveau. Derfor besluttede Idealcombi at automatisere og effektivisere produktionen ved hjælp af RFID.

- Da Idealcombi besluttede at automatisere produktionsflowet, startede to års målrettet arbejde, som vi i dag høster fordele af, fortæller produktionsingeniør Finn Ingvertsen.

Automatisering af produktionsflow

Hvor virksomhedens emner før blev håndteret af menneskehænder, er de i dag erstattet af maskiner og RFID-teknologi.

Konkret foregår det sådan, at alle rammer til vinduer eller døre bliver mærket med en RFID-tag, der indeholder et unikt identifikationsnummer. RFID-taggen bliver efterfølgende automatisk læst af scannere i produktionsflowet, så virksomheden kan følge emnets vej igennem produktionen. Det giver ifølge Finn Ingvertsen en række fordele.

- RFID-taggen giver os mulighed for at foretage en præcis søgning, hvis vi modtager fejl fra en kunde. Vi kan ud fra identifikationsnummeret gennemgå emnets vej igennem produktionen og højest sandsynligt finde årsagen til

Side 1 af 2

PROSIGN RFID
INNOVATIVE RFID SOLUTIONS

Prosign RFID
Fælledvej 17
7600 Struer
Tlf. 2335 9391
Mail: info@prosign.dk
Web: www.prosign.dk

Artikel IdealCombi (Prosign.dk, 2014)

fejlen. På den måde kan vi forebygge lignende fejl og løfte vores kvalitet, siger Finn Ingvertsen.

Derudover øger RFID hastigheden af flowet i produktionen og mindsker lagerbindingen.
Når et emne kører igennem produktionen, sørger Prosign RFID software automatisk for at sende informationer fra scanning af RFID-taggen videre til maskinerne, som automatisk indstilles til den ønskede bearbejdning.

Hvis der er fejl eller mangler på emnet, eller maskinen ikke har de ønskede beslag m.v., kører emnet automatisk ud af den normale produktion. Når fejlen eller manglerne er klar til at blive rettet, er det hurtigt at finde emnet ved hjælp af en RFID-scanner og føre det ind i produktionsflowet igen. RFID optimerer således arbejdsgangene i forbindelse med fejl eller mangler og bruges ligeledes af produktionsstyringssystemet til effektiv styring af fx restordrer.

Høj grad af læsesikkerhed
Ifølge Finn Ingvertsen læses der ca. 3.500 RFID-tags dagligt på Idealcombi, og fejlraten er forsvindende lille.

- I starten havde vi problemer med at placere scannere og RFID-tags rigtigt. Vinduer fra Idealcombi består af træ og aluminium og netop aluminium gør det vanskeligt for scannerne at læse RFID-taggen. Samtidigt kan transport af RFID-taggede emner i nærheden af scannerne give fejlregistreringer. Nu er scannerne justeret og afskærmet, så det fungerer rigtig godt, fortæller Finn Ingvertsen.

Fordelen ved RFID-tags er desuden, at de kan læses uden at være synlige i modsætning til fx stregkoder.

Systematik og vedholdenhed
Det har krævet mange ressourcer at automatisere produktionen på Idealcombi med RFID, så det er ifølge Finn Ingvertsen ikke noget, man lige gør hen over natten. RFID er både en teknisk og logistisk udfordring, der kræver systematik og vedholdenhed. Det har dog været alle anstrengelserne værd.

- Vi kan se, at omkostningerne hurtigt er tjent hjem, fordi automatiseringen med RFID både øger hastigheden af vores produktion og vores kvalitet, siger Finn Ingvertsen.

RFID giver flere muligheder
Finn Ingvertsen ser i øvrigt nye muligheder med RFID i Idealcombi. Han ser en fordel i at bruge RFID-taggen som track and trace ved levering af varer hos slutkunden. Chaufføren skal således scanne de leverede varer med håndscanner, så Idealcombi har sikkerhed for, at det er de rigtige varer, der er leveret. Sporbarhed og registrering giver med andre ord mulighed for øget effektivisering og service.

Idealcombi RFID-fakta

Software:
Prosign RFID Software

RFID-læsere stationære:
Alien ALR-9900 +
Alien ALR-8800

RFID-læsere håndholdte:
Feig ID ISC.PRHD102

RFID-tags:
Alien ALN-9640 Squiggle

Læsninger/forbrug:
3.500 læsninger pr. dag
400.000 tags om året

Side 2 af 2

PROSIGN RFID
INNOVATIVE RFID SOLUTIONS

Prosign RFID
Fælledvej 17
7600 Struer
Tlf. 2335 9391
Mail: info@prosign.dk
Web: www.prosign.dk

Artikel IdealCombi (Prosign.dk, 2014)

Hilding Anders

ASSET TRACKING

RFID **optimerer drift og sikrer kvalitet** hos Hilding Anders

Hilding Anders i Hurup producerer årligt 300.000 boksmadrasser og er således med til sikre nattesøvnen hos en lang række danskere. Intet er overladt til tilfældighederne, når man går rundt i produktionen og ser den ene boksmadras efter den anden bliver samlet, emballeret og pakket hos Hilding Anders.

- Det er godt et år siden, at vi i samarbejde med Prosign kørte et optimeringsprojekt, hvor vi bl.a. satte fokus på anvendelsen af RFID til at automatisere produktionsflowet for at optimere driften og sikre kvaliteten af vores produkter. Drift og kvalitet er to parametre, der er afgørende for vores konkurrencedygtighed, siger produktionschef Michael Holm Pedersen.

I afdelingen for produktion af boksmadrasser er der fire produktionslinjer, hvor der afhængig af ordrer igangsættes forskellige typer af boksmadrasser. Her sikrer RFID automatisk registrering af materialer, så der ikke sker fejl i opstarten af ordrerne. Samtidig opdateres produktionsstyringen løbende med status på de enkelte ordrer. Efterfølgende kører madrasserne fra de fire linjer automatisk ud på et fælles transportbånd og frem til en robot, som ud fra RFID-læsningen vælger den rigtige type topmadras.

Toppen bliver lagt på boksmadrassen, og boks- og topmadras kører igennem endnu et tjek, hvor RFID-taggene på både boks- og topmadras skannes. Dette sikrer, at det er den rigtige kombination, som kunden får. Herefter kører emnet hen til emballeringsmaskinen, der igen

Side 1 af 2

PROSIGN RFID
INNOVATIVE RFID SOLUTIONS

Prosign RFID
Fælledvej 17
7600 Struer
Tlf. 2335 9391
Mail: info@prosign.dk
Web: www.prosign.dk

Artikel Hilding Anders (Prosign.dk, 2014)

afhængig af RFID-læsningen wrapper og varmer plastikken, så boksmadrassen er transportsikret. Endelig bliver boksmadrasserne automatisk sorteret og lagt ud på forskellige pallepladser efter ordrer. Ordrerne kommer blandet fra alle fire linjer og uden en automatisk sortering, baseret på RFID, ville det være en stor opgave at få dem korrekt sorteret til de enkelte ordrer.

RFID i virksomhedskulturen
RFID i produktionen kræver ifølge Michael Holm Pedersen en mindre omstilling i virksomhedskulturen.

- RFID kræver, at medarbejderne både har en praktisk og teknisk tilgang til produktionen. De skal vide, at RFID-taggen og læsningen er afgørende for outputtet i produktionen. De skal således være strukturerede og systematiske i deres omgang med især RFID-taggene, fortæller Michael Holm Pedersen.

Hos Hilding Anders har medarbejderne været yderst engagerede i processen og bidraget med væsentlige input til optimeringsprocessen.

- Det er blevet et fælles projekt, og det er jo det bedste udgangspunkt for succes, siger Michael Holm Pedersen og påpeger, at der som sidegevinst til RFID-optimeringsprojektet er blevet klarlagt et yderligt optimeringspotentiale af både teknisk og administrativ karakter, som Hilding Anders nu er i gang med at gennemføre.
Når det er løst, forventes det at outputtet i afdelingen for boksmadrasser øges markant.

Resultater tegner RFID-fremtid
Produktionschef Michael Holm Pedersen ser et stort potentiale i at videreføre RFID i lagerstyring og sporbarhed, men i første omgang vil han se, om de ønskede forventninger bliver indfriet.

- Det er endnu nyt, at vores produktionsflow er styret af RFID. Når der er gået et år, kan vi gøre status og konkludere, om vi har opnået den ønskede effektivisering og kvalitet og således med fordel kan implementere yderligere RFID, fortæller Michael Holm Pedersen.

I så fald er han ikke i tvivl om, at Prosign RFID vil være en attraktiv samarbejdspartner, der kan levere de fremtidige løsninger.

Om Hilding Anders Danmark
Hilding Anders Danmark er en del af Hilding Anders, som er Europas største producent af senge og madrasser med 24 fabrikker i 19 lande. I Hurup produceres en lang række private label-kollektioner samt varemærker primært til det danske marked. Der produceres årligt 500.000 enheder, hvoraf 300.000 er boksmadrasser. I Danmark beskæftiger virksomheden 180 medarbejdere.

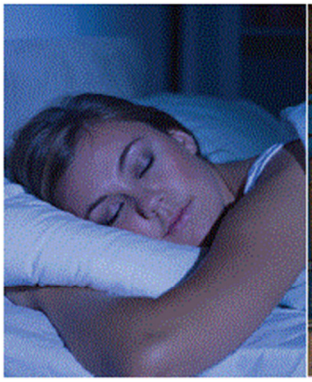
RFID-fakta for Hilding Anders Danmark

Software:
Prosign RFID Software

RFID-læsere stationære:
Impinj Speedway

RFID-tags:
Alien ALN-9762 short

Læsninger/forbrug:
9.000 læsninger om dagen
350.000 RFID-tags om året



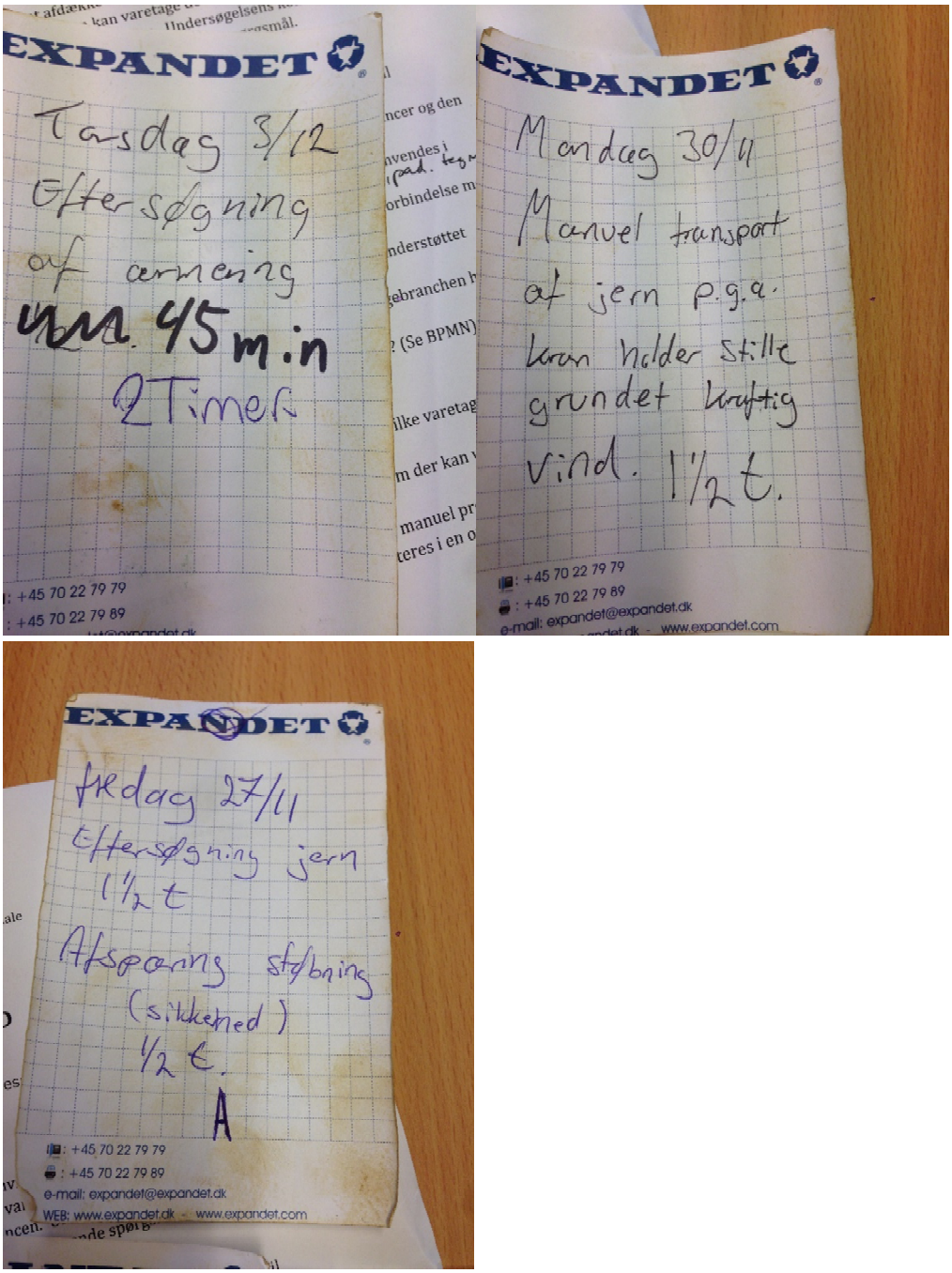
Side 2 af 2

PROSIGN RFID
INNOVATIVE RFID SOLUTIONS

Prosign RFID
Fælledvej 17
7600 Struer
Tlf. 2335 9391
Mail: info@prosign.dk
Web: www.prosign.dk

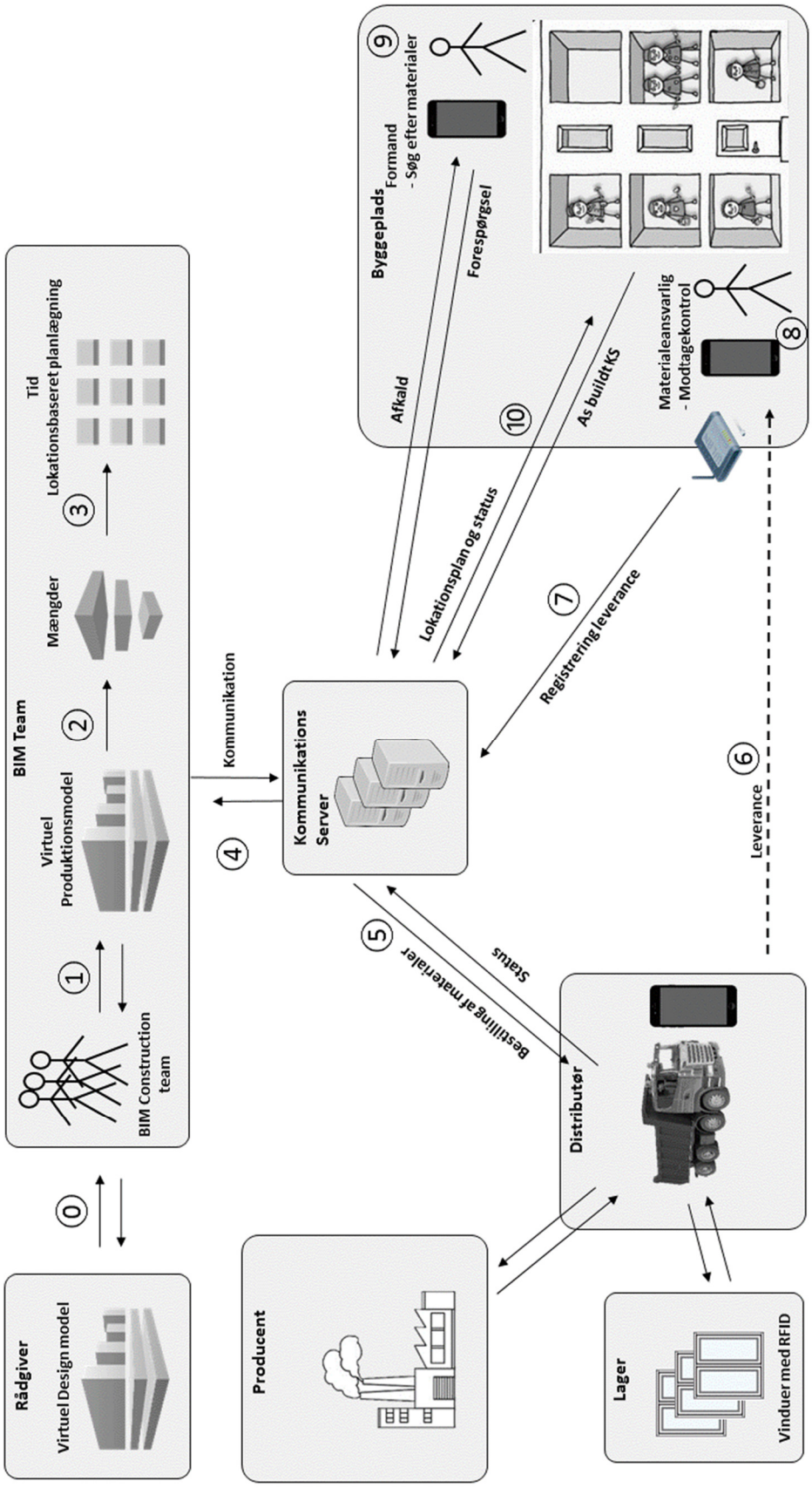
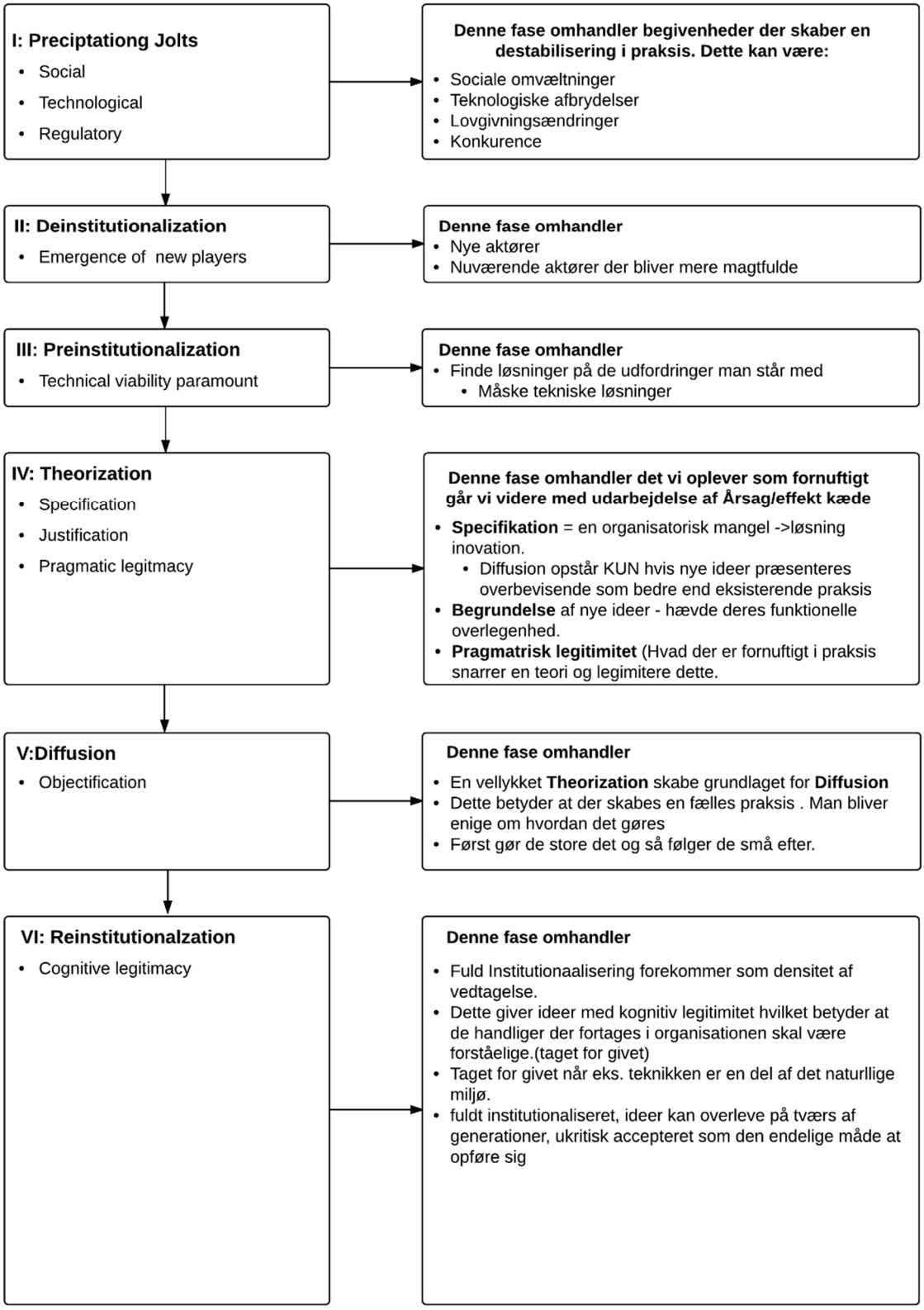
Artikel Hilding Anders (Prosign.dk, 2014)

Appendiks 20 Foto dokumnetations fra MT Højgaard



Her ses noter fra MT Højgaard hvilket dokumenterer tidforbruget for lokalisering af materialer. Noterne er udleveret af Jesper Hansen Sjakbajs på NAU Aalborg.

Appendiks 21 Proces scenarie med anvendelse af RFID



Appendiks 22 Institionel Theory