

Digitale informasjonssystemer i byggeprosjekter

Frode Gustad

Bygg- og miljøteknikk (2-årig)
Innlevert: juni 2016
Hovedveileder: Olav Torp, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Digitale informasjonssystemer i byggeprosjekter	Dato: 01.06.2015		
	Antall sider: 124 sider		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn:	Frode Gustad		
Faglærer/veileder:	Olav Torp		
Eksterne faglige kontakter/veiledere:	Jan Roger Kråkmo		

Informasjonsflyten i byggeprosjekter er avgjørende for byggeprosjektets sikkerhet, effektivitet, kvalitet og lønnsomhet. Denne masteroppgaven skal derfor undersøke informasjonsflyten i byggeprosjekter. Formålet med dette, er å forbedre effektiviteten og minimere kostnaden av god informasjonsflyt i byggebransjen gjennom å digitalisere informasjonsprosesser.

Oppgaven er skrevet fra entreprenørperspektivet, men resultatet vil være verdifullt for alle aktører i en totalentreprise. Studien har undersøkt fasene prosjektering og produksjon, samt rollene som har sitt virke innenfor disse fasene. Oppgaven er løst ved hjelp av intervjuer, litteraturstudie, dokumentanalyse og egne observasjoner, som er kvalitative metoder. Valgte metoder er egnet siden de gir høy validitet i kartleggingen, mot lav ressursbruk. Naturlig påbygging av studien vil være spørreundersøkelser, og eventuelt casestudie.

Dette prosjektet har gitt 23 anbefalinger til Skanska som totalentreprenør. Resultatene viser at kommunikasjon mellom rollene foregår hovedsakelig gjennom møter og via epost. Begge disse kanalene er godt likt, og er egnet for oppgaven. Til supplement burde det vært et eget informasjonssystem som har samlet nødvendige informasjonsprosesser utover vanlig kommunikasjon. Overføring av informasjon fra prosjektering til produksjon skjer i form av tegninger på et prosjekthotell. Dette er en godt egnet metode, men optimalt burde også denne informasjonen vært samlet i en BIM. Ved utvidet bruk av BIM kan denne informasjonen også gjenbrukes til neste faseovergang i form av FDV-dokumentasjon. Hvordan informasjonen legges inn i et prosjekt er rolleavhengig og personavhengig. Et paradigmeskifte vil bli dårlig mottatt, slik at en omlegging av informasjonsprosesser krever en gradvis overgang der hele bransjen følger. På grunn av dette anbefales det å utføre casestudier i forkant av en omlegging.

Stikkord:

1. Informasjonssystem
2. Produktivitet
3. HMS
4. Kvalitet

(sign.)

FORORD

Denne rapporten er en masteroppgave og et resultat av arbeidet med emnet TBA4910 Prosjektledelse som gir 30 studiepoeng. Rapporten er et obligatorisk arbeidskrav som vil være det avsluttende prosjektet for sivilingeniørstudiet ved Institutt for bygg, anlegg og transport, ved Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet, NTNU.

Sommeren 2015 hadde jeg sommerjobb på Skanska sitt prosjekt IOKS i Inderøy kommune. Etter dette ble jeg svært fascinert av digital kvalitetssikring gjennom programmet BIM360 Field. Om dette skrev jeg prosjektoppgave for Skanska høstsemesteret 2015. Fra dette ble det planlagt videre forskning som resulterte i denne oppgaven, med temaet "Digitale informasjonsprosesser i byggebransjen". Store deler av oppgaven er skrevet på anleggskontoret til IOKS, og har derfor fått mye motivasjon og inspirasjon av funksjonærene på dette prosjektet.

Jeg har gjennom oppveksten hatt generell interesse for data og IT, og har derfor noe praksis med forskjellig software. I studietiden har jeg hatt deltidsjobb på arkitektkontor, sommerjobb hos byggherre, og sommerjobb hos Skanska som totalentreprenør. Fra tiden før ingeniørstudiet har jeg fagbrev og 5 års praksis som håndverker. Jeg føler derfor jeg har god kjennskap til bransjen, med innsikt i de ulike rollene.

Jeg ønsker å takke følgende:

- Alle intervjuobjekter og samtalepartnere for sine bidrag
- Grete Wik Laksholm for korrekturlesing og oversettelse
- Olav Torp ^v/NTNU, institutt for bygg, anlegg og transport (Intern veileder)
- Jan Roger Kråkmo ^v/Skanska Norge As (Ekstern veileder)

Inderøy 1. juni 2016

Frode Gustad

SAMMENDRAG

Informasjonsflyten i byggeprosjekter er avgjørende for byggeprosjektets sikkerhet, effektivitet, kvalitet og lønnsomhet. Denne masteroppgaven undersøker informasjonsflyten i byggeprosjekter ved å kartlegge informasjonsflyt i faseoverganger, kommunikasjon mellom roller, samt hvorvidt informasjonen er søkbar og tilgjengelig. Formålet med dette er å forbedre effektiviteten og minimere kostnaden av god informasjonsflyt i byggebransjen gjennom å digitalisere informasjonsprosesser.

Oppgaven er skrevet fra entreprenørperspektivet, men resultatet vil være verdifullt for alle aktører i en totalentreprise. Studien har undersøkt fasene prosjektering og produksjon, samt rollene som har sitt virke innenfor disse fasene. Oppgaven er løst ved hjelp av intervjuer, litteraturstudie, dokumentanalyse og egne observasjoner, som er kvalitative metoder. Valgte metoder er egnet siden de gir høy validitet i kartleggingen, mot lav ressursbruk. Naturlig påbygging av studien vil være spørreundersøkelser, og eventuelt casestudie.

Dette prosjektet har gitt 23 anbefalinger til Skanska som totalentreprenør. Resultatene viser at kommunikasjon mellom rollene foregår hovedsakelig gjennom møter og via epost. Begge disse kanalene er godt likt, og er egnet for oppgaven. Til supplement burde det vært et eget informasjonssystem som har samlet nødvendige informasjonsprosesser utover vanlig kommunikasjon. Overføring av informasjon fra prosjektering til produksjon skjer i form av tegninger på et prosjekthotell. Dette er en godt egnet metode, men optimalt burde også denne informasjonen vært samlet i en BIM. Ved utvidet bruk av BIM kan denne informasjonen også gjenbrukes til neste faseovergang i form av FDV-dokumentasjon. Hvordan informasjonen legges inn i et prosjekt er rolleavhengig og personavhengig. Et paradigmeskift vil bli dårlig mottatt, slik at en omlegging av informasjonsprosesser krever en gradvis overgang der hele bransjen følger. På grunn av dette anbefales det å utføre casestudier i forkant av en omlegging.

ABSTRACT

This thesis explores the flow of information in construction projects such as phase transitions, communication, or whether the information becomes searchable. While working on construction projects the flow of information becomes crucial to ensure its safety, efficiency, quality and profitability. The main purpose is to improve efficiency through digitizing information processing.

The result of this thesis will be a valuable resource for all participants in a Design and Build contract. The selected methods are suitable and they provide high validity of the survey in order to make good use of the resources. The thesis is solved by means of interviews, literature review, document analysis and observations, which are qualitative methods. Natural expansion of the study is surveys, and case study.

This project has provided 23 recommendations to Skanska as a contractor. The results show that communication between the participants' roles takes place through meetings and by email. Both these channels are well-liked, and are suitable for the task. In addition to that there should be a separate information system that collects the necessary information processes beyond normal communication.

Transfer of information from design to production takes the form of drawings in a eRoom. This is a very suitable method, but optimally the information should be assembled in a BIM. For extended use of BIM, this information can also be reused for the next transition phase in terms of management, operation and maintenance. How information is entered into a project depends on the employee's role and capabilities.

Reorganization of information processes requires a gradual transition where the entire industry follows. Otherwise, the reorganization would be poorly received. It is recommended to perform case studies in advance of restructuring.

INNHOLD

TITTELSIDE.....	I
FORORD	III
SAMMENDRAG	V
ABSTRACT	VI
INNHOLD.....	VII
TABELLISTE.....	VIII
FIGURLISTE.....	VIII
1 INNLEDNING	9
1.1 INTRODUKSJON	9
1.2 OPPGAVEN.....	10
1.3 MÅL	12
1.4 BAKGRUNN	13
1.5 KOMPOSISJON	16
2 METODE.....	19
2.1 KVALITATIVE OG KVANTITATIVE METODER	19
2.2 VALIDITET OG RELIABILITET	19
2.3 TRIANGULERING	20
2.4 VALGT AV METODER.....	21
2.5 BESKRIVELSE AV METODER.....	23
3 TEORI.....	31
3.1 ROLLER.....	31
3.2 PROSJEKTMODELLEN	37
3.3 GRENSESNIITT.....	39
3.4 ITERASJONER	42
3.5 BIM	43
3.6 ICE.....	44
3.7 A3 RAPPORT.....	44
3.8 SUNNE AKTIVITETER	45
3.9 INFORMASJON	47
4 RESULTAT	55
4.1 INFORMASJONSPROSESSER PROSJEKTERING.....	55
4.2 INFORMASJONSPROSESSER HMS.....	76
4.3 INFORMASJONSPROSESSER PRODUKSJON	80
4.4 RESULTATER FRA DELTAKENDE OBSERVASJON	87
4.5 DIGITALE INFORMASJONSSYSTEMER.....	93
5 DISKUSJON.....	97
5.1 FELLES INFORMASJONSSYSTEM	97
5.2 EPOST OG KALENDER	103
5.3 MØTER.....	103
5.4 UTVIDET BRUK AV BIM.....	106
5.5 SYSTEMATISERING AV INNSPILL	110
5.6 DIGITALISERE HMS-ARBEID	112
5.7 DIGITALISERE ØKONOMI	114
5.8 DIGITALISERE ERFARINGSOVERFØRING	115

6	KONKLUSJON	117
6.1	FORSKNINGSSPØRSMÅL 1	117
6.2	FORSKNINGSSPØRSMÅL 2	118
6.3	FORSKNINGSSPØRSMÅL 3	119
6.4	VIDERE FORSKNING	120
7	LITTERATURLISTE	121

TABELLISTE

TABELL 1 - FORKORTELSER	14
TABELL 2 - DEFINISJONER	15
TABELL 3 - KOMPOSISJON	16
TABELL 4 - VEDLEGG	17
TABELL 5 - TIDLIGERE TEKSTARBEID	24
TABELL 6 - INTERVJUOVERSIKT	26
TABELL 7 - SAMTALEPARTNERE OG OBSERVASJONSOBJEKTER	27
TABELL 8 - PLANLAGTE OBSERVASJONER	29
TABELL 9 - MODELLER OPPDELT ETTER FAG	59
TABELL 10 - FERDIGGRADER	67

FIGURLISTE

FIGUR 1 - AVGRENSNING I OPPGAVE	11
FIGUR 2 - FASEMODELL (EIKELAND, 1999)	37
FIGUR 3 - FASEMODELL (WESTGAARD ET AL., 2010)	37
FIGUR 4 - SKANSKAS PROSJEKTMODELL	38
FIGUR 5 - SET BASED DESIGN (ALOPEX ON INNOVATION, 2013)	43
FIGUR 6 - SUNNE AKTIVITETER (ØSTBY-DEGLUM ET AL., 2013)	45
FIGUR 7 - PROSJEKTERINGSTEAM	55
FIGUR 8 - HONORARFORDELING RÅDGIVERE IOKS	58
FIGUR 9 - ARK-MODELL PÅ IOKS	61
FIGUR 10 - RIE-MODELL PÅ IOKS	62
FIGUR 11 - RIR-MODELL IOKS	63
FIGUR 12 - EKSEMPEL PÅ TITTELFELT	67
FIGUR 13 - PROSESSEN I PROSJEKTERINGSFASEN	71
FIGUR 14 - ENDRINGER OG FORSINKEDE BYGGHERREBESLUTNINGER	73
FIGUR 15 - RUH	78
FIGUR 16 - FAGLIGE GRENSESNITT	84
FIGUR 17 - BIM-KIOSK (HANNA OG SIMENSEN, 2015)	91
FIGUR 18 - FELLES PLATTFORM	118
FIGUR 19 - UTVIDET BRUK AV BIM	119

1 INNLEDNING

1.1 Introduksjon

Byggebransjen er kjent for sin komplekse prosjektgjennomføring. Det er mange aktører som sammen skal prosjektere og bygge en bygning innenfor en gitt ramme i økonomi og tid, på et avgrenset område.

På 50- og 60-tallet var det høy produktivitet i bransjen. Leilighetene var like, vinduene var like, etasjene var like, til og med husene var nærmest like. Det som var av tekniske fag kunne stort sett monteres sine anlegg fritt tilgjengelig på utsiden av veggen. Nå er bygningene mer unike, og mer tekniske. De skal prosjekteres slik at alt fungerer, og de skal produseres på en sikker, effektiv og lønnsom måte. For å få til dette kreves store mengder informasjon som skal deles og brukes effektivt.

Tidligere studie viser at administrasjonsandelen av prosjektene har økt de siste årene (Fløttum og Gustad, 2015). Det er naturlig at det krever mer ressurser for å administrere mer informasjon. Men metoden er i utvikling. Det finnes flere ulike informasjonssystemer som benyttes i byggeprosjekter nå i dag. Formålet med disse er å spare ressurser. Siden de fleste av disse systemene ikke er interaktive påstår Sjøgren (2009) at den samme informasjonen legges inn i ulike systemer i snitt minst 7 ganger før en bygning overleveres. Sjøgren (2009) påstår videre at 25-30% av byggekostnadene skyldes oppsplitting av prosesser og dårlig kommunikasjon. I Norge omsetter bygg og anleggsbransjen årlig for 455 MRD (SSB, 2014). Hvis Sjøgrens påstander er reelle finnes det potensielle besparelser på over 100 MRD.

Å innføre et nytt informasjonssystem er ressurskrevende og komplekst, og brukeren har nøkkelrollen om systemet blir en suksess eller ikke. Ringvirkningene vil være vanskelig å forutse, så de reelle kostnader og fortjenester er usikre til systemet er implementert og akseptert. Fra kommunikasjonsteorien kan det tenkes at noen informasjonsprosesser er lønnsom å beholde slik de er. På grunn av denne massive usikkerheten bør det gjøres grundige forundersøkelser av temaet, noe denne rapporten er et resultat av.

1.2 Oppgaven

1.2.1 Beskrivelse

Informasjonsflyten i byggeprosjekter er avgjørende for byggeprosjektets sikkerhet, effektivitet, kvalitet og lønnsomhet. Denne masteroppgaven skal undersøke informasjonsflyten i byggeprosjekter. Med dette menes det å kartlegge informasjonsprosesser og arkiveringsprosesser. Dette med hensikt å finne kritiske områder og om mulig avdekke gjentakende problemer, samt se mulige alternative løsninger. Oppgaven skal løses ved hjelp av intervjuer, litteraturstudie, dokumentanalyse og egne observasjoner.

1.2.2 Formål

Formålet med dette prosjektet er å forbedre effektiviteten og minimere kostnaden av god informasjonsflyt i byggebransjen gjennom å digitalisere informasjonsprosesser.

1.2.3 Forskningsspørsmål

Ut fra oppgavebeskrivelsen er det utarbeidet tre forskningsspørsmål som har til hensikt å belyse temaet best mulig. En undersøkelse som besvarer disse spørsmålene vil være en god kartlegging av dagens situasjon, samt en grov veiledning for hvordan et godt informasjonssystem skal fungere.

FS1: Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling på tvers av roller, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av roller?

FS2: Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling i faseoverganger, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling i faseoverganger?

FS3: I hvilken grad er informasjonen som legges i prosjektet tilgjengelig og søkbar, og hvordan gjøre informasjonen mer tilgjengelig og søkbar?

1.2.4 Avgrensinger

Studien er avgrenset til prosjekter som drives etter Skanskas prosjektmodell eller tilsvarende som en totalentreprise eller generalentreprise.

Fasevis ønsker studien å belyse overgangen fra prosjektering til produksjon. Se Figur 1. I prosjektmodellen til Skanska anses studien til å gjelde mellom beslutningspunkt B3 og B5. Fasene som kommer mellom disse beslutningspunktene kaller Skanska Mobilisering og Produksjon.

Rollevis vil avgrensningen naturlig nok være de rollene som har sitt virke innenfor disse fasene. I prosjekteringsfasen er det rettet størst fokus på PGL og de mest aktive rådgiverne i prosjekteringsteamet. I produksjonsfasen er det rettet størst fokus på produksjonsledere og fagarbeidere. Se Figur 1. Forkortelser som brukes i figuren finnes i kapittel 1.4.3 Forkortelser.

Det tredje forskningsspørsmålet er veldig generelt, og krever undersøkelser i et bredt område hvis oppgaven ikke begrenses. Det er her valgt å fokusere på følgende to tilnærminger for å dekke behovet:

- Å finne nye digitale informasjonssystem for å gjøre informasjon mer tilgjengelig å søkbar.
- Å finne andre måter bruke digitale informasjonssystem som Skanska allerede har implementert, for å gjøre informasjon mer tilgjengelig å søkbar.



Figur 1 - Avgrensning i oppgave

1.3 Mål

1.3.1 Resultatmål

- RM1: Rapporten avdekker områder med forbedringspotensialet angående informasjonsflyt på tvers av roller.
- RM2: Rapporten avdekker områder med forbedringspotensialet angående informasjonsflyt på tvers av faser.
- RM3: Rapporten avdekker områder i dagens informasjonssystem med forbedringspotensialet, slik at prosjektene kan lagre og tilgjengeliggjøre mer informasjon.

1.3.2 Effektmål

- EM1: Byggebransjen får økt inntjening gjennom bedre informasjonsflyt mellom prosjektets roller.
- EM2: Byggebransjen får økt inntjening gjennom bedre informasjonsflyt mellom prosjektets faser.
- EM3: Byggebransjen får økt inntjening gjennom lettere tilgjengelig informasjon og økt etterprøvbarehet i sine prosesser.

1.3.3 Læringsmål

- LM1: Prosjektet skal gi studenten bedre innsikt i rollene på byggeprosjekter, samt deres perspektiv og problemstilling tilknyttet informasjonsflyt.
- LM2: Prosjektet skal gi studenten bedre innsikt i byggeprosjektene faser og informasjonsflyt på tvers av disse.
- LM3: Prosjektet skal gi studenten kunnskap om informasjon i byggeprosjekter, samt oversikt og kunnskap om digitale informasjonssystemer.

1.3.4 Suksesskriterier

- SK1: Prosjektet skal utføres og leveres før 10 juni.
- SK2: Prosjektet skal gi studenten et godt resultat i emnet TBA4910.
- SK3: Prosjektets resultater skal være gyldige og nyttig for bransjen.

1.4 Bakgrunn

1.4.1 Tidligere studier og medvirkende

Høsten 2015 ble det utført et litteraturstudie med påfølgende prosjektoppgave i samarbeid med medstudent Stian Fløttum. Dette ble utført på vegne av Skanska ved Jan Roger Kråkmo med den interne veilederen Olav Torp. Denne prosjektoppgaven kartla ulike digitale styringsverktøy og deres funksjon (Fløttum og Gustad, 2015).

Våren 2015 utførte Trond Willy Fagerjord en masteroppgave for Skanska ved Jan Roger Kråkmo med veileder Olav Torp. Denne masteroppgaven undersøkte mulige flytforbedringer i faseoverganger (Fagerjord, 2015).

Begge disse studiene anses som forarbeider til denne masteroppgaven.

1.4.2 Veiledning

Denne masteroppgaven er veiledet internt av førsteamanuensis Olav Torp ved institutt for bygg, anlegg og transport, og eksternt av Jan Roger Kråkmo ved Skanska Trondheim.

Store deler av prosjektet ble utført på anleggskontoret IOKS, med kontinuerlige innspill fra produksjonsledere og anleggsleder.

1.4.3 Forkortelser

Tabell 1 - Forkortelser

AL	Anleggsleder/ Produksjonsleder
ARK	Arkitekt
BH	Byggherre
BIM	Building Information Model
DWG	Drawing (Et felles filformat for tegninger, krever programvare)
FDV	Forvaltning, drift og vedlikehold
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
IFC	Industry Foundation Classes (Et felles filformat for modeller)
IOKS	"Inderøy oppvekst og kultursenter" (et Skanskaprosjekt)
KOF	Koordinat- og Observasjonsformat for Feltminner (Koordinatfil)
KS	Kvalitetssikring
PA-bok	Hefte om Prosjektadministrative rutiner
PDF	Portable Document Format (Felles filformat for dokumenter)
PGL	Prosjekteringsgruppeleder
PI	Prosjektingeniør
PL	Prosjektleder
PS	Prosjektsjef
PSI	Personlig sikkerhetsinstruks
PVU	Personlig verneutstyr
RIAku	Rådgivende ingeniør Akustikk
RIB	Rådgivende ingeniør Bygg
RIBr	Rådgivende ingeniør Brann
RIE	Rådgivende ingeniør Elektro
RIG	Rådgivende ingeniør Geoteknikk
RIR	Rådgivende ingeniør Sanitær
RIV	Rådgivende ingeniør VVS (Ventilasjon og sanitær)
RIVA	Rådgivende ingeniør Vann og avløp (Utomhus)
RUH	Rapport om uønsket hendelse
SHA	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø
TE	Totalentreprenør
TEK10	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)
UE	Underentreprenør (Innleid aktør som tar deler av kontraktsarbeidet)

1.4.4 Definisjoner

Tabell 2 - Definisjoner

Aktør	En aktør er en person, en gruppe, eller en virksomhet alt etter hvilket detaljeringsnivå som velges. En aktør er derfor et subjekt som handler i prosjektet (Eikeland, 1999).
Analoge format	Analoge formater er definert for denne rapporten å omfatte all informasjon som ikke kan behandles elektronisk. Les mer i kapittel 3.9.3.1.
Anlegg/ Byggeplass	Fysiske området hvor bygningen skal oppføres. Anleggsområdet er avsperrt med byggegjerder, og anleggskontoret er i nær tilknytning.
Data	Ustrukturert, rå og ubehandlet fakta om noe konkret. Anses som verdiløs før den er analysert og satt i system. Les mer i kapittel 3.9.4.1.
Digitale format	Digitale formater er definert for denne rapporten å omfatte all informasjon som kan behandles elektronisk. Les mer i kapittel 3.9.3.2.
Informasjon	Når data er samlet, strukturert og satt i system kan man kalle det informasjon. Les mer i kapittel 3.9.4.1.
Informasjonsformat	Beskriver hvordan informasjonen er lagret. Les mer i kapittel 3.9.3. Informasjonsformat.
Informasjonsprosess	En prosess som har til hensikt å overføre og arkivere informasjon.
Informasjonssystem	Et system som overfører og arkiverer informasjon som skal benyttes i prosjektet. Les mer i kapittel 3.9.1.
Rolle	En rolle er en aktør som ivaretar funksjoner eller oppgaver som er knyttet til byggeprosjektet (Eikeland, 1999).
Styringsverktøy	Et verktøy som har til hensikt å strukturere informasjon slik at styringsoppgaver kan utføres.

1.5 Komposisjon

1.5.1 Rapport

Rapporten er hovedsakelig bygget opp etter Olssons (2011) forslag til utforming av rapport med enkle tilpasninger til prosjektet.

Tabell 3 - Komposisjon

Kapittel 1 Innledning	Innledningskapittelet skal gi en rask innføring i temaet for masteroppgaven, samt avklare sentrale mål og rammer for prosjektet.
Kapittel 2 Metode	Metodekapittelet er en beskrivelse av fremgangsmåten for innhenting av informasjon til besvarelse av oppgaven.
Kapittel 3 Teori	Teorikapittelet er en teoretisk grunnmur av de elementene dette prosjektet består av.
Kapittel 4 Resultater	Resultatkapittelet er en oppramsing av funn som et resultat av arbeidet med prosjektet, der funn er observasjoner og beskrivelser av dagens situasjon.
Kapittel 5 Diskusjon	Diskusjonskapittelet er en diskusjon om hvordan bransjen kan effektiviseres med bakgrunn i resultater og teori. I slutten av hvert delkapittel er det gitt anbefaling til tiltak innenfor hvert enkelt tema.
Kapittel 6 Konklusjon	Konklusjonskapittelet skal besvare forskningsspørsmålene gitt i kapittel 1.2.3.
Kapittel 7 Litteraturliste	Referansene er ført i listeform i et eget kapittel som kalles Litteraturliste.

1.5.2 Vedlegg

På grunn av konfidensialitet, og anonymisering av intervjuobjekter er ikke alle vedlegg fritt tilgjengelig. Vedlegg A er ligger fritt tilgjengelig, og Vedlegg B, C, D, E leveres kun til intern veileder som dokumentasjon på fremdrift og referanser.

Tabell 4 - Vedlegg

Vedlegg A	Forstudierapport - Digitale informasjonssystemer i byggebransjen
Vedlegg B	Prosjektdagbok - Digitale informasjonssystemer i byggebransjen
Vedlegg C	Intervjuoversikt
Vedlegg D	Intervjuguider
Vedlegg E	Intervjusammendrag

Forstudierapporten består av en disposisjon, fremdriftsplan og WBS for denne masteroppgaven.

Det ble ført prosjektdagbok for dette prosjektet, der møtereferat, tankeeksperiment, innspill og generell fremdrift ble dokumentert.

Det ble laget en oversikt over alle intervju med formål og annen intervjudata. I forkant av alle intervju ble det produsert intervjuguider. Etter at intervjuene var gjennomført ble det laget sammendrag av samtalen.

2 METODE

I dette kapitlet skal prosessen med å innhenting av informasjon til å besvare forskningsspørsmålene beskrives. Metodene ble valgt forholdsvis tidlig i prosessen, og ble ikke endret underveis. Det er prioritert metoder for høy validitet, som senere er dublert for å øke reliabiliteten.

Kapitlet starter med teori om metode, og hvilke egenskaper man søker, samt styrker og svakheter i de ulike metodealternativene. Videre beskrives metodevalg for hvert enkelt forskningsspørsmål. De valgte metodene beskrives til slutt utfyllende.

2.1 Kvalitative og kvantitative metoder

Det er hovedsakelig to kategorier for forskningsmetoder som kan benyttes til innhenting av informasjon. Metodene er kvalitative og kvantitative metoder. Valg av metoder bestemmes av hva som ønskes av informasjon og hvilke temaer som skal belyses.

Kvantitativ metode benyttes for å samle inn data som beskriver fenomener og hendelser ved hjelp av tall (Dalland, 2000). Kvantitativ metode er strukturert og systematisk, og benyttes når en ønsker å finne årsakssammenhenger.

Kvalitativ metode er motsetningen til kvantitativ metode. Kvalitative metoder benyttes for å samle inn informasjon som kan beskrive fenomener og hendelser (Dalland, 2000). Kvalitativ metode har som formål å få frem sammenhenger og helhet, og kan ikke måles med tall og verdier. I denne masteroppgaven er det benyttet kvalitative metoder.

2.2 Validitet og reliabilitet

Kvaliteten på informasjonen vurderes ut fra validitet og reliabilitet. Validitet er sammenhengen mellom informasjonens virkelighet og tolkning. At informasjonen har høy validitet betyr at informasjonen har høy relevans for problemstillingen (Samset, 2014).

Altså det datamaterialet som samles illustrerer kjernen i de problemstillingene studien skal belyse. For å oppnå høy validitet må man undersøke mest mulig direkte på de områdene man ønsker å belyse (Olsson, 2011).

Reliabilitet er et uttrykk for informasjonens pålitelighet (Samset, 2014). At informasjonen har høy reliabilitet betyr at informasjonen er nøyaktig og at den måler korrekt. Hvis den samme undersøkelsen kan utføres flere ganger med samme resultat er undersøkelsen etterprøvable og dermed mer nøyaktig (Olsson, 2011).

Validitet og reliabilitet er derfor som fokus og presisjon. Man ønsker å treffe målskiva, og gjør man det flere ganger på rad stoler man på skytterferdighetene sine. Fremgangsmåten for gode resultater er først å finne valid informasjon, og deretter gjøre tiltak for å øke reliabiliteten i denne.

2.3 Triangulering

Ordet triangulering kommer fra landmåling, der man trenger flere faktorer for å finne en eksakt posisjon (Olsson, 2011). Metodisk triangulering handler derfor om å støtte seg på flere kilder eller metoder for å kompensere for svakheter. Det er følgende tre typer triangulering (Dalen, 2004);

2.3.1 Datatriangulering

Datatriangulering blir også kalt dublering. Man benytter flere informasjonskilder eller intervjuobjekter som enten bekrefter eller motsier påstandene til hverandre. Blir påstanden bekreftet oppnår man høyere reliabilitet. Blir påstanden motsagt får man utvidet teoretisk forståelse (Dalen, 2004). I denne masteroppgaven er det forsøkt å duplisere informasjon fra alle roller i intervjuet, samt bruke litteratur eller observasjon for å underbygge påstander.

2.3.2 Forskertriangulering

Forskertriangulering handler om at flere forskere kontrollerer hverandres forskning. Misforståelser kan avdekkes, og informasjonen får

høyere reliabilitet (Dalen, 2004). I denne masteroppgaven er det ikke utført forskertrianglering.

2.3.3 Metodetrianglering

Alle forskningsmetoder har sine kjente styrker og svakheter. Så lenge disse er kjent, bør man kombinere to eller flere forskningsmetoder som kompenserer for svakheten til hverandre (Olsson, 2011). Dette er for å øke validiteten til informasjonen. Benytter man seg av kvalitative metoder skal man derfor fortrinnsvis triangulere med kvantitative metoder (Røykenes, 2008). I denne masteroppgaven det kun blitt brukt kvalitative metoder, og derfor ikke utført metodetrianglering i full forstand. Men det kombineres flere kvalitative metoder, og man kan derfor si at metodetrianglering er delvis utført.

2.4 Valgt av metoder

2.4.1 Forskningsspørsmål 1

Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling på tvers av roller, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av roller?

Forskningsspørsmålet er todelt der første del omhandler dagens situasjon, og andre del omhandler optimal løsning for behovet.

Å undersøke dagens praksis ble gjort gjennom intervju og deltakende observasjon. Informasjonen ble duplisert ved hjelp av flere intervju og samtaler. Denne metoden ble valgt på grunn av kort tidsbruk og høy validitet i resultatet. Alternative metoder for denne undersøkelsen er spørreundersøkelse. Denne metoden anses som uegnet for å se hele sammenhengen, og ble derfor valgt bort.

Å finne et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av roller utføres gjennom intervju. Informasjonen ble duplisert ved hjelp av litteratursøk og deltakende observasjon. Alternative metoder hadde vært casestudie, der flere systemer ble utprøvd. Dette er en svært ressurskrevende metode, som ikke egner seg i dette stadiet. Valgt metode er egnet siden den gir høy validitet i kartleggingen, mot lav ressursbruk.

Intervjuene ble gjort innledningsvis for å kartlegge; arbeidsmetoder, informasjonsprosesser, kommunikasjonskanaler, gjensidig evaluering, aktørens målsetting, dagens informasjonssystemer og problematiske grensesnitt. I ettertid ble litteratursøk utført. Deltakende observasjon og generelle litteratursøk ble gjort fortløpende i prosessen. Naturlig påbygging av studien vil være spørreundersøkelser, og eventuelt casestudie.

2.4.2 Forskningsspørsmål 2

Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling i faseoverganger, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling i faseoverganger?

Forskningsspørsmålet er todelt, der første del omhandler dagens situasjon, og andre del omhandler optimal løsning for behovet.

Å undersøke dagens praksis ble utført ved hjelp av intervju. Informasjonen ble duplisert med flere intervju og samtaler. Denne metoden ble valgt på grunn av høy validitet og kort tidsbruk. Alternative metoder hadde vært dokumentanalyse.

Å finne et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av faser utføres gjennom intervju. Informasjonen ble duplisert ved hjelp av litteratursøk og deltakende observasjon. Alternative metoder hadde vært casestudie, der flere systemer ble utprøvd. Dette er en svært ressurskrevende metode, som ikke egner seg i dette stadiet. Valgt metode er egnet siden den gir høy validitet i kartleggingen, mot lav ressursbruk.

Intervjuene ble gjort tidlig for å kartlegge leveranser, frister og avhengigheter, planer, typiske dokumenter, gjeldende dokumenter, informasjonsprosesser, dagens system og evalueringsprosesser. Naturlig påbygging av studien vil være spørreundersøkelser og casestudie.

2.4.3 Forskningsspørsmål 3

I hvilken grad er informasjonen som legges i prosjektet tilgjengelig og søkbar, og hvordan gjøre informasjonen mer tilgjengelig og søkbar?

Forskningsspørsmålet er todelt, der første del omhandler dagens situasjon, og andre del omhandler optimal løsning for behovet.

Å undersøke hvor stor grad informasjonen som legges i prosjektet er tilgjengelig og søkbar, gjøres delvis gjennom deltakende observasjon og delvis gjennom intervju. Alternative metoder er spørreundersøkelse, eller dokumentanalyse. Disse ble begge valgt bort på grunn av større ressursbruk.

Å undersøke hvordan man skal tilgjengeliggjøre informasjonen og gjøre den mer søkbar, gjøres gjennom intervju, litteratursøk og deltakende observasjon. Intervju som handler om endring i arbeidsmetode gjør at intervjuobjektene ofte er noe fiendtligstilte til spørsmålene. Litteratur som ligger tilgjengelig om kommersielle digitale programmer har som regel et ensidig perspektiv, og er lite beskrivende for praktisk bruk. Tross disse svakhetene anses disse metodene som best egnet på et tidlig stadium.

Alternativ metode er systemanalyse av informasjonssystem. Dette kan være problematisk da de fleste programmer krever lisens. Naturlig påbygging av studien vil være spørreundersøkelse og casestudie med aktuelle programmer.

2.5 Beskrivelse av metoder

2.5.1 Litteraturstudium

En vitenskapelig rapport har til formål å føre forskningen for et gitt tema et lite skritt videre. Litteraturstudiet skal derfor danne en teoretisk grunnmur for det temaet prosjektet skal utforske (Øvern, 2014).

Tidligere forskning er sammenfattet i teorikapittelet og er hentet gjennom litteraturstudie. Litteraturstudiet ble utført i tre deler. I forkant av prosjektoppgaven ble det utført et omfattende litteraturstudie der formålet var å kartlegge litteratur for fagfeltet. Her ble litteraturen

vurdert i en egen rapport. I forkant av masteroppgaven ble det gjort et mindre litteraturstudie mer spisset mot temaet. Hovedandelen av litteraturen som er benyttet er hentet etterhvert som det var nødvendig med teori innenfor et tema. Det er brukt litteratur som informasjonskilde gjennom hele rapporten, men med størst vekt i teorikapittelet.

Litteraturen er hovedsakelig innhentet gjennom søkemotoren Oria, som søker i universitets-bibliotekets database. Noe litteratur har vært tilgjengelig i bokform. Dette er bøker som enten er kjøpt til formålet, leid i universitets-biblioteket, eller leid i folkebiblioteket. For enkle definisjoner og beskrivelser er det blitt søkt i flere leksikon som nettversjonen av Store norske leksikon. Diverse faktaopplysninger er hentet fra nettsidene til Statistisk sentralbyrå. Forskrifter, lover og standarder er hentet fra verkene selv, eller via Lovdata og Standard Norge sine nettsider.

Det er delvis benyttet gjengivelse av tekst fra upublisert verk av forskeren selv, som øvingsarbeid og tidligere arbeidsoppgaver fra studiet. Oversikt over hvilket arbeid som er produsert før masteroppgaven er gjengitt i Tabell 5.

Tabell 5 - Tidligere tekstarbeid

Hva er gjengitt	Avsnitt	Emne	Type verk
2.2 Validitet og reliabilitet	1	TBA4531	Prosjektoppgave
3.1.2 Entreprenøren (TE)	3, 4	TBA4531	Prosjektoppgave
3.3 Grensesnitt	1-7, 9-11	TBA4127	Øvingsarbeid
3.4 Iterasjoner	1-7	TBA4127	Øvingsarbeid
3.5 BIM	2	TBA4127	Øvingsarbeid
3.6 ICE	1-3	TBA4127	Øvingsarbeid
3.7 A3 rapport	2	TBA4127	Øvingsarbeid
3.8 Sunne aktiviteter	2-8	TBA4127	Øvingsarbeid
3.9.2.4 Støy	2-6	TBA4127	Øvingsarbeid
4.5.1 Pro	3,4	TBA4531	Prosjektoppgave
4.5.3 BIM360 Field	1,2	TBA4531	Prosjektoppgave

2.5.2 Intervju

Intervjuene ble utført tidlig på våsemesteret som semistrukturerte intervju som er en kvalitativ metode. Metoden er egnet når forskeren selv har liten innsikt i temaet, og når intervjuobjektets syn på temaet er interessant.

Det ble tidlig satt opp en oversikt over hvilke intervju som skulle utføres, og hvilket informasjon man ønsket ut av disse intervjuene. Intervjuoversikten er kort oppsummert i Tabell 6, og vedlagt i sin helhet i Vedlegg C - Intervjuoversikt.

Samlet ble det utført 9 intervju på totalt 7 timer og 15 minutter, over en periode på 2 måneder. Det var planlagt totalt 10 intervju. Et intervju ble forsinket slik at dette ble det avlyst, ellers fulgte resten planen.

Det ble laget en intervjuguide som ble utsendt til intervjuobjektene i forkant av intervjuet. Intervjuguidene er tilpasset hvilke roller som ble intervjuet. Intervjuguidene kan sees i sin helhet i Vedlegg D - Intervjuguide.

Intervjuene ble tatt opp på lydopptak. I samråd med veiledere ble det enighet om at full transkribering var unødvendig. Det ble i stedet avtalt å skrive forenklete sammendrag av hvert intervju. Dette ble utført, og ligger vedlagt i Vedlegg E - Intervjusammendrag.

Utvelgelse av intervjuobjekter blir gjort på bakgrunn av hvem som har mest kunnskap om temaet, og hvem som er tilgjengelig for samarbeidsbedriften og forskeren selv. Det er derfor ikke et representativt utvalg for rollene, men heller spesielt håndplukket for å belyse temaet, noe som er i tråd med teorien for kvalitative intervjuer.

Intervjuobjektene er anonymisert etter avtale med intervjuobjektene. Påstander fra intervju refereres derfor til Referanse-ID fra Tabell 6.

Tabell 6 - Intervjuoversikt

Intervju ID	Dato	Rolle	Referanse-ID	Formål
01	04.02.2016	PU, PGL	PGL01	Informasjonsoverføring fra tidligfase til mobiliseringsfasen
02	03.02.2016	AL	AL02	Informasjon i produksjonsfasen
03	09.02.2016	PGL	PGL03	Informasjon i mobiliseringsfasen, og overføring til produksjonsfase.
04	18.02.2016	ARK / Oppdragsleder UE	ARK04	Arkitektens informasjonsprosesser
05	18.02.2016	ARK / Oppdragsleder UE	ARK05	Arkitektens informasjonsprosesser
06	19.02.2016	PI	PI06	BIM-kiosk og optimale informasjonssystem
07	18.02.2016	RIB / Oppdragsleder UE	RIB07	Konstruktørens informasjonsprosesser
08	16.03.2016	PL / Oppdragsleder UE	PL08	Rollens informasjonsprosesser, og innspill i Sak 1.
09	07.04.2016	PGL / Oppdragsleder UE	RIB09	Konstruktørens informasjonsprosesser og optimale informasjonssystem

2.5.3 Uformelle samtaler

Det ble også utført flere uformelle samtaler med veiledere, funksjonærer, håndverkere og studenter gjennom hele prosessen. Samtalene ble utført spontant og ble ikke tatt opp på lydopptak. De samtalene med verdi for masteroppgaven ble det skrevet korte sammendrag av i prosjektdagboken. Dagboken ligger i sin helhet i Vedlegg B - Prosjektdagbok.

Utvelgelsen av de uformelle samtalepartnere ble gjort ut fra forskerens lokale tilstedeværelse. Store deler av denne rapporten skrevet på anleggskontoret til prosjektet IOKS. Noen møter, samt befaringer ble avholdt på prosjektet Staup. Noen møter ble avholdt på Tungasletta som er hovedkontoret til Skanska. Samtaler med studenter og veileder ble avholdt på Lerkendalsbygget som er instituttbygningen for bygg, anlegg og transport på NTNU. I tillegg ble noen enkle spørsmål avklart per e-post.

I samråd med veiledere ble det valgt å holde samtalepartnere anonyme i likhet med intervjuobjektene. Påstander fra samtaler refereres derfor til Referanse-ID fra Tabell 7.

Tabell 7 - Samtalepartnere og observasjonsobjekter

Sted	Hypighet på diskusjon	Referanse-ID
IOKS	Ofte	AL10
IOKS	Nokså ofte	AL11
IOKS	Sjelden	RIV12
IOKS og e-post	Sjelden	RIE13
E-post	Sjelden	LARK14
Tungasletta	Ofte	PS15
IOKS	Sjelden	Tømrer1
IOKS	Sjelden	Tømrer2
IOKS	Sjelden	Tømrer3
IOKS	Sjelden	Tømrer4
IOKS	Sjelden	Tømrer5
IOKS	Sjelden	Flislegger1
IOKS	Sjelden	Montør1
IOKS	Sjelden	Maskinfører1

2.5.4 Deltakende observasjon

En observasjon er en forskningsmetode som er godt egnet for å beskrive hvordan mennesker kommuniserer med hverandre. En observasjon utføres når det skjer en hendelse, eller noen fører en samtale. Den store fordelen med å observere, er ærligheten. I et intervju kan man vri på sannheten til fordel for seg selv, mens i en observasjon får man hele innholdet uten noen form for manipulering (Andersen, 2013).

Observasjon kan deles i to typer, der det skiller på om forskeren er delaktig eller ikke. Ikke-deltakende observasjon brukes gjerne for å forske på adferd i det offentlige rom, der både forskeren og forskningsobjektene er anonyme for hverandre. I disse tilfellene vet ikke forskningsobjektene at de blir forsket på, fordi forskeren er skjult. Det er et etisk skille, der forskeren begynner å undersøker sosiale samhandlinger. Her er hovedregelen at forskeren skal være synlig, og at forskningsobjektene har gitt samtykke til å bli forsket på (Andersen, 2013).

Det er i dette tilfellet brukt deltakende observasjon, der forskeren har hatt kontor plass på anleggskontoret. Samtaler direkte med forskeren anses som en uformell samtale, mens en hendelse eller en sak som har direkte tilknytning til prosjektet anses som en observasjon.

Forskningsspørsmålene og oppgaven er utformet for å få et generelt syn på byggeprosjektenes informasjonsprosesser. I en observasjon blir resultatene veldig sakspesifikke. Her bør man derfor generalisere å se på det store bildet med systemer og kvalitetssikring når årsaker undersøkes.

Det er tatt tak i tre saker på prosjektet IOKS som har stor relevans for oppgaven. Siden observasjonene ble utført spontant var det ingen forarbeider, og ingen dokumentasjon av hendelsene. Etter en relevant observasjon ble utført, ble en kort notis eller rapport skrevet i prosjektdagboken. Følgende saker er forsøkt oppfulgt for å finne årsaken til hendelsen:

- Sak 1: Hyppige endringer på rørelementer
- Sak 2: Mulig utilsiktet flankelyd
- Sak 3: Manglende XML-fil for utomhusarbeid

Observasjonene er hovedsakelig gjort sporadisk over hele prosjektperioden når aktuelle tema ble avdekket. Noen observasjoner var mer planlagte observasjoner med forhåndsbestemt formål. Disse er opplistet i Tabell 8.

Tabell 8 - Planlagte observasjoner

Dato	Observasjon	Formål
19.02.16	BIM-kiosk	Innsikt i bruk
15.03.16	Byggemøte	Innsikt i møtestruktur
01.04.16	Tømrere	Innsikt i arbeidsmetode
04.04.16	Tømrere	Innsikt i arbeidsmetode
10.04.16	Utomhus	Observere kommunikasjon

I etterkant av de planlagte observasjonene ble det skrevet en fyldigere logg i prosjektdagboken. Fra de planlagte observasjonene ble det tatt ut følgende tre hendelser som viste seg å være relevant for oppgaven:

- Hendelse 1: Feil på BIM-kiosk.
- Hendelse 2: Erkjennelse av skade (Tømrer/Flislegger)
- Hendelse 3: Manglende inngrep (Tømrer/Montør)

I samråd med veiledere ble det valgt å holde observasjonsobjektene anonyme i likhet med intervjuobjektene og samtalepartnerne. Påstander av eller handlinger utført av observasjonsobjekter refereres derfor til Referanse-ID fra Tabell 7 på side 27.

3 TEORI

I dette kapitlet skal bakgrunnsteorien for temaet presenteres. Siden temaet er informasjonssystem, er det vanskelig å se for seg alle aktuelle teorier for et slikt tverrfaglig emne. Det er en sosiale del, en fagteknisk del, og en kommunikasjonsteknisk del.

I starten er det fokus på den sosiale delen, der de ulike rollene beskrives. Hver rolle har hver sine forutsetninger og mål. Dette har stor påvirkning for hvordan de ønsker å kommunisere. Med fagteknisk menes det tema som er spesielt aktuelle for bransjen, som prosjektmodellens elementer og betydningen av disse. Avslutningsvis er en generell kommunikasjonsteknisk litteratur om hva informasjon er og hva det består av.

3.1 Roller

En aktør er en person, en gruppe, eller en virksomhet alt etter hvilket detaljeringsnivå som velges. En aktør er derfor et subjekt som handler i prosjektet, og en rolle er en aktør som ivaretar funksjoner eller oppgaver som er knyttet til byggeprosjektet. Interessene til rollene er mer eller mindre forhåndsbestemt ut fra hvilken rolle det er, og hvordan de er kontraktfestet til byggeprosjektet. Hvilke roller et byggeprosjekt består av varierer i henhold til hva som skal bygges, prosjektets størrelse og kompleksitet (Eikeland, 1999).

3.1.1 Byggherre (BH)

Byggherren er oppdragsgiveren, og eieren av det fremtidige bygget (Eikeland, 1999). Byggherrens rolle er sentral, da denne setter premisser for prosessen, funksjonskrav og eventuelle andre krav til det ferdige resultatet (Meland, 2000). Rollen har et overordnet mål om å få et best mulig bygg, raskest mulig, til lavest mulig pris.

Byggherren er pålagt ansvar i henhold til byggherreforskriften. Blant annet plikter byggherren å opprette en SHA-plan, samt å sørge for at andre aktører på prosjektet følger denne i byggeprosessen (Byggherreforskriften, 2009). Hvem som utfører kontrollen er ikke beskrevet i lovverket. Men det er et ansvar som vanligvis ikke overføres

til utførende entreprenør. Dette er for å unngå at entreprenøren får en dobbeltrolle. Det er vanlig å overføre denne til en egen innleid aktør (Cappelen, 2006). Slike aktører kalles byggherreombud.

Videre ansvar bestemmes av kontrakt. I en totalentreprise er entreprenøren kontraktfestet til byggherren gjennom standardkontrakten NS8407. Her prosjekterer byggherren bygningen som et skisseprosjekt i samråd med arkitekt, og kontraherer totalentreprenør med dette som grunnlag i kontrakten. Ansvar for prosjektering og utførelse med tanke på økonomi, tid og kvalitet overføres derfor fra byggherren til totalentreprenøren i henhold til kontrakt (Westgaard et al., 2010). Risiko for uforutsette forhold i grunnen beholdes av byggherre i henhold til pkt. 23.1 i NS8407, hvis ikke annet er nevnt i kontrakt.

Kritiske valg utover i prosjektet er vanligvis tatt ut som klausuler eller obsjoner, der byggherren kan velge mellom flere alternativer ut fra merkostnad. Ved slike tilfeller har byggherren plikt til å ta valg innenfor kontraktfestede frister. En annen løsning er å trekke ut leveranser fra entreprisen. Dette kalles byggherreleveranse. Dette er typisk innredning eller annet arbeid som utføres helt til slutt i byggeprosessen. I slike tilfeller har byggherre fullt ansvar for leveransen selv.

Til slutt må plikter byggherren å gjøre opp for bygningen i henhold til NS8407. Kostnadene i en totalentreprise er forutsigbare, men noen tillegg kan fremkomme av endringer som er gitt underveis i prosessen. Oppgjøret skal skje i henhold til en faktureringsplan som er avtalt på forhånd.

3.1.2 Entreprenøren (TE)

Entreprenøren er den utførende rollen. Som nevnt er totalentreprenøren direkte knyttet til byggherren gjennom en kontrakt som overfører en gitt risiko mot et gitt vederlag. Entreprenøren har derfor som mål å bruke minst mulig ressurser på å levere avtalt produkt i riktig kvalitet til avtalt tid. Differansen mellom tilgjengelige og brukte ressurser blir til slutt fortjenesten til entreprenøren (Eikeland, 1999).

HMS er viktig også for entreprenøren, da de er pålagt etter internkontrollforskriften å utføre og dokumentere HMS-arbeid (Internkontrollforskriften, 1996).

Godt HMS-arbeid er også en investering for bedriftene. Det skal legges til rette slik at de ansatte trives og føler seg sikker på arbeidsplassen. Det er få ting som påvirker fremdrift og økonomi mer negativt enn store ulykker. I tillegg vil skader og ulykker føre til at bedriften får et dårlig renommé (Norges byggskole, 1998).

HMS-arbeid omfatter derfor blant annet opplæring av arbeidstakere, sikker bruk av maskiner og utstyr, bruk av personlig verneutstyr (PVU), sikker jobbanalyse (SJA), registrering av uønskede hendelser (RUH), verne- og miljørunder og avfallshåndtering (Munkeby, 2013).

Hvordan entreprenørene er organisert er forskjellig. I dag har man sjelden alle fag som egenproduksjon. For å redusere risiko er mye innleid arbeidskraft. I Skanska leier man inn alle rådgivere, og har som regel kun tømmer og betong som egenproduksjon. STE blir innleid som TUE på tekniske fag. Alle underentreprenører blir kontrahert fra en tilbudsforespørsel og tilbud.

Man kan si at entreprenøren har hovedrollen i en totalentreprise. Dette er en stor rolle, med mange funksjoner. Det er derfor vanlig på større byggeprosjekter å fordele ansvaret ned i roller på personnivå. De ulike rollene har sin funksjon, mens målene skal sammenfalle med entreprenørens mål.

3.1.2.1 Prosjektleder (PL)

Prosjektlederen er øverste lederen på prosjektnivå hos Skanska. Denne rollen har det overordnede ansvaret for prosjektet. Dette inkluderer ansvaret som arbeidsgiver fra arbeidsmiljøloven (Aml., 2005). Prosjektlederen delegerer ansvar videre nedover til prosjekteringsleder og produksjonsledere.

Prosjektlederens arbeidsoppgaver er derfor overordnet kommunikasjon med myndigheter, byggherre og brukere, samt styring av prosjekteringsleder og produksjonsledere.

Prosjektlederen og andre funksjonærer hos Skanska har fastlønn med bonusordning. Fastlønnen er fast, mens bonusen øker med prosjektenes overskudd. Dette betyr at funksjonærene har egeninteresse i å spare penger for prosjektet.

3.1.2.2 Prosjekteringsleder og prosjekteringsgruppeleder (PGL)

Prosjekteringslederen skal kontrahere og styre de prosjekterende. Rollens ansvar er å prosjektere riktig og levere tegningene i henhold til leveranseplanen.

Det vil være naturlig at denne rollen innehar ansvar som ansvarlig søker og ansvarlig prosjekterende i henhold til plan og bygningsloven. Som ansvarlig søker skal prosjektet være byggesaksbehandlet i henhold til SAK10 (2010). Før prosjektets arbeider starter må det foreligge en såkalt IG eller Igangsettingstillatelse. Som ansvarlig prosjekterende har man ansvar med å samle nødvendig dokumentasjon for FDV i henhold til §4-1 i TEK10 (2010).

3.1.2.3 Anleggsleder og produksjonsleder (AL)

Som anleggsleder eller produksjonsleder får man tildelt ansvar for ulike poster i produksjonskalkylen (PK). Disse postene kan anses på som kontoer, der hver konto har en gitt sum. Bruker man mindre penger enn man har, blir disse til gode, og prosjektet går i overskudd.

Ansaret til produksjonslederne er å holde budsjettet. For å gjøre dette må byggeplassen koordineres slik at alle får jobbe effektivt. Dette gjøres via prosjektplan, fremdriftsplan, riggplan, oppfølging av ressursbehov og tegningsunderlag. Når arbeidet er utført må kvaliteten kontrolleres.

Siden produksjonslederne sitter på byggeplassen er det naturlig at denne rollen får tildelt ansvar om å utføre og dokumentere HMS-arbeid i henhold til internkontrollforskriften §4 (1996).

3.1.3 Arkitektens (ARK)

Gitt at det er en totalentreprise, er rådgiverne i prosjekteringsteamet tilknyttet prosjektet gjennom en kontrakt med totalentreprenøren. Denne kontrakten er enten NS8401 og NS8402, som velges ut fra

hvordan rådgiveren skal honoreres. NS8401 honorerer med fast sum, altså rådgiverne tar selv fortjenesten eller kostnaden av endringer på arbeidstiden. NS8402 honorerer etter medgått tid. Altså rådgiveren får betalt etter hvor mye arbeid som utføres på prosjektet. Dette styrer hvor mye tid rådgiveren har ønske om å bruke på prosjektet. Kan man ikke fakturere for tiden som brukes har man en egeninteresse av å bli raskt ferdig.

Arkitekten har i de fleste tilfeller deltatt på prosjektets tidligfase sammen med byggherre. Hvordan arkitekten kontraheres kan da være frivillig fra entreprenøren, eller etter ønske/krav fra byggherre gjennom tiltransport (Westgaard et al., 2010).

I henhold til plan og bygningsloven har alle prosjekterende ansvaret for innholdet i sin del av prosjekteringen (Meland, 2000) (Pbl., 2008). Arkitekten har derfor ansvaret for sitt fagområdet som er å tegne bygget slik det skal bygges, og hvordan det praktisk oppleves etter ferdigstillelse. Her inngår veggoppbyggingen, overflater, detaljer, og snitt. Arkitekten er sidestilt med de andre rådgiverne i prosjekteringsgruppa, men i byggeprosjekter som skoler, sykehus, og kontorbygg har arkitekten vanligvis den mest dominerende rollen (Meland, 2000).

3.1.4 Landskapsarkitekt (LARK)

Landskapsarkitekten blir kontrahert sammen med de resterende rådgiverne gjennom tilbudsforespørsel og tilbud. I likhet med arkitekten er landskapsarkitekten mest opptatt av det visuelle. Disse prosjekterer og tegner utomhus med overflater og vegetasjon m.m.

3.1.5 Rådgivende ingeniør bygg (RIB)

Konstruktøren (RIB) skal beregne og tegne bæresystemet i bygningen på bakgrunn av arkitektens tegninger (Østby-Deglum et al., 2013). Oppgaven er derfor å få huset til å stå når alle laster påføres. Dette gjøres ved å velge materialer og bæresystem, og deretter dimensjonere dette slik at alt holder krav.

3.1.6 Rådgivende ingeniør tekniske fag (RIV, RIE)

I Skanska har man en egen avdeling for tekniske fag. Underlagt disse er rådgivende ingeniører for både ventilasjon, vann, varme og sanitær og elektro. Disse ingeniørene skal prosjektere og tegne det tekniske anlegget i bygningen (Østby-Deglum et al., 2013).

3.1.7 Spesialrådgivere (RIG, RIAku, RIBr)

Spesialrådgiverne har hvert sitt fagfelt, og utfører beregninger og sørger for at myndighetskravene blir ivaretatt. Leveransen til spesialrådgiverne er rapporter. Dette er veldig små roller i prosjekteringen, og er derfor lite inkludert i prosjekteringsgruppa gjennom byggemøter. De leverer fra seg rapportene til øvrige aktører i prosjekteringen, så får det være opp til de å produsere tegninger i henhold til disse.

3.1.8 Underentreprenører (UE)

Underentreprenører er alle utførende entreprenører som har kontrakt mot totalentreprenøren på prosjektet. Underentreprenøren har påtatt seg utførelsen og ansvaret for en del av de forpliktelser som omfattes av totalentreprenørens kontrakt med byggherre (Eikeland, 1999). Kontrakten er enten NS8415 eller NS8417, som er henholdsvis kontrakt som underentreprenør eller som totalunderentreprenør. Forskjellen er om prosjekteringen blir gjort av totalentreprenøren eller underentreprenøren selv.

I en totalentreprise er det mest vanlig at alle underentreprenører arbeider på fastpris. Altså risikoen for variasjon i arbeidstimene tilfaller underentreprenøren. Det er derfor i deres egeninteresse at arbeidet utføres raskt. Noe av poenget med å bruke underentreprenører er også å minke risikoen.

3.1.9 Fagarbeidere egenproduksjon

Som fagarbeider i Skanska jobber man ofte etter akkord. Akkord er en prestasjonsbasert lønn der man tjener etter utført arbeid og ikke kun etter utførte timer. Jobber man mer effektivt, blir det produsert mer og fortjenesten blir høyere.

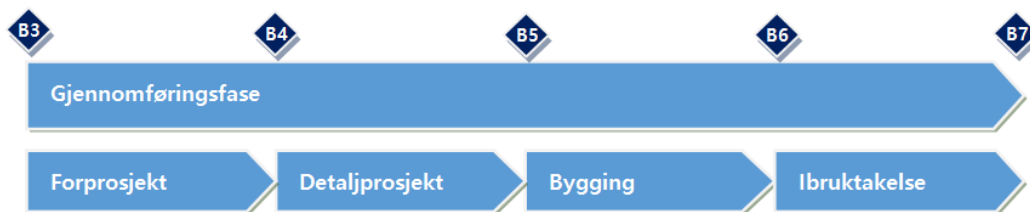
3.2 Prosjektmodellen

Samset (2014) beskriver et prosjekt sett fra et prosjektlederspesspektiv som en serie med overlappende prosesser fra kontraktinngåelse til ferdigstilling. Disse prosessene er vanlig å sette inn i separate faser. Hvordan de sorteres blir gjort ut fra hva som er hensiktsmessig i forhold til oppgaver, eierskap og ansvarsforhold. En mye brukt grov fasemodell er Eikelands (1999) modell vist i Figur 2.



Figur 2 - Fasemodell (Eikeland, 1999)

Hvilke prosesser og faser som er nødvendig, vil også variere fra hvilket perspektiv modellen lages. Som entreprenør vil man typisk være mest interessert i kjerneprosessene i gjennomføringsfasen. Denne hovedfasen kan detaljeres ned som f.eks. Arkitektbedriftene viser i sin rapport som vist i Figur 3 (Westgaard et al., 2010).



Figur 3 - Fasemodell (Westgaard et al., 2010)

3.2.1 Beslutningspunkt og milepæl

To faser avdeles gjerne med en milepæl eller et beslutningspunkt. Betydningen av et beslutningspunkt er å kontrollere at et prosjekt er modent til å fortsette over i neste fase. Når en beslutning er fattet minker fleksibiliteten og risikoen.

3.2.2 Prosjektering

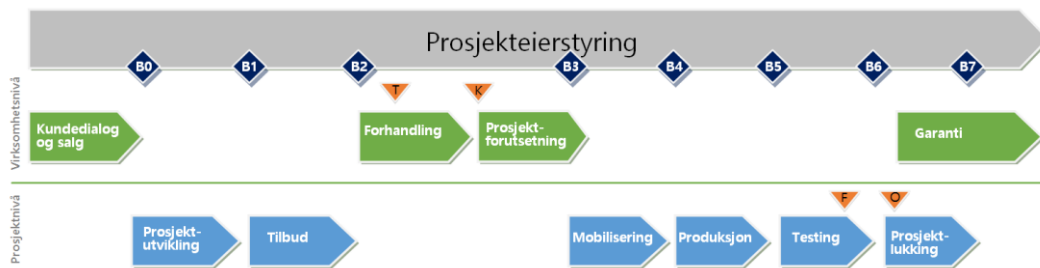
Å prosjektere er definert som å planlegge i Bustadoppføringslova. I første omgang dreier dette seg om å tegne og beregne og beskrive de fysiske arbeidene som skal utføres på byggeplassen (Cappelen, 2006).

3.2.3 Produksjon

I produksjonsfasen skal man produsere eller tilvirke det som tidligere bare er tegnet og prosjektert.

3.2.4 Skanskas prosjektmodell

Skanska sin prosjektmodell er vist i Figur 4. Denne er bygd opp slik at den kan tilpasses flere prosjekter etter når Skanska kommer i kontakt med byggherre. Den er bygd opp i flere nivåer etter hvem som har ansvaret for fasen.



Figur 4 - Skanskas prosjektmodell

Kjerneprosessene prosjektering og produksjon vil her ligge i området mellom beslutningspunktene B3 og B5. Elementene i området beskrives i etterfølgende underkapitler.

3.2.4.1 Beslutningspunkt B3

I beslutningspunkt B3 skal tidligfasen oppsummeres i noen få dokumenter og kontrolleres før man går videre. Blant annet skal kontrakten på totalentreprisen kontrolleres om at den er signert og godkjent. Når sjekklisten er gjennomført og godkjent, er prosjektet å regne som modent til å gå over i en mobiliseringsfase, og ansvaret for prosjektet overtas av prosjektleder.

3.2.4.2 Mobiliseringsfasen

Hensikten med mobiliseringsfasen er å klargjøre for produksjonen gjennom å planlegge og forberede oppgaver. Blant annet skal igangsettelsestillatelse (IG) søkes, og prosjekteringsteamet og sentrale leverandører kontraheres. Input hentes fra kontrakt og andre dokumenter fra tidligfase.

3.2.4.3 Beslutningspunkt B4

Mobiliseringsfasen og produksjonsfasen avdeles av beslutningspunkt B4. Hensikten med beslutningspunktet er å kontrollere at mobiliseringsfasen er gjennomført, og at det er utarbeidet et tilstrekkelig grunnlag for gjennomføringen av prosjektet. Blant annet skal det foreligge en IG før B4 kan godkjennes.

3.2.4.4 Produksjonsfasen

Produksjonsfasen skal produsere iht. omforente planer. Dette medfører å lede og følge opp produksjonen ute på byggeplassen, holde løpende kontakt med byggherre og avstemming mot byggherrens forventning og følge opp og iverksette tiltak å avvik. Videre skal det produseres FDV-dokumentasjon før fasen kan avsluttes.

3.2.4.5 Beslutningspunkt B5

Beslutningspunkt B5 er en kontroll på at prosjektet er gjennomført i den grad at testperioden kan begynne. En slik testperiode vil være viktig for tekniske fag, som har anlegg som skal startes og samkjøres.

3.3 Grensesnitt

I et byggeprosjekt har man utallige grenser eller overganger. Noen overganger er fysiske, mens andre er abstrakte. De abstrakte kan brukes som verktøy, eller som lovverk og holdepunkter. Et grensesnitt er derfor en grense som deler noe fra noe annet. Tradisjonelt brukes ordet grensesnitt om det Lædre delvis beskriver som kontraktgrensesnitt (Lædre, 2006).

3.3.1 Kontraktgrensesnitt

Et grensesnitt er tradisjonelt brukt som en beskrivelse av overgangen mellom to kontraktarbeider. Kontraktgrensesnittet skal derfor beskrive hvor den ene kontrakten slutter, og den andre begynner. Beskrivelsene bør derfor være så nøyaktige at det ikke er tvil om hvor dette punktet er (Lædre, 2006).

Som eksempel på et kontraktgrensesnitt, kan et byggeprosjekt ha en kontrakt på bygging av etasjeskilleren, og neste kontrakt på å legge parkett. Her skal grensesnitte beskrive at kontraktarbeidet for

etasjeskilleren skal være utført etter krav i henhold til teknisk forskrift, ferdig tildekket med sponplate. Kontraktarbeidet for parketten legges med nødvendig underlag i papp eller skumplast. Grensesnittet her er derfor over sponplaten, og under pappen. Dette er samme punkt og grensesnittet er detaljert nok. Hvis ikke grensesnittet er beskrevet så nøyaktig, kan for eksempel tømmeren avslutte etter at gulvåsene er lagt, og parkettleggeren droppe pappen. I andre tilfeller kan grensesnittet være tilstrekkelig nøyaktig, men har mangler. Hvis samme etasjeskillet trenger trinnlydplater. Da er ikke kontraktgrensesnittet på samme plass lenger. Hvem skal da legge trinnlydplatene? Dette kalles hull i grensesnittet (Lædre, 2009).

Det er tydelig at et kontraktgrensesnitt er avhengige av en form for kontrakt for et stykke arbeid. Produksjonsfasen vil ha flere kontrakter og flere aktører og forholde seg til i forhold til prosjekteringsfasen. Dette gjør kontraktgrensesnitt mest aktuell for produksjonsfasen, og mindre aktuell i prosjekteringsfasen.

3.3.2 Faglig grensesnitt

Et faglig grensesnitt handler i motsetning til kontraktgrensesnittet om tildeling av plass, fremfor fordeling av ansvar. Som kjent har bygninger blitt mer og mer teknisk kompliserte. En tømmerhytte på fjellet, har tak og vegger, og en vedovn. Den eneste faglige grensesnittet i et slikt prosjekt, er pipa til vedovnen som skal føres gjennom taket. Taket skal opprettholde sin tetthet, og pipa trenger et gitt areal med plass. Dette er derfor en tverrfaglig oppgave med flere krav som må opprettholdes. De prosjekterende løser dette med at pipeansvarlig setter seg ned med takansvarlig og finner en løsning som holder kravene (Østby-Deglum et al., 2013, Westgaard et al., 2010).

I et vanlig byggeprosjekt i dag, finnes det mange faglige grensesnitt. I veggene skal elektrikerne, rørleggerne, ventilasjonsmontørene og snekkerne inn med sine elementer. Der to eller flere fag kolliderer har vi et faglig grensesnitt. Løsningen må tilfredsstillende alle fag sine krav (Løkås, 2014). Slike grensesnitt er greit å planlegge for allerede i prosjekteringsfasen.

3.3.3 Fasevis grensesnitt

Et fasevis grensesnitt handler i hovedsak om å videreformidle informasjon fra en fase til en annen. I tidligfasen er det masse endringer og tilpasninger for å få på plass de ytre rammene av prosjektet. F.eks. kan byggehøyden være et kompromiss mellom tekniske forskrift, brukerkrav, reguleringsplaner og andre innspill. Fra et skisseprosjekt til et forprosjekt overføres resultatet, men ikke nødvendigvis alle faktorene. En faseovergang innebærer ofte bytte av personer og kompetanse. Bakgrunnen for valgte løsninger kan derfor forsvinne i faseovergangen (Løkås, 2014, Westgaard et al., 2010).

3.3.4 Prosjekteringslederens utfordringer

En prosjekteringsleder er vanligvis en representant hos totalentreprenøren. Skanska har en slik stilling. Dette er noe som gjør totalentreprenøren økonomisk ansvarlig for arbeidet som utføres i prosjekteringsfasen. Totalentreprenøren blir derfor også ansvarlig for grensesnittene

Kontraktgrensesnitt ble innledningsvis forklart at har lav betydning for prosjekteringsarbeidet. Faglig grensesnitt har blitt en større utfordring etterhvert som bygningene blir mer teknisk og mer unike.

3.3.5 Metoder og verktøy

En av metodene som kan benyttes for å unngå at informasjon forsvinner i fasevis grensesnittet er å implementere inngangsverdien til en avgjørelse inn i tegningene. Dette gjøres ved å sette opp en grensesnittsmatrise eller også kalt gråsoneliste. Her er en liste over oppgaver tenkt til å overføre informasjon videre, som blir tildelt en av de prosjekterende. Oppgavene bygger på erfaringer fra andre prosjekt, men man bør også vurdere hvert enkelt prosjekt om det finnes andre grensesnitt (Østby-Deglum et al., 2013).

En annen metode for å unngå grensesnittproblem, er å kjøre kollisjonskontroll i BIM. Dette forutsetter at alle aktører tegner sine anlegg detaljert og komplett. En kollisjonskontroll er veldig rask å bruke, og gir gode resultater (Østby-Deglum et al., 2013).

3.4 Iterasjoner

Å iterere er og utføre en handling gjentatte ganger for å oppnå et bedre resultat. Iterative prosesser er derfor en prosess som må gjentas flere ganger. Prosjekteringsprosessen i byggebransjen er en typisk iterativ prosess. Her er man helt avhengig av iterasjon for å komme frem til en løsning. Grunnen til at iterasjon er nødvendig kan være forskjellig. I en prosjekteringsprosess er det ofte pga. tilpasninger til andre fagfelt, eller annen informasjon som blir gjort tilgjengelig (Østby-Deglum et al., 2013).

Når det handler om å gjøre noe flere ganger, er det naturlig å vurdere iterasjon opp mot produktivitet. Som nevnt er man avhengig av iterasjon for å oppnå en løsning i en prosjekteringsfase. Men ikke all iterasjon er verdiskapende. Den iterasjonen som kan elimineres uten at prosjektet mister verdi er overflødig. Denne typen iterasjon koster, og prosjektet er økonomisk lidende.

En negativ iterasjon er derfor noe som koster for prosjektet. Enten ved tap av verdi, eller tap av ressurser. En positiv iterasjon er naturlig nok det motsatte. Verdien av iterasjonen er større enn kostnaden av iterasjonen (Østby-Deglum et al., 2013).

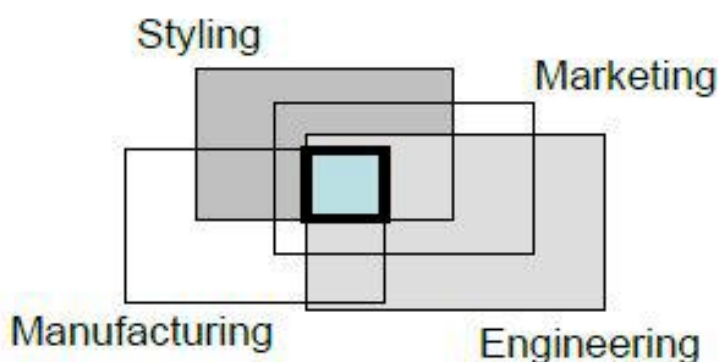
3.4.1 Set based design

Set based design er en metode for å unngå negativ iterasjon, som ble utviklet av Toyota, og studert siden 1990 tallet (Alopex on Innovation, 2013) . Det handler om å starte med å definere rammene av prosjektet, og deretter gå nedover i detaljnivå. Prosjekteringsteamet kommuniserer med grenseverdier for sin prosjektering. Flere alternativer blir utviklet parallelt, slik at de alternativene som passer med de andre prosjektdeltakerne kan benyttes videre. Alle andre elementer elimineres.

Et eksempel kan være en hullgjennomføring av en bjelke. RIB sier at hullet må ikke være større enn 200mm stort, og RIV sier at hullet må være minst 150mm stort. Da har de et handlingsrom. Hullstørrelser utenfor dette handlingsrommet blir eliminert (Ballard, 2000, Lottaz et al., 1999).

På denne måten unngår man negativ iterasjon i form av at alle har visse forventninger til andres arbeid. Man er enige om rammene, og tar derfor hensyn til disse når prosjektet man prosjekterer videre. Det er da et paradoks at prosjektering av flere alternativer parallelt vil skape mer produktivitet og mindre iterasjon. Iterasjonen i slike tilfeller vil derfor gå på stadig mer detaljert nivå, og derfor ikke nødvendigvis gjøre arbeidet på nytt (Ballard, 2000).

Prosjekteringen blir derfor en katalogprosjektering. Man plukker de elementene som er tilpasset de andre komponentene, noe som kan skape overdimensjonering på enkelte elementer. Denne metoden er derfor svak på optimalisering. Se Figur 5.



Figur 5 - Set based design (Alopex on Innovation, 2013)

3.5 BIM

BIM står for "Building Information Model" eller "Building Information Modelling". Forkortelsen brukes altså for både selve produktet og prosessen, noe som gjør det vanskelig å bruke forkortelsen godt. I denne rapporten brukes for enkelhets skyld, kun den første betydningen av forkortelsen.

Altså er BIM en modell av en bygning, og ikke ett system i seg selv. Å bruke BIM er likevel et begrep som brukes. Med dette menes det å utnytte den digitale fordelen av å ha en modell i 3 dimensjoner. Tidligere hadde man streker i en tegning, der hver strek representerte en side av f.eks. en vegg. I en BIM, har man ikke streker uten identitet. Her har man mindre modeller, eller digitale objekter av hver enkelt

bygningssdel. Alle disse bygningssdelene kan ha mye informasjon knyttet til seg. En gitt dør i en BIM kan inneha informasjon om alt fra fargekode til produsentens kontaktinformasjon (Building Smart, 2016).

De fleste rådgivere lager en BIM for så å bruke denne til å hente ut arbeidstegninger. I noen tilfeller leveres også modellen som en leveranse fra prosjekteringsfasen. Denne leveres i formatet IFC som er et utvekslingsformat for modellfiler.

3.5.1 BIM-kiosk

En BIM-kiosk er en datamaskin som er stasjonær ute på byggeplassen. Denne maskinen er tilkoblet internett og har kontinuerlig den nyeste revisjonen av BIM lagret lokalt. Videre er det installert programvare for å vise og hente ut informasjon fra denne modellen (Hanna og Simensen, 2015).

3.6 ICE

ICE står for Integrated Concurrent Engineering, og er en arbeidsmetode som ble utviklet av NASA på 90-tallet. Denne metoden dyrker et godt samarbeid, som igjen skal høste raskere, billigere og bedre prosjekter (Østby-Deglum et al., 2013).

Dette utføres ved å booke et prosjektrum som er utformet med prosjektor og whiteboard, behagelige stoler, frisk luft, og god kaffe tilgjengelig. Alle prosjekterende møter opp og spiser frokost sammen. Gjennom hele dagen skal de løse forskjellige problemer som er dukket opp i BIM.

Det er viktige at alle i rommet er beslutningsdyktige og beslutningsvillige. Målet er å finne løsninger og arbeide videre med disse. Det er lav terskel for uenighet, og romslig takhøyde. Dette gjør kommunikasjonen bedre.

3.7 A3 rapport

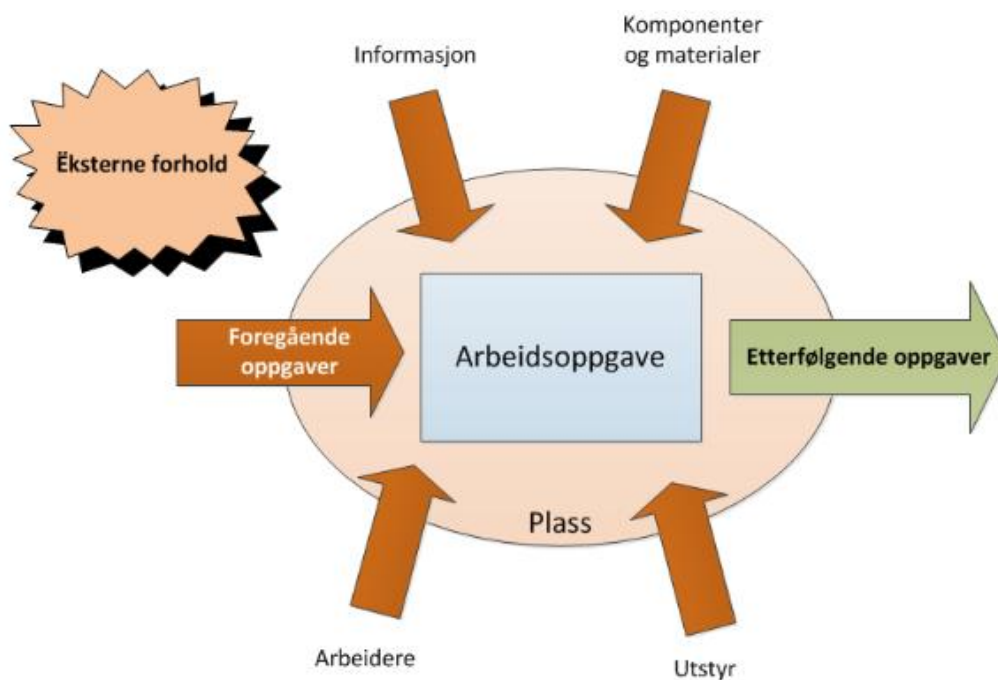
En A3-rapport er en standardisert rapport over hvilke alternativer en byggherre har å velge mellom når en avgjørelse skal tas. Navnet A3, kommer fra rapportens format, som er nettopp A3. Dette er for å

begrense rapportens innhold til en side. Innholdet eller oppsettet av rapporten er også standardisert, slik at man raskt kan kjenne seg igjen. Dette gjør at avgjørelser kan tas mest mulig effektivt.

Begrensningen på innholdet tvinger også innholdet til å bli objektivt. Når det er liten plass, er det ikke plass til subjektive meninger (Østby-Deglum et al., 2013).

3.8 Sunne aktiviteter

I følge Østby-Deglum et al. (2013) har Glenn Ballard syv forutsetninger for at en arbeidsoppgave skal kunne utføres. Dette kalles "Sunne aktiviteter", og er en sjekkliste for om oppgaven kan utføres effektivt. Se Figur 6.



Figur 6 - Sunne aktiviteter (Østby-Deglum et al., 2013)

3.8.1 Foregående oppgaver

Det vil alltid være oppgaver som må være gjennomført før man kan starte på den neste. Det kan være f.eks. at veggene må være satt opp før de tekniske fag kan legge kabler og rør i den. Videre kan ikke veggen doubles før de tekniske er ferdige.

3.8.2 Informasjon

Det er viktig å vite mest mulig før arbeidet starter. På byggeplass finnes det meste av informasjon i tegninger og beskrivelser. For at arbeidet skal gå effektivt og med et godt resultat må man ha disse tegningene når arbeidet skal starte. Mye av informasjonen finnes også i en god fremdriftsplan. Dette er det viktigste verktøyet man har. Uten fremdriftsplanen blir det vanskelig å koordinere arbeiderne, og man får ikke planlagt leveransene godt nok. Fremdriftsplanen forteller hvor lang tid arbeidsoppgavene skal ta, når de må være ferdige og hvilke aktiviteter som avhenger av andre. Uten fremdriftsplanen har man ikke oversikt over progresjonen, og man mister muligheten til å justere planene hvis arbeidet går raskere eller tregere enn ventet. Uten en fremdriftsplan vet man ikke hvordan man ligger an.

3.8.3 Arbeidere

Når man har en god fremdriftsplan kan man bruke denne til å bestemme hvor mye folk som kreves for å kunne gjennomføre jobben i henhold til planen. Hvor mange arbeidere som må være på byggeplassen må være avklart før arbeidet starter. Det er også nødvendig at disse håndverkerne er klare til å starte arbeidet på byggeplassen med en gang, slik planen sier. På den måten blir arbeidet mest mulig effektivt.

3.8.4 Utstyr

Det er viktig at håndverkerne har alt de trenger for å utføre arbeidet når de møter på byggeplassen. Da går arbeidet effektivt.

3.8.5 Komponenter og materialer

I tillegg til utstyr er det nødvendig at alt av komponenter og materialer er klart på byggeplassen når arbeidet skal starte. Venting på materialer skaper forsinkelser, og senker produktiviteten.

3.8.6 Plass

Plassmangel er ofte et problem på byggeplasser. Håndverkerne trenger plass for å utføre sitt arbeid, og de trenger lagerplass for materialer og utstyr. Det er derfor best hvis ulike fag ikke jobber på samme område

3.8.7 Eksterne forhold

Hvilken påvirkning har arbeidet på eksterne forhold må avklares. Dette gjelder spesielt arbeid som kan medføre støy eller andre miljøforurensninger for naboer. Hvis dette avklares slipper man avbrudd med spørsmål eller klager fra omgivelsene.

3.9 Informasjon

Informasjon er noe som må produseres. Dette gjør man for at man selv eller andre har nytte av informasjonen. I et byggeprosjekt har flere nytte av samme informasjonen, til forskjellige tidspunkt.

3.9.1 Informasjonssystem

I vår tid finnes det utallige informasjonssystemer. Et informasjonssystem er et system der man arkiverer og overfører informasjon mellom aktører. Arkiveringen gjøres i et format som er tilpasset informasjonssystemet. Overføringen skjer i en kommunikasjonskanal som er knyttet til systemet.

3.9.2 Kommunikasjonskanal

Egenskapene til de ulike kommunikasjonskanalene har stor betydning for hvilken kanal man bør velge i henhold til formen på informasjonen som skal deles. Kommunikasjonskanalen og kommunikasjonsformen brukes noen ganger synonymt. Kanalen er veien informasjonen transporteres, mens formen er hvordan informasjonen er presentert (SNL, 2016d). Et eksempel på dette er formen "muntlig presentasjon", som sendes gjennom kanalen "radio".

3.9.2.1 Kanalens rikhet

Kanalens rikhet er kanalens evne til å overføre informasjon med mye kontekstuell informasjon som vil redusere uklarheter og misforståelser (Jacobsen og Thorsvik, 2007). Desto rikere kanalen er, vil det være enklere å oppnå effektiv kommunikasjon.

3.9.2.2 Effektivitet

Effektivitet brukes generelt på å beskrive mengde over tid. Effektiviteten i en kommunikasjonskanal er derfor hvor mye informasjon som kan overføres på en gitt tid. (Østby-Deglum et al., 2013).

Kommunikasjonskanaler deles hovedsakelig i to båser; enveis og toveis. Enveis kommunikasjonskanaler har retningsbestemt informasjonsretning, og har derfor mye lavere effektivitet da mottaker ikke har mulighet til å spørre opp om uklarheter. Typiske kanaler innenfor denne båsen er en skriftlig beskjed eller en rapport (Østby-Deglum et al., 2013).

En toveis kommunikasjonskanal er derfor noe man bør etterstrebe i alle tilfeller. Her har mottakeren av informasjonen mulighet til å spørre opp til enhver tid (Østby-Deglum et al., 2013).

Et annet viktig skille, er hvor mange man kommuniserer til samtidig i kommunikasjonskanalen. Noen kanaler kan tilpasses til formålet, mens andre er låst til sin egenskap. Alternativene er "en til en", "en til mange", og "mange til mange". Disse kanalene kalles henholdsvis medium , massemedia og sosiale media eller social networking sites (SNS) (SNL, 2016e).

3.9.2.3 Latens

Sender man et brev, der mottakeren blir opplyst om senderens adresse, er det per definisjon en toveis kommunikasjonskanal, men i dagens samfunn er ikke dette en effektiv kanal på grunn av den høye latensen. Vi skiller derfor videre mellom synkrone og asynkrone kanaler. Kanalen anses som synkrone hvis begge parter kan sende og motta informasjon samtidig. Hvis man må vente på den andre parten før man sender ny informasjon, som f.eks. mailkorespondanse, kalles kanalen asynkrone (Nyland og Giæver, 2013). Kommunikasjonskanalen "face to face" er den kanalen med lavest latens (Østby-Deglum et al., 2013).

3.9.2.4 Støy

Det finnes mange typer støy i kommunikasjonskanaler. Disse bidrar til å forringe informasjonen som skal formidles. Støytypene er nevnt og beskrevet som underkapitler (Østby-Deglum et al., 2013).

SEMANTISK STØY

Semantisk støy handler om hvordan språket blir tolket. Generelt har man et felles språk, men ulikheter i miljøene til sender og mottaker kan ha skapt andre betydninger av enkelte ord eller hele setninger. Et godt eksempel på dette er dialekter.

SYNTAKTISK STØY

Syntaktisk støy går mer direkte inn på grammatikken. Hvordan man bøyer verb, og generelt bygger opp setningen. I Norge starter vi setningene med subjekt og avslutter med verb. Mens i andre land kan det være motsatt. Dette kan skape forvirringer hvis setningen er "Kjøre biler røde Ola" istedenfor "Ola kjører rød bil".

KULTURELL STØY

Kulturell støy er støy forårsaket av at sender og mottaker har forskjellig kulturell bakgrunn. Et godt eksempel på dette er polske arbeidere som jobber under en norsk arbeidsleder. I Polen får man beskjeder i form av en eksplisitt oppgave som skal løses, mens i Norge gir man mer føringer der arbeideren selv skal tolke oppgaven og løsningen på problemet. Hvis en norsk anleggsleder gir beskjed om å "gå å se på den gravemaskina som ikke starter", så kan en polsk arbeider gjøre nettopp det, altså stå å se på den gravemaskina som ikke starter. Mens budskapet selvfølgelig var at man skulle prøve å reparere den.

PSYKOLOGISK STØY

Psykologisk støy handler om mottakerens sinnstemning når man tolker budskapet. Denne formen kan deles i tre kategorier, der den første er forutinntatthet. Der mottakeren allerede på forhånd av budskapet har et bestemt forhold til avsenderen eller informasjonen som skal formidles. Den andre kategorien er sinne. Hvis mottakeren er sint når senderen kommer med budskapet, kan dette oppfattes feil. Den siste kategorien er egoisme. Mottakeren er overbevist på at han selv ikke gjør feil, slik at innspill blir tolket som kritikk og dermed feid til side.

EKSTERN STØY

Ekstern støy, er støy som produseres utenfor kommunikasjonskanalen. Dette kan være støy i form av lydstry eller lysstry. I en samtale kan lydstry føre til at deler av informasjonen forsvinner eller misoppfattes. Lysstry kan være flere former for forringelse av informasjon. Hvis en tegning printes på en printer med lite blekk, kan informasjonen bli utydelig eller forsvinne helt.

3.9.2.5 Sikkerhet

En kjent frase sier at "Informasjon er makt", og noen typer informasjon kan brukes mot sin hensikt hvis uvedkommende har tilgang. Det er hovedsakelig tre grunner til at vi ønsker sikkerhet i kommunikasjonskanalene (NSO, 1999):

TILGJENGELIGHET

Informasjonen må være tilgjengelig i det tidspunktet mottakeren har behov for den. Hvis ikke informasjonen er tilgjengelig kan dette føre til at fremdriften av prosjektet forsinkes.

INTEGRITET

Datasikkerhetsdirektivet definerer dette som at informasjonen ikke skal bli endret eller ødelagt på en uautorisert måte. Hvis informasjonen er forfalsket eller ikke har tilstrekkelig kvalitet kan dette føre til feilaktige beslutninger.

KONFIDENSIALITET

Informasjonen blir delt til godkjente mottakere, og holdes skjult for uvedkommende. Av mange grunner ønsker man ikke at informasjonen skal være tilgjengelig for alle. Uvedkommende kan bruke informasjonen mot informasjonseiers hensikt. Spesielt gjelder dette i konkurransesammenhenger.

3.9.3 Informasjonsformat

Informasjonen har alltid et format om den skal videreformidles eller arkiveres. Med format menes det hvordan informasjon man besitter er lagret. Er det for eksempel informasjon om været, kan denne lagres analogt som tegning eller tekst på papir, digitalt som bildefil eller tekstfil, eller som et minne i hukommelse på informasjonsbæreren.

Formatet må være egnet for informasjonssystemet man har, og kommunikasjonskanalen som brukes i informasjonssystemet.

Valg av format har stor betydning for egenskapene til informasjonen. Siden ikke alle formater kan benyttes til alle kommunikasjonskanaler er det følgende hensyn man bør vurdere før man velger format:

- Konsekvens for unøyaktighet
- Komprimerbarhet og filtrering
- Kontekstueit innhold
- Bestandighet og dokumentasjon

I noen tilfeller har informasjon veldig høy nøyaktighet knyttet til seg. Hvis det samtidig har store konsekvenser for bruken av informasjonen at denne nøyaktigheten forringes, bør det velges et informasjonsformat og en kommunikasjonskanal som bevarer nøyaktigheten.

Som mottaker av informasjon ønsker man kun den informasjonen man selv anser som nyttig, og komprimert på et vis der man raskt og effektivt henter den ut når man har behov for den. Får man mere informasjon enn hva man behøver må man sortere ut hva man trenger og ikke. Dette krever ressurser for mottakeren av informasjonen.

Det meste av informasjon har et skjult kontekstueit innhold. I de fleste tilfeller er informasjonen som overføres til mottaker tilstrekkelig for det formålet som er tiltenkt. Men i noen tilfeller er også det kontekstuelle innholdet nødvendig for å ha utbytte av informasjonen.

Mye av den daglige kommunikasjonen foregår som muntlig samtale. Dette er en utmerket måte å sende og motta informasjon på effektivt, men etterprøvbarheten i en samtale er vanskelig. Spesielt forringes detaljer over tid. Noen prosesser har krav om etterprøvbarhet, og utelukker derfor visse informasjonsformater og kommunikasjonskanaler.

3.9.3.1 Analoge formater

Analog er et ord som kommer fra analogi som betyr overenstemmelse eller likhet. Altså er informasjonen avbildet eller gjenskapt nært sitt originale opphav (SNL, 2016a). Etter denne definisjonen vil for eksempel

noe visuelt avbildes som et fotografi eller tegning, og en lyd eller samtale er tatt opp med båndopptaker.

I denne sammenhengen vil ikke denne definisjonen være tydelig nok, da også bilder, tegninger og lydopptak kan behandles på datamaskiner. Analog er det motsatte av digital. Å digitalisere er definert som å omdanne analog data til digital data (SNL, 2016b) for det formålet å kunne behandle informasjonen maskinelt. For denne masteroppgaven vil det være nødvendig med tydelig skille mellom informasjon som kan behandles og tydes av elektroniske datamaskiner, og informasjon som må behandles og tydes av mennesker. Analoge formater velges derfor for denne rapporten å omfatte all informasjon som ikke kan behandles elektronisk.

Fra denne spesifiserte definisjonen anser man alle typer informasjon som ikke visualiseres på skjerm eller avspilles fra datamaskin som analoge formater. Det vil videre betinge at de analoge formatene har en fysisk tilstedeværelse og derfor ikke kan sendes over nett.

3.9.3.2 Digitale formater

Digital er et ord som kommer fra det engelske ordet *digits*, som betyr siffer på norsk. Navnet referer til å det binære tallsystemet som er det fundamentale innen digital informasjon. Informasjonen registreres som en tallrekke som består av 1 eller 0. Dette er tilpasset maskinell avlesning da det kun avgjøres om sifferet er på eller av (TechTerms, 2016).

Informasjonen lagres på en harddisk med gitt fysisk størrelse, uavhengig av hvor mye informasjon den inneholder. I motsetning til analoge format som vanligvis vokser med mengden informasjon som er lagret. Som et eksempel vil analoge tegninger av et bygg bestå av mange ark i forskjellige størrelser. Jo mer informasjon du ønsker å formidle krever dette flere og større ark. Er de samme tegningene lagret digitalt vil det fysiske volumforbruket av informasjonen være konstant. I mer utstrakt bruk av skytjenester, kan man se helt bort fra volumforbruket, da dette er flyttet ut fra byggeplassen. Dette legger

ytterligere til rette for deling, da man heller sender pekere eller adresser til informasjonen fremfor informasjonen i seg selv.

3.9.3.3 Hukommelse

Det eldste og mest primitive formatet for informasjonslagring er fremdeles i bruk. Siden hukommelsen ikke kan behandles elektronisk, faller formatet under den analoge definisjonen. Det skiller seg likevel fra det analoge på mange områder. Det er derfor valgt å beskrive det som et eget format. Hukommelse er definert som "Vår evne til å forandre atferd på grunnlag av tidligere erfaringer eller opplevelser" (SML, 2016) noe som er en omfangsrik beskrivelse. Store norske leksikon velger å beskrive det som evnen til å bevare og gjenkalle inntrykk, erfaringer, kunnskaper og ferdigheter over kortere og lengre tid (2016c).

Det skilles mellom to trinn i hukommelsen, korttidshukommelse og langtidshukommelse. Korttidshukommelsen eller arbeidshukommelsen er det første trinnet, som er ment til å lagre små mengder informasjon over en kort tidsperiode (SML, 2016). I denne sammenhengen vil derfor denne være mindre relevant. Langtidshukommelsen er det andre trinnet og et mer permanent informasjonslager, som arkiverer den informasjonen som anses som viktig for senere bruk. Her skiller man videre mellom deklarativ og non-deklarativ hukommelse. Non-deklarativ er ubevisst hukommelse som fremspilles gjennom endret atferd (Karlsen, 2008). Denne typen er viktig for den faglige utviklingen for hver enkelt, og vil derfor være viktig i prosjektsammenheng. Men informasjonen vil være vanskelig å dele som verdifull informasjon. Deklarativ hukommelse er derimot et bevisst minne som kan reproduseres og hentes frem. Her skiller man videre mellom episodisk, semantisk og prosedyrell hukommelse. Den episodiske er knyttet mot en spesiell hendelse, den semantiske til generell kunnskap, og prosedyrell er en innlært prosedyre for hvordan en handling utføres (Karlsen, 2008).

Informasjonen kommer gjennom en kommunikasjonskanal og treffer først korttidshukommelsen. Om denne informasjonen føres videre over til langtidshukommelsen, avhenger situasjonen man er i når man mottar

informasjonen. Hva er sinnsstemning er man i, hva er sinnet oppmerksom på, hvordan tolkes inntrykkene, hvordan kategoriseres de, hvordan organiseres de, og blir de beriket eller repetert (SNL, 2016c)?

3.9.4 Informasjonselementer

3.9.4.1 Data

Data brukes delvis feilaktig synonymt med informasjon. Ordet data kommer fra det latinske ordet datum, som betyr "noe gitt". Data er rått og skjematisk fakta som beskriver noe konkret. Først når data er samlet, behandlet og satt i system har dataen en verdi, og kalles informasjon. (Diffen, 2015)

3.9.4.2 Big Data

Big data er begrep som brukes om virkelig store datamengder. Dette er både strukturert og ustrukturert data som produseres hver dag. Alle digitale prosesser, systemer, sensorer og mobile enheter produserer og sender fra seg informasjon uten at brukeren selv tenker over det (IBM, 2016).

Totalt i verden er det lagres det data på over 2,8 Zetabytes. I en mer hverdagslig enhet tilsvarer dette $2,8 \cdot 10^{12}$ Gigabyte. Lagringsmengden forventes at stiger eksponentielt i fremtiden, til femti ganger størrelsen allerede i 2020. Det er estimert at 33% av denne dataen kan være nyttig hvis den analyseres og settes i system. I dag analyseres omtrent 0,5%. (SAS, 2016) Det er altså mye data tilgjengelig som er verdiløs siden den ikke analyseres. Det er på grunn av at mengden er stor og uhåndterlig, for å skape verdifull informasjon raskt. (Valmot, 2013)

3.9.4.3 Metadata

Metadata er et mer ukjent begrep for folk flest, men blir ofte omtalt som data om dataen. Smiraglia (2005) velger å definere det som "strukturert beskrivelse av informasjonsressurser, utformet for å fremme informasjons-gjenfinning". Metadataen gir derfor et system for dataen å falle inn i. Et menneske sorterer informasjon ut fra egen erfaring, og setter det i system etter hva som antas å høre til hvor. Metadataen sorterer derfor dataen dit den hører hjemme (Kjos et al., 2003).

4 RESULTAT

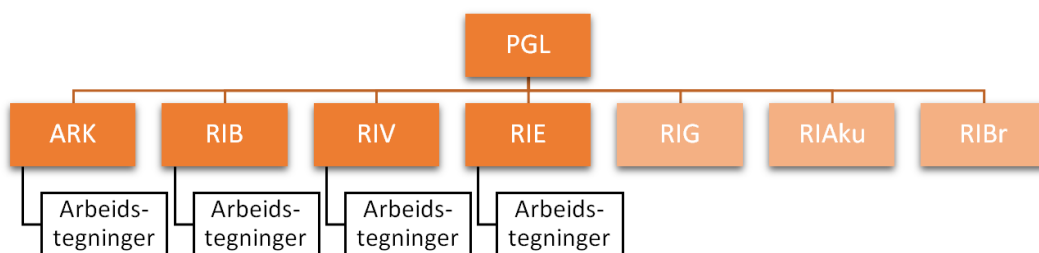
I dette kapittelet skal funnene fra forskningsarbeidet presenteres. Forskningen er utført med kvalitative metoder, noe som er egnet for en helhetsforståelse av temaet. Presentasjon av resultatene blir derfor i stor grad tekstlig form.

Dagens informasjonsprosesser beskrives i de tre første delkapitlene. De presenteres i kronologisk for et vanlig prosjekt. Dette er resultater som hovedsakelig er hentet fra intervju. Det fjerde delkapitlet er beskrivelse av de ulike informasjonssystemene som brukes aktivt av Skanska i dag. Dette er resultater som hovedsakelig er hentet fra litteratursøk.

4.1 Informasjonsprosesser prosjektering

4.1.1 Prosjekteringsteamet

Formålet med prosjekteringsteamet er å prosjektere bygningen etter de kravene som er gitt av kontrakt eller i plan og bygningsloven. Lederen for prosjekteringsteamet er PGL som er en rolle Skanska stiller med selv. PGL skal sette sammen et prosjekteringsteam som sammen skal levere arbeidstegninger av det prosjekterte bygget. Et vanlig prosjekteringsteam er vist i Figur 7.



Figur 7 - Prosjekteringsteam

Hvilken entreprisform BH velger før oppstarten av et prosjekt har stor betydning for hvordan dette prosjekteringsteamet blir sammensatt. Skanska er organisert på en måte som er egnet på totalentrepriser, og jobber fortrinnsvis kun med totalentrepriser. En totalentreprise er en entreprise der BH har høy forutsigbarhet på kostnad og tid. TE sitter med den største risikoen og har kompensasjon for dette gjennom

økonomisk vederlag og større frihet til å gjøre endringer på prosjektet som er gunstig for produksjonsflyten.

Man har flere nivåer av totalentrepriser, men alle behandles av standarden NS8407. I en vanlig totalentreprise, kontraherer BH en ARK for å utforme et skisseprosjekt. Dette skisseprosjektet brukes deretter til konkurransegrunnlag for jobben. I slike tilfeller blir ofte ARK tiltransportert TE av BH, for å videreføre prosjektets suksesskriterier fra tidligfasen. BH kan velge å lage kun rom og funksjonsprogram som konkurransegrunnlag. I slike tilfeller knytter TE seg til en ARK og gir pris på et konsept. Denne typen entreprise kalles Design and Build, og er den mest entreprenørstyrte totalentreprisen. Nettopp derfor ønsker Skanska størst andel av Design and Build entrepriser.

Uavhengig av nivået på totalentreprisen, kontraheres de øvrige rådgivere av TE. Hvilke roller som trengs er avhengige av prosjektets størrelse og kompleksitet. De vanligste rollene er ARK, RIB, RIV og RIE. Skanska Tekniske Entrepriser (STE) er et heleid datterselskap av Skanska Norge, som har totalentrepriser på det tekniske. Under tekniske menes varmeanlegg, sanitæranlegg, elanlegg og ventilasjon, eller RIR, RIE og RIV.

I tillegg til de vanlige rådgiverne, har de fleste prosjekter forskjellige spesialrådgivere. Mye brukte spesialrådgivere er RIG, RIAku og RIBr. Disse har som funksjon å bistå de andre rådgiverne med informasjon om faktiske forhold eller krav til løsning i henhold til forskrift eller kontrakt. Spesialrådgiverne leverer hovedsakelig rapporter, som skal tolkes og brukes som input av prosjekterings-teamet. Et eksempel er at rapporten om grunnforhold fra RIG skal benyttes som input til tegningen av fundamentplan som tegnes av RIB.

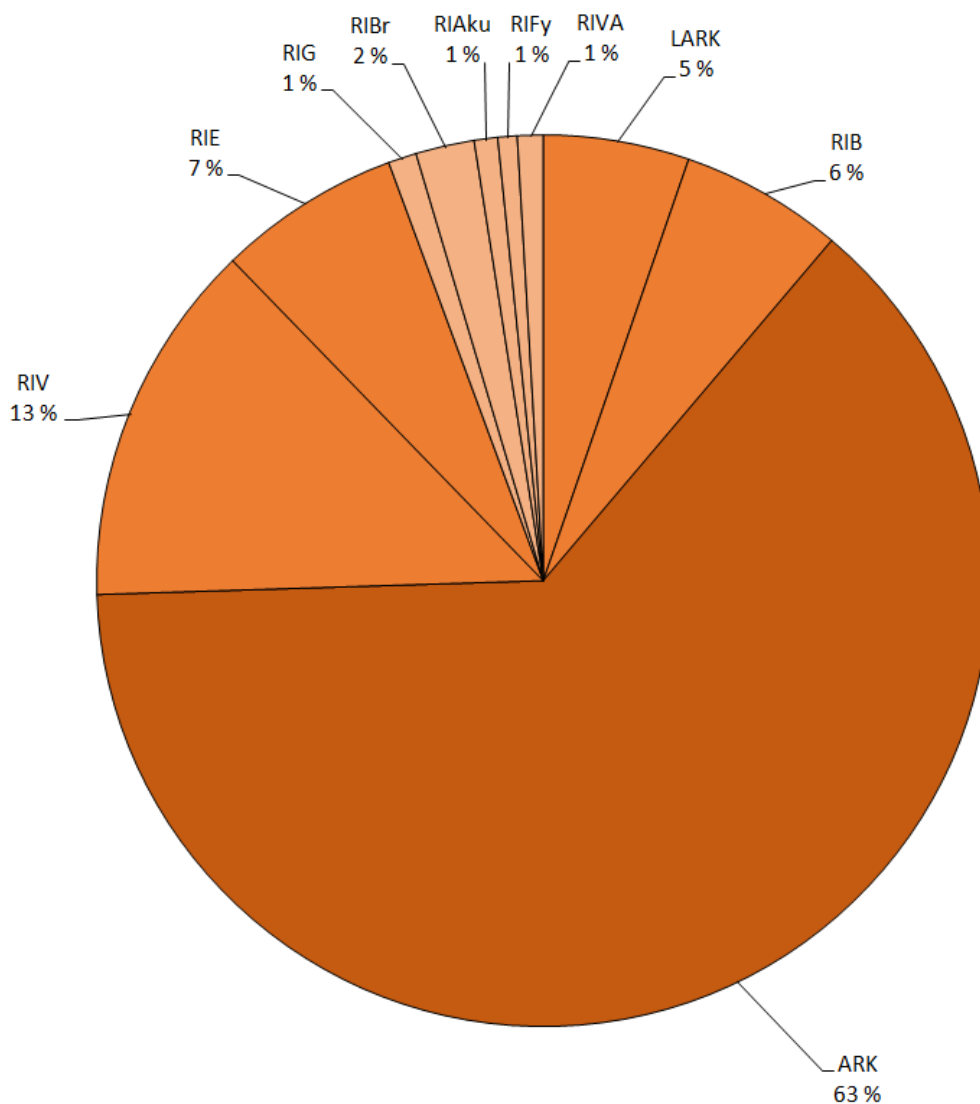
4.1.2 Rådgiverkontraktene

I en totalentreprise er rådgiverne knyttet direkte til TE gjennom standardkontraktene NS8401 eller NS8402. Kontraktene velges etter hvordan rådgiverne skal honoreres, henholdsvis fast sum eller medgått tid. Spesialrådgiverne forplikter seg til å levere rapporter etter beskrivelse, og øvrige rådgivere forplikter seg til å levere arbeidstegninger etter en leveranseplan.

4.1.3 Arbeidsmengde prosjekterende

I likhet med produksjonen er det enkelte aktører i prosjekteringsteamet som har større arbeidsmengde enn øvrige. Dette kan gjøre det vanskelig å få koordinert informasjonsflyten effektivt. Man ønsker at alle mottar kun den informasjonen som er relevant for sitt fagfelt. Spesielt gjelder dette hvis rådgiverne honoreres etter NS8402, da ineffektiv tid koster prosjektet direkte. På lang sikt vil det også være viktig med effektiv prosjektering for rådgivere med fast honorar, da disse kan levere lavere anbud på senere prosjekt.

Som nevnt er det forskjellig hvilke rådgivere som er nødvendig, samt arbeidsmengden til disse, avhengige av prosjektet. Arbeidsmengde og honorar har vanligvis en sammenheng. Det er derfor sett på den totale prosjekteringskostnaden for prosjektet IOKS, og fordelt arbeidsmengden til rådgiverne ut fra honoraret til den enkelte rådgiveren. Se Figur 8 for kakediagram av arbeidsfordelingen.



Figur 8 - Honorarfordeling rådgivere IOKS

PGL03 forklarer at ARK på IOKS har noe høyere andel av honoraret enn på et gjennomsnittlig prosjekt. ARK05 uttalte at de vanligvis har omtrent 50% av prosjekteringskostnaden. RIB07 mente at de hadde vanligvis ca. halvparten av honoraret til ARK. Videre forklarer PGL03 at andelen av RIFy vil øke i årene fremover på grunn av de økende kravene til energi og bygningsfysikk. Arbeidsfordelingen er derfor ikke så skjevfordelt til vanlig. For prosjektet IOKS er arbeidsmengden til ARK 90 ganger større en arbeidsmengden til RIFy, som er forholdet mellom største og minste aktør målt i honorar.

4.1.4 BIM

Alle rådgiverne som ble intervjuet benyttet seg av BIM i den forstand at tegningene hentes ut fra modell. Hvis man modellerer kan man ta snitt der det er fordelaktig, slik at programmet genererer snittet automatisk i et plan. Dette er hendig for å raskt hente ut de tegningene som er nødvendige for produksjonen.

Siden modellen er digital i 3 dimensjoner har man også muligheter til å hente informasjon om mengder direkte. RIB09 har i enkelte tilfeller levert egne presentasjoner av mengder, som entreprenøren kan benytte til sin kalkulasjon. Et eksempel er at alle hulldekkene er levert som en slags skjemattegning med en tabell over arealer og tykkelser.

De prosjekterende tegner i hver sin modell, slik at man får en modell for hvert fag. Modellen for tekniske fag er veldig stor og tung slik at denne deles opp av praktiske årsaker ifølge RIV12. Dette medfører at man får temamodeller som i Tabell 9. Filstørrelsene i tabellen er hentet fra prosjektet IOKS. I andre prosjekter kan også modellene bli mye større. RIB09 sier at deres modell for et annet Skanskaprojekt har passert 130 MB.

Tabell 9 - Modeller oppdelt etter fag

Modell	Fag	Filstørrelse
Arkitektmodell	ARK	57,9 MB
Konstruksjonsmodell	RIB	12,4 MB
Ventilasjonsmodell	RIV	17,2 MB
Sprinklermodell	RIV	11,7 MB
Varme og sanitærmodell	RIV (RIR)	60,9 MB
Elektromodell	RIE	7,1 MB

Hvis de prosjekterende tegner i forskjellige modeller kreves det noe samkjøring for å få ting til å stemme til slutt. ARK05 forklarer at de i noen tilfeller importerer de andre modellene inn i sitt tegneprogram for å tegne rundt de. Dette betinger at det fysiske volumet er nøyaktig. At man tar beslag på et volum medfører også noen tekniske problemer. For både ARK og RIB skal ha med søyla til RIB i sine tegninger.

RIB09 arbeider med programmet Revit. De har opplevd flere problemer i forbindelse med import og eksport av IFC-filer hvis de ikke er generert av samme program. Revit er et program som er laget av Autodesk. Altså samme oppbygging som andre Autodeskprogrammer som f.eks. AutoCAD. Disse programmene fungerer godt sammen. Men arbeider man sammen med en ARK som tegner i Archicad som er laget av firmaet Graphisoft, kan det oppstå problemer. En IFC som åpnes i Solibri, som er et uavhengig IFC program, er alltid i orden. Men importerer man den samme modellen i et program som er ulikt programmet som genererte IFC-modellen kan flere elementer endres eller forsvinne. Dette gjør at man ikke kan stole på modellen sier RIB09. RIB09 sier at de aldri har opplevd noen problemer med DWG-tegninger på samme vis som med IFC, slik at de foretrekker å benytte DWG som underlag til sin modell.

Hvor stor informasjonmengde som legges inn i modellen er stort sett det minimale for å oppnå det geometriske volumet i modellen. I tillegg er det vanlig med egne elementnavn som gjør bl.a. sortering enklere. Ut over dette er det lite informasjon som er lagt inn i modellen.

Noe informasjon kan allikevel hentes ut fra automatisk genererte poster som volum og areal. RIB09 forklarer at det er mer etterspurt med mer informasjon som er knyttet til elementene i modellen. De bruker i noen tilfeller å legge inn betongkvalitet og dekketykkelse. En modell av RIB vil være mest aktuell under produksjon, og vil derfor bli lite brukt i en FDV-situasjon. I forbindelse med en ombygging vil det derimot være gunstig å ha full oversikt over armering og andre innstøpte elementer. RIB09 modellerer ikke armering, da dette er svært tidkrevende i deres program (Revit). De leverer i stedet bøyelister som tegnes separat fra modellen. RIB07 modellerer armeringen direkte inn i modellen i programmet Tekla. De tar deretter ut bøyelister fra modellen.

Arkitektmodellen for IOKS ble åpnet for å undersøke informasjonsmengden på objektene. Modellen ble åpnet i BIM 360 Field på iPad. Et tilfeldig valgt vindu har unik ID, U-verdi, samt bredde og høyde innlagt. Videre er noen poster automatisk generert. Posten omkrets har korrekt

verdi, mens areal og volum har henholdsvis 10^{-6} og 10^{-9} desimalfeil. Videre er det ikke mer informasjon tilgjengelig om vinduet. En tilfeldig valgt dør har unik ID, slagretning, samt bredde og høyde innlagt. Også her er den automatiske genererte posten omkrets korrekt, mens areal og volum har samme desimalfeil som vindu. Videre er det ikke mer informasjon om døra tilgjengelig. En tilfeldig valgt yttervegg deles $\frac{4}{5}$ av hele vegg lengden, og har høyde lik etasjehøyden, se Figur 9. Også her er automatisk generert informasjon som lengde og høyde korrekt, mens volum og areal ikke stemmer. I tillegg har veggen et navn som refererer til veggtype. Hva som skyldes feilene med areal og volum er antas å være en teknisk feil i programmet. Modellen ble i ettertid åpnet i Solibri Model Viewer, der areal og volum stemte.



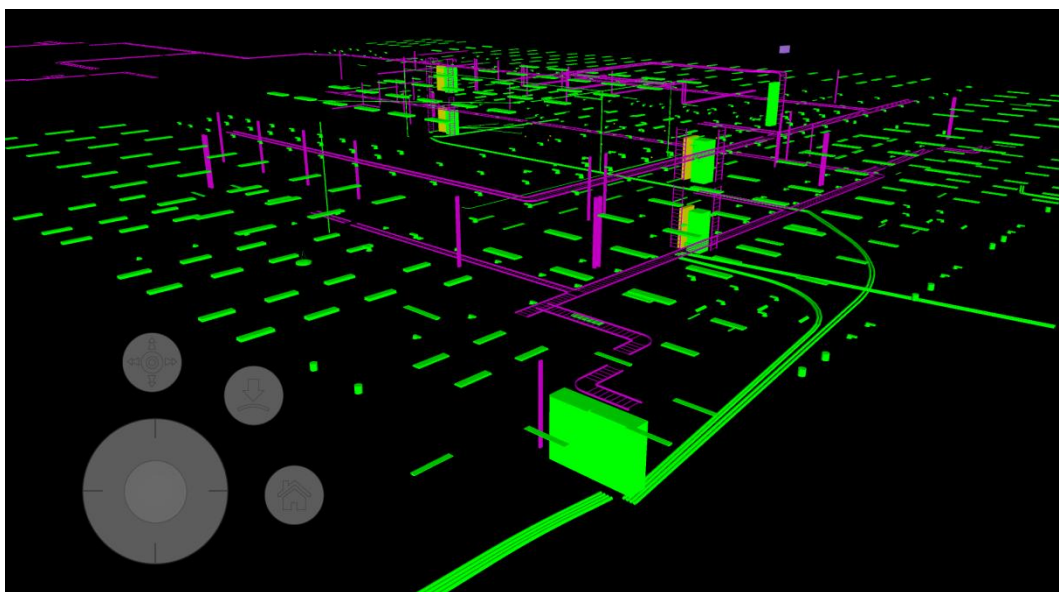
Figur 9 - ARK-modell på IOKS

Elektromodellen for IOKS ble åpnet for å undersøke informasjonsmengden til objektene. Generell beskrivelse av modellen, er at kun ferdigelementer som armaturer og monteringskinner er inntegnet. Dvs. at ledninger og monteringsdetaljer er ekskludert. Se Figur 10. Et tilfeldig valgt lysarmatur har et navn som beskriver størrelse og modell. Ellers er den sparsommelig med informasjon.

RIE13 forklarer at alt som tegnes, tegnes i 3D. Dette ved hjelp av programmet AutoCAD og en tilleggsapplikasjon som heter MagiCad, som brukes av både RIV og RIE. Det som tegnes er kabler, trekkerør, brytere, stikkontakter og så videre. Når dette skal eksporteres til en IFC,

velges det ut fra en liste hva som skal være med. Jo mere som eksporteres, jo tyngre blir filen, og dette bestemmes av TE, med eventuelle innspill fra BH. Kabler er uhensiktsmessig å eksportere, da en arbeidstegning for en elektriker er i utgangspunktet et enlinjeskjema for installasjon. Det vil derfor være gunstig å tegne kablene der det er plass i arbeidstegningen. Modellen brukes til kollisjonskontroll av føringsveier og lys mot de andre tekniske fagene, så derfor er disse produktgruppene modellert på IOKS.

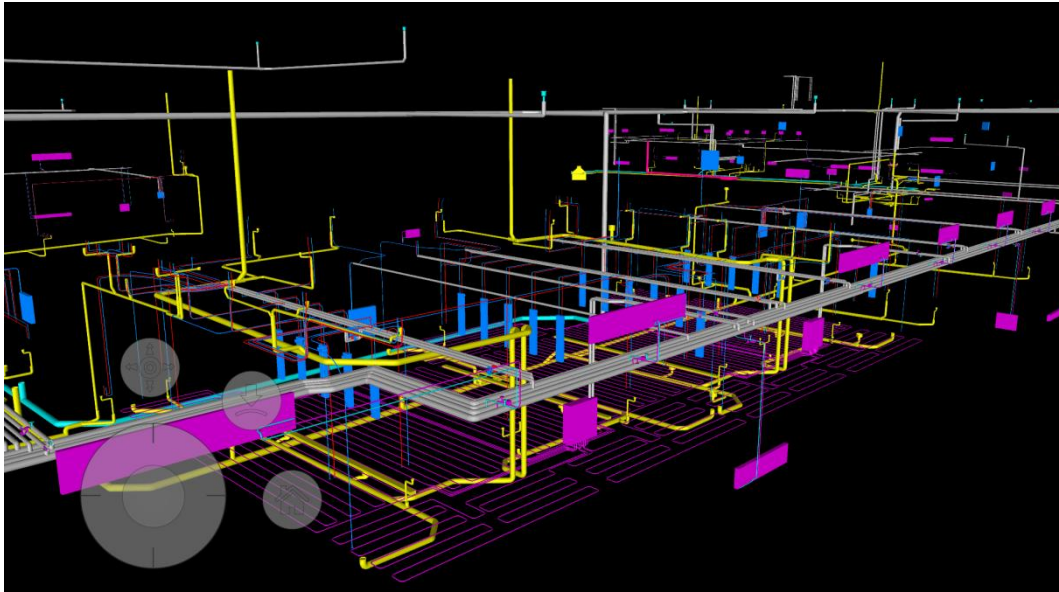
For RIE er det svært tidkrevende å plassere ut alle produkter riktig på plantegning for å få 3D produktet i riktig posisjon i modellen. Dette er på grunn av at 2D symbolet må plasseres slik at det er lesbart på plantegningen, samtidig som 3D-objektet havner på riktig plass. Det blir altså to operasjoner for hvert produkt da mange produkter står over hverandre.



Figur 10 - RIE-modell på IOKS

Varme og sanitærmodellen for IOKS ble åpnet for å undersøke informasjonsmengden til objektene. Generell beskrivelse av denne er mange rør og elementer er inntegnet i forskjellige farger. Se Figur 11. Her er vannrør tegnet i blått eller rødt avhengig av om det er kaldt eller varmt. Spillvann er tegnet i gult, og gulvarme og radiatorer er tegnet i lilla, mens returrør i turkis. Isolerte forsyningsrør er tegnet i grått. Tegningen er veldig intuitiv og beskriver mye visuelt, men ingen informasjon er lagt inn i elementene. Det eneste av ferdigelementer

som er inntegnet er dusjarmaturer. Toaletter, servanter, servantarmatur og vannlåser under servant er alle ekskludert fra modellen.



Figur 11 - RIR-modell IOKS

4.1.5 Tegningsformat

I følge PGL03 er det tre typer tegningsformat som brukes i dag, der alle har hver sine fordeler og ulemper:

- IFC
- DWG
- PDF

IFC, er modellfilen eksportert i et standardisert filformat. Dette formatet er det mest beskrivende, og gir mye informasjon, men er ikke nøyaktig nok. Siden det er en modell i 3 dimensjoner vil det være vanskelig å målsette og finne nøyaktig posisjon av objekter. For å raskt se store sammenhenger er formatet derimot unikt.

Modellen danner også grunnlaget for DWG-tegningen. DWG er det mest nøyaktige formatet som viser bygningen i sin helhet i 2 dimensjoner. Her vil det være enkelt å måle seg frem til rett posisjon. DWG-tegningene danner videre PDF-tegninger. Disse er skalert ned slik at områder kan skrives ut med bestemt målestokk. Formatet er også mindre, og kan åpnes uten ekstra programvare, noe som gjør det enklere å dele.

For prosjekteringen finnes det som nevnt tilfeller der IFC-modellen importeres direkte inn i modelleringsprogrammet til en aktør som prosjekterer. I andre tilfeller legger man andres DWG-tegninger som underlag. Underlaget fjernes når området er ferdig modellert.

For byggeplassen er det PDF-tegningene som er grunnlaget for papirtegningene, og derfor bindende for produksjonen ifølge PGL03. Men modellen kan brukes for å forstå tegningene bedre. Modellen er jo vanligvis opphavet til PDF-tegningene, men en modell blir aldri "Ferdiggrad D" ifølge PGL03. Dette er et utsagn RIB09 er helt enig i. Han legger til at han ser mørkt på fremtiden, hvis man ikke finner noe annet enn en modell for en eksisterende bygning.

4.1.6 DAK

Tidligere var det mer vanlig å tegne i 2D, eller i et plan. Noen roller holder fremdeles fast ved dette. LARK er en typisk rolle som foretrekker 2D-tegninger fremfor modeller. Disse produserer da tegningene i et DAK-program. Leveransene av slike program er DWG- og PDF-tegninger.

PGL01 sier at LARK fremdeles kun tegner i 2D av to årsaker; Det finnes få gode 3D-programmer for LARK, og modellfilen blir ekstremt store. PGL03 forklarer at LARK på et av hans prosjekter tegner i 2D. Hvis de skal levere modell, lages denne separat i ettertid. Denne modellen er mye enklere enn BIM-modellene fra de andre fagene. Her er det beskrevet en flate i rommet uten noe form for tilleggsinformasjon.

De programmene som finnes har flere eksportmuligheter, der det enkleste er å hente ut KOF-filer med stikningsdata. Neste nivå er å eksportere hele terrengflater i XML-filer.

På prosjektet IOKS ble det ikke laget modell av terrenget, noe entreprenøren på utomhus savnet. Maskinfører1 er maskinfører, og har ved andre prosjekter fått utlevert en XML-fil, eller en terrengfil fra LARK. Denne kan lastes inn i gravemaskinen, slik at man grave ned til cm-precisjon kun ved hjelp av GPS og maskinstyring. På IOKS er det et

stort savn av de utførende at denne informasjonskilden mangler, og det er blitt forespurt ved flere anledninger.

På prosjektet Staup ble det investert i terrengmodell som XML-fil etter ønske fra samme UE som på IOKS. Tilleggskostnaden for dette ble estimert til å være 20 000, noe som tilsvarer 1 ukes arbeid. Dette er en summasjon av tillegg og fradrag, da LARK slipper å ta ut stikningsdata da en slik modell er nøyaktig nok. PGL03 sier at dette er en kostnad som Skanska legger ut for, og skal hente tilbake gjennom besparelser hos UE. Arbeidet på Staup skal ifølge Maskinfører1 ha vært problemfritt.

Ved Skanskas prosjekt Ranheimsfjæra ble det allerede i 2012 benyttet 3D-modell av landskapet, og det var ifølge LARK avgjørende for prosjekteringen (Building Smart, 2012). Her ble bygget til slutt senket en hel meter for å unngå rullestolramper, noe som også ga besparelse.

LARK14 har stort sett prosjekter innenfor anlegg og infrastruktur, der alt modelleres i 3D. Hun benytter seg av tilleggsfunksjonen Novapoint i AutoCAD. Denne finnes i flere varianter, der noen er tilpasset prosjektering av infrastruktur, mens andre er mer fleksible løsninger (Vianova system, 2016). Hun forklarer videre at de leverer både modeller og stikningsdata, alt etter hva entreprenøren ønsker.

4.1.7 Administrative rutiner

Hva prosjekteringsteamet skal levere, og hvordan det skal utformes styres av Skanska gjennom dokumenter. PS15 og PGL03 viser til tre dokumenter som setter retningslinjer:

- PA-bok (Prosjektspesifikk)
- BIM - Manual (Prosjektspesifikk)
- PGL - Krav til modeller og tegninger

PA-boka er et delvis prosjektspesifikt dokument. Dokumentet starter med en intro til prosjektet der prosjektorganisasjonen beskrives. Senere i dokumentet beskrives nullpunkt og inndeling av prosjekteringsområder. Resten av dokumentet er generelle krav til hvordan rådgiverne skal arbeide med prosjektet. I dette er det krav til korrespondanse, krav til modell, krav til tegninger, krav til mappestruktur og beskrivelse av ferdiggrader og revisjoner. Formålet er å oppnå effektiv og entydig kommunikasjon og ivareta grensesnitt mellom aktørene i planlegging- og prosjekterings-fasen. I tillegg til at kravene beskrives i dokumentet, refereres det videre til BIM manualen.

En BIM-manual er retningslinjer for hvordan modellen skal bygges opp for et gitt prosjekt. Alle objekter som skal inn i modellen skal følge disse retningslinjene, uavhengig av aktør. Dette dokumentet har en klar inndeling i to deler, der den ene er prosjektspesifikk og den andre er generelle krav. Dokumentet starter med en innføring i hva BIM er, og hvordan prosessen skal foregå. Det beskrives hvordan kollisjonskontrollen foregår, og hvordan modellen skal brukes i produksjonen. Den prosjektspesifikke delen bestemmes filformat, nullpunkt, etasjeinndelinger, prosjekteringsområder, navngivning av modeller og publiseringsrutiner. I den generelle delen av manualen refereres det videre til Krav til modeller og tegninger.

Krav til modeller og tegninger er et dokument som er gjeldende for alle Skanskaprosjekter. Her beskrives det hvordan grensesnittene, ferdiggrader og revisjoner skal behandles. Videre beskrives krav til publisering, navngivning på objekt, laginndeling, tittelfelt, tegningsnavn og filnavn.

4.1.8 Ferdiggrad

I PA-boka og PGL - Krav til modeller og tegninger, beskrives bruken av ferdiggrader og revisjoner. I tittelfeltet på alle tegninger skal det angis ferdiggrad etter bokstavkoder eller tallkoder, og løpende revisjonsnummer for hver endring som gjøres. Se Figur 12. Den siste revisjonen vil være den gjeldende. Ferdiggraden angir hvor langt i prosessen tegningen er. Se Tabell 10.

Tabell 10 - Ferdiggrader

A	1	Skisseprosjekt	Grunnlag for videre prosjektering
B	2	Forprosjekt	Underlag for andre prosjekterende
C	3	Detaljprosjektering	Tegning for uavhengig og tverrfaglig kontroll
D	4	Arbeidstegning	Arbeidsgrunnlag for produksjonen
E	5	Som bygget	Ajournførte tegninger for myndigheter og brukere

Prosjekt: <h1>Inderøy Oppvekst og Kultursenter</h1>			Godkjent:	
Tittel: <h2>Plan 1, del 1</h2>			Kontroll prosjekterende Sign.: MA Kontroll: EHH	
Tegningsnummer: K1.01.A.200.20.101			Filnavn: K1.01.A.200.20.101.pdf	
Område Etasje Disiplin Bygningsdelkode Type tegn. Løpenr.			Dato: 09.05.2014	
4			Målestokk: 1:50, 1:10 (A0)	
09			Prosjektnr.ARK. 13250	
09			Prosjektnr.SKANSKA. 640270	

Figur 12 - Eksempel på tittelfelt

4.1.9 Kollisjonskontroll

En kollisjonskontroll er en kontroll om to eller flere objekter opptar samme geometriske område i modellen. Som kjent skal modellen være en digital kopi av bygningen slik det skal bygges. En kollisjonskontroll i modellen vil derfor kvalitetssikre prosjekteringen til alle aktørene tverrfaglig. Hvis en aktør har tatt opp samme plass som en annen får man en kollisjon, slik at dette området belyses og kan utbedres.

Prosessen for en kollisjonskontroll utføres i fem steg:

- Fagmodeller fra alle aktører samles inn (ARK, RIB, RIV, RIE, osv.)
- Kollisjonskontroll kjøres
- Hver kollisjon vurderes av PGL og BIM-koordinator.
- Kollisjoner som ikke aksepteres, rapporteres
- I prosjekteringsmøtet avtales hvem som må endre sin fagmodell

RIB09 påpeker viktigheten av at alle modeller har samme nøyaktighetsgrad når modellen bygges. Hvis ARK og RIB har høy nøyaktighet, er det meningsløst å kjøre kollisjonskontroll med en unøyaktig RIV-modell.

4.1.10 Møter

Prosjektteamet kommuniserer hovedsakelig gjennom fysiske møter. Følgende møtetyper brukes i prosjekteringsfasen:

- Oppstartsmøte
- Prosjekteringsmøter
- Arbeidsmøter
- Særmøter

Møtene har fast struktur og agenda, og referatføres. Hvert møte har sitt møtenummer som er løpende. Sakslisten består av fire punkter og oppover. Hver sak får også sitt løpenummer innenfor hvert punkt på sakslisten. Dette gjør at en sak har et unikt tresifret nummer som det kan refereres til i senere korrespondanse. Punktene blir stående til de er lukket. Møtene vil ha en varighet på omtrent en klokke time, avhengige av innhold.

Deltakerne er gjennom kontrakt pålagt å stille til møte uten tilleggsfakturering. Møtereferatene sendes ut til de som deltok på møte, og eventuelt overordnede. Hvordan møtereferatene blir arkivert er noe forskjellig. Møtereferater fra prosjektering er tilgjengelig via prosjektplassen. Møtereferatene fra produksjon arkiveres på DM. AL11 mener at dette er i stor grad personavhengig, og ingen klare retningslinjer på hvordan disse skal arkiveres.

PGL03 sier at det som er viktig å få med i møtereferatet er følgende:

- Hva som er avklart
- Hva som skal gjøres videre
- Hvem har ansvaret
- Frister
- Hva BH har akseptert/ikke akseptert

PGL03 sier at han er usikker på om usignerte møtereferat vil være juridisk bindende i en eventuell tvist. I følge AL11 er referatene holdbare juridisk, siden hvert møte starter med spørsmålet om noen har kommentarer eller innsigelser til forrige referat. AL11 refererer videre til samtaler med Skanskas advokater.

Det er gjort forsøk på å kommunisere med videosamtale, der skjermbildet deles. I følge PGL03 var det noe som manglet, men det fungerte helt greit. I de fysiske møtene brukes modellen flittig i diskusjonen, gjerne sammen med skisser og håndtegninger på papirtegninger som ligger på bordet.

Arbeidet starter med et oppstartsmøte der de prosjekterende blir kjent, og prosjektet introduseres av PGL. Her informeres det om hvordan prosjektet er tenkt fra tidligfasen, hva er kalkulert, hvem er byggherren og hva forventer han. Etter dette benyttes bakoverplanlegging for å sette opp en fremdriftsplan.

4.1.11 Prosjekteringsprosessen

Prosjekteringsprosessen er kompleks, der man er gjensidig avhengige av hverandres output, som input for sin produksjon. Det sies derfor at prosjekteringen er en iterativ prosess. ARK, RIB, RIV og RIE er de prosjekterende som produserer tegninger. Spesialrådgiverne bruker underlaget fra de andre prosjekterende, men er allikevel i langt større grad uavhengige av iterasjonsprosessen enn de andre, siden de selv ikke produserer tegninger.

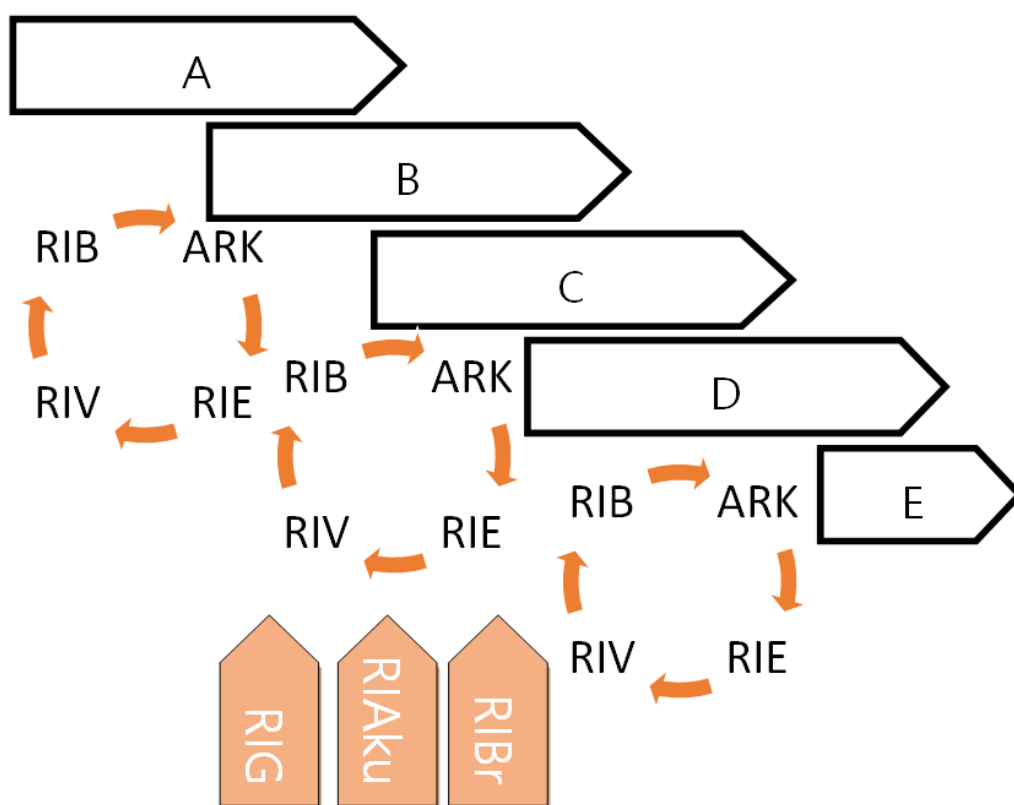
ARK er den rådgiveren som alltid ligger først, slik at de andre rådgiverne tilpasser seg hans grunnlag. Siden det kan oppstå mange iterasjoner, vil det være ugunstig å detaljere for mye. Spesielt gjelder dette ARK som ligger foran. Oppstår det en endring kan det medføre at mange timers arbeid forkastes. Man går derfor detaljeringstrinnene i avgrensede områder som beskrives som ferdighetsgrader i PA-boka.

De prosjekterende deler sitt bidrag enten på mail eller på Prosjekt-plassen. Når de andre prosjekterende ser over bidraget kontrolleres det opp mot hvilke konsekvenser det har for deres eget fagfelt. F.eks. kan RIB sende over en dekkeplan til kontroll hos ARK.

ARK04 liker i mange tilfeller en tradisjonell kontroll. Når han åpner en tegning, skriver han den gjerne ut i papirformat for å gjennomføre kontroll på den. Kontrollen gjøres ved å ringe rundt, tegne og skrive direkte på papirtegningen. For å dele denne nye informasjonen med resten av prosjekteringsteamet scanner han inn papirtegningen igjen og sender den med epost. Begrunnelsen for å bruke denne metoden er at han synes det er enklere å se visse ting i plantegninger. Han synes også det er raskere måte å formidle rik informasjon på å tegne på tegningen. Tiden det tar å skrive ut og scanne inn er uvesentlig, ifølge ham selv.

Prosjekteringsmøtene er veldig viktige mener ARK05. Her foregår det mange avklaringer og kontroller av hverandres arbeid. I tillegg kan man kjøre kollisjonskontroller for å teste modellene sammen.

Skisseprosjektet eller ferdiggrad A ligger til grunn når prosjektet starter. Når man har jobbet litt med denne, oppgraderes den til ferdiggrad B, og legges ut til kontroll av de andre prosjekterende på prosjektplassen. Hvis noen kommer med kommentarer gjør man endringer og lager revisjoner av tegningen. Hvis ikke er den godkjent og den oppgraderes til ferdiggrad C. Denne runden skal tegningene godkjennes av produksjonsteamet om byggharheten er optimale. Hvis ingen kommenterer tegningene anses tegningene som godkjent og den oppgraderes til ferdiggrad D eller arbeidstegninger. Til slutt oppdateres tegningene i henhold til det som ble bygget. Se figur av arbeidsprosessen i Figur 13.



Figur 13 - Prosessen i prosjekteringsfasen

4.1.12 Byggetid

For BH er byggetiden viktig. Så tiden fra kontrakten skrives til bygningen overleveres er ofte svært komprimert. Dette gjør at prosjekteringen og produksjonen overlapper. Siden prosjekteringen tar kortere tid enn produksjonen er tidsfristene for prosjekteringen mest kritiske i starten ifølge PGL03.

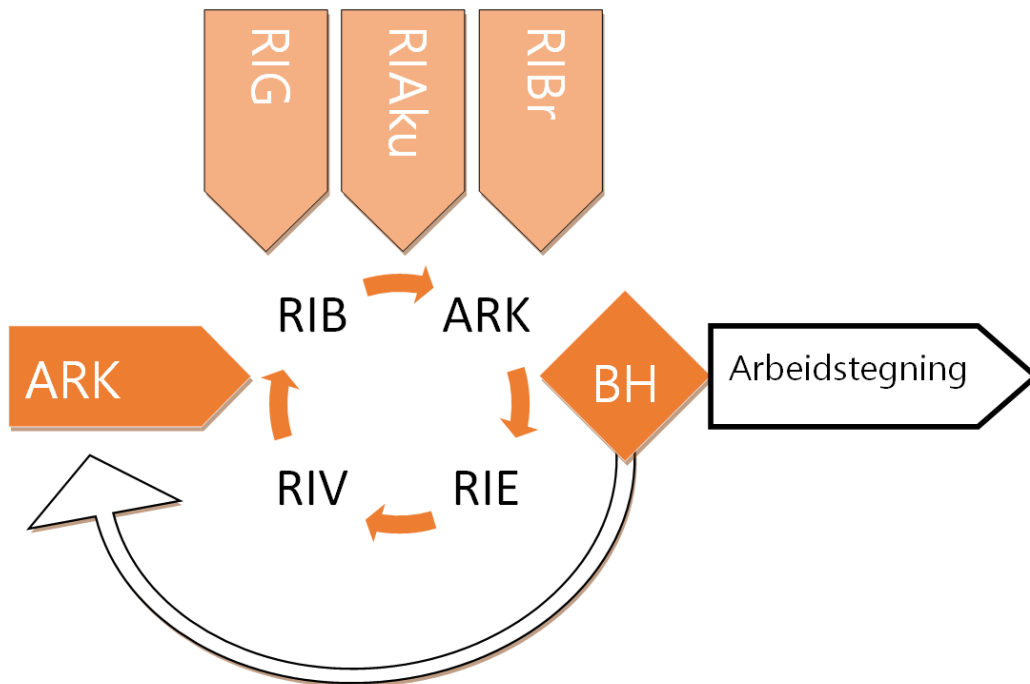
4.1.13 Byggherrebeslutninger

Proessen overvåkes av BH gjennom deltakelse i prosjekteringsmøtene. I en totalentreprise er det meste låst i henhold til funksjonskrav. Noen detaljer kan allikevel settes åpne, slik at BH kan ta avgjørelser i prosessen. Dette er planlagte beslutningspunkt som ikke medfører forsinkelser i prosjekteringsfasen hvis beslutningene tas i rett tid. Dette er typisk valg av detaljer rundt innredning eller annet der verdien av påvirkning er større for BH enn hva kostnaden for utsatt beslutning er for TE. Her setter den aktuelle rådgiveren opp forskjellige alternativer som BH har å velge mellom. Disse skal være i henhold til funksjonsbeskrivelsene i kontrakten.

Ønsker BH noe utenfor dette, blir det en tilleggsbestilling der den økonomiske differansen blir beregnet og lagt frem for BH. Det kan også legges inn opsjoner i kontrakten, der BH kan bestille tillegg som er omdiskutert og kontraktfestet. Når disse beslutningene må tas, er beskrevet i en beslutningsplan som blir fremlagt for BH tidlig i prosjekteringsfasen. Når beslutningen er tatt oppdaterer prosjekterings-teamet tegningene i henhold til beslutningen. Dette er planlagte tillegg som ikke direkte medfører forsinkelser i prosjekteringsfasen.

4.1.14 Endringer

BH kan også endre deler av prosjektet underveis uten at dette er del av en opsjon. Dette må gjøres ved at BH sender en endringsordre til TE. En endring er derfor et tilleggsarbeid der TE kan ta seg betalt for å levere ut over kontrakten. Dette kan være endring i utførelse, kvalitet eller omfang. Arbeidet som endringen består av må være av samme art og ikke ut over 15 % av hele kontraktsummens verdi (NS 8405:2008, 2008). Endringer er ikke planlagte tillegg, som medfører forsinkelser i prosjekteringsfasen. Se Figur 14 hvordan endringer og forsinkede byggherrebeslutninger påvirker prosjekteringsfasen.



Figur 14 - Endringer og forsinkede byggherrebeslutninger

4.1.15 Forsinkelser

Punktet hvor tegningene oppgraderes til arbeidstegninger er fordelaktig at ligger minst 3 uker før området skal produseres. Dette for at det skal være tilstrekkelig tid til bestilling av varer og planlegging av produksjonen. Dette er en utopi ifølge PGL03. Altså man jobber mot å levere tegningene til fristen, men forsinkelser oppstår. Forsinkelsene til byggeplass er noe AL02 bekrefter. Han påstår at tegningene aldri kommer til rett tid. De prosjekterende kan forholde seg til de fristene som er satt, men kvaliteten er ikke god nok. Det blir tatt mange revisjoner etter den fristen som er satt. Spesielt gjelder dette områder som grenser mot eksisterende bygg. Mot eksisterende bygg eller andre spesielle områder bruker PGL03 forskjellige metoder for å holde leveransefristene. Følgende tiltak kan brukes:

- HOLD-sky
Et området inne i tegningen ikke er prosjektert ferdig og merkes med en HOLD-sky. Området i rundt er ferdig til produksjon.
- Uavhengig konstruksjon
Eksisterende eller ukjente elementer prosjekteres slik at de står mest mulig uavhengige av ny konstruksjon.

- Større buffer

Fristene er opp mot 8-9 uker før produksjon for litt større buffer.

Det bekreftes altså fra flere hold at det oppstår forsinkelser i prosjekteringen. PGL03 mener at optimalt burde bygget vært ferdig prosjektert uten feil når byggingen starter. Men hvis det oppstår feil eller problemer er det en fordel at prosjekteringsteamet har detaljene nært i hukommelsen. Da blir problemene raskere oppklart. Siden prisene varierer med tiden, vil det også være praktisk i.h.t. innkjøp å prosjektere nært produksjonen.

Det enkleste for å unngå problemer med forsinkelser er større buffer, men man ønsker at prosjekteringen ligger nært produksjonen av flere årsaker. Å finne årsaken til forsinkelsene er derfor ønskelig.

4.1.16 Årsaker til forsinkelser

En iterasjonsprosess er kompleks. Det vil være vanskelig å slå fast hva eller hvem som er årsaken til en hendelse.

ARK04 mener at manglende input og sene avgjørelser er årsaken til forsinkelser. I input mener han tegningsgrunnlag fra de andre prosjekterende. Man må bli enige om hvordan ting skal være: Alle aktørene har forskjellige mål, og avgjørelser kan derfor ta tid. Samtidig påstår han at det er lite problemer med forsinkelser.

ARK05 mener også manglende input er hovedårsaken. Hun utdyper videre at dette er ofte i forbindelse med endringer. Endringer som først er antatt å være enkle, viser seg at er komplekse. Beslutninger eller endringer av BH kan også forsinke. Dette rammer ARK hardest, da de naturlig nok har kommet lengst i sine tegninger.

RIB07 sier at det eneste de trenger for sin gjennomføring er grunnlag fra ARK og RIG. Hvis disse kommer for sent eller har for dårlig kvalitet kan det forsinke ham i å utføre sitt arbeid til rett tid. Hvis grunnlaget har mangler, kommer de først til syne når man sitter med prosjektet. Typiske mangler er at det mangler detaljer fra ARK. Han legger i tillegg til viktigheten med en god og aktiv PGL. PGL skal sørge for at tegningene kommer til avtalt tid med avtalt kvalitet.

PL08 sier at kvaliteten på tegningene er gode. Men innrømmer at en grundig tegningsgjennomgang hadde forbedret kvaliteten. Dette er noe det sjelden blir tid til. AL10 sier at han i samråd med tømrerbas bruker litt tid på gjennomgang på tegningene. Men allikevel ser man ikke alt før man står i det.

4.1.17 Kommunikasjonskanaler

Følgende kommunikasjonskanaler brukes av prosjekteringsteamet i tillegg til møtene:

- Mail
- Telefon
- Videosamtale (Skype)
- Prosjekthotell (Projectplace)

RIB09 har deltatt på flere prosjekter utenfor sitt nærområde å deltatt på prosjekteringsmøter v.h.a. skjermdeling. Dette fungerte greit, men hvis prosjektet er i nærområdet er det å foretrekke med fysiske møter. Kommer man ut på byggeplass kan man se hva som skjer, og man kommer i kontakt med andre som kanskje har spørsmål til tegningene.

ARK04 sier at han bruker mye mail, og mye telefon. Han ønsker mer bruk av telefon. Dette er en rask kanal som man raskt får svar på enkle spørsmål. Terskelen for å ta en telefon er høyere enn den burde ha vært i følge han.

PGL03 forteller oppsummerende hvordan kommunikasjonen foregår i prosjekteringsfasen. Hovedkommunikasjonen mot BH gjøres gjennom prosjekteringsmøter. Disse kjøres med jevne mellomrom der de store sakene drøftes. Arbeidsmøter kjøres etter behov, der kun de involverte fagene er deltar. Dette er typisk møter mellom ARK, RIV og RIE der temaet er himlingsplan. Ting som dukker opp underveis i prosessen tas enten på mail, eller v.h.a. særmøter.

Benytter man mail må denne utformes strengt etter PA-boka. Gjelder problemet to rådgivere i mellom legges PGL som kopi. Emnefeltet på eposten starter med prosjektnavn, etterfulgt av kort problembeskrivelse. Hver mail skal inneholde helst ett spørsmål, og utformes kort og

punktvis slik at punkt kan strykes etterhvert som de blir oppklart. Særmøter er et alternativ til mail, der man møtes kun for å oppklare det spesielle problemet.

Typiske grensesnitt som krever arbeidsmøter er:

- Konstruksjon, RIB og RIG
- Bærekonstruksjon, ARK og RIB
- Himlingsplan, ARK, RIV og RIE

4.2 Informasjonsprosesser HMS

HMS-arbeid hører hovedsakelig til produksjonsfasen da produksjonsteamet opererer ute i felten der de fleste arbeidsulykkene skjer. Oppfølging av HMS har flere krav til dokumentasjon, og blir derfor en ressurskrevende del av produksjonsfasen.

4.2.1 PSI

I henhold til Byggherreforskriften §17 og Internkontrollforskriften §5 pkt. 2 skal alle arbeidstakere ha tilstrekkelig med kunnskap om HMS-arbeidet på byggeplassen. AL10 forklarer at Skanska løser dette ved å ha en obligatorisk PSI som er en personlig sikkerhetsinstruks eller et kurs som holdes i form av PowerPoint-presentasjon av HMS-ansvarlig. Infoen på lysbildene er skrevet på norsk, men fremføringen holdes på norsk eller engelsk avhengig av kursdeltakernes nasjonalitet. Her informeres det først prosjektspesifikk informasjon om følgende:

- Prosjektnavn
- Organisasjonskart
- Møteplan
- Byggherre, og frister for overlevering
- Prosjektets HMS-mål
- Riggplan og regler for byggeplassen

Videre gjennomgås mer generell opplæring av følgende:

- Hvilke krav som gjelder iht. miljø, kjemikalier, rus og PVU
- Beredskapsplan ved ulykker
- Tilrettelagt arbeid, RUH og SJA

- Lover og regler iht. arbeid i høyden, bruk av stillas, bruk av fallsikring, bruk av lift, bruk personkorg i kran, bruk av trapper og bukker, løfteoperasjoner, lossing og lasting, bruk av sperrebånd, bruk av maskiner og utstyr.

I slutten av presentasjonen beskrives egenerklærings skjemaet for PSI, som alle arbeidstakere må fylle ut og signere. Videre informeres det om konsekvensene for brudd på reglene og hva Skanska forventer.

HMS-koordinator sier han er frustrert over opplegget. Det er i mange tilfeller man kunne tenkt seg å vie ekstra tid på de aller ferskeste. PSI-opplegget er en grei oppfrisking om HMS til de rutinerne fagarbeiderne. Men for en 18 åring som er helt fersk er kurset for snevert.

4.2.2 RUH

Et godt system for innlevering av RUH gjør at byggeledelsen får informasjon om ting som potensielt kan være farlige på anlegget, og kan gjøre tiltak for å korrigere dette, samt tiltak for at det ikke skjer igjen. Flere bedrifter ønsker så mange slike rapporter som mulig, da dette gir et bilde på hvor bedriften kan gjøre endringer for å gjøre arbeidshverdagen enda tryggere. Skanska har stort fokus på HMS, og forventer ca. en RUH per million av kontraktsummen. Kravene til RUH settes av BH. På prosjektet IOKS er kravene som følger:

1. Uønskede hendelser og tilstander skal behandles slik at:
 - Hendelsen eller tilstanden rettes opp.
 - Konsekvensene av hendelsen eller tilstanden minimaliseres.
 - Årsakene til hendelsen eller tilstanden finnes, om mulig.
 - Tiltak iverksettes om mulig for å forebygge at tilsvarende hendelser eller tilstander oppstår igjen.
 - Effekten av iverksatte tiltak bekreftes.
2. Uønskede hendelser og tilstander skal dokumenteres og registreres, slik at:
 - Behandlingen av dem kan følges opp.
 - Erfaringen kan benyttes i prosjektets løpende forbedringsarbeid.
3. Hendelsesrapporten skal inneholde følgende elementer:
 - Dato avdekket.

- Sted.
- Beskrivelse av hendelsen/ tilstanden.
- Identifikasjon av det/de krav/mål som hendelsen/ tilstanden ikke oppfyller.
- Identifikasjon av den/ de som antas å være ansvarlig for hendelsen/ tilstanden.
- Eventuelle iverksatte strakstiltak.

Skanska har en standardisert RUH som en ensides papir-rapport i A6 format som vist i Figur 15. Disse bestilles i blokker, og leveres ut på PSI og fra anleggskontoret etter behov. AL10 forklarer at prosessen er som følger:

1. Observatør av uønsket hendelse iverksetter strakstiltak.
2. Observatør fyller ut RUH
3. Observatør leveres rapporten til overordnede eller bas.
4. Bas leverer rapport på anleggskontoret til HMS-ansvarlig.
5. HMS-ansvarlig fyller inn tiltak mot gjentakelse og melder fra til ansvarlig firma v.h.a. mail.
6. Ansvarlig firma bekrefter tiltak til HMS-ansvarlig v.h.a. mail.
7. HMS-ansvarlig registrerer og lukker RUH på Synergi.
8. HMS-ansvarlig arkiverer RUH i perm, og på Projectplace.

SKANSKA

Rapport om uønsket hendelse og farlig forhold

Prosjekt / Avdeling:

Dato / Kl:

Beskrivelse av hendelsen/forholdet:

Involvert Firma (navn/org.nr):

Årsak:

Strakstiltak iverksatt:

Forslag til tiltak for å hindre gjentakelse:

Meldingen leveres din overordnede

Dato: Innmeldt av Firma/Evt. navn:

BRY DEG - IKKE GÅ FORBI

Figur 15 - RUH

4.2.3 SJA

Hvis spesielle arbeidsoperasjoner med stor risiko skal skje på byggeplassen skal man gjennomføre en SJA. SJA står for sikker jobb analyse, og er en gjennomgang av arbeidsoperasjonen for å identifisere potensielle farer før de skjer. Man lister opp potensielle farer og gjør tiltak mot disse farene. Dette dokumenteres med en kort rapport som skal overleveres HMS-koordinator på prosjektet.

4.2.4 Vernerunde

Vernerunder utføres annenhver uke og ledes av HMS-koordinator. Hver runde har sitt tema. Temaene kan være rydding, strøm, grøfteskrånninger, arbeid i høyden eller annet. Runden starter med et møte der de siste RUH-er går gjennom. Her deltar alle verneombudene for alle UE på anlegget. Når møtet er ferdig, starter runden. Det går på rundgang hvem som skal være med på runden. På runden benyttes BIM360 Field for å notere avvik. Etter at runden er fullført, gir HMS-koordinator en karakter på runden. Rapporten henges opp på lumpen og legges inn på prosjektplassen. Avvikene følges opp som andre avvik. De blir ofte utbedret av riggansvarlig, og deretter lukket.

4.2.5 Sikkerhetsuka

Skanska har noe de kaller for Sikkerhetsuke som gjennomføres hvert år. Dette er en uke med spesielt fokus på HMS. Uka starter med et foredrag av HMS-koordinator, som presenterer temaet for årets sikkerhetsuke. Hver dag får alle på prosjektet en oppgave som skal utføres i henhold til temaet. I løpet av uken har man et eller to foredrag innenfor temaet. På slutten av uka oppsummeres oppgaven og det serveres kake og kaffe.

4.3 Informasjonsprosesser produksjon

Formålet til produksjonsteamet er å fysisk produsere bygningen i henhold til arbeidstegninger og kontrakt. Av arbeid som er knyttet direkte mot produksjonen er oppfølging av bestillinger, koordinering og kvalitetskontroller sentrale. Det er også i denne fasen de største kostnadene påløper, slik at mye ressurser brukes for oppfølging av fremdrift og økonomi.

Produksjonsfasen er den fasen som krever mest informasjon fra tidligere faser. Hele denne fasene skal også produsere og dokumentere informasjon til senere bruk. Informasjonen deles hovedsakelig i møter, på prosjektplassen, og på mail og telefon.

4.3.1 Møter

I produksjonen er det stort behov for kommunikasjon, også her foregår den stort sett i møter. Følgende møter er sentrale i fasen:

- Oppstartsmøte
- Byggemøter
- Fremdriftsmøte /6-ukersmøter
- Basmøter /3-ukersmøte
- Lagsmøte /Mandagsmøter
- Byggherremøter
- Brukermøte

For beskrivelse av møter og rutiner rundt møtereferat, se 4.1.10 Møter.

I følge PI06 kjøres oppstartsmøte en par uker etter at anleggsarbeidet har startet. Dette for at aktørene skal ha satt seg litt inn i prosjektet først. PL kaller inn, og tilbudsteamet går gjennom hele tilbudsfasen, om hva som er tenkt, hvorfor postene er som de er, forutsetninger o.l. De kan forklare hvilke poster som det er planlagt å tjene penger på, og hvilke som er regnet lavt slik at man må være oppmerksom. Det er ofte slik at noen kostnader går over sin post på kalkylen, mens andre holder man under.

Byggemøter kjøres ifølge AL11 hver fjortende dag. Disse kalles inn og ledes av AL, der det gjennomgås HMS, KS og generell fremdrift. Her er oppdragslederne til alle UE invitert. Noen firma kjører også byggemøter kombinert med byggherremøter. I følge AL11 er dette en ugunstig løsning, da fokuset på disse to møtene bør være forskjellige. Byggherremøtene går mye på økonomi, noe som UE ikke har noe med.

Forsker deltok på et byggemøte 15.03.2016 for observasjon. Ved ca. 4 anledninger ble det diskutert tema som var viktig for alle som deltok på møte. 2 av UE stilte krav til Skanska i.h.t. fremdrift for sitt eget arbeide. Det oppstod minst 1 situasjon der UE seg imellom diskuterte løsninger for sitt samarbeid og fremdrift.

Dette møte startet med gjennomgang av HMS. HMS-koordinator starter med fortelle om ulykker som har skjedd i Skanska Norge. Under hele monologen er han tydelig seriøs og formell, og overfører informasjonen med en sterk holdning til temaet.

Fremdriftsmøte er med samme deltakerne som byggemøtene, og avholdes derfor vanligvis på samme dag i hver sin uke. For prosjektet IOKS er det byggemøter i oddetallsukene og fremdriftsmøte i partallsukene. Formålet med fremdriftsmøte er å utarbeide en 6-ukersplan. Basmøter er et koordineringsmøte mellom baser og AL. Disse holdes ukentlig, der 3 ukersplanen blir gått gjennom.

Byggherremøtene og brukermøtene er hver 14. dag. Disse møtene skiller seg noe fra de andre, da de retter seg mot kunden. Formålet med møtene er å informere å holde god dialog gjennom prosessen. Byggherremøter kjøres av PL og består i stor grad av endrings-avklaringer og økonomi.

Bruker møte er for å informere og være i dialog med brukere. AL informerer hva som skal utføres av arbeider på anlegget og hva dette medfører av støy, støv, lukt og liknende. Skal det skje en omrigging i perioden, og hva medfører dette av gangsoner og annen tilkomst, er også naturlig å informere om på et brukermøte. I prosjekter som bygges i flere byggetrinn med flere overleveringer er det større behov

for dialog. Her må man samarbeide om nøkler og tilkomst, lagring og reklamasjonsarbeid parallelt med andre byggetrinn.

4.3.2 Planer

I Skanska benyttes følgende fire plannivåer:

- Hovedfremdriftsplan
- Produksjonsplan
- 6-ukersplan
- 3-ukersplan

Hovedfremdriftsplanen lages i prosjektets tidlige fase, og må følges for å komme i mål til kontraktfestet tid. Det blir allikevel gjort korreksjoner som man ser har en hensikt for produksjonen. Dette kan være å forsere noe for å forenkle andre prosesser. Korreksjonene utføres av PL i samråd med AL.

Produksjonsplanen lages i forkant av hvert byggetrinn. Dette er en mer detaljert utgave av hovedfremdriftsplanen. Denne lages ved hjelp av bakoverplanlegging der OL for alle UE deltar aktivt.

6- og 3-ukersplanene er mer detaljerte versjoner av produksjonsplanen. 6-ukersplanen lages av AL på fremdriftsmøtene. Her ser man på vinduet fra dagens dato og 6 uker frem i tid med den hensikt å få god oversikt over hva som må bestilles og gjøres klart til produksjon i ukene som kommer. Denne etterarbeides av AL og sendes produksjonsledere og oppdragsledere for underlag til videre detaljering.

Detaljeringen av 6-ukersplanen blir gjort av produksjonsledere og oppdragsledere for hvert enkelt fag i en 3-ukersplan. Denne sendes tilbake til AL for kontroll, og videre planlegging. 3-ukersplanen er som navnet tilsier en mer detaljert plan for hva som skal gjøres de tre førstkomende ukene.

For videre detaljering er det ingen kontroll opp mot AL, eller dokumentasjon som kreves av Skanska. Tømmerne er vanligvis egenproduksjon for Skanska, og løser dette praktisk ved å avholde

mandagsmøter der produksjonsleder og bas går igjennom hva som er målet for uken.

4.3.3 Bestillinger

Før den fysiske produksjonen foregår, trenger man riktige materialer til riktig tid. Egenproduksjonen planlegges og styres av produksjonsleder og bas, og utføres av bas og fagarbeidere på anlegget. Det er produksjonsleder som utfører bestillingene.

Skal man f.eks. sette inn vinduer, trenger produksjonslederen informasjon om disse. Hvilken størrelse, farge, energikrav, beslag osv. står beskrevet i dør og vindusskjema som produseres av ARK. ARK legger dette på Projectplace, og produksjonslederen henter skjemaet der etter behov. Er det uklarheter i skjemaet, sender produksjonsleder mail og ringer direkte til ARK.

4.3.4 Koordinering rigg

AL i samråd med andre produksjonsledere planlegger logistikk og sikkerhet på anlegget i en riggplan. Denne riggplanen oppdateres etter behov. Ny riggplan leveres ut i papirtegninger til riggansvarlig, gjerne etterfulgt av en kort muntlig forklaring med noe kontekstuell informasjon. Riggansvarlig rigger om anlegget i henhold til ny riggplan, slik at videre arbeid kan foregå trygt og effektivt.

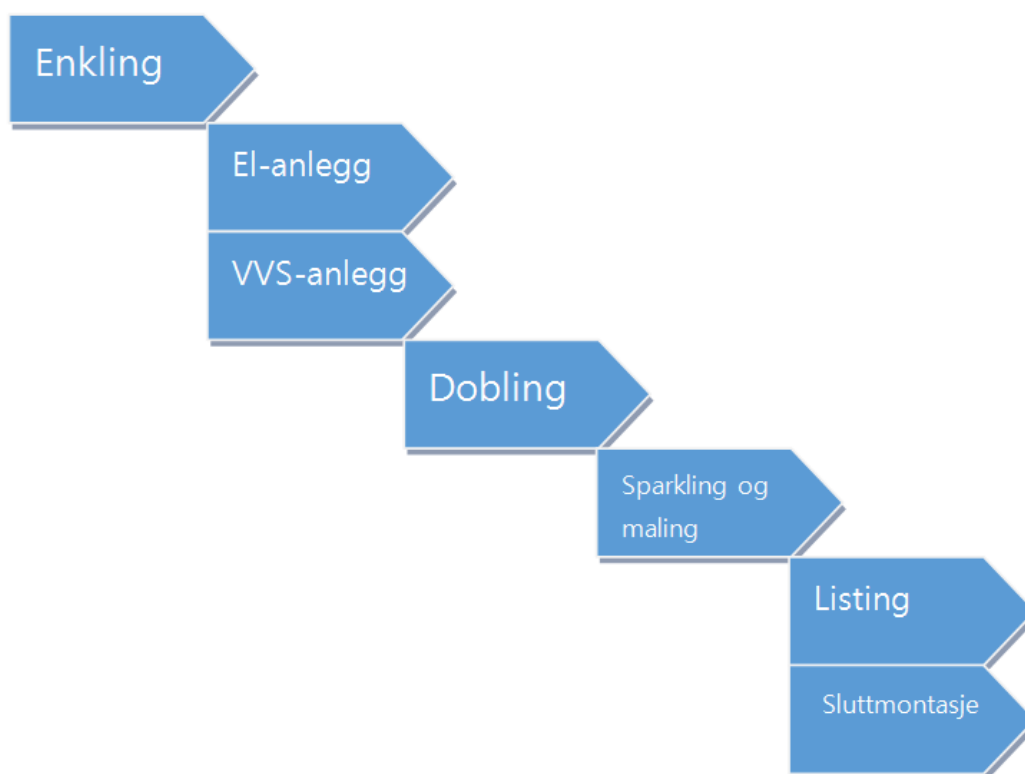
Fortsetter man med eksemplet om vinduene, ankommer disse etterhvert anlegget. Disse må lagres til de skal monteres. Riggansvarlig finner derfor et sted på anlegget som er avsatt til lager. Han må selv ta en antagelse om når disse skal monteres, angående hvor lett tilgjengelig disse skal lagres. Er det trangt, slik at denne informasjonen er kritisk må riggansvarlig ta kontakt med bas eller produksjonslederen på telefon. UE mottar denne informasjonen gjennom sin oppdragsleder som deltar på byggemøtene.

4.3.5 Koordinering og produksjon

I likhet med prosjekteringsfasen finnes det mange tverrfaglige avhengigheter eller faglige grensesnitt også i produksjonen. Dette behandles med god planlegging og informasjonsdeling.

Et praktisk eksempel for faglige grensesnitt er innervegger med teknisk anlegg. Tømrerne deler dette arbeidet i to deler; enkling og dobling. Der enklingen består av reisverket med en platekledd side. De avslutter vanligvis slik for at rørleggerne og elektrikerne kan legge sine rørføringer skjult i veggen. Når de er ferdige kan tømreren doble, før maleren tar over med gipshjørner, sparkling og maling. Når alt er på plass kommer tømreren til slutt inn med detaljearbeid som faging og listing, og de tekniske fag tar sluttmontering.

Dette kan kategoriseres som faglig grensesnitt, og må utføres i det tidsrommet arbeidet er planlagt for å ikke forsinke de andre aktørene. Denne detaljplanleggingen er forholdsvis standardisert, men små korreksjoner kan gjøres i bassmøtene. Se Figur 16.



Figur 16 - Faglige grensesnitt

Tømrerne utfører dette i henhold til ukesplan eller 3-ukersplan. Hva som skal inn i veggen går som regel av vane. Tømrer 3 og Tømrer4 sier at det er lite kontekstuell informasjon til arbeidsoppgavene ut over tegningene. Man får vite kun det som er nødvendig for å utføre jobben.

De sier selv at de vet hvor mye informasjon som er tilgjengelig på andre nivå, men at de ønsker seg mer informasjon generelt. Dette er alt fra informasjon rundt den enkelte arbeidsoppgaven, til hva som skjer i firmaet et halvt år frem i tid.

Tømrerne får tegningene utlevert fra bas, som igjen får tegningene av produksjonsleder. I noen tilfeller er ikke disse tilstrekkelige. 03.03.16 kom Tømrer5 inn på kontoret for å skrive ut en tegning i en større målestokk. Tømrer5 er litt nærsynt, og trengte derfor en mer oppblåst tegning for å se alle detaljene.

4.3.6 Avviksoppfølging

Hensikten med kvalitetsarbeid er å sikre at sluttproduktet får den kvaliteten som er avtalt. Mange avvik kommer utilsiktet i grensesnitt. Disse må først og fremst utbedres, og for totalentreprenørens interesse bør man finne en økonomisk ansvarlig for avviket.

AL10 forteller at i enkelte sjakter foregår kontrollen som et skjema som henger inni sjakta. Når alle har kvittert faget sitt som ferdig, er sjakta klar til lukking.

4.3.7 Befaringer

Av mer rutinerte avvikskontroller går det befaringer på anlegget for det formålet å finne avvik. Skanska bruker følgende befaringer:

- Overlevering fag
- Dokumentasjon
- Kontroll av utførelse
- Entreprenørbefaring 1
- Entreprenørbefaring 2
- Entreprenørbefaring 3
- Ferdigbefaring

Etter filosofien om trimmet bygging skal områdene kontrolleres og overleveres rigid mellom hvert fag. I praksis blir det en forenklet kontroll, uten dokumentasjon mellom fagene hvis det ikke er tydelig store mangler. I disse tilfellene tar man en "overlevering fag befaring". Et vanlig eksempel på dette, er overlevering mellom tømrer og maler.

Hvis flere gipsskruer stikker ut, skaper dette problemet for maleren som skal sparkle. Da noterer man avvik eller punkt på skruene.

Noen kontroller er pålagt, som fuktmålinger i veggene før dubling utføres. Trykktesting er også vanlige kontroller som utføres tidlig for å kunne gjøre tiltak hvis ikke alt er som det skal. Disse er lagres forskjellig, men er i utgangspunktet av samme type da de har hensikten å dokumentere at ting er som forventet.

4.3.8 Lønningssystem

I likhet med at TE mottar betaling for utført arbeid i henhold til kontrakt av BH, skal TE lønne sine ansatte etter arbeidskontrakt. Hvordan lønn beregnes er forskjellig for funksjonærer og fagarbeidere.

Funksjonærer har fastlønn, og mottar derfor en fast sum hver måned. Fagarbeidere arbeider etter timelønn og akkord. Timene føres av den ansatte selv og akkorden måles opp og beregnes etter avtale med produksjonslederen.

Utbetalingen for skjer månedsvis som direkte timesats eller et forskudd på akkord. Forskudd på akkord er en avtalt timesats som tas av en akkordpot for et aktuelt område. Er det penger igjen i potten etter at målingen er utført, skal denne fordeles til fagarbeiderne ut fra utførte arbeidstimer på området. Arbeidstimene er derfor sentrale for både timelønn og akkordlønn. AL10 forteller at prosessen med føring av timer er som følger:

- Fagarbeiderne fører timer i timelister på papir og leverer til bas.
- Bas kontrollerer timelistene, og leverer det videre til produksjonslederen
- Produksjonslederen kontrollerer timelistene, og overfører verdiene for hver ansatt på en elektronisk lønningsliste som senere sendes over til lønningskontor på mail. Er det sykmeldinger eller andre spesielle forhold, skal dette sendes som brev i originalformat.

4.3.9 Utbetaling

Byggeplasser i dag, har stor andel innleid arbeidskraft. TE overfører en del av risikoen til UE, og har derfor større forutsigbarhet på kostnad og tid. UE har levert et anbud der gitte poster er kalkulert. Når disse skal utbetales fremkommer av kontrakt.

Hver post har sitt postnummer. Dette postnummeret finner man igjen i Skanskas kalkyle. Her er det maksimale som kan brukes for hver post. Når UE er ferdig med arbeide innenfor en post, faktureres denne. Alle poster fordeles mellom produksjonsledere og anleggslederen på anlegget. Ansvarlig for posten kontrollerer at arbeidet er utført og betaler fakturaen.

AL10 forklarer at fakturaen sendes av UE til faktura@skanska.no. Fakturaavdelingen legger deretter inn fakturaen på Invoice som er et fakturaprogram Skanska bruker. Her får den postansvarlig opp fakturaene sine og trekker beløpet fra korrekt post.

4.4 Resultater fra deltakende observasjon

4.4.1 Sak 1: Hyppige endringer på rørelementer

Saken omhandler at vannlåser og avløp på flere servanter ble byttet flere ganger i produksjonsfasen innenfor en kort tidsperiode. I følge PL08 var bakenforliggende årsak at informasjonen ble hentet fra flere steder.

PL08 har bakgrunn som elektriker, men er nå Prosjektleder for STE, som har totalentreprise på det tekniske anlegget på IOKS. PL08 har tett dialog med både RIV og RIE om utarbeidelsen av tegningene til de tekniske fagene. Tegningene har derfor et bra nivå, der det er lite mangler som må rettes opp før det når produksjonen. Han beskriver videre at tegningene til RIE har mye informasjon om de ulike elementene, og derfor ikke til å misforstå.

F.eks. er et lysarmatur beskrevet med type. RIE13 sier at elektrofacet har betydelig flere komponenter enn VVS, med kun nyanser i forskjell. Mens produktbiblioteket i Magicad er større for VVS enn for elektro. Det er derfor egnet å beskrive typen i en tegning.

Rørtegningene har derimot mye informasjon om bl.a. fall, og det er ikke plass i tegningene for typebeskrivelse. Dette gjør at man må søke slik informasjon et annet sted. Slik informasjon hentes fra beskrivelsen.

PL08 sier at det var flere typer avløp på dette prosjektet. Noen var forkrommet, og noen var i standardutgave. Siden det er prisdifferanse på disse vil det være økonomisk å få til flest mulig av standardutgaven. Denne besparelsen var trukket litt langt i dette tilfelle, slik at noen avløp som skulle være forkrommet ble beskrevet som standardavløp. Dette var en feil på prosjekteringsnivå som skyldtes forsøk på besparelser.

Videre skjedde det en feil på produksjonsnivå. Siden det var få elementer av annen sort enn standardutgaven ble informasjonen i beskrivelsen oversett av UE. Dette skyldtes i hovedsak at informasjonen var hentet flere steder, og at dette ikke var poengtert overfor UE.

4.4.2 Sak 2: Mulig utilsiktet flankelyd

Saken omhandler en mulig utilsiktet flankelyd i hulldekker med påstøp. Det er utført målinger av BH som viser høyere lydgjennomgang i frekvensområdet rundt 500 Hz. RIAku for prosjektet har uttalt at en slik kurve harmonerer godt med flankelyd i et 30-50mm betongdekke. Ut fra gjennomgang av tegninger finnes det flere horisontaldetaljer tegnet av ARK for dette området med lydkrav. Det er ingen vertikaldetaljer for området. Det finnes et snitt som er tegnet av ARK i området. I denne tegningen er det ingen slisse i gulvet. Det finnes også tegninger av gulvstøpeplan for området, også denne er tegnet uten slisse.

RIAku har her levert beskrivelse over hvilke områder som trenger høyere lydkrav. I noen tilfeller leverer RIAku prinsippsskisser til ARK for inntegning i ARK-modellen. Det ble ikke utført her. ARK04 sier at det vil være opp til ARK selv om man føler det nødvendig å etterspørre skisser.

AL02 sier at dette er et resultat av at flere løsninger ble vurdert, og at tegningene ikke ble oppdatert etterhvert. Det ble vurdert å legge løst tregulv i rommene, og avretting i gangen. Av flere årsaker ble det valgt

å avrette hele området. At gulvet skulle slisses er ikke beskrevet noe sted, verken i beskrivelser eller i tegninger. Det ble derfor utført etter tegning. I ettertid kan man si at det er slik som utførende på betong skal forstå dette selv. Men holder man på med betong, er det andre tegninger enn på tømmer, slik at opplysninger om lydkrav ikke nødvendigvis fremkommer av tegningen og minner deg om slikt.

PGL01 sier at det per i dag ikke er noen form for tverrfaglig kontroll av tegningene, som skal utføres av spesialrådgiverne. Det er et kostnadsspørsmål, slik at det neppe vil være aktuelt. Området har vært omdiskutert i prosjekteringen. Det har også blitt sendt en mail med beskrivelse av slissen. Denne mailen har dessverre ikke kommet frem til produksjonslederen for betong i dette tilfelle.

AL10 sier at *"Det som ikke står på tegning, blir ikke utført!"*. Med dette mener han at tegningene må oppdateres slik at de er riktige. Muntlige og skriftlige beskjeder om at ting skal utføres på en annen måte enn slik det er beskrevet gjennom tegning viser det seg gang på gang at ikke får samme oppmerksomhet.

4.4.3 Sak 3: Manglende XML-fil for utomhusarbeid

Saken omhandler manglende underlag i form av en XML- eller terreng-fil for utomhusarbeid. Saken er introdusert og omtalt i kapittel 4.1.6.

Maskinførerne til UE er frustrerte, og mener at dette er noe som er beskrevet som et kriterie i kontrakten. Fra kontrakt og NS8415 er det beskrevet at hovedentreprenør skal levere de tegninger, beskrivelser og beregninger som er nødvendige og egnet som grunnlag for utførelsen av kontraktarbeidet. Altså er ikke typen informasjonsgrunnlag definert nøyaktig.

LARK er underlagt Skanska på prosjektet IOKS, og det ble derfor enighet om at UE kan bestille KOF-filer med stikningsdata for de mest kritiske punktene på Skanska sin regning forteller AL02. At dette ikke er beskrevet som kriterie i kontrakten er noe PGL03 bekrefter. Det ble hentet ut stikningsdata for alle kummer, samt kantsteiner rundt veier og parkerings-plasser. Maskinfører¹ mener at også dette er utrangert

teknologi. Det er i mange tilfeller utilstrekkelig med punkter. Og når teknologien finnes og er installert på maskinen er det frustrerende at det ikke utnyttes.

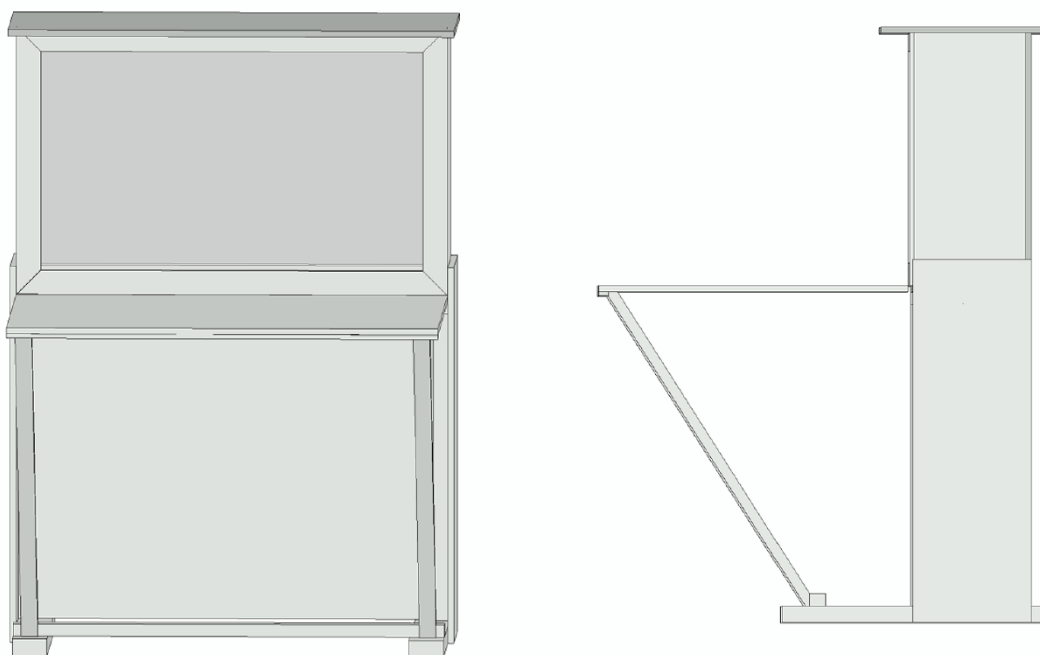
AL02 sier at avtalen med den aktuelle UE sin prosjektansvarlig er klar; hvis de mener de mangler noe, så må dette bestilles hos Skanska. Det er derimot ikke aktuelt å lage en terrengfil for prosjektet.

Skanska benytter Euref89 NTM som standard koordinatsystem. Alle tegninger og modeller har derfor dette som standard. Gravemaskinens system bruker Euref89 UTM. Disse er like i planet, men har en høydedifferanse på 14 cm. Dette har ført til mye ekstraarbeid for maskinførerne, som har endret ett og ett punkt i gravemaskinen. Dette har også vært unngått med en terrengmodell, da hele modellen justeres i henhold til annet referansesystem. AL02 sier at antagelig er IOKS det siste prosjektet uten full terrengmodell. Dette avhenger selvsagt på omfanget av arealet som skal behandles.

4.4.4 Hendelse 1: Feil på BIM-kiosk

Den 19.02.2016 ble det utført en befaring på prosjektet Staup, der det er montert en BIM-kiosk. Dette er den første BIM-kiosken for Skanska-prosjekter i Nord-Trøndelag. Hendelsen omhandler at det dukket opp flere feil og tegn på lite bruk av kiosken. Arbeidet på byggeplassen besto av enkling av innervegg, tekniske fag og maling i forskjellige områder inne i bygget. Det var ingen som ønsket å bruke kiosken i perioden befaringen pågikk.

BIM-kiosken sto montert sentralt i bygningen. Den består av en høy kasse der en tv på 50" brukes som skjerm. Foran skjermen er det montert et stort bord der tastatur og mus ligger. Hele konstruksjonen er så høy, at det er egnet å stå når man jobber med den. Den er også tilstrekkelig bred slik at 4-5 stk. kan se skjermen samtidig. Dette er en såkalt 1. Generasjon BIM-kiosk som er oppbygd etter beskrivelse fra Hanna og Simensen (2015). Se figur. Totalkostnaden for en slik BIM-kiosk er etter deres beregninger 10 733 kroner (Hanna og Simensen, 2015).



Figur 17 - BIM-kiosk (Hanna og Simensen, 2015)

PI06 beskrev teknologien som benyttes. Det er i utgangspunktet bare en datamaskin med tv-skjerm som er tilkoblet internett. Nettsider som Projectplace er tilgjengelig, mens andre sider er sperret. Dropbox benyttes for å daglig synkronisere modellen, slik at den til enhver tid er oppdatert. Modellen åpnes som vanlig i Solibri, og PDF-tegninger åpnes i Acrobat Reader.

Under demonstrasjonen ble først modellen vist frem. Dette fungerte greit. Videre ble Projectplace tatt frem. Denne var ikke tilkoblet noen bruker. Etter innlogging viste det seg at det var problemer med å laste ned tegninger, dette ble endret. Det ble lastet ned en PDF. Når denne skulle åpnes var det ikke tilegnet noe program for filtypen. Her ble det lagt inn den versjonen av Acrobat Reader som lå på maskinen. Denne viste seg å være på et ukjent østeuropeisk språk. En ny versjon med norsk språk ble lagt inn. Etter dette fungerte det meste av funksjoner greit.

PL08 mener at han selv mangler kompetanse på bruk av modellen, men han legger til at bruk av BIM-kiosk har han veldig god tro på. Det er mange spesielle områder som kan visualiseres bedre med en modell mener RIB09. PGL03 sier at modellen er unik for å visualisere løsninger, noe som gjør det lettere å forstå tegningene.

4.4.5 Hendelse 2: Erkjennelse av skade (Tømrer/Flislegger)

Den 04.04.2016 ble det utført en observasjon av tømernes arbeidsmetode på prosjektet IOKS. Hendelsen omhandler at en tømrer erkjente skade på flisarbeid.

Arbeidet på byggeplassen besto av gulvsliping, platekledning, himling, flislegging, maling, rekkverksmontasje og tekniske fag. På grunn av gulvsliping var det nødvendig å rigge om fra et område til et annet. Dette førte til mye koordinering og gangtrafikk.

Tømrerne og øvrige fagarbeidere har lunsj på forskjellige tider for å unngå unødvendige arealforbruk av spiserom. Hendelsen fant sted mens flisleggeren hadde lunsj. På et område som var sperret på 3 sider.

Tømrer3 trakk på 4-6 fliser som ble trykket ned, samt forskjøvet i planet. Flisene ble justert at de lå rett i planet. Når Flislegger1 var tilbake fra lunsj ble det gitt beskjed med en gang. Tømrer3 påviste hvilke fliser som var flyttet på, og Flislegger1 takket for informasjonen. Hele hendelsen varte noen sekunder, og begge parter hadde godt humør.

4.4.6 Hendelse 3: Manglende inngrep (Tømrer/Montør)

Hendelsen omhandler at to tømreere unnlot å informere montør om nye riggforhold. Hendelsen fant sted samme dag og i samme område som Hendelse 2. Montør1 som hendelsen omhandler har ikke norsk som morsmål, men snakket godt norsk. Begge tømreerne hadde norsk som morsmål.

I forbindelse med gulvsliping ble $\frac{2}{3}$ av gulvet ryddet slik at området kunne slipes. Tømreerne hadde mest utstyr i området, og var nødt til å komprimere lagringsområdet sitt. De var godt i gang med flyttingen når Montør1 skulle starte sitt arbeide. Montørens arbeidsart var å rigge seg klar til oppstart av montering, samt innbæring av rekkverksdeler og verktøy. I en samtale mellom Tømrer1 og Tømrer2 ble det påpekt at Montør1 ikke hadde fått med seg at område skulle ryddes.

Arbeidet i området var forholdsvis stille, og ingen av partene brukte hørselsvern. Informasjonen ble ikke delt videre.

Forsker tok kontakt med Montør1 og ba ham om å finne et sted utenfor gulvslipernes område for lagring av utstyr. Montør1 fikk omsider lastet sitt utstyr på en palle, for så å flytte det med jekketralle. Det nye området var utenfor gulvslipernes område, men innenfor et område en av tømmerne tenkte å jobbe. Denne gangen ga Tømmer1 beskjed om at han måtte finne en annet sted. Sammen ble de enige om et område som kunne brukes til lagring.

4.5 Digitale informasjonssystemer

4.5.1 Projectplace

Skanska benytter seg av prosjekthotellet Projectplace eller Prosjektlassen som brukes i dagligtalen av funksjonærene. Et prosjekthotell er en skytjeneste der alle tegningene og dokumentene for et prosjekt ligger tilgjengelig for prosjektdeltakerne og andre interessenter i skyen. Det har til formål å forenkle informasjonsdeling på tvers av aktørene, og på tvers av fasene i prosjektet. Her kan man laste opp filer, som andre aktører kan laste ned. Tilgang til de ulike filene kan begrenses ut fra hvilken rolle man har i prosjektet.

Prosjektlassen har noen enkle tilleggsfunksjoner, som for eksempel versjonskontroll av filer og diskusjonsforum. Fra undersøkelse viser det seg at versjonskontrollen ikke er konsekvent, men viser for lav revisjon på noen få tegninger. Diskusjonsforumet blir også lite brukt.

Prosjektlassen har en integrert Kanbantavle. En Kanbantavle visualiserer hver enkelt arbeidsoppgave i prosjektet som en oppgavelapp. Tavlen har tre kolonner, der lappen plasseres ut fra status. De tre kolonnene er; Planlagt, Arbeider med, og Ferdig. Lappene kan knyttes til en ansvarlig og man kan sette frister for utførelse. (Projectplace, 2015a) Kanbantavler brukes ikke i av Skanska per i dag.

Prosjektlassen har et integrert framdriftsplanverktøy. Framdriftsplanen kan kobles opp mot Kanbantavlen. Arbeidsoppgaver som er rapporteres som ferdig oppdaterer automatisk i framdriftsplanen, slik at den utført arbeid blir visualisert (Projectplace, 2015b).

Det er mulig å laste opp en ferdig fremdriftsplan som er laget i MS Project, men det er ikke mulig å dele opp denne i flere detaljnivåer som 6-ukersplaner og 3-ukersplaner. Det er derimot mulig å eksportere deler av planen til MS Excel. Fremdriftsplanverktøyet på Prosjektlassen brukes ikke av Skanska.

4.5.2 Solibri Model Checker

Solibri er i utgangspunktet ikke et informasjonssystem. Det benyttes hovedsakelig under prosjekteringen for å kvalitetssikre modellene. Det brukes også delvis i produksjonen til visualisering av løsninger og uttak av mengder.

Når Solibri brukes på en BIM-kiosk ute på byggeplassen og modellen oppdateres kontinuerlig, kan man nærmest kalle enheten for et informasjonssystem. Fagarbeiderne kan selv løse sine problemer med ved å se i modellen

4.5.3 BIM360 Field

BIM 360 Field er et styringsverktøy som kombinerer mobil teknologi med en skytjeneste for å dele informasjon om punkter. Har man en mobil eller et nettbrett, har man tilgang til den informasjonen man trenger ute på byggeplassen, som for eksempel tegninger, beskrivelser og 3D-modeller. Videre kan aktørene selv dele informasjon seg imellom. Dette gjøres ved å legge inn informasjon direkte med en mobil enhet. Informasjonen kan deretter sorteres på fag eller områder slik at de som har behov for informasjonen har den lett tilgjengelig. (Autodesk, 2015).

BIM 360 Field kan benyttes til kvalitetssikring av arbeidet på byggeplassen. Dette er hovedformålet til programvaren for Skanskas bruk. Dersom det oppdages avvik, kan man legge inn informasjon om dette. Lokalisering, status, beskrivelse og bilder legges direkte inn i et avviksbibliotek. Alle aktørene på byggeplassen har tilgang til dette biblioteket, og kan raskt og enkelt finne ut hva og hvor problemet er (BIM360, 2015). Ansvarlig for utbedringen, får beskjed på mail og ser hvor avviket er lokalisert. Frist for utbedring legges også inn. Ansvarlig kan deretter utbedre og lukke avviket direkte på en mobil enhet. All

nødvendig informasjon skal være tilgjengelig. Prosjektledelsen kan følge opp statusen på avviket, og blir varslet via programmet når avviket utbedres og lukkes av den ansvarlige.

Programmet kan benyttes til å gjennomføre vernerunder og andre typer befaringer. Prosessen fungerer på samme måte som kvalitetssikring. Her kan punktene legges i en egen kategori som kalles "Safety work".

Fra samtale med Tømrer3 som er bas, ble det påpekt at han må lagre mye i hukommelsen i løpet av en dag. Han kan gå forbi et område der han ser noe som må utbedres. Han savner et sted å lagre denne informasjonen på. Baser hos Skanska har delvis fått en egen iPad med BIM 360 Field installert. Dette var ikke tilfelle med denne basen. BIM 360 Field er også mulig å installere på vanlige mobiler, noe som gjør at alle prosjektdeltakerne kan registrere punkter.

4.5.4 Outlook

Samtlige av intervjuobjektene benytter seg av epost. Å sende post via internett, var noe som ble lansert tidlig på 90-tallet, og det ble raskt vanlig for både bedrifter og privatpersoner (SNL, 2015). I dag er det derfor svært uvanlig hvis noen ikke kan nås via epost. Datamengden er lav, det går raskt, og det er gratis. Alle disse egenskapene gjør epost egnet som en standard kommunikasjonskanal i byggeprosjekter. Her vil det være nødvendig å kommunisere med et mangfold av aktører i ulike bransjer, samt naboer, brukere og eiere av prosjektet.

Skanska bruker epost-programmet Outlook. Dette lar deg organisere eposter i mapper, man kan søke, og man kan sortere. Et slikt program er avgjørende for effektiv bruk av epost. Videre har Skanska et omfattende regelverk for prosjektadministrasjon. PA-boka er delvis omtalt i 4.1.7 Administrative rutiner. I forbindelse med epost-korrespondanse kreves det at emnefeltet til eposten skal starte med prosjektnavnet. Dette åpner for automatisert sortering av epost, der man har egne mapper for hvert prosjekt.

I Outlook er det også en kalenderfunksjon. Denne blir brukt av ARK04, ARK05, RIB07 og RIB09, og bland Skanska-ansatte. Denne kan eksporteres slik at den fungerer sømløst over flere enheter. Her kan man legge inn varsling. Er det et arrangement kan man invitere andre, og få tilbakemelding på om de deltar eller ikke.

5 DISKUSJON

I dette kapitlet skal det helhetlige resultatet av forskningen diskuteres og sammenliknes med bakgrunnsteorien. Ut fra dette kan man se det større bilde av temaet til besvarelsen av forskningsspørsmålene.

Videre skal utsagn fra intervju om framtidsscenarioer presenteres. Disse kan videre diskuteres mot den helhetlige vurderingen av resultatene.

5.1 Felles informasjonssystem

Resultatet fra Fagerjord (2015) sin forskning viste at de digitale systemene til Skanska må forbedres gjennom å gjøre de enklere og mer oversiktlige. Min forskning bekrefter i stor grad Fagerjords konklusjon. Flere av intervjuobjektene som er fast ansatt hos Skanska, påpeker at informasjonen hentes fra flere systemer.

Det er i denne rapporten studert to saker med byggefeil på grunn av at informasjonen hentes fra flere steder. Fra Sak 1 fikk det følger for en rørlegger som monterte flere avløp i feil kvalitet. Fra Sak 2 ble det nødvendig med en større ombygging for å oppnå kontraktfestede lydkrav.

Det er derfor klart at dette gjør arbeidsprosessen usystematisk og rotete. Det er derfor et ønske om et felles system, der informasjonen er samlet. Er det flere programmer med tilnærmet samme formål, kunne det vært ønskelig at disse fungerer interaktivt.

Det foreslås derfor å samle følgende systemer til et system, eller eventuelt gjøre tiltak slik at disse kan virke mer interaktivt:

- Ansvarlig nett-ID for elektronisk signering
- Prosjektdagbok / Newsfeed
- Prosjekthotell
- Fremdriftsplaner og kalender
- Sjekklistor / Kvalitetsarbeid
- RUH / Sikkerhetsarbeid

5.1.1 Facebook, et vellykket informasjonssystem?

På mange måter kan man si at Facebook er et vellykket sosialt nettverk. Hvis man ser på Facebook som et sosialt informasjonssystem kan man trekke mange paralleller til hvordan et vellykket informasjonssystem skal fungere:

- Det er intuitivt og enkelt å bruke
- Det er sømløst på alle plattformer
- Den enkelte bruker har en ansvarlig ID
- Kommunikasjon dokumenteres automatisk med sted, dato og klokkeslett
- Det er mulig å gruppere informasjonen til lukkede grupper
- I lukkede grupper blir all aktivitet dokumentert
- Man kan kommentere på gitt informasjon
- Følger man en post, varsles det ved nye kommentarer
- Brukerne kan selv tilpasse hvordan de skal varsles
- Det er tilleggsfunksjoner som arrangementer, kalender og chat
- Tilleggsfunksjonene kan varsle

Facebook er gratis og åpent for privatpersoner, og er derfor et veldig populært nettverk til uformell bruk. Til mer formell bruk har Facebook utviklet en ny plattform som kalles Facebook at work. Denne fungerer på samme vis, bare at denne er lukket til bedriften, og bedriften eier informasjonen som legges inn (Facebook, 2016). I denne rapporten ble det avdekket at håndverkerne følte at informasjon var en mangelvare. Flere hadde ønsker om høyere utnytting av de mobile enhetene som håndverkerne hadde på seg.

Å ta i bruk Facebook at work, medfører å innføre et nytt system. Og dette systemet er heller ikke komplett. Det mangler sentrale funksjoner som prosjekthotell og fremdriftsplaner som vil være nødvendig i byggebransjen.

Det anbefales ikke å ta i bruk Facebook at work. Det anbefales allikevel å se på suksessfaktorene til Facebook som et informasjonssystem, og videre trekke paralleller til hvordan et optimalt informasjonssystem i byggebransjen bør være.

5.1.2 Nett-ID

PGL03 beskriver at han stort sett jobber digitalt. En arbeidsoppgave er allikevel nødvendig i ta via printeren. I mange tilfeller skal dokumenter signeres slik at printing og scanning blir nødvendig.

Som privatperson har det i lengre tid vært mulig å signere elektroniske avtaler v.h.a. BankID og andre liknende signeringstjenester. BankID har høyt sikkerhetsnivå som gjør at både offentlige og bank benytter denne tjenesten. I det offentlige er det definerte sikkerhetsgrader, der BankID har grad 4 som er definert som høy sikkerhet. Et problem med BankID er at den knytter privatpersonen til avtalen. I byggebransjen brukes tradisjonell signering, der privatpersonen signerer med stillingsfullmakt på vegne av det ansvarlige firmaet. Det formelle, hvem som signerer, på vegne av hvem er en løsning som det må være mulig å få til ved hjelp av kontrakter.

I mange tilfeller ønsker man også en mindre formell utgave av godkjenning. I.f.m. møtereferat er det tilstrekkelig å legge ut møtereferatene på prosjektplassen, og deretter starte neste møte med å spørre om forrige referat godkjennes. Er det ingen innvendinger anses referatet som juridisk bindende. Dette er praksis som bekreftes av PGL03 og AL11. Dette fungerer greit ifølge RIB09. Er det noe han er uenig i, så gir han beskjed om dette, slik at referatet revideres. Dette betinger dog nøyaktig føring av referater, der oppmøte dokumenteres.

Både Projectplace og Outlook har funksjoner som gjør at mottaker må huke av eller sende bekreftelse på at informasjonen er mottatt og lest. Dette er en funksjon som ikke benyttes i utstrakt grad i dag.

Det anbefales å kartlegge og beskrive behovet for digital signering. Videre bør det opprettes "sikkerhetsgrader" i likhet med det offentlige, som kan brukes til å beskrive hvilken signering/bekreftelse som kreves i hvert enkelt tilfelle. Til slutt kan man vurdere å ta i bruk tjenester som BankID eller Bypass som godkjente signeringsmetoder.
--

5.1.3 Dagbok

Fagerjord (2015) hadde forslag om å innføre en felles digital prosjektdagbok. Under dette prosjektet ble det ført dagbok i MS OneNote. Den er vedlagt i sin helhet i Vedlegg B - Prosjektdagbok.

Ressursbruken for å ha en komplett dagbok har vært gjennomsnittlig ca. 10 minutter per dag. Den største fordelen med prosjektdagboken er å få kontinuitet i arbeidet. Det som er gjort er beskrevet, og ofte ble det skrevet plan for videre fremdrift med et kort tidsperspektiv. En annen stor fordel er å få alle notater samlet. Møtereferat og andre tanker og planer er lett og organisere slik at det kan brukes senere. Det er ved flere anledninger søkt opp informasjon som har stått i prosjektdagboken. Dette er den store fordelen med programmet. Det er lett å finne tilbake til informasjon gjennom søkefunksjonen.

Den klare ulempen med prosjektdagbok er ressursbruken. Det skal godt gjøres å tjene igjen den tapte tiden i et enmannsprosjekt om å skrive en rapport. Med andre forutsetninger som flere aktører og større økonomiske konsekvenser i spill vil det muligens være lønnsomt. En annen observasjon om programmet OneNote er at det er for lite stilfunksjoner. Det er egnet for å føre notater, men hvis mange skal jobbe i samme dokument er det stor fare for mye rot.

Alle intervjuobjektene ble spurt om de førte dagbok. De fleste påpekte at dette var viktig, men kun fåtallet førte komplett dagbok. Kun PI06 førte dagbok digitalt. ARK05 fører en slags dagbok gjennom sitt timeregistreringssystem, der hun beskriver hva hun gjør, og hvor lang tid det tar. I tillegg har deres tegneprogram funksjoner som gjør det mulig å dokumentere utviklingen av modellen etter tidspunkt. Ut over dette fører hun ikke dagbok. RIB07 har en bok som han bruker på alle prosjekter han deltar på. I denne noterer han personlige notater, som juridisk er tilstrekkelig ved en eventuell tvist påstår han selv.

Å skrive en dagbok har til hensikt å lagre informasjon om en hendelse. Hendelsen lagres også i langtidsminnet, men her kan man ikke stole på at alt blir til evig tid. Det er derfor nødvendig å dokumentere detaljer. Å

digitalisere en dagbok kan ha mange fordeler. Man kan dele den med flere, man kan søke i den, og man kan redigere ved behov.

En dagbok skrives vanligvis i Preteritum, altså i fortid. Det er interessant å tenke på hva en dagbok kan brukes til hvis den skrives i Presens, eller nåtid. Hvis det er slik at samme informasjon legges inn i prosjektet 7 ganger, skal det i alle fall være unødvendig å legge inn en siste versjon kun som dokumentasjon eller logg.

Ved en eventuell felles dagbok er det påpekt fra AL11 at informasjonen må kunne grupperes. Diskusjoner om økonomi er noe som svært få skal ha innsyn i. Altså senderen vil begrense innsyn. I andre tilfeller kan det være mottakeren som ikke ønsker informasjon om et gitt tema. Hvis det f.eks. skal komme betongbil mandag 4. april klokken 13:00, som skal parkere ved akse 4, trenger ikke maleren som skal jobbe i desember inne i akse 1 denne informasjonen. Slik informasjon vil oppleves som mas. Det vil bli mye arbeid med å sile ut informasjon som er nyttig. Det er derfor avgjørende å gruppere informasjon av både senders og mottakers interesse.

Det anbefales å kartlegge behovet for bedre dokumentering av daglige gjøremål. Videre anbefales det å vurdere fordelene med å skrive dagboken i presens som en newsfeed, slik at produksjonen kan dra nytte av den samme informasjonen.

5.1.4 Prosjekthotell

Samtlige av funksjonærer som ble intervjuet hadde god kjennskap til Projectplace og andre tilsvarende projekthotell. Samtlige var også godt fornøyde med dagens bruk av verktøyet. PGL03 forteller at flere andre PGL-er har forsøkt større utnyttelse av programmet, med varierende hell. Projectplace har mange funksjoner som gjør det til et godt utgangspunkt for et felles informasjonssystem. Hver enkelt har sin egen ID og alt blir dokumentert. Skanska har allerede lisenser for programmet, noe som gjør det enkelt og rimelig å bruke det på en annen måte.

Men det finnes også utfordringer. RIB07 poengterer at RIB ofte har mange prosjekter som de arbeider med samtidig. De er derfor avhengige av lik kommunikasjonsmetode for alle sine oppdrag og oppdragsgivere. RIB09 er enige i uttalelsen. De jobber for tiden med Byggeweb på et Skanskaprojekt. Å skifte mellom ulike systemer er uproblematisk så lenge arbeidsmetoden er lik. I dette menes det at alle prosjekter kun bruker prosjekthotellet som lagring, eller at alle bruker prosjekthotellet fullt ut.

PGL03 forklarer at det vil bli et problem med arkiveringen på Projectplace, hvis man skal bruke systemet til kommunikasjon. Dette er et system som Skanska betaler for, og det er derfor bestemt at Projectplace legges ned to år etter at bygget er overlevert. Innen den tid skal FDV være ferdigstilt og oppgjør utført, og all annen dokumentasjon forsvinner. Det er derfor gunstig å kommunisere i et system som er tilgjengelig etter disse to årene har gått. Kommunikasjon foregår derfor på mail, slik at hele mapper med kommunikasjon kan arkiveres i lang tid.

En mulig løsning på dette problemet er å endre bestemmelsene slik at prosjektet lagres på Prosjekt-plassen lengre. En annen løsning er at BH overtar kostnaden med systemet etter 2 år, slik at systemet videreføres som et FDV-system. En tredje løsning er å benytte seg av et annet system. Og som alltid er det et alternativ å beholde status quo.

Fremdriftsplanene til Skanska produseres per i dag i MS Project eller MS Excel. Disse deles som en PDF-fil til de utførende gjennom mail, Projectplace og i møter. I Projectplace er det mulighet til å lage nye fremdriftsplaner eller importere eksisterende planer fra MS Project. Dette brukes ikke av Skanska per i dag. 3-ukersplaner produseres nært produksjonen med et høyt detaljnivå. I Projectplace finnes det Kanban-tavle der hver oppgave kan skrives på en lapp. Denne lappen har en ansvarlig, og en tidsfrist, og er tilknyttet en streng i på hovedfremdriftsplanen. Man kan også eksportere denne lappen i en kalender. Når en lapp er merket utført blir planen automatisk oppdatert. Dette gjør at alle på prosjektet har full oversikt over

produsert i forhold til planlagt. Denne funksjonen brukes ikke av Skanska per i dag.

At disse tilleggsfunksjonene for produksjon og fremdrift ikke brukes kan på mange måter virke absurd når de beskrives slik som det blir gjort her. Men det er mange aspekter ved å innføre en ny arbeidsmetode. Hvor mye arbeid vil det være å bruke disse funksjonene fremfor dagens situasjon er veldig usikkert siden arbeidsmetoden berører mange aktører over en lang tidsperiode. Det er derfor ikke undersøkt i denne studien.

Det anbefales å kjøre casestudie av å bruke fremdriftsplan-funksjonen i Projectplace. I casestudien bør det vurderes å inkludere hele pakken der 3-ukersplaner for egenproduksjonen blir utskiftet med Kanbantavler.

5.2 Epost og kalender

Fra intervjuene kommer det frem at bransjen har sterke motforestillinger til å avskaffe epost som standard kommunikasjonskanal. Det fungerer greit, og man har gode muligheter for arkivering, sortering og søking. Kalenderfunksjonen er også noe som brukes aktivt, og fungerer greit.

Formålet med dette prosjektet er jo å minimere kostnaden av god informasjonsflyt gjennom å digitalisere informasjonsprosesser. Epost har lav kostnad, det er digitalt og har alle fordeler det medfører, og ikke minst er det et etablert system som bransjen er fornøyde med.

Det anbefales å beholde epost som standard kommunikasjonskanal.

5.3 Møter

5.3.1 Fysiske møter

Mye av informasjonen som flyter i prosjektet deles i de fysiske møtene. Dette er en rik kommunikasjonskanal, der man kan overføre mye mer enn bare faktaopplysninger. Kroneksemplet for rik kommunikasjon var da HMS-koordinator på IOKS deltok på et byggemøte og fortalte om

ulykker i Skanska Norge. Til daglig er denne HMS-koordinatoren spøkefull og blidspent type som alle på prosjektet har kjennskap til. Når han inntar rollen som HMS-koordinator i møtene blir han tydelig seriøs, noe som overfører en krystallklar holdninger til temaet. At kanalen har høy rikhet er derfor avgjørende spesielt innenfor HMS-arbeid der holdninger har en stor betydning for resultatet.

For prosjekteringsmøter og byggemøter er det også viktig med en kommunikasjonskanal med høy rikhet. Det viser seg at det er veldig vanlig å skissere og kladde på en felles tegning på bordet. For denne typen møter der man skal løse tverrfaglige problem, er det mest avgjørende at kanalen er synkron.

Det anbefales å beholde dagens praksis med møtevirksomhet i informasjonsprosesser der kanalrikhet og latens har høy betydning.
--

5.3.2 ICE

Rådgiverne viser seg å være stort sett negative til ICE. ARK05 sier at hun kunne gjerne tenkt seg å prøve det ut. ARK04 sier at det fungerer greit slik det er i dag. RIB09 sier at de er avhengige av å diskutere løsninger med hverandre på sitt eget kontor. RIB07 sier at dette kommer til å bli kostbart, da de vanligvis jobber med mange prosjekter samtidig. I slike tilfeller kan det blir det svært kostnadsdrivende å låse seg til et prosjekt en hel dag. Man får derfor ikke til å jobbe effektivt som en RIB. RIB09 sier avslutningsvis at de har også prøvd det med vellykket utfall. På et prosjekt var det kort byggetid, og behov for raske avgjørelser. I slike tilfeller kan man være heldige.

Det er en tydelig fiendtligstilt holdning til ICE. Det anbefales derfor ikke å innføre dette som standard arbeidsmetode for vanlige prosjekter.

5.3.3 Nettmøter og mobile enheter

Å benytte seg av nettmøter er noe som delvis blir brukt i dag hvis enkelte rådgivere ikke har lokal tilstedeværelse. I slike tilfeller brukes Skype og videosamtaler. Noen rådgivere har dedikerte

videokonferanserom, mens andre ønsker helst å møte opp på regionskontoret til Skanska for slike møter. I produksjonen er det stort sett fysiske møter som gjelder.

Det deles ikke skjermbilde i utstrakt grad ved videokonferanser. Men PGL03 sier at dette er noe som kan være interessant å utprøve. PGL03 sier at det er noe som mangler under nettmøter. Så i de tilfellene det er mulig ønsker man fysiske møter. Dette er noe som støttes av RIB09.

ARK04 etterspør mer bruk av enkel teknologi. I mange tilfeller kan det meste oppklares raskt via telefon. Dette blir delvis gjort i dag. Det er delvis et hysteri om at alt skal dokumenteres. Men det må fremdeles være en lav terskel for å ta kontakt v.h.a. raskere kanaler. Er det et kort spørsmål kan dette løses ved en telefonsamtale. Dette kan dokumenteres ved å sende en mail i ettertid.

På prosjektet Staup var det et ønske fra BH å montere webkamera som streamer bilder fra byggeplassen til en nettside som de administrerer. ARK04 sier at dette delvis er hjelpsomt, da man kan inn å se hvor langt de er kommet. Som regel skal prosjekteringen være så langt foran at det ikke har betydning for ARK sitt arbeid. Men også de er nysgjerrige og interessert i resultatet.

ARK04 sier videre at alle håndverkere går med en smarttelefon i lomma. Det må finnes en måte å utnytte disse slik at informasjonsflyten blir bedre.

Nettmøter er ikke per dags dato å foretrekke foran fysiske møter. Det anbefales allikevel å videreutvikle kanalen med skjermdeling, slik at det er lagt til rette for rik kommunikasjon for å følge utviklingen. Det anbefales også å oppfordre til å bruke raske kommunikasjonskanaler for enkle spørsmål og innspill. Det anbefales videre å se på mulighetene for håndverkernes bidrag v.h.a. smarttelefoner.

5.4 Utvidet bruk av BIM

5.4.1 BIM-kiosk

Det ble utført en befarings på BIM-kiosk der det ble avdekket flere feil som vitnet om lite bruk i henhold til Hendelse 1 i Kapittel 4.4.4. I ettertid er denne BIM-kiosken fått mye ros fra forskjellige hold. Blant annet PL08 sier at tekniske fag har hatt god nytte av denne kiosken. Han er derfor ikke i tvil om at dette er teknologi som blir viktig i fremtiden.

Man kan derfor anta at observasjonen ga noe misvisende resultat, noe som kan skje ved enkeltobservasjoner. I dette tilfellet ble det triangulert med samtaler og intervju, slik at saken kan fremstilles fra flere sider. Dette gir igjen et positivt bidrag til utviklingen av teknologien. Hvis en BIM-kiosk skal ha effekt bør den ha følgende suksesskriterier:

- Den skal virke
- Den skal brukes

For at disse suksesskriteriene kan oppnås må kiosken kvalitetssikres ved montering. Man kan tenke seg hvilke økonomiske konsekvenser det medfører at man ikke kan stole på informasjonskilden. Fungerer ikke tankmåleren på bilen, så bruker man ressurser på å kontrollere drivstoffnivået på andre måter. Tankmåleren informerer om én faktor, altså hvor mye drivstoff som er på bilen. På en teknisk tegning eller en BIM finnes det millioner av faktorer. At disse avgir korrekt informasjon er avgjørende.

Alle programmer må funksjonstestes, og man må være trygg på at modellen oppdateres som tiltenkt. Alle håndverkere må ha nødvendig opplæring slik at de kan ta enheten i bruk. Det må være ønskelig å bruke den fremfor å gå inn på kontoret.

Det anbefales å beholde BIM-kiosk som en informasjonskilde. BIM-kiosken må kvalitetssikres, og fagarbeiderne må få nødvendig opplæring.

Det anbefales videre å vurdere utvidet bruk av BIM-kiosken, der fagarbeidere kan gi tilbakemelding eller stille spørsmål. Med dette utvides kanalen fra en enveis til toveis kommunikasjonskanal.

5.4.2 BIM i egenproduksjon

AL10 sier at han kan ta frem modellen for å se hvordan detaljer er tenkt, men legger til at han synes det er vanskelig å navigere i den på nettbrett. For mengdeuttak bruker han enten tegning, ellers sender han forespørsel til ARK. Da får han raskt svar. Dette er i utgangspunktet tilleggsarbeid for ARK, men i noen tilfeller gjør de dette uten å sende ekstra regning.

PL08 sier selv han er for faglig svak til å bruke BIM. Han er allikevel veldig positiv til utviklingen, og spesielt med tanke på BIM-kiosk ute på byggeplassen. PL08 har nært samarbeide med RIE13 og RIV12, som begge har god kjennskap til BIM. RIE13 forklarer at de tidligere har brukt AutoCAD for prosjekteringen, men at de på neste prosjekt skal gå over på Revit, med samme tilleggsapplikasjon. Dette programmet tar større hensyn til at produktet skal plasseres i 3D, samt at det er samspill mellom modellen til ARK og Elektromodellen. Elementene er for eksempel plassert i en gitt avstand fra en gitt vegg. Hvis denne veggen flyttes på en revisjon fra ARK, hopper produktene til RIE etter.

Det finnes allerede i dag større utnyttelse av BIM for RIE forklarer RIE13. Karolinska institutet i Stockholm er 100% BIM. Her kan man gå inn på stikkkontakten og finne hvilken type dette er. Man kan også hente FDV-dokumentasjon direkte fra modellen når man peker på et produkt.

Fra kapittel 4.1.4 ble det avdekket at modellene for IOKS hadde liten informasjonsmengde innlagt utover det geometrisk nødvendige. I tillegg ble det avdekket en del tekniske beregningsfeiler med selve programmet. Volum og areal var ikke til å stole på.

Det anbefales å utnytte Solibri for produksjonsplanlegging.

Det anbefales videre å gi funksjonærene grundig kursing av programvaren, samt ha undervisningsvideoer tilgjengelig på nett.

5.4.3 BIM til sjekklister

I samtale med Tømrer3 og Tømrer4 kommer det frem at det er ønske om å fylle ut sjekklisene digitalt. De ser for seg at skjemaene er ferdig utfylte slik at arbeidet kan foregå kun med avhuking av punkter.

Maskinfører1 viser av UE sitt sjekklistesystem i programmet SmartDok på iPad eller på mobiltelefon. Hver enkelt bas har sin bruker som er tilknyttet telefonnummeret til basen. Her er skjemaet ferdig utfylt etter hva som skal kontrolleres. En kontroll foregår derfor på den måten etter tømmerne sine ønsker. Skjemaet lagres digitalt og lastes opp slik at produksjonslederen har tilgang fra nett.

Etter videre drøtning med Tømrer3 og Tømrer4 kunne ferdigelementer hvert merket med QR-koder. F.eks. hvis en dør hadde vært QR-merket kunne basen ha scannet koden og deretter fått hentet og lagret sjekklisten tilknyttet hver enkelt dør. På samme vis kunne man hatt en enkel tilgang til tegningen, slik at man kan raskt få tilgang til omgivelsene rundt døra.

Det anbefales å innføre SmartDok eller tilsvarende program til bruk på sjekklisterarbeid.

5.4.4 BIM på utomhusarbeid

AL02 sier at IOKS antagelig er det siste prosjektet uten terrengmodell, i henhold til Sak 3 i kapittel 4.4.3. Han legger til at de klarte det fint før i tiden med øyemål også. Den store fordelen med å ikke bruke modell er at man kan tilpasse gangbaner, kantsteiner og beplantning mot det eksisterende. Det er ikke sikkert tegningen eller modellen er helt rett, så hvis man ser at en gangsti kan flyttes noe for å tilpasse seg til det gamle kan man spare store summer.

PGL03 sier at terrengmodeller som produseres av LARK er på et helt annet nivå enn modellene fra øvrige fag. Den kan ikke kalles BIM, da det kun er modellert en flate i rommet. Denne flaten er overflaten av terrenget. I følge PGL03 er neste steg å få vite noe om hva overflaten skal bestå av. Videre kan det være interessant å legge inn lagtykkelser

og beskrivelse av masser. Da kan modellen brukes til masseberegninger. For å komme på samme nivå som de øvrige prosjekterende bør også modellen kombineres med modellen for RIVA.

Det viser seg teknisk sett at LARK er milevis bak de øvrige prosjekterende. PGL03 sier at de først lager en plantegning, og deretter en modell separat. Altså motsatt i forhold til vanlige prosjekterende, som først produserer en modell, og deretter henter ut plantegninger av den. PGL03 sier at plantegningen muligens blir overflødige hvis terrengmodellen blir bedre.

Hele bransjen lider derfor et tap på grunn av svak utvikling innenfor faget LARK. Det er ifølge LARK14 tilgjengelig programvare som benyttes per i dag. Det er ifølge Maskinfører1 tilgjengelig utstyr på maskinene, til og med maskinene med rotortilt som kan gi store besparelser i arbeidstimer. Det vil derfor være opp til bransjen å etterspørre mer utnyttelse av denne programvaren for så å hente besparelser i produksjonen.

Det anbefales at bransjen etterspør større utnyttelse av teknologien med terrengmodeller og maskinstyring.

5.4.5 BIM på FDV

Det er per i dag lav informasjonsmengde innlagt i modellene. Ved å innføre mer informasjon om produkter og elementer kan dette gi fortjeneste allerede i produksjonsfasen i henhold til Sak 1 i kapittel 4.4.1. I tillegg kan informasjonen gjenbrukes til FDV-dokumentasjon. Det viser seg fra undersøkelser at det er blitt mer etterspørsel etter informasjon i modellene. RIB09 sier at de ikke ønsker å legge inn mer enn det som er nødvendig.

Det anbefales å etterspørre mer informasjon i modellene til bruk i produksjonen, samt til gjenbruk på FDV.

5.5 Systematisering av innspill

5.5.1 Byggherrens beslutning

En prosjekteringsprosess er kompleks, og har behov for forutsigbarhet der det er mulig. Det kommer frem av intervju at entreprenørbeslutninger og byggherrebeslutninger delvis er et problem for fremdriften i en prosjekteringsfase.

Det anbefales å legge til rette for raske beslutninger for BH gjennom en A3 rapport. Videre må også TE selv ha fokus på at beslutninger skal tas raskt.

5.5.2 Spesialrådgiverens bidrag

Det kommer frem av forskningen at spesialrådgivernes bidrag til prosjektet er rapporter og prinsipptegninger av løsninger. Fra kapittel 4.1.3 kommer det frem at spesialrådgiverne har liten arbeidsmengde i prosjektene, sammenliknet med ARK, RIB, RIV og RIE. Dette gjør det vanskelig å få koordinert arbeidet for tverrfaglige kontroller.

Med tanke på Sak 2 i Kapittel 4.4.2 kunne muligens en tverrfaglig kontroll av tegningene avdekket feilen med flankelyd i dekket. En tanke tidlig i prosjektet var et signeringssystem der alle aktuelle rådgivere skulle godkjenne alle tegningene. PGL01 mener en slik løsning vil være ekstremt ressurskrevende og vil ikke fungere i praksis. Byggefeil som kommer av dårlig kontroll er også ekstremt ressurskrevende, noe som gjør at en middels ressurskrevende løsning vil være å foretrekke.

Det anbefales å forske videre på enkle løsninger for å inkludere spesialrådgiverne til kontroll av arbeidstegningene.

5.5.3 Befaringer på tegninger

Det er fra flere hold bekreftet at det kan oppstå forsinkelser i tegningsleveransene. Disse forsinkelsene skyldes følgende:

- Forsinkelse i den komplekse prosjekteringsprosessen
- Forsinkelse i beslutninger
- Forsinkelse på tilbakemeldinger

Det er per i dag etablerte rutiner fra ferdiggradssystemet for når hver enkelt rolle skal gi tilbakemeldinger på tegningene. Dette blir i stor grad gjort per mail. PL08 sier at det kunne gjerne vært ofret mer tid til gjennomsyn av tegningene enn det blir gjort i dag.

Tidlig i prosjektet var det en tanke å trekke paralleller fra overtakelse fra produksjonsfasen til BH. Dette er en faseovergang der BH går befarings og godkjenner områder før overlevering. I en slik overlevering overføres tilgangen, ansvaret og risikoen for området til BH. Eller sagt mer konkret overtar BH eiendomsretten til området. Her vil det være avgjørende for BH å gå overlevering for å kontrollere områdets tilstand før han overtar eierskapet til området. Dette er en faseovergang Skanska håndterer godt, med befarings i BIM 360 Field.

Hvis en slik tankegang skal kunne overføres til tegningsovertakelsen fra prosjekteringsfasen til produksjon, bør det være to forskjellige resultatavdelinger for at eierskiftet skal utgjøre noen konsekvens. I så fall blir det et insentiv for produksjonen å utføre en grundigere tegningsgjennomgang. Videre kunne denne tegningsgjennomgangen vært utført i form av befarings på BIM 360 Field. Skanska er en TE, og er organisert slik at totalentrepriser er mest lønnsomme. Det vil derfor være store endringer som er nødvendig for å få til et tydelig insentiv for grundig tegningsgjennomgang.

Det anbefales derfor å undersøke alternative insentiv for produksjonen til grundig tegningsgjennomgang. Videre kan det kjøres et casestudie der det blir gått befarings i tegningene v.h.a. BIM 360 Field før overlevering.

5.6 Digitalisere HMS-arbeid

5.6.1 Digitale nettkurs for PSI

En PSI er en rutinstyrt monolog der HMS-koordinator informerer om byggeplassen og HMS-loverket som gjelder. Som nevnt i kapittel 5.3.1 har fysiske møter den unike muligheten til å overføre holdning til et tema. Forskerens oppfatning er at det overføres mindre holdninger i en PSI enn vanlig. Dette fordi det er en rutinstyrt gjennomgang med til dels passive deltagere. Dette blir derfor nok en arbeidsoppgave for HMS-koordinator, som kan oppleves som et ork. Noen deltakere viser til og med tegn til at de er negativt innstilte til å delta på en PSI. I samtale med HMS-koordinator beskriver han at i slike tilfeller etterlyser han engasjement, og spør de direkte spørsmål. Dette er et grep som krever mot og holdning for å gjennomføre med stil. Det er derfor kritisk at HMS-koordinator er i toppslag for å levere 100%. HMS-koordinator har uttalt at han er frustrert over opplegget med PSI, og at de ferskeste lærlinger og sommerhjelpere ikke er godt nok ivaretatt.

For å unngå bruk av ressurser, bør PSI som nettkurs innføres. Dette gjør at alle kan ta PSI til forskjellig tidspunkt uten at dette blir til et ork for HMS-koordinator. Flere nettkurstilbydere har også en form for eksamen, eller kontrollspørsmål underveis som sørger for at kursdeltakeren er aktiv. Kurset kan organiseres i flere deler, der lærlinger eller ufaglærte trenger tilleggsmoduler. Et PSI-kurs har også stor grad av generell informasjon som angår alle Skanskaprosjekt. Dette kan også med fordel være tatt ut som en egen modul.

I skrivende stund er det 375 aktører som har gjennomført PSI på prosjektet IOKS. Vanligvis er det to eller flere per kurs som avholdes, men i enkelte tilfeller holdes også kurset for enkeltpersoner. Et kurs varer i ca. 20 minutter. Dokumentasjon arkiveres i permer. Det vil si at i verste fall har HMS-ansvarlig brukt en månedslønn kun til å gjennomføre PSI-kurs og arkivere dokumentasjon.

Det anbefales å innføre nettbaserte PSI-kurs med mulighet for automatisk dokumentasjon av byggekort og maskinførerbevis. Dette kan med fordel tilknyttes den enkelte bruker i et eventuelt felles informasjonssystem.

5.6.2 Digitale rapportering av RUH

Skanska har en standardisert RUH som skal leveres fysisk på anleggskontoret. Alle ledd skjer manuelt, og det kreves enorme ressurser fra start til slutt. En RUH har som formål å gjøre anleggsområde sikrere, samt å lære av tidligere feil.

Benytter man seg av digitale systemer kan mange delprosesser bli overflødige. Hvis man plukker ut de nødvendige del-prosessene for å oppnå ønsket formål, sitter man igjen med følgende prosess:

1. Observatør av uønsket hendelse iverksetter strakstiltak
2. Observatør fyller ut RUH og leverer
3. HMS-ansvarlig og ansvarlig firma blir varslet og kan utføre tiltak
4. RUH lukkes og arkiveres i Synergi

Det finnes per i dag flere digitale systemer som kan levere RUH på dette viset. Som nevnt tidligere, har de fleste håndverkere en smarttelefon tilgjengelig. Det har derfor vært egnet med en applikasjon som gjør at alle prosjektdeltakere kan levere en digital RUH raskt og enkelt. Som tidligere omtalt har SmartDok mulighet til å ha flere ferdige skjema tilgjengelig på nett. Disse skjemaene kan raskt fylles ut og leveres på nett. Dette programmet er ikke spesielt egnet kun for RUH, men kan tilpasses flere oppgaver, noe som kan være fordelaktig i henhold til argumentasjon innledningsvis i kapittel 5.1.

Det anbefales å innføre SmartDok eller tilsvarende program til bruk for innlevering av RUH.

5.7 Digitalisere økonomi

5.7.1 Automasjon av lønningsarbeid

Proessen for å lønne egne ansatte i Skanska er preget av analoge prosesser der samme informasjon blir skrevet eller tastet inn i flere systemer. Også her er det mulig å unngå flere ledd ved å finne et digitalt system der hver enkelt fyller ut sine timer digitalt. Eller kanskje kan til og med dette første leddet automatiseres ved at timene logges automatisk med hjelp fra mannskapskontroll i en rondell.

Langt frem i tid, skal kanskje timene logges direkte inn i modellen tilknyttet bygningsdelen. Hvis alle verktøyene fungerer interaktivt, kan balansen av brukte og tilgjengelige ressurser alltid være nøyaktige. I neste runde har man nøyaktige enhetstall på tidsbruk. Vi er nok ikke der helt enda.

SmartDok er som nevnt et allsidig program, som også har mulighet for timeregistrering. Denne forskningen tar ikke hensyn til hvilket program som er best egnet, så dette bør kartlegges i egen undersøkelse.

Det anbefales å innføre SmartDok eller tilsvarende program til bruk på timeregistrering og lønningslister.

5.8 Digitalisere erfaringsoverføring

5.8.1 Informasjonsdokumenter

I den grad et dokument er en informasjonskilde, gjelder ønske om forenkling til fordel for bedre oversiktighet også her. Administrative rutiner og generelle krav til modell og tegninger, samt BIM-manual er spredt i tre dokumenter, selv om disse mer eller mindre omtaler samme sak. Flere ting omtales i flere av dokumentene og dokumentene refererer til hverandre.

Etterhvert som flere systemer skal sys sammen kan man med fordel ha et informasjonsskriv som beskriver hvordan man skal forholde seg til hvert enkelt program. Dette kan med fordel legges inn i samme dokument. En eventuell beskrivelse av sikkerhetsgrader fra kapittel 5.1.2. kan også med fordel beskrives i dette dokumentet.

Det anbefales å samle følgende dokumenter i ett oversiktlig informasjonsdokument:

- PA-bok (Prosjektspesifikk)
- BIM - Manual (Prosjektspesifikk)
- PGL - Krav til modeller og tegninger
- Informasjonsskriv om informasjonssystemet
- Beskrivelse av sikkerhetsgrader

5.8.2 Erfaringsdatabase UE

Selv om Skanska er en stor entreprenør, vil det alltid være nødvendig med hjelp utenfra. Dette er alt fra eksterne rådgivere til innleide UE som skal delta ute på byggeplass. Sammen skal vi prosjektere og bygge. Hvor godt samarbeidet fungerer er kritisk for flyten.

En tanke tidlig i prosjektet er å innføre et system der alle aktører kan evalueres. Neste prosjekt kunne med dette ha søkt opp erfaringer fra andre prosjekt før de eventuelt kontraherte en UE.

Etter innspill fra PS15 hadde de hatt et slikt evalueringssystem i programmet MAP tidligere. Her ble alle rangert med en tallkarakter ut fra hvordan de hadde gjort det på et prosjekt. Hvilken karakter den enkelte aktør får, er ene og alene opp til PL på det enkelte prosjektet.

Et slikt system vil derfor vurdere PL sin subjektive oppfatning av aktøren. Det er alltid to sider av samme sak. To personligheter trenger ikke å komme godt overens, selv om firmaene til begge parter har en kultur for å gjøre en god jobb.

Det anbefales ikke å innføre et system for subjektiv evaluering av innleide aktører.

5.8.3 Erfaringsdatabase Prosjekt

Som beskrevet i kapittel 3.9.3.3 Hukommelse, har lagringsmediet hukommelse den unike egenskapen å lagre alt av kontekstuell informasjon uten ekstra bruk av ressurser. Det vil derfor være mye informasjon lagret i hukommelsen til prosjektdeltakerne.

Denne informasjonen er jo ikke søkbar for andre. Og for å få den ut, er man avhengige av litt hjelp av innehaveren. Skanska har per i dag et system som kalles Skanska Projects, som hjelper til å søke opp denne informasjonen. Et prosjektark med kort informasjon om prosjektet er lagt inn i en søkbar database.

Skal man bygge en gitt bygningstype, med et gitt bæresystem, på et gitt grunnforhold, kan man dra nytte av erfaringer fra et tilsvarende prosjekt. Man kan derfor søke opp prosjektarket og videre kontaktinformasjon til nøkkelpersonene. Videre er det fritt fram og kontakte vedkommende for å utveksle erfaring.

Det anbefales å beholde systemer som Skanska Project.

6 KONKLUSJON

Formålet med dette prosjektet er å forbedre effektiviteten og minimere kostnaden av god informasjonsflyt i byggebransjen gjennom å digitalisere informasjonsprosesser. I kapittel 5 er det gitt 23 anbefalinger i slutten av hvert delkapittel, som et bidrag til byggebransjen i arbeidet med å digitalisere informasjonsprosesser.

Det ble utformet tre forskningsspørsmål som besvares i dette kapittelet som en oppsummering innenfor hvert tema. Avslutningsvis foreslås det videre forskning innenfor temaet.

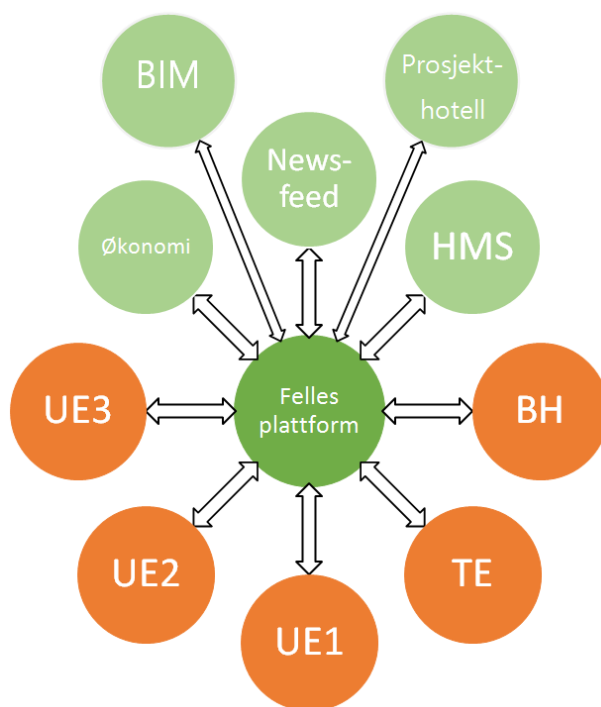
6.1 Forskningsspørsmål 1

Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling på tvers av roller, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av roller?

Dagens praksis for informasjonsdeling på tvers av roller skjer hovedsakelig gjennom fysiske møter og via epost. Begge disse kanalene er godt likt, og har flere kommunikasjonstekniske fordeler som gjør de godt egnet på de områdene som de brukes på i dag. Det anbefales derfor å beholde disse som hovedkanaler inntil videre.

I tillegg brukes det flere digitale systemer som fungerer som et supplement til hovedkanalene. Hovedproblemet med disse er at de ikke er interaktive, og det oppleves som uoversiktlig og jobbe med de. Enkelte prosjektdeltakere mener også at egen kompetanse på digitale hjelpemidler setter en begrensning på å nyttiggjøre disse programmene.

Et optimalt informasjonssystem bør derfor samle og organisere de digitale verktøy som brukes i ett felles interaktivt system, som vist i Figur 18. Videre bør flere informasjonsprosesser digitaliseres slik at systemet oppleves som fullkomment. De prosjektfunksjonærene som anser sin egen digitale kompetanse som lav, bør ha tilgang på kurs, opplæringsmateriell, og servicetelefon.



Figur 18 - Felles plattform

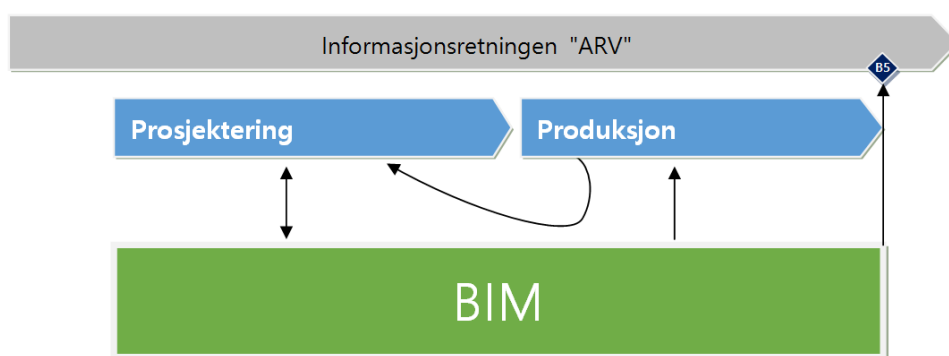
6.2 Forskningsspørsmål 2

Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling i faseoverganger, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling i faseoverganger?

Dagens praksis for informasjonsdeling i faseoverganger skjer hovedsakelig i form av tegninger og dokumenter på et prosjekthotell. Formatet tegning er egnet da informasjonen er detaljert og teknisk, men uegnet da fysisk areal på tegningene begrenser informasjonsmengden. Kanalen er egnet da den er digital med store tilpasningsmuligheter. BIM brukes i dag for alle tegnende rådgivere, sett bort fra LARK. Disse modellene utnyttes i svært lav grad, spesielt i faseovergangen til produksjon.

I tillegg til tegninger er det gjort forsøk med egne BIM-kiosker ute på byggeplassen. Dette legger til rette for en mer direkte informasjonsoverføring. En observasjon i studien vitnet om flere mangler på en BIM-kiosk. Dette understreker suksesskriteriene til ny teknologi. Den skal virke, og den skal brukes. Dette betyr at BIM-kiosker må kvalitetssikres når de monteres på byggeplassen. Alle brukere bør få nødvendig opplæring, samt oppfordres til å bruke den til alle oppgaver for videre læring. Dette anses som et viktig steg på veien fra å bygge etter tegning, til å bygge etter modell.

Optimalt sett, bør all informasjon fra prosjekteringen være samlet i ett system for overlevering til produksjon. Mulighetene er tilgjengelige i dag med smart bruk av BIM, som vist i Figur 19. Det brukes allerede i dag store ressurser for modeller som ikke kan brukes til stort mer enn visualisering. Ved å legge mer informasjon inn i BIM kan også denne brukes til neste faseovergang der FDV-arbeid er sentralt.



Figur 19 - Utvidet bruk av BIM

6.3 Forskningsspørsmål 3

I hvilken grad er informasjonen som legges i prosjektet tilgjengelig og søkbar, og hvordan gjøre informasjonen mer tilgjengelig og søkbar?

Det er forskjellig hvordan informasjon legges inn, brukes og arkiveres på prosjektene. Noen lagrer informasjon analogt i permer, mens andre er flittige brukere av digitale verktøy. Mye kommunikasjon foregår i møter, og er tilgjengelige gjennom referater som lagres digitalt. Korrespondanse på epost arkiveres automatisk. Tegninger og modeller oppdateres til en "ferdiggrad E" som arkiveres.

Skanska har gjort mange tiltak for å lagre informasjon digitalt. Systemene som brukes er gode til sine tiltenkte oppgaver. Det oppleves som at informasjon stort sett er tilgjengelig. Søkbarheten i systemene er også gode.

Siden et byggeprosjekt består av mange aktører, kan ikke ledelsen kreve et paradigmeskifte. En endring må skje gradvis, der alle aktører har tilstrekkelig kompetanse, samt har et ønske om å jobbe mer digitalt. Virkemidlene er å gi opplæring, samt legge til rette for oversiktlige og enkle systemer som virker tidsbesparende for brukerne.

6.4 Videre forskning

Det er i denne rapporten kartlagt dagens informasjonsprosesser, samt foreslått tiltak mot å bedre informasjonssystemet i en langsiktig prosess. Dog er et framtidsscenario vanskelig å forutse uten et casestudie.

Det anbefales derfor å kjøre et casestudie av følgende løsninger:

- Implementere fremdriftsplaner i Projectplace
- Innføring av SmartDok for digital rapportering
- Utvidet bruk av BIM, der modellen er bindende under produksjon, og føres videre til bruk på FDV.

7 LITTERATURLISTE

- ALOPEX ON INNOVATION. 2013. *Set Based Design For Lean Engineering* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://alopexoninnovation.com/2013/06/07/set-based-design-for-lean-engineering/> [Hentet: 02.05 2016]
- AML. 2005. Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven).
- ANDERSEN, G. 2013. *Observasjon* [Online]. Tilgjengelig fra:
<http://ndla.no/nb/node/57107> [Hentet: 31.03 2016]
- AUTODESK. 2015. *Construction field management* [Online]. Tilgjengelig fra:
<http://www.autodesk.com/products/bim-360-field/overview>. [Hentet: 12.11. 2015]
- BALLARD, G. 2000. Positive vs negative iteration in design.]
- BIM360. 2015. *BIM 360 Field* [Online]. Tilgjengelig fra: <http://bim360.com/bim-360-field> [Hentet: 12.11. 15]
- BUILDING SMART. 2012. *Forbilledlig 3D-prosjektering av boligfelt* [Online]. Tilgjengelig fra: <http://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2012-05/forbilledlig-3d-prosjektering-av-boligfelt> [Hentet: 05.04. 2016]
- BUILDING SMART. 2016. *Technical Vision* [Online]. Tilgjengelig fra:
<http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/> [Hentet: 16.03. 2016]
- BYGGHERREFORSKRIFTEN 2009. Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften).
- CAPPELEN, H. 2006. Byggherren og kontraktene. *In: BYGGLEX* (ed.).
- DALEN, M. 2004. Validitet og reliabilitet i kvalitativ forskning.
- DALLAND, O. 2000. Metode og oppgaveskriving for studenter. 3. utg. ed. Oslo: Gyldendal akademisk
- DIFFEN. 2015. *Data vs. Information* [Online]. Tilgjengelig fra:
http://www.diffen.com/difference/Data_vs_Information [Hentet: 04.02 2016]
- EIKELAND, P. T. 1999. Teoretisk analyse av byggeprosesser.
- FACEBOOK. 2016. *Facebook at work* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://work.fb.com>
- FAGERJORD, T. W. 2015. Flyt i prosjekter - Med fokus på faseoverganger. NTNU
- FLØTTUM, S. & GUSTAD, F. 2015. Digital byggeplass. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport

- HANNA, R. J. & SIMENSEN, K. H. 2015. BIM på byggeplass.
- IBM. 2016. *What is Big Data?* [Online]. Tilgjengelig fra:
<http://www.ibm.com/big-data/us/en/> [Hentet: 25.02. 2016]
- INTERNKONTROLLFORSKRIFTEN 1996. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).
- JACOBSEN, D. I. & THORSVIK, J. 2007. *Hvordan organisasjoner fungerer*, Bergen, Fagbokforl.
- KARLSEN, P. J. 2008. *Hva er hukommelse*, Oslo, Universitetsforl.
- KJOS, B., VÆRNESS, M. & GODEJORD, P. A. 2003. *Innføring i informasjonsteknologi*, Trondheim, Tapir akademisk forl.
- LOTTAZ, C., FALTINGS, B. V., CLÉMENT, D. E. & SMITH, I. F. C. 1999. Constraint-based support for collaboration in design and construction. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 13, 23-35
- LÆDRE, O. 2006. Valg av kontraktsstrategi i bygg-og anleggsprosjekt.
- LÆDRE, O. 2009. Gjøre det selv eller betale andre for jobben. Concept
- LØKÅS, E. T. 2014. Tilrettelegging for god kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon i totalentrepriseprojekter.
- MELAND, Ø. 2000. *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen: suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko?*, Trondheim, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for bygg- og miljøteknikk, Institutt for bygg- og anleggsteknikk
- MUNKEBY, E. 2013. TBA4130 - Produksjonsteknikk i BA. *Kompendium*.
- NORGES BYGGSKOLE 1998. *Helse, miljø og sikkerhet i byggeindustrien : fagbok bygg*, Lillestrøm, Norges byggscole, Fagsenter for treindustri og byggenæring
- NS 8405:2008 2008. Norsk bygge- og anleggskontrakt.
- NSO 1999. *Kommunikasjonssikkerhet : sikker kommunikasjon av informasjon*, Oslo, Næringslivets sikkerhetsorganisasjon
- NTNU. 2015. *Logoer og maler* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://innsida.ntnu.no/logo-og-maler>
- NYLAND, S. N. & GIÆVER, F. 2013. Databasert kommunikasjon: En studie om databasert kommunikasjon og innvirkning på psykososialt arbeidsmiljø.
- OLSSON, N. 2011. *Praktisk rapportskrivning*, Trondheim, Tapir akademisk
- PBL. 2008. Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).
- PLANGRID. 2015. *Bilde av mann holder iPad* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://www.plangrid.com/en>

- PROJECTPLACE. 2015a. *Kanban* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://www.projectplace.no/funksjoner/digitale-kanban-tavler/> [Hentet: 23.11. 15]
- PROJECTPLACE. 2015b. *Nye Gantt* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://www.projectplace.no/funksjoner/nye-gantt/> [Hentet: 23.11. 15]
- RØYKENES, K. 2008. Metodetriangulering - et metodisk minefelt eller en berikelse av fenomenter?]
- SAK10 2010. Forskrift om byggesak.
- SAMSET, K. 2014. *Prosjekt i tidligfasen : valg av konsept*, Bergen, Fagbokforl.
- SAS. 2016. *Big Data, What it means to you!* [Online]. Tilgjengelig fra:
http://uds.ak.o.brightcove.com/1872491364001/1872491364001_2748127758001_12635-BigData-Facts-1-MoveToYouTube.mp4?publd=1872491364001&videoid=2748082483001
- SJØGREN, J. 2009. Hva er BuildingSMART?
- SMIRAGLIA, R. P. 2005. *Metadata : a cataloger's primer*. Binghamton, NY: Haworth Press
- SML. 2016. *Hukommelse* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://sml.snl.no/hukommelse> [Hentet: 16.02. 2016]
- SNL. 2015. *Internetts historie* [Online]. Tilgjengelig fra:
https://snl.no/Internetts_historie [Hentet: 15.04. 2016]
- SNL. 2016a. *Analogi* [Online]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/analogi> [Hentet: 05.02 2016]
- SNL. 2016b. *Digitalisere* [Online]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/digitalisere> [Hentet: 16.02. 2016]
- SNL. 2016c. *Hukommelse* [Online]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/hukommelse> [Hentet: 16.02. 2016]
- SNL. 2016d. *Kommunikasjon - Psykologi* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://snl.no/kommunikasjon%2Fpsykologi>
- SNL. 2016e. *Sosiale medier* [Online]. Tilgjengelig fra:
https://snl.no/sosiale_medier [Hentet: 17.02. 2016]
- SSB. 2014. *Bygge- og anleggsvirksomhet, strukturstatistikk, 2014, foreløpige tall* [Online]. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl/aar-forelopige> [Hentet: 30.03 2016]
- TECHTERMS. 2016. *Digital* [Online]. Tilgjengelig fra:
<http://techterms.com/definition/digital> [Hentet: 17.02. 2016]
- TEK10 2010. Forskrift om tekniske krav til byggverk.

- VALMOT, O. R. 2013. Dette er big data. Tilgjengelig fra:
<http://www.tu.no/artikler/dette-er-big-data/276592> [Hentet: 25.02.2016]
- VIANOVA SYSTEM. 2016. *NovapointDCM* [Online]. Tilgjengelig fra:
<https://www.vianovasystems.no/Produkter/Novapoint#.VwPZdyf8Waq>
[Hentet: 05.04. 2016]
- WESTGAARD, H., ARGE, K. & MOE, K. 2010. Prosjekteringsplanlegging og
prosjekteringsledelse. [Hentet: 28.04.2016]
- ØSTBY-DEGLUM, E., SVALESTUEN, F. & DREVLAND, F. 2013.
Prosjekteringsledelse.
- ØVERN, K. M. 2014. Litteraturstudie som metode. Tilgjengelig fra:
<http://documents.tips/education/litteraturstudie-som-metode.html>
[Hentet: 22.09.2015]

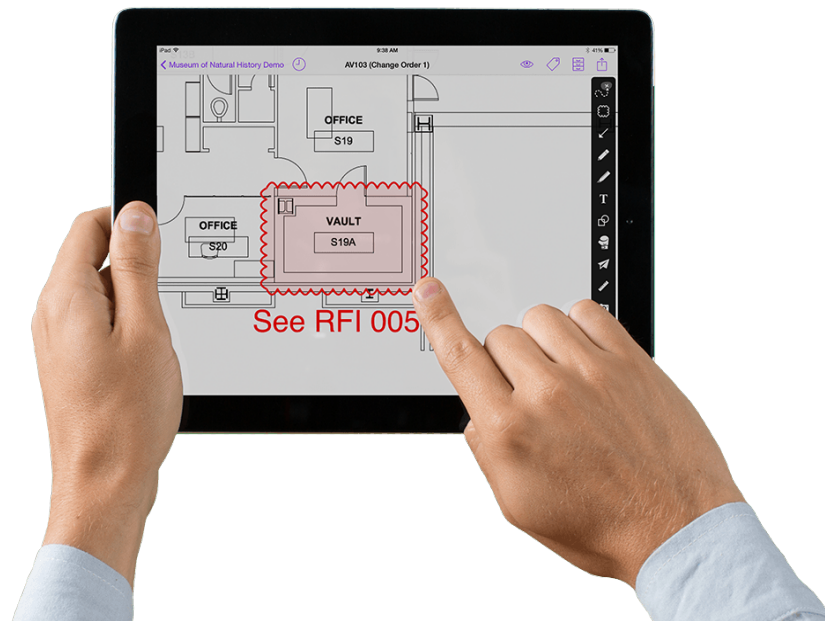
FRODE GUSTAD

DIGITALE INFORMASJONSSYSTEMER I BYGGEPROSJEKTER

Forstudierapport for Masteroppgave våren 2016

TBA4910 Prosjektledelse

Inderøy, 25.01.2016



NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Forstudierapport i emnet TBA4910 Prosjektledelse
for graden sivil ingeniør.

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

© Frode Gustad ved NTNU 2016

1 OPPGAVEN

Studenten skal undersøke informasjonsflyten på tvers av faser og på tvers av roller i byggeprosjekter. Dette med den hensikt å avdekke gjentakende problemer. Hvilke systemer blir benyttet per i dag, og hvilke digitale systemer finnes som mulige verktøy for å bedre informasjonsflyten. Foregående metode trenger ikke å legge føringer for hvordan ting kan løses i fremtiden. Avgrensningen vil bli nøyaktig definert i masteroppgaven. Foreløpig plan er å både se på informasjonsflyt på tvers av roller og på tvers av faser. Dette for å se stort på temaet for å finne de største tidstyvene.

Oppgaven skal løses ved hjelp av litteraturstudie, dokumentanalyse, systemanalyse og intervjuer.

2 FORMÅL OG MÅL

2.1 Formål

Formålet med dette prosjektet er å kartlegge informasjonsprosesser, og se på mulighetene for å systematisere disse ved hjelp av digitale hjelpemidler.

2.2 Forskningsspørsmål

FS1: Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling på tvers av roller, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av roller?

FS2: Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling i faseoverganger, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling i faseoverganger?

FS3: I hvilken grad er informasjonen som legges i prosjektet tilgjengelig og søkbar, og hvordan gjøre informasjonen mer tilgjengelig og søkbar?

2.3 Resultatmål

RM1: Rapporten avdekker områder med forbedringspotensiale angående informasjonsflyt på tvers av roller.

RM2: Rapporten avdekker områder med forbedringspotensiale angående informasjonsflyt på tvers av faser.

RM3: Rapporten avdekker områder i dagens informasjonssystem med forbedringspotensiale, slik at prosjektene kan lagre og tilgjengeliggjøre mer informasjon.

2.4 Effektmål

EM1: Byggebransjen får økt inntjening gjennom bedre kommunikasjon mellom prosjektets roller.

EM2: Byggebransjen får økt inntjening gjennom bedre kommunikasjon mellom prosjektets faser.

EM3: Byggebransjen får økt inntjening gjennom lettere tilgjengelig informasjon og økt etterprøvbarehet i sine prosesser.

2.5 Læringsmål

LM1: Prosjektet skal gi studenten bedre innsikt i byggeprosjektene roller og deres perspektiv og problemstilling tilknyttet informasjonsdeling.

LM2: Prosjektet skal gi studenten bedre innsikt i byggeprosjektene faser og informasjonsdeling på tvers av disse.

LM3: Prosjektet skal gi studenten kunnskap om informasjon i byggeprosjekter samt oversikt og kunnskap om digitale informasjonssystemer.

2.6 Suksesskriterier

SK1: Prosjektet skal utføres og leveres innenfor gitte tidsfrister.

SK2: Prosjektet skal gi studenten et godt resultat i emnet TBA4910.

SK3: Prosjektets resultater skal være gyldige og nyttig for bransjen.

3 PLANLAGT METODE

3.1 FS1

3.1.1 Forskningsspørsmål

Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling på tvers av roller, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av roller?

3.1.2 Metode og begrunnelse

Å undersøke dagens praksis er lettest tilgjengelig ved å gå direkte til kilden og innhente primærdata gjennom intervjuer.

Å undersøke områder som har gjentakende problemer er lettest tilgjengelig ved å gå direkte til kilden fra de ulike perspektivene og hente inn primærdata gjennom intervjuer.

For å underbygge påstander fra enkeltindivider bør noe dokumentanalyse utføres for å øke validiteten.

Å finne et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av roller utføres gjennom litteratursøk og systemanalyse av forskjellige digitale verktøy.

3.1.3 Feilkilder og problemer

Utvelgelse av intervjuobjekter blir gjort på bakgrunn av hvem som har mest kunnskap om temaet, og hvem som er tilgjengelig for samarbeidsbedriften og studenten selv. Det vil derfor ikke være et representativt utvalg for rollen.

Intervjuobjektene kan ha subjektive meninger om temaet som påvirker undersøkelsen.

Dokumentanalyse kan være fra et ensidig perspektiv, da samarbeidsbedriften er entreprenør, og det er disse dokumentene som er tilgjengelig for studien.

Litteratur som ligger tilgjengelig om digitale verktøy har som regel et veldig ensidig perspektiv, og er lite beskrivende for praktisk bruk.

Systemanalyse av digitale verktøy kan bli problematisk da de fleste programmer har lisenser, og ikke nødvendigvis prøvelisenser. I et slikt tilfelle kan universitetet eller samarbeidsbedriften muligens bidra.

3.2 FS2

3.2.1 Forskningsspørsmål

Hvordan er dagens praksis for informasjonsdeling i faseoverganger, og hvordan er et optimalt informasjonssystem for deling i faseoverganger?

3.2.2 Metode og begrunnelse

Å undersøke dagens praksis er lettest tilgjengelig ved å gå direkte til kilden og innhente primærdata gjennom intervjuer.

Å undersøke områder som har gjentakende problemer er lettest tilgjengelig ved å gå direkte til kilden hente inn primærdata gjennom intervjuer.

For å underbygge påstander fra enkeltindivider bør noe dokumentanalyse utføres for å øke validiteten.

Å finne et optimalt informasjonssystem for deling på tvers av faser utføres gjennom litteratursøk og systemanalyse av forskjellige digitale verktøy.

3.2.3 Feilkilder og problemer

Utvelgelse av intervjuobjekter blir gjort på bakgrunn av hvem som har mest kunnskap om temaet, og hvem som er tilgjengelig for samarbeidsbedriften og studenten selv. Det vil derfor ikke være et representativt utvalg av prosjektdeltakere.

Intervjuobjektene kan ha subjektive meninger om temaet som påvirker undersøkelsen.

Dokumentanalyse kan være fra et ensidig perspektiv, da samarbeidsbedriften er entreprenør, og det er disse dokumentene som er tilgjengelig for studien.

Litteratur som ligger tilgjengelig om digitale verktøy har som regel et veldig ensidig perspektiv, og er lite beskrivende for praktisk bruk.

Systemanalyse av digitale verktøy kan bli problematisk da de fleste programmer har lisenser, og ikke nødvendigvis prøvelisenser. I et slikt tilfelle kan universitetet eller samarbeidsbedriften muligens bidra.

3.3 FS3

3.3.1 Forskningsspørsmål

I hvilken grad er informasjonen som legges i prosjektet tilgjengelig og søkbar, og hvordan gjøre informasjonen mer tilgjengelig og søkbar?

3.3.2 Metode og begrunnelse

Å undersøke hvor stor grad informasjonen som legges i prosjektet er tilgjengelig og søkbar, gjøres delvis gjennom litteratursøk og tidligere forskning og delvis gjennom systemanalyse og intervjuer.

Hvordan man skal tilgjengeliggjøre mer informasjon gjøres gjennom systemanalyse og litteratursøk.

3.3.3 Feilkilder og problemer

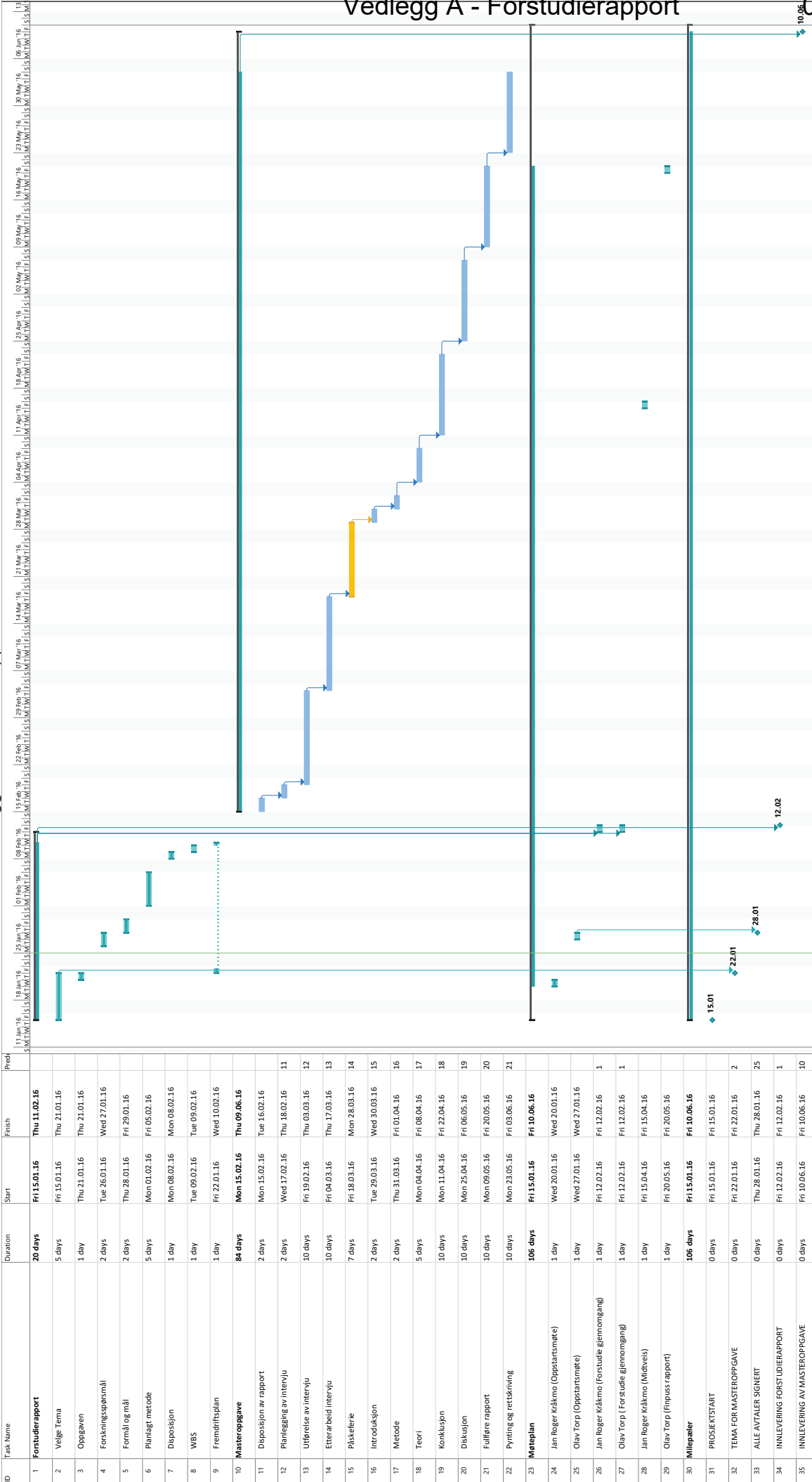
Dette forskningsspørsmålet er veldig generelt, og vil kreve undersøkelse på et stort område for å finne gyldige resultater.

Litteratur som ligger tilgjengelig om digitale verktøy har som regel et veldig ensidig perspektiv, og er lite beskrivende for praktisk bruk.

Systemanalyse av digitale verktøy kan bli problematisk da de fleste programmer har lisenser, og ikke nødvendigvis prøvelisenser. I et slikt tilfelle kan universitetet eller samarbeidsbedriften muligens bidra.

4 DISPOSISJON

TITTELSIDE	I
FORORD.....	II
SAMMENDRAG	III
SAMMENDRAG ENGELSK (ABSTRACT)	IV
INNHold	V
TABELLISTE	VI
FIGURLISTE	VI
BILDELISTE	VI
1 INTRODUKSJON	10
1.1 BAKGRUNN	10
1.2 BRANSJEN	10
1.3 TEMA.....	10
1.4 FORMÅL OG MÅL.....	10
1.5 FORUTSETNINGER.....	10
1.6 AVGRENSINGER.....	10
1.7 RAPPORTENS OPPBYGGING.....	10
1.8 LITTERATURSTUDIE	10
1.9 VEILEDNING	10
2 METODE	11
2.1 INDUKTIV OG DEDUKTIV FORSKNING	11
2.2 KVALITATIV OG KVANTITATIV.....	11
2.3 VALIDITET OG RELIABILITET	11
2.4 LITTERATURSTUDIUM OG SEKUNDÆRDATA.....	11
2.5 INTERVJU OG PRIMÆRDATA	11
2.6 VALG AV METODE.....	11
2.7 STYRKER OG SVAKHETER	11
3 TEORI	12
3.1 PROSJEKT.....	12
3.2 BYGGEPROSJEKT	12
3.3 ROLLER	12
3.4 FASER OG PROSJEKTMODELLEN	12
3.5 FLEKSIBILITET.....	12
3.6 INFORMASJONENS GYLDIGHET.....	12
3.7 BIM	12
3.8 BIM360 FIELD.....	12
3.9 BSDD	12
3.10 BIMx	12
4 RESULTAT	13
4.1 BESKRIVELSE AV DAGENS BRUK	13
4.2 BESKRIVELSE AV ØNSKET BRUK	13
5 DISKUSJON	14
6 KONKLUSJON.....	15
6.1 VEIEN HIT	15
6.2 VEIEN VIDERE	15
7 LITTERATURLISTE	16



Project: Hovedfremdriftsplan
 Date: Mon 25.01.16

Task Split

Milestone Summary

Project Summary Inactive Task

Inactive Milestone Inactive Summary

Manual Task Duration-only

Manual Summary Rollup Manual Summary

Start-only Finish-only

External Tasks External Milestone

Deadline Progress

Manual Progress

Vedlegg A - Forstudierapport
 Masteroppgave
 "Digitale informasjonssystemer i byggeprosjekter"

