

Espen Berg

En studie av brannsikkerhet i BIM

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Eilif Hjelseth

Juni 2019

Espen Berg

En studie av brannsikkerhet i BIM

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Eilif Hjelseth
Juni 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Sammendrag

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har fått et solid fotfeste i norsk Bygge-, Anleggs- og Eiendomsnæringen (BAE-næringen), og bruken av BIM i prosjekter øker raskt. BIM-prosessen er svært multidisiplinært, påvirker mange interessenter, og fordelene i prosjekter er betydelige. Premissgivende fag, som brannsikkerhet og akustikk, er fag som enda ikke har fått en god forplantning i BIM-prosessen og mister derved fordelene.

I en integrert BIM-prosess hvor mange disipliner interagerer, vil samkjøring av hverandres modeller og dokumenter nyttiggjøre hele byggeprosessen. Det avhenger av en kjent bransjestandard som samsvarer med logikken i BIM. Forskningsprosjektet har hatt som formål å undersøke brannsikkerhetsbransjen og deres tilnærming til BIM-prosessen i dag, samt å identifisere hvordan bransjen kan forbedre sin praksis i bruken av BIM. Med dette som mål for forskningsprosjektet, ble følgende problemstilling utarbeidet: «Hvordan kan brannsikkerhetsfaget fullt integreres i BIM-prosessen?»

Resultater i dette forskningsarbeidet er hentet fra et omfattende litteraturstudium, intervjuer med rådgivende bedrifter og en spørreundersøkelse for brannrådgivere. For å gi forskningsarbeidet en solid forankring og innflytelse, ble en workshop gjennomført i samråd med Rådgivende Ingeniørs Forening (RIF), med deltakere fra ulike rådgivende bedrifter. Med formål å fremme utviklingen for bruk av BIM innenfor fagområdet, ble det i workshopen initiert et standardiseringsarbeid for definering av leveransen til brannsikkerhetsfaget i BIM. Med overordnet mål om å effektivisere BIM-prosessen, har ulike tilnærminger og scenarier blitt undersøkt.

En tilnærming hvor brannrådgiveren distribuerer sine krav gjennom sin egen modell, har blitt identifisert som mest ønsket av bransjen. En sømløs utveksling av digital informasjons basert på et nøytralt og åpent format, som Industry Foundation Class (IFC), er nødvendig for å være fordelaktig BIM-prosessen og andre aktører. På den måten vil gevinster som bedre samhandling mellom disipliner minimere konflikter, og resultere i økt kvalitet for prosjektet. Relevant informasjon gitt på rett sted til rett tid og økt ressursbruk, er identifisert som betydelige utfordringer og løses best ved positivt samspill mellom prosess, mennesker og teknologi. Med hensyn på samspillet ble resultatene i forskningsarbeidet videre kartlagt og analysert gjennom rammeverket Integrated Design and Delivery System (IDDS).

Resultatene av dette forskningsarbeidet har pekt på flere områder med muligheter for å inkorporere kravene fra brannsikkerhetsfaget i dagens BIM-prosess. En videreutvikling av brannrådgiverens egen modell metodikk er undersøkt, og et framtidsscenario hvor den digitale modellinformasjon utnyttes, illustrerer tydelig muligheten for flere automatiseringsprosesser. Mens det gjenstår et betydelig arbeid med standardisering og utvikling, for å fullt integrere premissgivende fag i BIM, har denne masteroppgaven vist at det kan være svært gunstig. Ved å legge til rette for en digital arbeidsprosess som motiverer og belønner alle bidrag, fremfor å sette barrierer i prosessen, kan man virkelig høste fordelene BIM-prosessen er ment å gi.

Abstract

Building information modeling (BIM) has gained a solid foothold in the Norwegian architect, engineering and construction community (AEC) and the use of BIM in projects is increasing rapidly. The BIM process is highly multidisciplinary, affecting many stakeholders, and the benefits to the project are significant. However, some technical fields, such as fire protection and acoustics, have not yet achieved a good propagation into the BIM process and are thereby missing out on its benefits.

In an integrated BIM process, where several disciplines interact, interconnection of each other's models and documents will benefit the entire design and construction process. It is dependent on a known industry standard that matches the logic of BIM. The scope of this research project was to investigate the fire protection industry and how they currently interface with BIM process and to identify how the industry could improve their practices to contribute further to the use of BIM. With this as the ultimate goal of this research project, the following problem statement was established: "How is it possible for the fire protection industry to fully integrate into the BIM process?"

The results of this research project are based on a comprehensive literature study, interviews with different consulting companies and a survey of fire protection consultants. In order to provide the research project a solid reputable foundation, a workshop was held in cooperation with Rådgivende Ingeniørs Forening (RIF), with participants from various consulting companies. With the goal of promoting the development of the use of BIM within the fire protection industry, the workshop initiated standardization work for defining the delivery for this industry. With the overall goal of streamlining the BIM process, various approaches and scenarios were investigated.

An approach where the fire protection consultant distributes their requirements through its own model, has been identified by the industry as being the most desirable. A seamless exchange of digital information based on a neutral and open specification like the industry foundation class (IFC) is required in order to be advantageous to the BIM process and to other disciplines. In this manner, benefits, such as better interaction between disciplines will minimize conflicts and result in increased quality of the project. Relevant information provided in the right place at the right time, and increased use of resources have been identified as significant challenges and are best resolved by positive interaction between process, people and technology. With regard to the interaction, the results of the research work are further mapped and analyzed through the framework of the Integrated Design and Delivery System (IDDS).

The results of this research work have pointed to several areas of possibilities of incorporation of the requirements from the fire protection industry in today's BIM process. A further development of the fire protection's own model methodology has been investigated and a scenario in which the digital model information is used, clearly illustrates the opportunity for more automated processes. While significant work on standardization and development remains to fully involve all technical fields in BIM, this master thesis has shown that it can be highly beneficial. By facilitating a digital work process that motivates and rewards all contributions, rather than placing barriers in the process, one can really reap the benefits that the BIM process is intended to provide.

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet som avsluttende oppgave våren 2019 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Oppgaven avslutter sivilingeniørutdanningen for fakultet for ingeniørvitenskap ved institutt for bygg- og miljøteknikk og utgjør 30 studiepoeng innenfor hovedprofilen prosjektledelse.

Overordnet omhandler oppgaven om hvordan brannsikkerhetsfaget skal tilnærmes BIM-prosessen og er et svært dagsaktuelt tema under stadig utvikling. Arbeidsprosessen endres og det vil være viktig å forstå hva det innebærer. Det har også vært stor interesse rundt temaet, som har gjort arbeidet engasjerende og spennende.

Jeg vil takke alle som har gitt et bidrag til denne oppgaven. En stor takk rettes til ekstern veileder i COWI, John Utstrand, for gode diskusjoner og veiledning innenfor temaet. Rådgivende Ingeniørs Forening (RIF) og Multiconsult har bidratt med gode innspill og fortjener også en stor takk.

Takk til min interne veileder ved NTNU, Eilif Hjelseth, som har gitt meg god støtte og et trygt spillerom gjennom masterarbeidet.

10.06.2019 / Trondheim

Dato / Sted



Espen Berg

Innholdsfortegnelse

Figurer	x
Tabeller.....	xi
Forkortelser	xii
1 Introduksjon	1
1.1 Innledning	1
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål.....	4
1.3 Omfang	5
1.4 Avgrensninger.....	6
2 Metode	7
2.1 Valgt metode.....	7
2.2 Kvalitativ vs. kvantitativ vs. blandet metode	8
2.3 Litteraturstudie	9
2.3.1 Søkestrategi	9
2.3.2 Kildevurderingsskjema	11
2.4 Evaluering av litteraturstudie	13
2.5 Datainnsamling	14
2.5.1 Intervju.....	14
2.6 Proof of concept.....	16
2.7 Kvantitativ metode - Spørreundersøkelse	16
2.8 Workshop – verksted	19
2.9 Kritisk refleksjon	21
2.9.1 Kvalitativ metode	21
2.9.2 Kvantitativ metode	22
2.9.3 Workshop.....	23
3 Faglig og teoretisk rammeverk	25
3.1 En kreativ prosjekteringsprosess.....	25
3.2 BIM-prosess.....	27
3.3 Utviklingsgrader	28
3.3.1 Level of Development - LoD.....	28

3.3.2	Level of Geometry - LoG	29
3.3.3	Modell Modenhets Indeks - MMI.....	30
3.4	Integrated Design and Delivery Solutions	30
3.4.1	Prosess	32
3.4.2	Teknologi.....	33
3.4.3	Menneske.....	34
3.4.4	Samarbeidsprosess.....	34
3.4.5	Kunnskapshåndtering	34
3.4.6	Kompetanseheving	34
3.4.7	Integrert informasjon- og automasjonssystemer.....	35
4	Resultat	37
4.1	Spørreundersøkelse	37
4.2	IDDS	55
4.3	Prosess.....	56
4.4	Teknologi	57
4.4.1	Beskrivelse av analysebygget.....	57
4.4.2	Skriptet.....	58
4.4.3	Resultatet	61
4.5	Menneske	62
5	Diskusjon	63
5.1	Prosess.....	66
5.2	Teknologi	68
5.3	Menneske	70
6	Konklusjon.....	73
7	Evaluering og videre arbeid	74
8	Referanser	75
	Vedlegg	81

Figurer

Figur 1: Tradisjonell BIM-prosess	3
Figur 2: De aktuelle stegene i fasenormen	6
Figur 3: Informasjonssøkeprosessen. Basert på Höglund og Persson (1980).....	9
Figur 4: Litteratursøkerprosessen. Basert på Blumberg, Cooper og Schindler (2011).....	9
Figur 5: anbefalt plassering av krav for brannsikkerhetsfaget i BIM. Gjengitt med tillatelse fra RIF	20
Figur 6: Byggeprosessen (Eikeland, 1998)	25
Figur 7: Steg for steg (Klakegg et al., 2015).....	26
Figur 8: Informasjonslogikk i Neste Steg (Klakegg et al., 2015).....	27
Figur 9: MMI-verdiene (Fløisbonn et al., 2018)	30
Figur 10: Forholdet mellom samspillet og de fire elementene i IDDS. Basert på Owen et al. (2009)	31
Figur 11: Sammenhengen i gode prosesser. Adaptert fra Bråthen et al. (2016).....	32
Figur 12: Spørsmål 2 - Velg den aldersgruppen du tilhører?	37
Figur 13: Spørsmål 4 - Hvor lenge har du jobbet som BIM-koordinator/brannrådgiver?	38
Figur 14: Spørsmål 5 - Hvilke(n) programvare(r) benytter du til å utarbeide leveransen?	39
Figur 15: Spørsmål 6 - Hvordan mottar du oftest arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?.....	39
Figur 16: Spørsmål 8 - Hvordan leverer du fra deg arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?.....	40
Figur 17: Spørsmål 7 - På hvilket format mottar du oftest arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?.....	41
Figur 18: Spørsmål 9 - På hvilket format leverer du fra deg arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?	41
Figur 19: Spørsmål 10 - Hvor fornøyd er du med dagens praksis?	42
Figur 20: Brannsikkerhet i BIM i sammenheng med samspillstrekanten i IDDS	55
Figur 21: Parameterberikingsmetodikk	56
Figur 22: Egen modell metodikk.....	56
Figur 23: Analysebygget	57
Figur 24: Plantegning 1.etasje med merket korridor	57
Figur 25: Oversikt over skript	58
Figur 26: Input- og startverdier	58
Figur 27: «Analyse overflaten»-skript	59
Figur 28: «Overflatenett til analyse»-, «aktivere hinderoppdagelse»-, «Finne evakueringsruter»-skript	59
Figur 29: «Definer korteste vei»-skript.....	60
Figur 30: «Glatte ut kurvene»-skript	60
Figur 31: «Fremstille i Revit»-skript.....	61
Figur 32: Evakueringsrutene vist på plantegningen	61
Figur 33: Evakueringsrutene vist til nærmeste nødutgang	61
Figur 34: Aldersgruppe / Tilfredshet.....	62
Figur 35: Erfaring / Tilfredshet	62
Figur 36: Egen modell metodikk, fase 2	64
Figur 37: Prospektteorien. Basert på Kahneman (2011)	71

Tabeller

Tabell 1: Benyttet metode på forskningsspørsmålene	8
Tabell 2: Søkefunksjoner med forklaring (Brodshaug, 2018)	10
Tabell 3: Kildevurderingsskjema	11
Tabell 4: Første litteratursøk	12
Tabell 5: Siste litteratursøk	13
Tabell 6: Mal for intervjuguide, individuelt intervju.....	15
Tabell 7: Oversikt over intervjuer	16
Tabell 8: Sjekkliste spørreundersøkelse	19
Tabell 9: LoG søyleeksempel.....	29
Tabell 10: MMI – Basert på Fløisbonn et al. (2018).....	30
Tabell 11: Prosess/Teknologi/Menneske - matrise.....	33
Tabell 12: Sammenligning av spørsmål 6 og 8	40
Tabell 13: Sammenligning av spørsmål 7 og 9	42
Tabell 14: Tilfredshet krysstabulert med spørsmål 6-9.....	43
Tabell 15: Spørsmål 11 - Hva er bra?	45
Tabell 16: Spørsmål 12 - Hva kan gjøres bedre?	47
Tabell 17: Spørsmål 13 - Hvilke forhåpninger har du til BIM?	49
Tabell 18: Spørsmål 14 - På hvilke områder vil det være viktig å digitalisere?.....	51
Tabell 19: Spørsmål 15 - Hvor oppfatter du at RIBr med BIM kan øke kvalitet og produktivitet?	53
Tabell 20: Fordeler og utfordringer med BIM	63
Tabell 21: Matrise - Prosess	67
Tabell 22: Matrise - Teknologi.....	69
Tabell 23: Matrise - Menneske	72

Forkortelser

AEC	Architect, Engineering and Construction
AiN	Arkitektbedriftene i Norge
ARK	Arkitekt
BAE	Bygge-, Anleggs- og Eiendomsnæring
BIM	Bygningsinformasjonsmodell
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
BNL	Byggenæringens Landsforening
DiBk	Direktoratet for Byggkvalitet
DWG	Designfilformat (Drawing)
EBA	Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg
IDDS	Integrated Design and Delivery System
IFC	Industry Foundation Classes
LoD	Level of Development
LoG	Level of Geometry
MMI	Model Modenhets Indeks
MPS	Modellprogresjonspesifikasjon
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
PDF	Portable Document Format
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
RIBr	Rådgivende ingeniør brann
RIE	Rådgivende ingeniør elektro
RIF	Rådgivende Ingeniørs Forening
RIV	Rådgivende ingeniør varme-, ventilasjons- og sanitærteknikk
RVT	Revit project file
SAK10	Byggesaksforskriften
SSB	Statistisk sentralbyrå
VDC	Virtual Design and Construction
VTEK	Veiledning om tekniske krav til byggverk
WS	Workshop

1 Introduksjon

1.1 Innledning

Kjerneprosessene i byggeprosessen er definert i Eikeland (1998) som programmering, prosjektering og bygging/produksjon. Prosessene prosjektering og produksjon er i natur ganske like (Ballard, 2000a), men ellers ganske ulike. I produksjonen produseres håndfaste produkter fra maskiner og mennesker, mens i prosjekteringen er hovedhensikten at rådgivere og arkitekter arbeider sammen for å omgjøre ideer til anbud og dokumenter (Tribelsky og Sacks, 2007). Det gjøres ved å utveksle informasjon og transformere informasjonen (Knotten et al., 2015). I prosjekteringsprosessen gjøres arbeidsoppgavene i en iterativ prosess (Ballard, 2000a), mens i produksjonsprosessen planlegges de gjerne sekvensielt (Knotten et al., 2015). Iterasjonene og omgjøringene i prosjekteringen ses i utgangspunktet på som positive, mens omgjøringene i produksjonen genereres som avfall og sløsing (Ballard, 2000a). Ballard (2000b) tilføyer også at prosjekteringsprosessen ikke ville tilført noe verdi, om prosessen hadde vært sekvensiell. Uansett er god kommunikasjon og informasjonsflyt suksessfaktorer i begge prosessene (Grimsmo, 2008).

Gjennom separert prosjektering og produksjon, har det vært et ønske i bransjen å bevege seg mot bedre koordinerte aktører og et mer tilrettelagt samarbeid (Mesa, Molenaar og Alarcón, 2016). Selv om iterasjoner og omgjøringer i prosjekteringsprosessen i utgangspunktet ses på som positive, kan også endringer eller sen deling av informasjon i prosjekteringsprosessen resultere i forsinkelser og problemer for byggefasen (Hattab og Hamzeh, 2013). En BIM-basert prosess kan løse mange av disse utfordringene (Lu og Wong, 2018). Forkortelsen BIM defineres og forklares av Moen og Moland (2010) som: «BIM står for Bygnings Informasjons Modell når det henviser til hva som produseres, og Bygnings Informasjons Modelling når det henviser til arbeidsprosessene som utføres».

I BIM-prosjekter involveres flere aktører i tidligfase og kan være delaktige i tidlige avgjørelser på egne fagområder. I de tidlige faser av et prosjekt vil det være viktig å involvere og samarbeide med fag som er gjensidig avhengig av valg som tas (Grimsmo, 2008), som premissgivende fag, og et godt samarbeid er derfor kritisk. Samarbeid defineres av Kalay (1998) som en enighet mellom aktører om å dele sine evner i et bestemt team for å oppnå teamets mål, mens Leicht (2009) mener en prosess, samhandling mellom to eller flere mennesker, og et felles mål er elementene som definerer samarbeid.

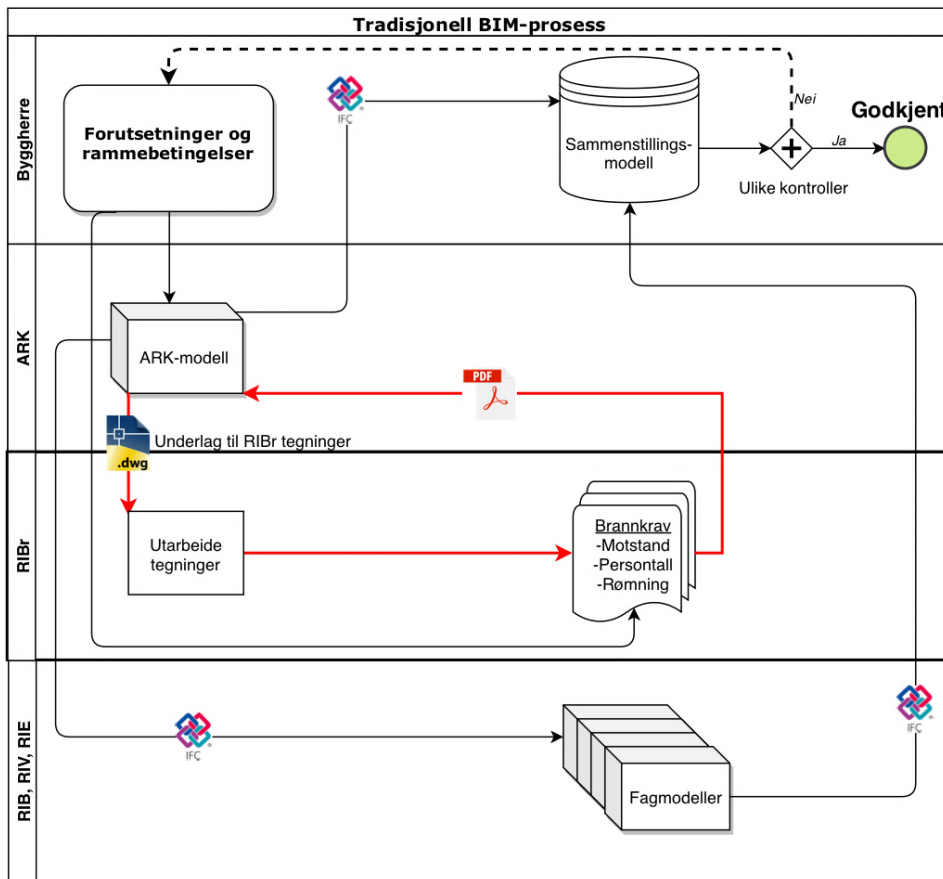
Li et al. (2017) sier at BIM-kunnskap er høyst multidisiplinært som inkluderer integrering, lagring og utveksling av data på flere områder. Med byggebransjen ofte omtalt som et fragmentert miljø (Dainty, Moore og Murray, 2006), kan en med BIM høste fordeler som blant annet økt effektivitet i samarbeidsprosesser (Huang, 2014) og økt kommunikasjon på tvers av hele prosjektteamet (brukere, rådgivere, byggherrer, entreprenører, etc.) (Manning og Messner, 2008). Fag som allikevel blir mindre prioritert i BIM-prosessen er premissfagene brannsikkerhet, akustikk og miljø.

Premissfagene setter kun krav til andres elementer, og har i utgangspunktet ikke eierskap til elementer i en BIM (Westlund, 2015). Det kan derfor bli vanskelig å bidra effektivt i en BIM-prosjekteringsgruppe. Uansett ender det meste av delt informasjonen fra deltakere i prosjekteringsgruppen til å ikke være til nytte for prosjektet, selv om mengden tilgjengelig informasjon øker (Phelps, 2012). En innarbeidet praksis er at premissfagene får et 2D underlag, ofte fra arkitekten, for deretter å tilrettelegge underlaget i en modell. Dette er lite interessant og en tidkrevende prosess mener Westlund. Selv om det ikke er anbefalt i noen retningslinjer/standarder for BIM, er fortsatt prosjektering basert på 2D tegninger inkludert i dagens BIM-integrerte prosess (Lu og Wong, 2018).

Som følge av digitalisering i byggenæringen har Bygg21 (2016) satt som mål å redusere kostnader i byggeprosjekter med 20% innen 2020, mens Byggenæringens Landsforening (BNL) har satt et kostnadsreduksjonsmål på 33%, samt 50% raskere prosjektgjennomføringer innen 2025 (BNL, 2017). Gilbertson (2006) sier at prosjekteringen står for 20% av byggekostnadene, mens FDV-kostnadene langt større. Oppsplitting av prosesser og dårlig kommunikasjon, nevnes i ulike rapporter at står for 30% av byggekostnadene (BNL, 2017). Prosjektbeskrivelsen er årsaken til 30% av all omgjøring i prosjektet og fører til 60% lavere verdi fra prosjekteringen (El. Reifi og Emmitt, 2013). Med disse ultimate målene og utfordringene til grunn, fremheves betydningen av samkjørte prosesser og god integreringen i BIM-prosessen for de prosjekterende disiplinene.

Ofte blir BIM nevnt med et stort potensial, men da må graden av modellering, mengde informasjon i modellobjekter og informasjonsflyt mellom aktører utnyttes bedre (Bråthen et al., 2016). I og med at flere prosjekter går over til en prosess tilpasset modellbasert prosjektering, og at arkitekten (ARK) og hovedfag allerede har jobbet i 3D-modell over lengre tid, er det nå et ønske fra bransjen at også premissfag oppdaterer sin arbeidsprosess (Multiconsult, LINK Arkitektur og STATSBYGG, 2019). På den måten vil man kunne ha en større forståelse for hverandres gjensidige behov og arbeide i fase med hovedfagene.

I større prosjekter hvor det er mange aktører involvert må informasjon samkjøres og koordineres på en god måte. Det utføres da flere krasj- og romlige kontroller for å oppdage uoverensstemmelser mellom ulike fag (Lu og Wong, 2018). Etter utførte kontroller, basert på resultatene fra kontrollene, gjøres endringer/justeringer, før det på ny kontrolleres. Her vil også iterasjonene bli negative om endringene som gjøres, ikke tilfører prosjektet noe verdi. Figur 1 på neste side oppsummerer hvordan den tradisjonelle prosessen foregår i BIM-prosjekter, med tanke på premissfaget brannsikkerhet



Figur 1: Tradisjonell BIM-prosess

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Byggebransjen står fortsatt overfor mange kjente utfordringer og problemer, og ved å gå fra en tradisjonell BIM-prosess til en fullt utviklet BIM-prosess er det flere faktorer å ta hensyn til. Utfordringene og problemene er i hovedsak forårsaket av samspillet mellom prosess, folk og teknologi (SINTEF Byggforsk, 2010) og er samtidig nøkkelen til å forstå den helhetlige sammenhengen mellom barrierer og utfordringer (Moum, 2008). Prosessen må implementeres og testes på en god måte, personene må ha et ønske om å være med på utviklingen, og teknologien må bli benyttet på riktig måte. Prosess, menneske og teknologi er også kjernen i konseptet Integrated Design and Delivery System (IDDS)(Owen et al., 2009) og vil bli benyttet gjennomgående i masteroppgaven.

Brannsikkerhet er et av premissfagene som ikke har en felles bransjestandard for hvordan leveransen og deres tilstedeværelse i BIM-prosjekter skal være. Dette forskningsarbeidet vil ha to fokusområder for brannsikkerhetsfaget i BIM. Det ene er hvordan faget kan implementeres på en god måte og det andre er på selve arbeidsprosessen for en best mulig tilnærming i BIM-prosjektene. Målet med denne forskningen vil derfor være å besvare følgende problemstilling:

«Hvordan kan brannsikkerhetsfaget hensiktsmessig fullt integreres i BIM-prosessen?»

For å besvare problemstillingen på en god måte er det utarbeidet forskningsspørsmål. I og med at samspillet mellom prosess, menneske og teknologi er sentralt i forståelsen av barrierer og utfordringer i byggebransjen, er det naturlig å knytte forskningsspørsmål og funn til dette samspillet. I dag er det opparbeidet egne arbeidsmetoder som er godt inkorporert i bedriftene, men som nødvendigvis ikke er beste praksis for bransjen. For å kunne forstå hvordan brannsikkerhetsfaget hensiktsmessig kan tilnærme seg BIM-prosessen, må en først vite hvilke tilnærminger som allerede finnes i dagens prosjekter (**FS1**). En sammenligning av de ulike tilnærmingene vil være nødvendig for å kunne avgjøre den mest hensiktsmessige arbeidsmetodikken for brannsikkerhetsbransjen (**FS2**). Det vil også være av interesse å se på hvilke muligheter som ligger i de kraftige teknologiske verktøyene vi har tilgjengelig og hvordan denne teknologien kan hjelpe i en oppdatert arbeidsprosess (**FS3**). Oppsummert vil forskningen besvare følgende forskningsspørsmål (**FS**):

FS1: Hvilke tilnærminger finnes for brannsikkerhetsfaget i BIM?

FS2: Hvilken arbeidsmetodikk er hensiktsmessig å følge?

FS3: Hvordan kan teknologien bidra i tilnærmingen i BIM?

1.3 Omfang

Målet med masteroppgaven er å kartlegge dagens innarbeidede praksis, samt å avdekke hvordan brannsikkerhetsfaget best mulig kan fullt integreres i BIM-prosessen. Et prosesskart over hvordan noe av arbeidet har blitt utført for å oppnå dette målet er vist i prosesskartet i Vedlegg 1 og kan ses i sammenheng med tidsplanen som er utarbeidet i Vedlegg 2. Videre i masteroppgaven har det vært ønskelig å beskrive en fremtidig konseptuell metodikk som vil være med å definere veien videre for brannsikkerhetsbransjen. For metodikken blir et «Proof of concept» vist for å synliggjøre hvordan enkle tiltak kan føre til store forbedringer i prosessene.

I første omgang var det hensiktsmessig å kartlegge informasjon og litteratur rundt forskningsområdet, før en plan for selve forskningsarbeidet ble lagt. Det er derfor gjennomført et litteraturstudium innenfor temaet, med mål etter Blumberg, Cooper og Schindler (2011) å:

- etablere konteksten rundt problemet ved å referere til tidligere forskning
- forstå strukturen til problemet
- vise leseren hva slags arbeid som er gjort tidligere
- hva som behøver å gjøres i lys av eksisterende forskning.

Høsten 2018 ble det gjennomført intervjuer som ga førstehåndsinformasjon av omfanget av brannsikkerhet og BIM. I løpet av vinteren 2019 ble COWI engasjert i et samarbeid og et ønske om en felles bransjestandard på leveranse i BIM ble ytret. En del av masteroppgavens mål er å finne ut hvordan brannrådgiverens rolle og informasjonsflyt er i BIM. Det er allerede lagt ned et stykke arbeid på dette området i utarbeidelsen av Statsbyggs BIM-manual 2.0, og masteroppgaven bygger noe på dette innholdet. Videre har det vært et ønske at masteroppgaven skal være et generelt bidrag til brannsikkerhetsmiljøet, men også i videreutviklingen for brannsikkerhet og BIM for å nyttiggjøre hele byggebransjen.

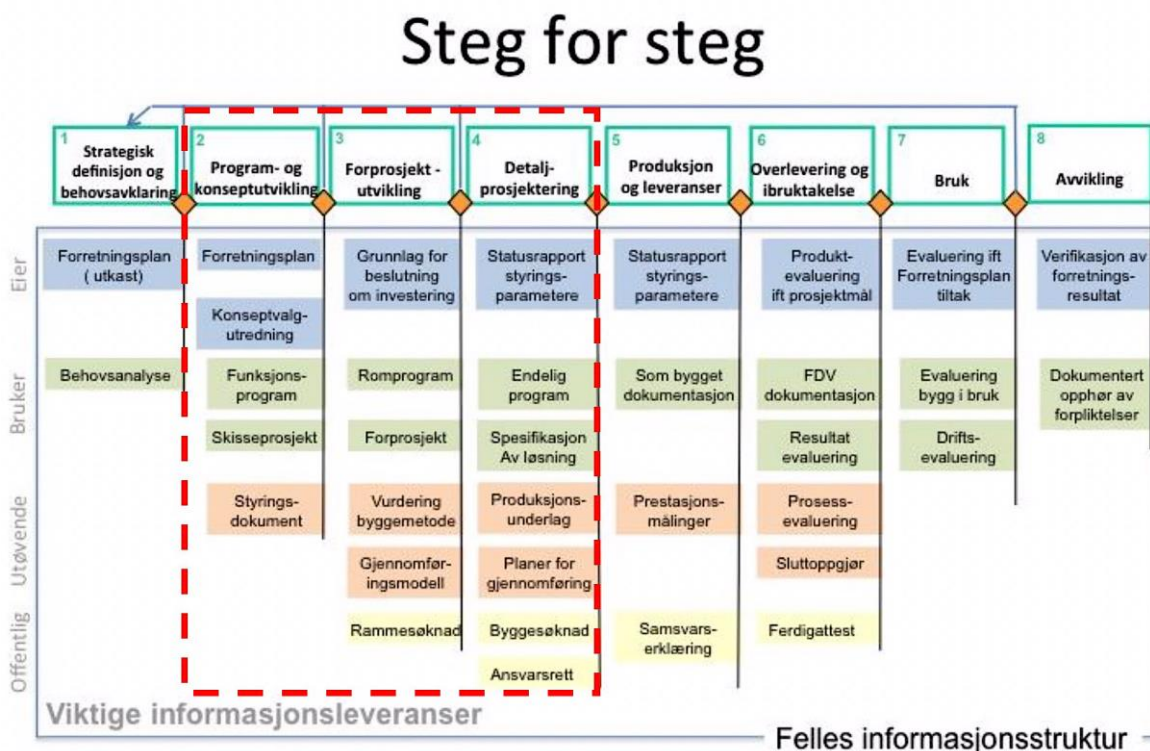
Rådgivende Ingeniørs Forening (RIF) og deres ekspertgruppe for brannsikkerhet er en stor bidragsyter i denne oppgaven. Sammen med RIF har det blitt organisert en workshop for å bestemme retning for en felles bransjestandard. Her ble også en ønsket metodikk for hvordan brannsikkerhetsfaget vil involveres i BIM fremmet. Resultatet av workshopen er begynnelsen på et arbeid i å definere leveransen og fremtiden for brannsikkerhetsfaget. Workshopen ble benyttet som en arena for de store rådgivende firmaene i Norge, hvor utveksling og deling av erfaringer sto i fokus.

1.4 Avgrensninger

I masteroppgaven vises hvordan noe av det operasjonelle er løsbart, samt enkelte effekter av det. Det er ikke lagt noe arbeid i løse de kontraktuelle utfordringene som eventuelt kan oppstå i implementering av en metodikk som fremmer informasjonsflyt på tvers av aktører. Det er heller ikke sett på hvordan integreringen i BIM påvirkes av de ulike kontraktstypene og prosjektstyringen, som finnes i byggeprosjekter. Utfordringene vil allikevel bli synliggjort og diskutert i oppgaven.

For å lettere kunne få etterprøvbare resultater og øke forskningsarbeidets reliabilitet, har hovedfokuset i forskningsarbeidet vært på premissfaget brannikkerhet. I oppdagelsen av hvordan brannikkerhet kan implementeres i BIM-prosessen, har det også vært ønskelig å finne overførbarhet til andre premissgivende fag.

Ettersom premissgivende fag ofte initieres i tidlige faser (initiering, optimalisering), gjerne før det er søkt om rammetillatelse, blir oppgaven sentrert rundt disse fasene av byggeprosessen. Figur 2 viser hvilke faser som er gjeldene i dette forskningsarbeidet i henhold til fasenormen til Bygg21. Det er også i disse fasene de rådgivende disiplinene tilfører høyest verdi og har størst påvirkningsgrad. Tilnærmingene i BIM er i hovedsak blitt sett på for nye bygg, før de eventuelt kan generaliseres til å fungere for eksisterende byggverk.



Figur 2: De aktuelle stegene i fasenormen

2 Metode

2.1 Valgt metode

En metode skal fortelle hvordan en skal gå frem for å skaffe eller etterprøve kunnskap (Dalland, 2012). Å sette opp forskningsdesign vil være hensiktsmessig for valg av metode og Blumberg, Cooper og Schindler (2011) klassifiserer forskningsdesignet etter åtte beskrivelser: *definerings av studien, metode, forskerens påvirkning, hensikten med studien, tidsaspekt, omfanget, forskningsmiljøet og deltakere i studien*. Disse beskrivelse er med å forme forskningsdesignet i denne oppgaven.

Oppsummert ble denne forskningen satt opp som en mulighetsstudie med et litteraturstudie, semistrukturerte intervjuer, spørreundersøkelse og et fokusgruppeintervju (Creswell, 2014; Jacobsen, 2015). Fokusgruppeintervju ble valgt fremfor et enkelt casestudie (Yin, 2014), da det var mer hensiktsmessig for raskere innhenting av erfaringsdata fra ulike prosjekter og for utviklingen av forskningsarbeidet.

Forskningsspørsmålene er stilt med hensikt i å konkludere, gjennom innhentet data, en teori/praksis og forskningsmetoden vektet derfor mest mot å være induktiv (Creswell, 2014). Spørsmålene inneholder flere variabler som vil behøve mer omfattende intervjuer (Busch, 2013), og semistrukturerte og fokusgruppeintervju ble derfor valgt. Et annet kjennetegn ved induktiv forskningsmetode er at empirisk data blir analysert uten noen særlig form for forventning hva svaret er (Busch, 2013). En deduktiv tilnærming er når man har til hensikt å bekrefte eller avkrefte hypoteser, og det var ikke tilfelle i denne studien.

Masteroppgaven hadde en bestemt tidsavgrensning som også påvirket valget av forskningsdesign. Ekstensivt og intensivt design er to typer forskningsdesign, hvor ekstensivt design gjerne foregår over lengre tid og innhenter data fra flere kilder, mens intensivt design går i dybden på færre kilder (Busch, 2013). Med bakgrunn i forskningsspørsmålene og tidsavgrensningen var det naturlig å velge et intensivt design. En deskriptiv tilnærming var også nødvendig for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene, da de inneholdt spørreord som hvilke og hvordan.

For å lande det mest optimale forskningsdesignet og svare ut problemstillingen og forskningsspørsmålene, ble såkalt metodetriangulering benyttet. Grønmo (2016) beskriver metoden som en blanding av kvalitativ og kvantitativ metode, med mål om få det mest mulig nøyaktige bilde av forskningsfeltets virkelighet (Gentikow, 2005). Selv om datainnsamlingen gjennom kvalitativ og kvantitativ tilnærming ga et virkelighetsnært bilde, ble også «Proof of concept» benyttet i forskningsprosjektet, for å triangulere forskningsfeltet ytterligere.

På neste side, i Tabell 1, adresseres de ulike valgte metodene til forskningsspørsmålene.

Tabell 1: Benyttet metode på forskningsspørsmålene

Forskningsspørsmål	Metode
1. Hvilke tilnæringer finnes for brannsikkerhetsfaget i BIM?	Litteraturstudie, intervjuer, spørreundersøkelse, workshop
2. Hvilken arbeidsmetodikk er hensiktsmessig å følge?	Litteraturstudie, intervjuer, workshop
3. Hvordan kan teknologien bidra i tilnærmingen i BIM?	Spørreundersøkelse, workshop, «Proof of concept» / prototyping

2.2 Kvalitativ vs. kvantitativ vs. blandet metode

Kvalitativ metode kjennetegnes ved at den starter med perspektivet og handlingene til forskningsfeltet, mens kvantitativ metode vanligvis går ut fra forskerens ideer om dimensjoner og kategorier som bør utgjøre forskningsfeltet (Bryman, 1989). Om metoden vil være kvalitativ eller kvantitativ, vil basere seg på problemstillingen og forskningsfeltet (Alvesson og Sköldberg, 2009), og noen ganger kan en kombinasjon av disse metodene være best egnet, kalt blandet metode eller metodetriangulering (Bourdieu og Wacquant, 1992).

Kvantitativ metode velges gjerne når man har en testende problemstilling og ønsker å finne omfang, hyppighet eller utstrekningen av et fenomen (Jacobsen, 2015). Ved en uklar problemstilling som er eksplorerende vil det være hensiktsmessig å ha en kvalitativ tilnærming. Det er for å kunne undersøke og gå i dybden av forskningsfeltet, og som er åpen for kontekstuelle forhold (Creswell, 2014; Jacobsen, 2015). Forskningsarbeidet har hatt en beskrivende problemstilling, hvor det har vært av interesse å finne hvordan på best mulig måte integrere brannsikkerhetsfaget i BIM-prosessen. I et forskningsdesign, som både har filosofiske antakelser og et teoretisk rammeverk, vil en blanding av kvalitativ og kvantitativ metode, være egnet. Den har til hensikt å gi et enda bredere og fullstendig bilde av problemstillingen enn en enkelt metode alene (Creswell, 2014).

Den kvalitative metoden innebærer å stille forskningsspørsmål, å gjøre datainnsamling gjennom blant annet intervjuer, å analysere dataene og gjøre opp en mening av innsamlet data (Creswell, 2014). Sammen med den kvantitative tilnærming med spørreundersøkelse, ble omfanget og utbredelsen av fenomenet brann og BIM identifisert. Med bakgrunn i dette ble studien gjennomført med en blandet metode, med et spesielt fokus på åpenhet i spørreundersøkelsen for brannrådgiverne og i workshopen for bransjen. På den måten kunne flere aktører dele sine erfaringer fra sine prosjekter og skape en felles forståelse for veien videre.

Til å gjøre en samlet vurdering og kvalitetssikring av oppgaven brukes sentrale begreper som validitet og reliabilitet. Validitet beskriver gyldigheten til litteraturen sett i sammenheng med problemstillingen, mens reliabilitet viser til litteraturens pålitelighet (Grønmo, 2016). Forskningsarbeidet opparbeidet seg svært god validitet ved inngå et samarbeid med de fremste bedriftene innenfor oppgavens tema og

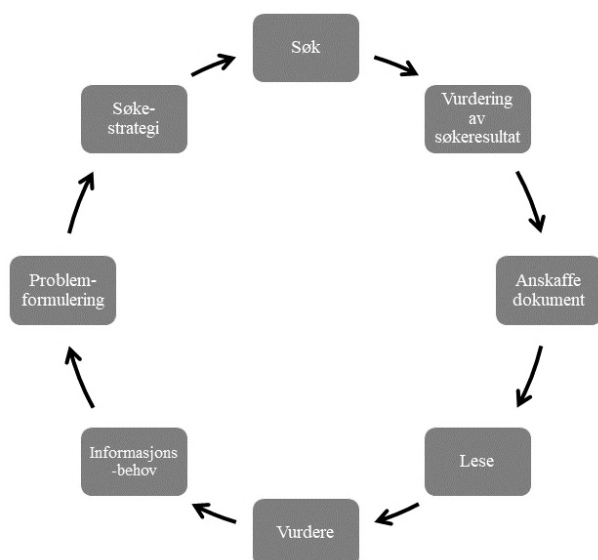
arbeidet som er påbegynt vil gi stor nytteverdi for brannsikkerhetsbransjen. Et tett samarbeid med bransjen har også gjort at oppgavens reliabilitet ble opprettholdt.

2.3 Litteraturstudie

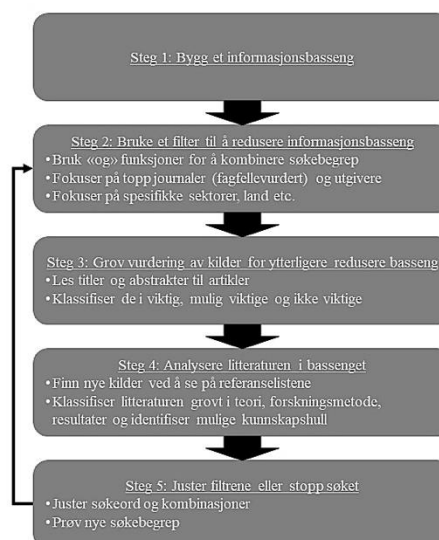
Litteraturstudiet har til hensikt å gi en beskrivelse og kritisk vurdering av relevante kilder i forhold til forskningsproblemet (Lohne og Engebø, 2018). I følge Blumberg, Cooper og Schindler (2011) er det vanlig å starte et litteraturstudie med et litteratursøk. Lohne og Engebø (2018) lister opp noen ulike litteraturstudier: «Literature review», «Systematic review» og «Scoping review». Det er flere likheter i et systematisk søk og et litteratursøk, men det systematiske søket er mer omfattende. Et litteratursøk vil i første omgang gi innsikt om det er nødvendig å gjennomføre et større systematisk søk og i og med det begrenses på kvalitetsvurdering og tid, gir det nødvendigvis ikke endelige resultater på forskningen (Grant og Booth, 2009). Det er allikevel en rask og effektiv metode for å kunne identifisere eventuelle kunnskapshull. I forskningsarbeidet ble «Scoping review» av og har til hensikt å gi en foreløpig vurdering av potensiell størrelse og omfang av tilgjengelig forskningslitteratur (Grant og Booth, 2009). Litteraturen har videre lagt grunnlaget for å identifisere mulige kunnskapshull i forskningsområdet.

2.3.1 Søkestrategi

Med bakgrunn i den innledende litteraturlæsingen og den foreløpige satte problemstillingen, ble det først hensiktsmessig å gjennomføre litteratursøkingen strukturert. Höglund og Persson (1980) presenterer litteratursøking som en sirkulær prosess (Figur 3), hvor man hele tiden justerer søket underveis. For å ikke miste relevant litteratur sier Blumberg, Cooper og Schindler (2011) at prosessen bør gjøres iterativt, illustrert i Figur 4.



Figur 3: Informasjonssøkeprosessen. Basert på Höglund og Persson (1980)



Figur 4: Litteratursøkerprosessen. Basert på Blumberg, Cooper og Schindler (2011)

En søkestrategi ble utarbeidet før selve søket ble gjennomført. I søkestrategien inngikk det å finne relevante databaser å utføre søket i og avgrense søkets omfang (Höglund og Persson, 1980). En utfordring var å strukturere søket slik at søkene ga relevant og god litteratur. For å begrense søket foreslår Dalland (2012) fag, nivå, tid, språk og geografi som kriterier. Under nivå rangeres kilder i ulike områder, i f.eks. vitenskapelige tidsskrifter, fagbøker og institusjonsserier. I dette litteratursøket ble kildene rangert fra høy til lav kvalitet: vitenskapelige artikler, konferanseartikler, avhandlinger og offentlige rapporter (Lohne og Engebø, 2018). Søket ga veldig mange treff, men ved benytte filtrering, som å lese overskrifter og abstrakter, ble raskt flere kilder eliminert bort. Sammen med kriteriene ble søkeprosessen gjennomført effektivt og en god litteraturliste ble raskt opparbeidet.

Videre i søkestrategien ble det utformet ulike kombinasjoner av søkeord som er knyttet opp mot problemstillingen, med hensyn til databasen søket gjennomføres i (Höglund og Persson, 1980; Blumberg, Cooper og Schindler, 2011). Søkeprosessen i litteraturstudiet er i hovedsak blitt utført i Oria og Scholar. En vesentlig forskjell i de to søkemotorene er at de henter litteratur fra ulike databaser fra ulike deler av verden. Det gjør søkene mer utfyllende og mer litteratur blir kartlagt. En annen forskjell i databasene er at Scholar baserer søkene på algoritmer og tidligere søk (UoML, 2018) og for å avdekke mest mulig litteratur, ble også databasene i Scopus og Web of Science benyttet.

Tabell 2 viser ulike funksjoner, med forklaringer, som er brukt i søkene for å avgrense søket ytterligere.

Tabell 2: Søkefunksjoner med forklaring (Brodshaug, 2018)

FUNKSJON (ENGELSK/NORSK)	FORKLARING
AND / OG	Gir treff for flere uavhengige ord. Begrenser antall treff.
OR / ELLER	Kombinerer synonymer og gir treff på minst et av ordene. Gir flere treff
NOT / IKKE	Utelukker ord. Begrenser antall treff
« »	Frasesøk. Gir kun treff som inneholder ordene i samme rekkefølge
*	Trunkering. Ord som starter eller slutter med noe. Gir flere treff
()	Grupperer ord


For å besvare problemstillingen ble det valgt å gjennomføre litteratursøket basert på den generelle femstegs prosedyren, beskrevet av Blumberg, Cooper og Schindler (2011) i Figur 4 og er oppsummert slik:

1. Definere problemstilling og forskningsspørsmål.
2. Hente informasjon fra bibliotekene, søkemotorer og bøker for å finne nøkkelord, relevante kilder, personer og eventuelle arrangementer som er relevant for forskningsspørsmålene.
3. Bestemme sekundærkilder gjennom å bruke nøkkelord, nøkkelpersoner, biografier og internett.
4. Finne og bestemme relevante sekundærkilder.
5. Vurdere innholdet og verdien til hver enkelt kilde.

2.3.2 Kildevurderingsskjema

For å vurdere verdien til hver enkelt kilde, steg 5 i fem-steps prosedyren, ble det utarbeidet et kildevurderingsskjema, vist i Tabell 3.

Tabell 3: Kildevurderingsskjema

Generell info:	
Tittel:	Kildens tittel
Forfattere:	Hvem er forfattere?
Utgiver:	Hvor ble den publisert?
Publisert:	Når ble den publisert?
Siteringstall:	Hvor ofte er den blitt sitert?
Søkemotor:	Hvilken søkemotor/database ble benyttet?
Type litteratur:	Hvilken type litteratur er det?
Handler om:	Hva handler den om?
Kildevurdering:	
Troverdighet	
Objektivitet	
Nøyaktighet	
Egnethet	
Helhets-vurdering:	Kan den brukes? 

I den første del av skjemaet ble den generelle informasjonen kartlagt med en kort beskrivelse av innholdet i kilden. I neste del ble kilden vurdert etter TONE-kriteriene før det til slutt ble gjort en helhetsvurdering. Om kilden ble forkastet eller brukt ble avgjort ved rød-grønt prikkesystem, i en skala fra 1 til 7, hvor den forkastes med mindre enn to grønne prikker. To eksempler på hvordan skjemaet ble benyttet er vist i Vedlegg 4.

Her vurderes kildene blant annet opp mot TONE-kriteriene: *Troverdighet*, *Objektivitet*, *Nøyaktighet* og *Egnethet* (NTNU UB, 2017). Vurdering av kildene etter disse kriteriene ga et bedre beslutningsgrunnlag for å vurdere om kilden kan brukes eller ikke.

Troverdighet: Handler om hvem som er ansvarlig for artikkelen. Hva er forfatterens utdanning og hvilken institusjon tilhører forfatteren(e)? I hvilket tidsskrift er artikkelen presentert? Er den fagfellevurdert?

Objektivitet: Hvordan er dataene i kilden presentert? Er dataene i samsvar i tidligere forskning eller er det noen avvik? Er hensikt med kilden å overtale eller informere deg? Er flere sider av saken presentert?

Nøyaktighet: Er forskningsmetoden godt forklart? Hvor nye og oppdaterte er dataene? Kan informasjonen bekreftes i minst to andre kilder?

Egnethet: Hvor godt passer kilden dine behov? Er dataene relevant for oppgaven? Kan artikkelen gi nytt lys over problemstillingen? Hvem er artikkelen skrevet for?

Med bakgrunn i seminar av Lohne og Engebø (2018) og litteratursøkekurs gitt av Halkinrudd og Bjørgen (2018) ved NTNU Universitetsbibliotek, er strategien i litteratursøket oppsummert slik:

1. Ulike søkekombinasjoner, ble formulert med nøkkelord, sammen med hensiktsmessige funksjoner fra Tabell 2, som motsvarer problemstillingen og forskningsspørsmålene, se Tabell 4 og Tabell 5. Nøkkelordene som ble benyttet i første litteratursøk var: Information flow; VDC; LEAN; BIM; Design process. Søket ble gjort i søkemotorene Scholar, Oria, Scopus og Web of Science
2. For å effektivisere søknadsprosessen ble titler og abstrakter lest, samt å vurdere referanselisten til kilden. Videre ble relevante kilder lagret i et strukturert mappesystem i *EndNote* og for å redusere antall kilder ytterligere ble alle kildene presentert med en kort vurdering i et dokument.
3. Deretter ble kildene lest, analysert og vurdert. Kildene ble vurdert etter TONE-kriteriene, kildens forfattere ble sjekket i *Scopus*, fagfellevurdering (peer-review) og antall siteringer i Scholar. Til slutt ble det avgjort om kilden kunne forkastes eller brukes. Vurderingene ble gjort med hjelp av kildevurderingsskjemaet.

Tabell 4: Første litteratursøk

SØKEKOMBINASJON	ANTALL TREFF			
	Scholar	Oria	Scopus	Web of Science
1. VDC OR “VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION”	182 000	55 733	5 394	2 164
2. (VDC OR “VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION”) AND “INFORMATION FLOW”	1 610	159	31	2
3. (VDC OR “VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION”) AND “INFORMATION FLOW” AND COMMUNICATION	1 380	102	20	-
4. LEAN AND “INFORMATION FLOW”	27 900	5 950	1 193	71
5. LEAN AND “INFORMATION FLOW” AND (VDC OR VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION”)	289	17	20	1
6. “INFORMATION FLOW” AND (BIM OR "BUILDING INFORMATION MODELING")	3 750	661	291	36
7. “INFORMATION FLOW” AND (BIM OR “BUILDING INFORMATION MODELING”) AND “DESIGN PROCESS”	1 400	216	75	5
8. “INFORMATION FLOW” AND (BIM OR "BUILDING INFORMATION MODELING") AND “DESIGN PROCESS” AND LEAN	660	68	42	-

Det ble også gjennomført et nytt litteratursøk omtrent i midten av masteroppgavens tidsaspekt, da problemstilling og forskningsspørsmål var tydeligere fastsatt. Problemstillingen og hensikten hadde da

også fått tid til å modnes, slik at videre arbeid ikke skulle bli bortkastet på irrelevant arbeid. Masterarbeidet hadde da blitt ytterligere spesifisert ved å se på brannsikkerhetsfaget som premissfag og litteratursøkingen ble derfor noe endret. På bakgrunn av problemstillingen og forskningsspørsmålene ble nye nøkkelord utarbeidet og strategien fra første litteratursøking ble videreført og er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Siste litteratursøk

SØKEKOMBINASJON	ANTALL TREFF			
	Scholar	Oria	Scopus	Web of Science
1. "BIM-PROCESS"	2 620	1 109	263	67
2. "BIM-PROCESS" AND "MEP"	815	270	21	2
3. "BIM-PROCESS" AND "MEP" AND "DESIGN"	804	267	21	2
4. "BIM-PROCESS" AND "MEP" AND "DESIGN" AND (BIM OR "BUILDING INFORMATION MODEL*")	452	-	21	2
5. "FIRE ENGINEERING"	24 300	17 607	6 998	1 373
6. "FIRE ENGINEERING" AND (BIM OR "BUILDING INFORMATION MODELLING")	358	32	22	2
7. "FIRE ENGINEERING" AND (BIM OR "BUILDING INFORMATION MODELLING") AND PROCESS	276	25	18	1

2.4 Evaluering av litteraturstudie

Litteratursøket resulterte i totalt 41 kilder, 24 fra andre litteratursøk og 17 fra første søk og var kilder fra år 2007 til 2019. De fleste kildene var forskningsartikler fra kjente forlag og konferanser som Elsevier, Automation and Construction og International Group for Lean Construction (IGLC). Enkelte kilder var også såkalte Review-artikler, som allerede har kartlagt store mengder med litteratur og ble med fordel brukt videre i søkingen. For eksempel summerer Li et al. (2017) opp de 10 mest kritiske publikasjonene innenfor BIM-disiplinen fra de 1874 BIM-relaterte publiseringene den har sett på.

Etter råd fra veileder ble de 2-3 års siste studentoppgavene publisert på buildingSMART Norge (2018) gjennomgått og vurdert. Basert på titlene ble de mest aktuelle oppgavene plukket ut og et visuelt søk av deres referanselister ble gjort. Det resulterte i en rekke kilder som ble ført inn et excel-ark, hvor listene ble filtrert etter antall siteringer og ryddet ned til 204 unike kilder. Disse kildene har blitt brukt til å kryssjekke og validere litteratursøket ytterligere. Prosessen førte til såkalt snowballing, som er når eksisterende forskning fremmer videre studier på et kjent tema og ny litteratur blir oppdaget. Snowballing kan ha som ulempe at noe av forskningsfeltet kan bli utelatt. I og med at hensikten med oppgaven ikke var å være et omfattende sammendrag av forskningsfeltet, ble snowballing benyttet med fordel.

2.5 Datainnsamling

De seks mest vanlige kildene til bevis eller datainnsamling er dokumentasjon, arkiver, intervjuer, direkte observasjoner, fasilitering og fysiske gjenstander (Yin, 2014). I hovedsak ble det i forskningsarbeidet benyttet dokumentasjon, intervjuer, direkte observasjoner og fasilitering. Intervjuer er ifølge Kvale (2007) en av hovedmåtene for å samle inn data i kvalitativ forskning. Intervjuer med nøkkelpersoner kan gi bedre innsikt og høyere verdi enn en enkelt spørreundersøkelse på området. Dokumenter kan for eksempel være rapporter eller artikler som kan vise til funn som støtter forskningen. Med direkte observasjoner brukes gjerne menneskets egne fem sanser og andre teknikker for å enkelt få oversikt over forskningsområdet (Yin, 2012). Kombinert med direkte observasjon, handler fasilitering om å få overblikk over en aktivitet og ble benyttet under fokusgruppeintervjuet.

2.5.1 Intervju

I et intervju er det intervjueren og intervjupersonen som sammen produserer kunnskap (Kvale og Brinkmann, 2009; Dalland, 2012). Siden forskningsarbeidet ønsket å gå i dybden og få oversikt over forskningsfeltet, ble et kvalitativt forskningsintervju vurdert som hensiktsmessig. Det finnes flere typer intervjuer og Kvale (2007) lister opp noen former: *faktiske-*, *konseptuelle-*, *fokusgruppe-*, *fortellende-*, *diskuterende-* og *konfrontasjons-intervjuer*. Det er ingen former som i utgangspunktet er den riktige eller ideelle, da det avhenger av tema og formål med intervjuet. Det vanligste formatet til intervjuer er semistrukturerte intervjuer (Holbergprisen, 2018), og ble benyttet i dette forskningsarbeidet. I semistrukturerte intervjuer kan spontane historier bli fortalt av intervjupersonen og intervjueren kan fremme og bygge videre på den (Kvale, 2007). På den måten kan god informasjon komme frem, som ellers kunne blitt holdt skjult i et formelt intervju.

Det ble også valgt å gjennomføre fokusgruppeintervju med bakgrunn i at forskningsprosjektet har hatt som mål å identifisere dagens praksis for brannsjikkerhet i BIM og videre finne ut hvordan brannfaget kan fullt integreres i BIM-prosessen. Fokusgrupper egner seg svært godt når man ønsker å utvikle et tema eller problemstillinger (Jacobsen, 2015). Brannsjikkerhetsbransjen har ingen felles bransjestandard for tilnærming i BIM og at ildsjelene ble samlet for videreutvikling av bransjen var svært gunstig. Forskjellene på et fokusgruppeintervju og semistrukturert intervju er nødvendigvis ikke så store da synspunkter blir delt på omtrent likt nivå. Fokusgruppeintervju vil gjerne avsløre hvorfor noen har et spesielt synspunkt, da det kan oppstå diskusjoner med argumentasjon, som man kan miste i et semistrukturerte intervjuer. Fokusgruppeintervju blir videre i oppgaven omtalt som workshop og forklares i Kapittel 2.8 nedenfor.

Et kjennetegn i det kvalitative intervjuet, her formet som semistrukturert, er gjennom intervjuprosessen å skape kunnskap (Dalland, 2012). For å oppnå denne kunnskapen og en viss kvalitet er det hensiktsmessig å utarbeide en intervjuguide (Jacobsen, 2015). I utarbeidelsen av intervjuguiden

forbereder man seg samtidig faglig og mentalt til intervjuene (Dalland, 2012). En intervjuguide har etter Blumberg, Cooper og Schindler (2011) to hovedfunksjoner:

1. Intervjuguiden skal være en huskeliste for intervjueren slik at det samme temaet blir adressert i hvert intervju.
2. Intervjuguiden øker kompabiliteten i flere intervjuer, ved å spille at de samme spørsmålene blir stilt i hvert intervju.

Intervjuguiden er lagt i Vedlegg 3 og er basert på IMDi (2010) mal for veiledning i brukerundersøkelser, vist i Tabell 6:

Tabell 6: Mal for intervjuguide, individuelt intervju

Fase 1: Rammesetting	1. Løst prat (5 min)
	Uformell prat
	2. Informasjon (5-10 min)
	Forteller litt om bakgrunn og formål for oppgaven. Si hva temaet er. Forklar hva intervjuet skal brukes til og forklar taushetsplikt og anonymitet. Spør om noe er uklart og intervjupersonen har noen spørsmål.
Fase 2: Erfaringer	3. Overgangsspørsmål (15 min)
	Hva slags erfaringer har du med temaet? Sjekkliste eller oppfølgingsspørsmål.
Fase 3: Fokusering	4. Nøkkelspørsmål (25-45 min)
	3-5 nøkkelspørsmål Sjekkliste eller oppfølgingsspørsmål
Fase 4: Tilbakeblikk	5. Oppsummering (ca. 15 min)
	Oppsummere funn Har jeg forstått deg riktig? Er det noe du vil legge til?

Det er nødvendigvis ingen fasit på hvor mange intervjupersoner og hvem som skal intervjues, men det avhenger heller av intervjuets hensikt (Kvale, 2007). Med kvalitative forskningsintervjuer ønskes det nødvendigvis ikke så mange intervjuobjekter i første omgang. Hvis informasjonen man får inn er for begrenset, kan en heller velge å intervju flere (Dalland, 2012). Det er viktigere å velge ut de riktige nøkkelpersonene til intervjuene for å oppnå ønsket kvalitet (Blumberg, Cooper og Schindler, 2011). Nøkkelpersonene ble plukket ut etter nøye vurderinger og på tips fra veileder. Et nettverk av aktuelle bedrifter og personer ble opparbeidet gjennom deltakelse på seminarer, gjesteforelesninger på NTNU og nettverksbygging generelt. Bedrifter som er kjent for å vellykkede pilotprosjekter og henger med i den digitale trenden, ble vektlagt som gode intervjuobjekter.

I uke 46 og 47 ble først seks intervjuer gjennomført med hensikten i å få et bilde at arbeidet som har blitt innenfor temaet Brann og BIM. Involveringen av premissfag i BIM-prosjekter og veien videre, ble

diskusjonstemaet under møtene. Videre samarbeid for masteroppgaven ble også her et aktuelt tema og Tabell 7 er informasjon om de ulike intervjuene summert opp.

Tabell 7: Oversikt over intervjuer

Intervjudato	Intervjutid	Intervjukilde	Rolle
14.11.2018	00:55	Rådgivende ingeniør	Brannrådgiver
22.11.2018	01:30	Rådgivende ingeniør	Brannrådgiver
22.11.2018	00:52	Rådgivende ingeniør	Brannrådgiver
23.11.2018	00:48	Rådgivende ingeniør	BIM Spesialist Visuell Programmering
23.11.2018	01:02	Rådgivende ingeniør	BIM og Digitaliseringsleder, og brannrådgiver
23.11.2018	01:25	Rådgivende ingeniør	2x brannrådgiver
Total tid:	06:32		

Som oppfølging til disse intervjuene ble det gjennom våren 2019 arrangert flere oppfølgingsmøter og aktiviteter med enkelte aktører, og et videre samarbeid ble også fastsatt. Disse møtene og aktivitetene er vist i Vedlegg 2.

2.6 Proof of concept

Forskningsspørsmål 3 ble stilt for å kunne vise at teknologi vil være en muliggjører for en fullt integrert BIM-prosess og er vist gjennom et «Proof of concept». Hensikten med «Proof of concept» i forskningsarbeidet var å vise at teknologien gjennom programvarene Autodesk Revit® og Dynamo® kan utvikles til å nyttiggjøre BIM-prosessen. Videre ble det gjennom visuell programmering laget en prototype (skript), som illustrerer hvordan utviklingen kan gjøres for å utnytte digital modellinformasjon, og hvordan det åpner for mulighetene til å automatisere manuelle arbeidsprosesser. «Proof of concept» sørget for vise enkelte funksjonaliteter som kan utnyttes ved bruk av visuell programmering i prosjekteringsverktøyet. Videre vil det være opptil hver enkelt aktør å ta i bruk og optimalisere konseptet til sitt eget bruk.

Programvarene Autodesk Revit® og Dynamo® er valgt på bakgrunn av det som mest hensiktsmessige for oppgavens formål, tilgjengelighet og opplæringsmuligheter.

2.7 Kvantitativ metode - Spørreundersøkelse

Når forskningsområdet er bredt og en må se etter en generalisert metodikk er ikke alltid kvalitative intervjuer kun å foretrekke. Mange intervjuobjekter må hentes inn og jobben blir fort stor og omfattende. Det kan da være hensiktsmessig å bruke spørreundersøkelse, hvor hensikten er å se etter en generalisering i et større antall representanter (Thomas, 2011).

Gjennom diskusjoner med samarbeidspartner ble det enighet om å gjennomføre en spørreundersøkelse i forbindelse med masteroppgaven. Creswell (2014) lister opp en rekke spørsmål i en sjekkliste for å

utarbeide en undersøkelse, vist i Tabell 8 nedenfor og er brukt som veiledning for å lage undersøkelsen. Hensikten med spørreundersøkelsen var blant annet å kartlegge dagens praksis med tanke på brannsikkerhetsfaget i BIM-prosjekter. Den legger også grunnlaget for videre arbeid med tilnærmingen for faget i BIM.

Hvis man definerer brannmiljøet i Norge som de prosjekterende aktørene med sentral godkjenning fra Direktoratet for Byggkvalitet (DiBk) og filtrerer de ut med «tiltaksklasse 2», «tiltaksklasse 3» og «brannkonsept», er det 305 aktører i miljøet (DiBk, 2019b). Sentral godkjenning defineres av (DiBk, 2019a) som: «Sentral godkjenning av foretak er en frivillig kvalitetsordning som beskriver faglig kompetanse, rutiner for kvalitetssikring og seriøsitet i foretaket». Tiltaksklasse er en bestemmelse som deles inn i tre klasser etter kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser for HMS, der klasse 1 er lavest og klasse 3 er høyest, vist i § 9-4 i Byggesaksforskriften (SAK10) (DiBk, 2016).

Ser man på antall branningeniørutdannede i statistikker fra Statistisk sentralbyrå (SSB) gjengitt i Utdanning.no (2019), er 331 fast ansatte i Norge med branningeniørutdanning. Her inngår riktignok personer fra brannvesenet og andre roller som ikke driver med prosjektering. Det også veldig mange som jobber under stillingstittelen «branningeniør» uten å ha branningeniørutdannelsen. På bakgrunn av tallene som er funnet er det anslått et estimat på rundt 500 personer i brannmiljøet.

Det var ønsket at flest mulig brannrådgivere, helst med kunnskaper om BIM, skulle gjennomføre undersøkelsen. Gjennom samarbeidet med RIF ble undersøkelsen distribuert gjennom RIFs ekspertgruppe på brannsikkerhet, bestående av ni medlemmer (RIF, 2019). På den måten nådde den raskt ut til RIFs medlemmer og aktuelle deltakere i flere større bedrifter. Ettersom det var ønsket brannrådgivere med BIM-kompetanse til spørreundersøkelsen, ble deltakerne valgt ut til en viss grad.

Selv om antall personer i brannmiljøet kan betydelig reduseres om man kun ser på brannrådgivere med BIM-kompetanse, ble det allikevel valgt å beholde 500 personer som populasjon da temaet berører hele miljøet. Etter beste evne ble det en stratifisert utvelgelse av deltakere for å ikke oppnå et overrepresentert flertall fra en og annen bedrift. Stratifisert utvelgelse vil også være med på håndtere utfordringen med representativitet (Jacobsen, 2015).

43 personer gjennomførte undersøkelser, representert fra åtte ulike bedrifter. Antallet ligger under tommelregelfingerregelen til Jacobsen (2015), som sier at færre enn 100 enheter gjør analysene utfordrende og feilmarginene større. Spørreundersøkelsen ble heller vurdert som kvalitativ, da hver enkelt besvarelse kunne analyseres i dybden. Selv med så få besvarelser, ble mengden data mye å prosessere. Gjennom plattformen Questback Essentials ble datakraft og funksjoner benyttet for å effektivisere prosesseringen av all dataen.

De største variablene i spørreundersøkelsene var deltakerne selv. De varierte fra unge til eldre, lite til mye erfaring og hvilke bedrifter de jobbet i. For å håndtere disse variablene er det i analysen av resultatene sett på eventuelle sammenhenger i besvarelsene. Sett opp mot erfaring, ble i utgangspunktet respondentene med lengre erfaring, vurdert til å ha sterkere og tydeligere besvarelser. Det har likevel vært viktig å se på innspillene fra de yngre og uerfarne, som kanskje tenker utenfor boksen og har flere kreative og spennende ideer.

Formålet med spørreundersøkelsen var å raskt innhente informasjon og kartlegge omfanget rundt temaet, og videre jobbe med tilnærmingen i BIM. Undersøkelsen hadde derfor en relativ kort tidsperiode på 14 dager og ble gjennomført på nettet. Nettbasert undersøkelse var det mest naturlige og hensiktsmessige i dette forskningsarbeidet, da det gjør datainnsamlingen enkel og effektiv. En veldig sterk side ved nettbaserte spørreundersøkelser er i følge Jacobsen (2015) den opplevde anonymiteten respondenten føler.

Jacobsen (2015) følger opp med å si at de største svakhetene ved spørreundersøkelse på nett er svarprosent og representativitet. Svarprosenten har imidlertid ikke blitt sett på som noe stort problem i denne sammenheng, da svarmassen hovedsakelig ville bestå av rådgivende ingeniører. De benytter datamaskiner til sitt daglige virke og tilgangen til undersøkelsen ble da ansett som uproblematisk. Som plattform for undersøkelsen ble den anerkjente norske plattformen Questback Essentials benyttet. Den ble grunnlagt i 2000 og har lang erfaring med å gjennomføre bedriftstilbakemeldinger og undersøkelser (Questback, 2019).

Spørsmålene ble utarbeidet i samråd med samarbeidspartneren og hadde til hensikt å gi et helhetlig bilde av dagens bransjestandard. Før undersøkelsen ble publisert og distribuert, ble den også kvalitetssikret flere ganger. Et fokus var å ikke ha ledende spørsmål som kunne svekke testens reliabilitet.

For å gjøre spørsmålene så optimale og gode som mulig, ble Questback Essentials' flere funksjoner og valg benyttet. Et av valgmulighetene plattformen tilbyr, er alle spørsmålstypene, og med over 20 ulike spørsmålstyper, ble «ettvalg», «flervalg», «åpent svar» og «tilfredshetsmåler» valgt. For å unngå såkalt *response bias* i tilfredshetsmåleren ble det brukt to negative, to positive og ett nøytralt svaralternativ som skaper balanse og gir ikke fravikende resultater fra det egentlige resultatet.

En annen innebygd funksjon Questback tilbyr, er testfunksjonen. Den gjør at man kan starte en testundersøkelse, gir brukeren mulighet til å oppdage eventuelle feil og testen blir validert flere ganger før den publiseres. Questback Essentials gir også brukeren mulighet til å hente ut resultatene i en rapport i flere ulike formater. Resultatene kan presenteres i en enkel PDF- eller powerpoint-fil, med grafiske og/eller tekstlige fremstillinger. Noen spørsmål er stilt slik at elementer i resultatene krysstabuleres for å oppdage eventuelle sammenhenger i resultatene.

Tabell 8: Sjekkliste spørreundersøkelse

Er hensikten for spørreundersøkelsen fremmet?	X
Er det noe grunner for å velge dette formatet?	X
Er undersøkelsens varighet identifisert?	X
Er befolkningen og dens størrelse nevnt?	X
Vil befolkningen bli stratifisert? Hvis ja, hvordan?	X
Hvor mange vil være med i undersøkelsen? På hvilken bakgrunn er disse valgt ut?	X
Hva vil være prosedyren for innsamling av svarene?	X
Hvilke instrumenter vil bli brukt i undersøkelsen? Hvem utviklet instrumentene?	X
Hvilke innhold vil bli vektlagt i undersøkelsen? Skala?	X
Hvilken prosedyre vil bli brukt for å teste undersøkelsen?	X
Hva er tidslinjen for å administrere undersøkelsen?	X
Hva er variablene i undersøkelsen?	X
Hvordan kryssrefereres disse variablene med forskningsspørsmålene og innholdet i undersøkelsen?	X
Hvilke spesifikke steg vil bli brukt i dataanalyse av følgende:	X
a) Analyse av svar?	X
b) Sjekke for ledende forskning?	X
c) Gjennomføre en deskriptiv analyse?	X
d) Slå sammen elementer i skalaer?	X
e) Sjekke for reliabilitet av skalaene?	X
f) Kjør inferentiell statistikk for å svare på forskningsspørsmålene eller vurdere praktiske konsekvenser av resultatene?	X
Hvordan skal resultatene tolkes?	X

2.8 Workshop – verksted

Workshop er på norsk oversatt til verksted. I og med at workshop er kjent i det norske vokabular, ble workshop og forkortelsen WS benyttet videre i oppgaven. Workshop er definert av Farner (2008) som en arena hvor man har kommunikativ og interaktiv samhandling mellom deltakere i et møte, hvor hensikten er å belyse eller løse et problem. I dette tilfelle var det å definere leveransen for brannsikkerhetsfaget i BIM problemet/temaet. WS var hensiktsmessig å gjennomføre, da temaet var svært dagsaktuelt og berørte hele brannsikkerhetsmiljøet. Metoden bidro til at flere bedrifter kunne være med å diskutere veien videre for bransjen og en felles vei ble pekt ut. En av fordelene Farner trekker frem med WS, er at det bidrar til økt forståelse for en praksisorientert kompetanseutvikling.

I en workshop regnes 25-40 deltakere som optimal størrelse og diskusjoner i plenum er håndterbart (Farner, 2008). Her hvor RIFs ekspertgruppe var involvert, ble det klart at et tak på 1-2 personer fra hver

bedrift ville være hensiktsmessig og optimalt. Dette for å få en håndterbar gruppe som mulig, slik at formålet lettere oppnås. Det var også naturlig at enkelte fra RIFs ekspertgruppe for brannsikkerhet vil være representert og eventuelt i tillegg til en BIM-ekspert.

En reell interesse i formålet med WS må være tilstede og trekkes frem av Farner (2008) som en av forutsetningene for suksess i WS i sitatet: «Ønsket om å finne fram til enighet eller løsning må være sterkt og reelt». I dagens bransje var en interesse for en endret eller omforent praksis for brannsikkerhetsfaget i BIM uten tvil tilstede og denne forutsetningen ble derfor ansett oppfylt.

Workshopen ble gjennomført 10.05.19 i Nedre Skøyen Vei 2 hos Multiconsult AS. På det meste var det totalt ti deltakere tilstede, fra åtte ulike bedrifter. Avsatt tid var 5 timer og ble disponert med en presentasjonsdel og en del til gruppeoppgave. Til presentasjonsdelen ble det også satt opp for deltakelse på Skype og ytterligere fire deltakere deltok fra Trondheim og Bergen. I presentasjonsdelen ble det informert om status per 2019, resultater fra questback, IFC-formatet av BuildingSMART Norge, BIM-manual 2.0 og ønsket metodikk for brannsikkerhetsfaget i BIM.

Den ønskede metodikken var at faget skulle ha rådighet over sin egen BIM-modell og formidle deler av brannkonseptet på en optimal måte i modellen. Gruppeoppgaven gikk ut på å utvikle ønsket metodikk ytterligere ved å bestemme hvor hver ytelse i Kapittel 11 – «Sikkerhet ved Brann» i «Veiledning om tekniske krav til byggverk» (VTEK) skulle plasseres. Utgangspunktet var RIFs tidligere utarbeidede matrise i «Ansvar for planlegging av brannsikkerhet 2013» RIF (2013), hvor ytelsene fra VTEK allerede var belyst. Den praktiske gjennomføringen av oppgaven ble gjort i tre mindre grupper à tre, tre og to. VTEK ble delt i tre og sammen med overordnede rammebetingelser og forutsetninger, fikk hver gruppe ansvaret for å gå gjennom en del hver. Ytelsene fra VTEK ble plassert i en matrise og et utsnitt av arbeidet som ble gjort vises i Figur 5.

RIF workshop BIM og Brann
10. mai 2019

HVOR ANBEFALER VI AT INFORMASJONEN FØRES?											
ID	Ytelse/ løsning/ info	Prosjekt	Bygning	Rom	Sone (samling av rom)	3D representasjon av objektet	Virtuelt 3D-objekt	Ikke egnet for modell	Ikke relevant	Bør diskuteres i plenum/ usikker	Kommentar
A	A - OVERORDNEDE RAMMEBETINGELSER OG FORUTSETNINGER										
A1	Bygningens bruk og, ønsket virksomhet og personantall								x		Fremgår av ARK-modell/ romprogram
A2	Arealer og etasjeantall, høyde								x		Fremgår av ARK-modell/ romprogram
A3	Dimensjonerende persontall			x	x						
A4	Avklare hvilken TEK som skal legges til grunn							x	x		
A5	Avklare avgrensning av tiltak (tilbygg, ombygging etc)				x						
A6	Fastsette tiltaksklasse for prosjektering av brannkonsept							x	x		

Figur 5: Anbefalt plassering av krav for brannsikkerhetsfaget i BIM. Gjengitt med tillatelse fra RIF

I og med at man jobbet i grupper på stedet, ble det vanskelig for Skype-deltakerne å delta på selve gruppeoppgaven. Når gruppeoppgaven var gjennomført, ble resultatene gjennomgått og tatt opp til diskusjon, hvor Skype-deltakerne kunne delta igjen. Diskusjonen og gjennomgangen ble også avslutningen på dagen og et utkast til matrise ble hovedresultatet. Tanken er at matrisen, i regi av RIFs ekspertgruppe, videreutvikles og etterhvert legges ut som et forslag for hvordan brannrådgivere skal utarbeide sin leveranse i BIM-prosjekter.

2.9 Kritisk refleksjon

Deler av forskningsarbeidet kunne i første omgang vært gjennomført som en ren kvalitativ studie med litteraturstudie, intervjuer og casestudie. I utviklingen av forskningsarbeidet ble det oppdaget at fenomenet brann og BIM var et stort tema som berørte hele bransjen. I lys av manglende felles bransjestandard var det mer hensiktsmessig å samle bransjen, fremfor å gjennomføre enkelt casestudier hos en bestemt bedrift. Sammen med den kvalitative tilnærmingen, ble det videre bestemt at en workshop og en spørreundersøkelse ville være fordelaktig for forskningsprosjektet. Ettersom workshopen ble gjennomført relativt sent i forskningsarbeidet, ble spørreundersøkelsen underveis tilført mer tyngde.

Til en viss grad har endringene påvirket forskningsarbeidet og oppgavens resultater, men totalt sett har det ført til mer relevant forskningsarbeid, samt at det har satt sitt preg. Endringer underveis er illustrert i prosesskartet (Vedlegg 1) og tidsplanen (Vedlegg 2). I og med at fokuset ble rettet mot bransjen som helhet, ble tallfestede resultater ved å eksemplifisere og teste metodikk gjennom casestudie, ikke produsert. Da det ikke var noe felles bransjestandard for leveranse i BIM, ble kun eksemplifisering gjennom visuell programmering presentert, og ikke målt.

2.9.1 Kvalitativ metode

I den kvalitative tilnærmingen ble intervjuobjekter både plukket ut på grunn av deres kompetanse innenfor forskningsfeltet og deres rolle i bransjen. Selv om utvelgelsen av riktige nøkkelpersoner ble gjort nøye, er fortsatt et intervjuobjekt en person med subjektiv mening og man kan aldri være hundre prosent sikker på at personen forteller sannheten eller ikke (Jacobsen, 2015). Alvesson (2011) viser til flere negative sider i den kvalitative metoden, hvor han blant annet nevner at selv om kilden er den rette, behøver den ikke å gi fra seg den riktige informasjonen.

Validiteten ble opprettholdt ved en kontinuerlig vurdering av kildene som ble innhentet, både gjennom litteraturstudiet, intervjuene og i spørreundersøkelsen. Det påpekes i Jacobsen (2015) at tidspunkt for innhentet data i forskningsarbeidet har betydning for kildenes gyldighet og at de beste kildene gjerne dukker opp i de seneste fasene. Litteratursøket har derfor blitt gjennomført i flere omganger og det siste litteratursøket ses på som søket med best innhentet litteratur.

2.9.2 Kvantitativ metode

Spørreundersøkelsen ble som nevnt distribuert med hjelp av samarbeidspartner og gjennom RIF til relevante bedrifter. Videre var det opptil hver enkelt bedrift å spre den videre internt til flere aktuelle kandidater. En ulempe med denne spredningen, er at det ikke ble kontrollert hvem som mottok undersøkelsen. Et av spørsmålene fra undersøkelsen var hvilken rolle deltakeren hadde i BIM-prosjekter og kontrollerte sådan at kun de relevante responsene ble vurdert. Med noe manglende kvantifiserbar data, kunne undersøkelsen med fordel vært sendt til ytterligere bedrifter, og innhentet enda flere besvarelser. Riktignok var hensikten med undersøkelsen å få et bilde av dagens praksis, så utfordringen med manglende kvantifiserbar data ble ikke avgjørende.

Anonymitet blir trukket frem av Jacobsen (2015) som en sterk side ved nettbasert undersøkelse, men den har også sine negative sider. Med spørreundersøkelser er det lite forpliktelser som følger, og sammen med anonymiteten kan man oppleve enkelte strategiske svar. «Har respondenten noe å vinne på å lyve?» er et kontrollspørsmål Jacobsen nevner for å avdekke et slikt problem. Spørreundersøkelsen som er gjennomført i denne oppgaven kan gi noen enkelte fordeler for respondenten, som endret arbeidsprosess, men er vurdert til å være av mindre betydning.

De fem siste spørsmålene i undersøkelsen er spørsmål med åpne svaralternativer og bryter noe med den kvantitative metoden som skal gi standardisert informasjon (Jacobsen, 2015). Det finnes veldig mange ulike varianter av svaralternativ på de siste spørsmålene, at det likevel var hensiktsmessig å ha åpne svaralternativer. Couper et al. (2011) beskriver manglende oversikt over alle mulige svaralternativer som en situasjon hvor åpne spørsmål gjerne kan benyttes. Sammen med anonymiteten, gis deltakerne mulighet til å svare direkte, åpent og kvalitativt. Ulempen er at man teoretisk kan få kun ulike svar og en masse informasjon å bearbeide. Dog har ikke spørreundersøkelsen hatt flere besvarelser enn at prosessering av informasjon ikke har vært håndterbar.

En annet ulempe når spørsmålet blir åpent, er at respondenten begynner en mer omfattende tankeprosess enn når det er et lukket spørsmål. Det er enkelte tilfeller i spørreundersøkelsen hvor deltakere har overtenkt spørsmålet og svart på mer enn det spørsmålet ber om. Det har ført til enkelte besvarelser ble noe flytende, og flere spørsmål ble besvart under ett. Spesielt gjelder det spørsmål 12 og 13, hvor det i enkelte tilfeller er deltakere som har besvart spørsmålene om hverandre. Da har informasjon blitt noe vanskeligere å bearbeide, analysere og sammenligne.

Det oppsto også noe forvirring rundt begrepet digitalisering og kunne med fordel vært forklart tydeligere omgående. Da det var noe uklarheter rundt begrepet, er det tatt i betraktning under analysen av resultatene.

2.9.3 Workshop

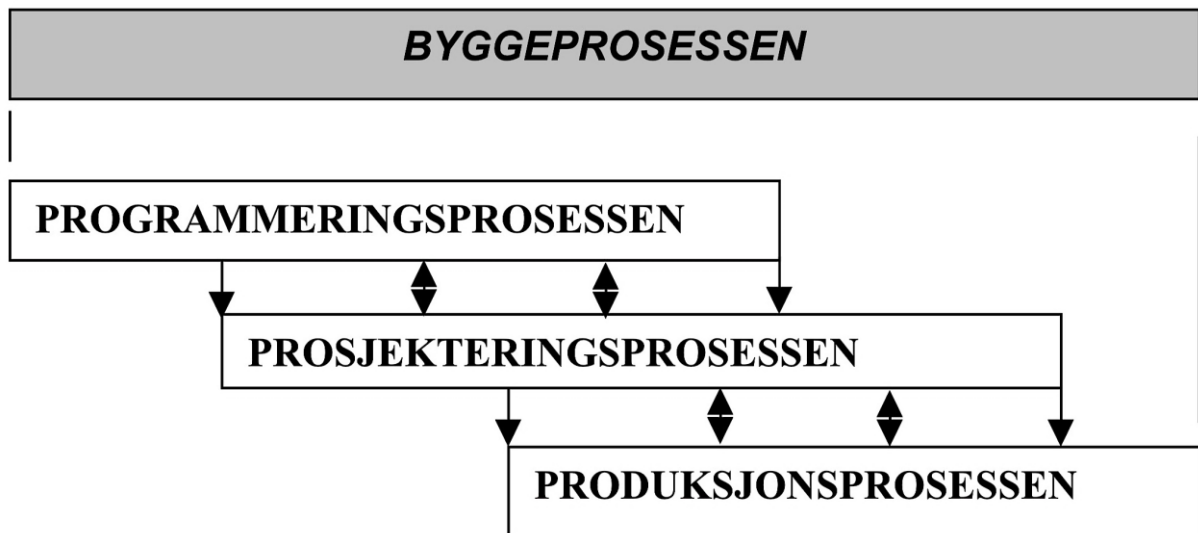
Det ble på et relativt tidlig stadium bestemt at workshop med aktuelle aktører ville være hensiktsmessig å gjennomføre for videreutviklingen av brannsikkerhet og BIM. Å arrangere workshop hvor alle de store aktørene skulle delta, ble vanskelig og tok noe lenger tid enn antatt. For det første må optimal tid og sted bestemmes og det ble etterhvert gjort gjennom en avstemning i doodle på nett hvor flertallet avgjorde tidspunktet.

For det andre er hensikten med workshop at deltakerne i en kommunikativ og interaktiv samhandling i møte skal løse et problem. Det betyr i utgangspunktet at alle deltakere må fysisk samlokaliseres for å jobbe i lag. Oslo ble det naturlige området og nærhet til kollektivmuligheter ble prioritert. Uansett var det enkelte som ikke kunne delta på grunn av reising og deltakermassen ble derfor noe svekket. Det ble likevel satt opp for at disse kunne delta på Skype, men interageringen ble imidlertid ikke like god i workshopen.

3 Faglig og teoretisk rammeverk

3.1 En kreativ prosjekteringsprosess

Byggeprosjekter kan struktureres i både prosesser og faser. Faser kan ses på som en formell deling av et prosjekt eller generiske faser som beskriver generelle egenskaper (Grytting et al., 2017). Overgangen mellom to faser krever en viss mengde dokumentasjon/informasjon som grunnlag for en beslutning, også kjent som beslutningsport (Eikeland, 1998; Hattab og Hamzeh, 2013; Knotten, Hosseini og Klakegg, 2016). En prosess er gjerne en rekke aktiviteter/hendelser som bidrar til prosjektet på en spesifikk måte. Den største forskjellen mellom faser og prosesser er at prosesser kan gå parallelt, mens faser ikke gjør det (Eikeland, 1998; Knotten, Hosseini og Klakegg, 2016). Byggeprosessen struktureres av Eikeland i kjerneprosessene; programmering, prosjektering og produksjon (Figur 6).



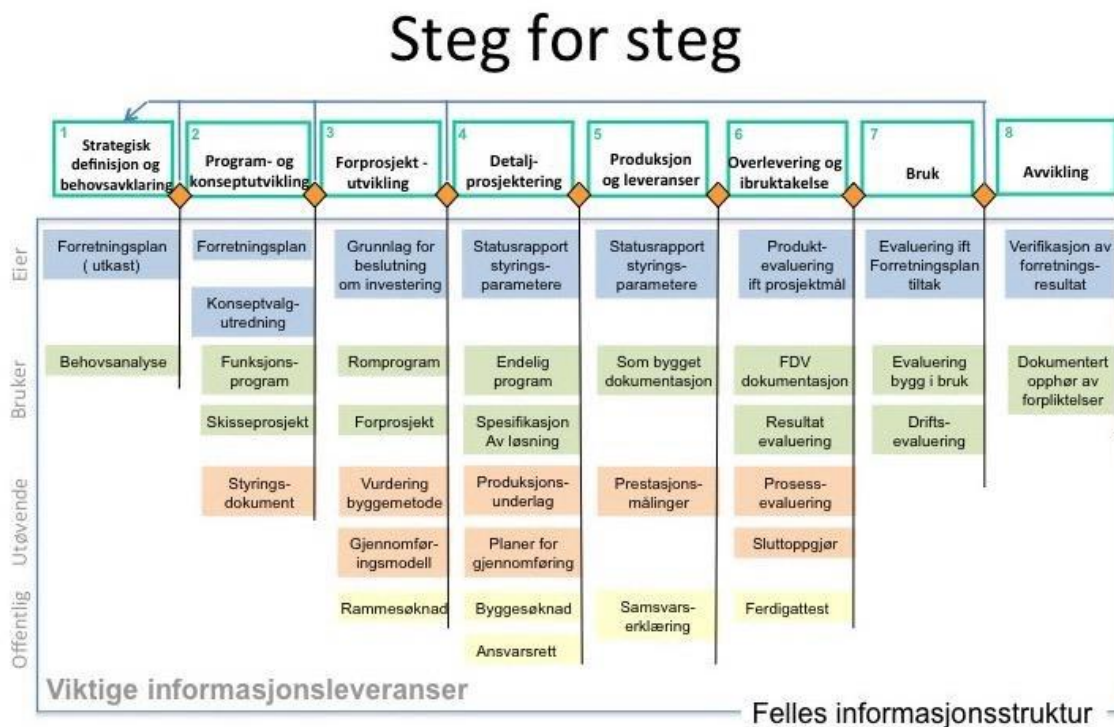
Figur 6: Byggeprosessen (Eikeland, 1998)

Prosjekteringsprosessen er prosessen hvor de prosjekterende utvikler byggverket, og tegninger og generelt arbeidsgrunnlag utarbeides. Dette gjøres i etterkant av programmeringsprosessen hvor mål, rammeverk og krav er identifisert, men før produksjonsprosessen, hvor det fysiske produktet bygges. De prosjekterende er ofte bestående av arkitekter og rådgivende ingeniører, og fungerer også som faglige rådgivere (Eikeland, 1998). Dessverre er prosjekteringsprosessen mer omfattende enn den beskrives i Figur 6, og informasjonsflyten mellom de involverte er tilsynelatende mer komplisert. De prosjekterende får ikke alltid vært faglige rådgivere da de heller må håndtere flyten av all digital informasjon som oppstår i byggeprosessen.

Prosjekteringsprosessen inneholder repetitive arbeidsoppgaver og er såkalt gjensidig iterativ, mens produksjonsprosessen er sekvensiell (Knotten et al., 2015). Ballard (2000b) har hentet tall fra flere prosjekteringsgrupper som estimerer at så mye som 50% av tid brukt til prosjektering er på negative iterasjoner. Det konkluderes med fire punkter for hvordan redusere så mye bortkastet tid som mulig: 1)

Restrukturere prosjekteringsprosessen, 2) Reorganisere prosjekteringsprosessen, 3) Endre hvordan prosjekteringsprosessen styres og 4) Overprosjektering (prosjekteringsredundans) når alt annet feiler.

Som nevnt er det mye som gjøres under hver prosess og Eikeland's inndeling av byggeprosessen blir derfor noe grov. Basert på byggeprosjektets innhold, finnes det flere definisjoner og måter å dele byggeprosessen inn i. Det kan skape noe forvirring, og den generelle standardiserte norske normen, kalt «Neste Steg», ble derfor utviklet (Knotten, Hosseini og Klakegg, 2016).



Figur 7: Steg for steg (Klakegg et al., 2015)

Fasenormen (Figur 7) er inspirert fra RIBA (2013) standarden «Plan of Work» og er tiltenkt å følge utviklingen i Europa med tanke på standardisering av BIM og informasjonsflyt. Neste Steg har til hensikt å oppklare de ulike stegene og innholdet i byggeprosjektene, slik at ulike aktører kan definere og forvente samme leveranser i prosjektene (Klakegg et al., 2015). Bedre informasjonsflyt, økt produktivitet og verdiskapning, økt forståelse for ulike perspektiver og helhet, felles begrepsbruk, mindre misforståelser er blant fordelene rammeverket Neste Steg skal gi (Klakegg et al., 2015).

I definisjonen av Neste Steg er de tidlige fasene referert som strategisk definisjon, program- og konseptutvikling, forprosjekt og detaljprosjektering (Steg 1-4). De kan også ses i sammenheng med kjerneprosessene programmering og prosjektering, og steg 5 og 6 tilsvarer produksjonsprosessen, mens steg 7 og 8 er lik Drift. Det er i de tidlige fasene og detaljprosjekteringen fokuset har vært i dette forskningsarbeidet.

En systematisk tankegang, der riktig informasjon til rett tid er viktig, ligger til grunn for Neste Steg (Klakegg et al., 2015). For at informasjon skal bevege seg godt mellom stegene, må leveransene defineres riktig for hvert steg. Det kreves spesifikk input for å generere spesifikk output (Hattab og Hamzeh, 2013) og er logikken Neste Steg benytter. Informasjonen (inputen) fra et steg må være tilstrekkelig for at neste steg kan starte og rett leveranse (output) må være bestemt for at et steg kan kunne avsluttes.



Figur 8: Informasjonslogikk i Neste Steg (Klakegg et al., 2015)

Figur 8 viser hvordan den systematiske tankegangen er tenkt i Neste Steg. Essensen er at grunnlaget må være rett for å kunne gå fra et steg til neste steg. Grunnlaget kan være i form av et dokument, modell eller generell dokumentasjon av et resultat (Klakegg et al., 2015). Det er altså her leveransen til brannrådgiveren må være bestemt for å kunne oppnå god informasjonsflyt mellom de ulike aktørene. Til nå er det ingen bestemt leveranse for brannsikkerhetsfaget i BIM.

Organisasjoner og prosjekter i BAE-næringen har ofte ulikt omfang og formål, som gjør det vanskelig å definere nøyaktig hva leveransen og informasjonen i hvert steg skal være og må derfor tilpasses deretter. I Neste Steg vektlegges også perspektivet til eier, bruker, utøvende og offentlig når leveransen skal bestemmes (Klakegg et al., 2015).

3.2 BIM-prosess

Bygningsinformasjonsmodellering endrer stadig hvordan bedrifter jobber sammen i byggeprosessen. BIM er ikke bare brukt til koordinering av komplekse prosjekter, men støtter også ledelse gjennom forbedret samarbeid og informasjonsdeling (Bryde, Broquetas og Volm, 2013). BIM-modellen, som en database, kan samle og organisere store mengder informasjon hentet fra ulike fagdisipliner i byggebransjen. I den forbindelse er det viktig at brannsikkerhetsmiljøet blir integrert i denne samarbeidsprosessen. Modellen representerer et felles miljø hvor data om arkitektur, struktur og systemer kan vises i den oppdaterte versjon på en god måte. På grunn av den tredimensjonale forståelsen modellen gir, er det mulig å utvikle en mer effektiv brannstrategi (Amaro et al., 2017).

I BIM-prosjekter hvor flere fag er involvert blir den kraftige koordineringsevnen BIM innehar, også kjent som krasjkontrollering, primært benyttet. I disse prosjektene gir fagene all informasjon om bygningselementene i BIM (Designbuildings.uk, 2018). For fag som tradisjonelt har blitt representert i 2D, blir arbeid i BIM og 3D i utgangspunktet en ulempe og medfører mer arbeid og opplæring. Brannsikkerhet er eksempel på fag hvor mye av leveransen fortsatt foregår i 2D.

Når det kommer til å løse de iterative problemene i et prosjekt, f.eks. i kommunikasjon mellom arkitekt og brannrådgiver, er samlokalisering av alle fagene i følge Kunz og Fischer (2012) mer effektivt enn den tradisjonelle metoden. I et livsløpsperspektiv for byggverk, gir BIM flere fordeler og kompenserer ulempene av innsatsen. For å støtte aktiviteten og gjøre prosjekteringsprosessen effektiv finnes det flere softwareløsninger og leverandører av ulike løsninger opplever en økt etterspørsel etter BIM-kompatible systemer, som sprinklersystem og brannalarmkontrollpaneler (Amaro et al., 2017).

Når den tradisjonelle prosessen blir erstattet av en BIM-prosess er det viktig å ha klarhet i hva leveransen til de ulike fagene skal være. I BIM-prosessen må nødvendigvis ikke leveransen defineres av faseoverganger eller ved andre stadier som det tradisjonelt kan ha vært. Modellene kan defineres etter utviklingsgrader og ettersom en byggeprosess kan ses på som temporære, dynamiske og åpne (Eikeland, 1998) med mye endringer, kan nettopp å bruke en bestemt utviklingsgrad være mer hensiktsmessig. Offshore-næringen opererer med modenhetsnivåer i BIM for å håndtere den iterative prosessen i prosjekteringen, som Knotten et al. (2016) mener BAE-næringen kan ta lærdom av. Det fokuseres da på det spesifikke elementet i modellen som stoppes i prosjekteringen når det oppnår et visst modenhetsnivå.

BAE-næringen kan også ta lærdom av hvordan offshore-næringen håndterer den kreative prosjekteringsprosessen. Offshore-næringen stopper prosjekteringsprosessen eksempelvis en stund før tidsfristene for tegningsleveransene går ut, for så å la det modnes (Knotten et al., 2016). I BAE-næringen fortsetter prosessen helt til tidsfristene går ut, som er lite effektivt da fagene avhenger av hverandres arbeidsgrunnlag, og risikerer og eventuelt måtte vente (Knotten et al., 2016).

3.3 Utviklingsgrader

3.3.1 Level of Development - LoD

Level of Development (LoD) er et teoretisk konsept for å støtte utvikling av modell og det skilles gjerne mellom geometri og egenskaper. En modell kan inneha lite informasjon om egenskaper, men samtidig inneha mye geometri (BIM Forum, 2019). Tanken er at man fester en LoD status attributt til et objekt i forbindelse med standardiserte gjenbrukbare sjekklister. Da kan du med økt sikkerhet, garantere en viss kvalitet av informasjon på et gitt punkt (Hooper, 2015), samt legge til rette for en gunstig produksjon og utveksling av informasjon. Konseptet ble, sammen med en modellprogresjonsspesifikasjon (MPS), utviklet av Vico Software og Webcor Builders i 2004 (Bedrick, 2008). MPS er rammeverk for å bestemme en BIMs presisjon og egnethet for spesifikke bruksområder og har sin kjerne i definisjonene

til LoD (Bedrick, 2008). Definisjonene fra Bedrick forklarer hvordan et BIM-element kan utvikles fra start til bygget og defineres slik:

- 100: Konseptuelt
- 200: Omtrent geometri
- 300: Presis geometri
- 400: Fabrikasjon
- 500: Som bygget

Etter dette kom mange versjoner av konseptet rundt om i verden (Cheng, Lu og Deng, 2016; Hooper, 2015), som videre har ført til mer forvirring enn oppklaring. LoD defineres, som man ser, ikke av ulike prosjekteringsfaser, men heller av de ulike stadiers fullføring. Det finnes ingen detaljert standard for hvordan prosjekteringsprosessen skal gjennomføres, da bedrifter og prosjekter har sine egne rutiner og metoder for å løse oppdraget. Byggeprosessen varierer fra et bygningselement til et annet og for å fullføre elementet er det nødvendig med riktig informasjon. Det finnes derfor ifølge BIM Forum (2019) ingen «LoD-modeller» som kan kreves i en faseovergang i byggeprosessen. Derimot sier BIM Forum at LoD-konseptet kan brukes til å definere leveranser og milepæler. Etter en rekke casestudier i Norge, publiserte Grytting et al. (2017) en konseptuell metodikk av en LoD plan som skal hjelpe byggherrer, rådgivere og entreprenører å kommunisere beslutninger til riktig tid og gi kontroll over prosjekteringsprosessen. LoD planen kan være et eksempel på virkemiddel som kan brukes i å etablere beste tilnærming for premissgivende fag i BIM og tilslutt en full integrering.

3.3.2 Level of Geometry - LoG

BuildingSMART Norge guiden bruker LoG som detaljeringsgrad på modellelementer og blir blant annet benyttet i utviklingen av Statsbyggs BIM-manual 2.0 (Multiconsult, Arkitektur og STATSBYGG, 2019). LoG står for «Level of Geometry» og har fem ulike nivåer, som Statsbygg ved hjelp av et søyleeksempel (IfcColumn) i Tabell 9 har eksemplifisert.

Tabell 9: LoG søyleeksempel

IfcColumn - LoG	
Nivå 1	Søylen er enten representert med linjer eller en plassholder med omtrentlig geometri.
Nivå 2	Søylen er representert av et geometrisk objekt med omtrentlige dimensjoner, form, orientering og plassering.
Nivå 3	Søylens dimensjoner, plassering og orientering er eksakte. Materialene er bestemt.
Nivå 4	Søylen er modellert til et stadium at den kan brukes til produksjon, alle detaljer (innsparinger, boltfester) er modellert visuelt. Overflater (brannisolering, maling og deksler er bestemt.
Nivå 5	Søylen er detaljert «som bygget» og inneholder informasjon lik til eller høyere enn nivå 4.

I BIM-leveransene kan man ved å benytte nivå-beskrivelsene forvente at geometrien til objekter skal være av en viss detalj og modenhet. Tanken er et de prosjekterende i et tekstfelt kan feste et

egenskapssett med et nivå for hvordan de oppfatter objektenes utvikling. CEN (CEN/TC442 WG) arbeider med å utarbeide en europeisk standard for LoD og LoG (Multiconsult, Arkitektur og STATSBYGG, 2019), som etterhvert kan bli den styrende standarden for definisjon av utviklingsgrad.

3.3.3 Modell Modenhets Indeks - MMI

For å demme opp usikkerheten knyttet forkortelsen LoD og dens betydning, er det også i Norge innført et nytt begrep Modell Modenhets Indeks (MMI) (Fløisbonn et al., 2018). Det er en metodikk for kommunikasjon i prosjekteringsprosessen og bygger noe på modellmodenhetstankegangen til offshore-næringen. I likhet med LoD er tanken å gi objekter en gitt verdi av MMI, for deretter å kunne styre prosessen med hjelp av verktøyene vi har tilgjengelig. Legger man sammen nivå av informasjon, nivå av detalj og status på objektene i modellen får man en gitt indeksverdi. Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA) har i samarbeid med RIF og Arkitektbedriftene i Norge (AiN), utviklet Figur 9 som viser aktivitetene i prosjekteringen som gir de ulike MMI-verdiene og er forklart i Tabell 10.



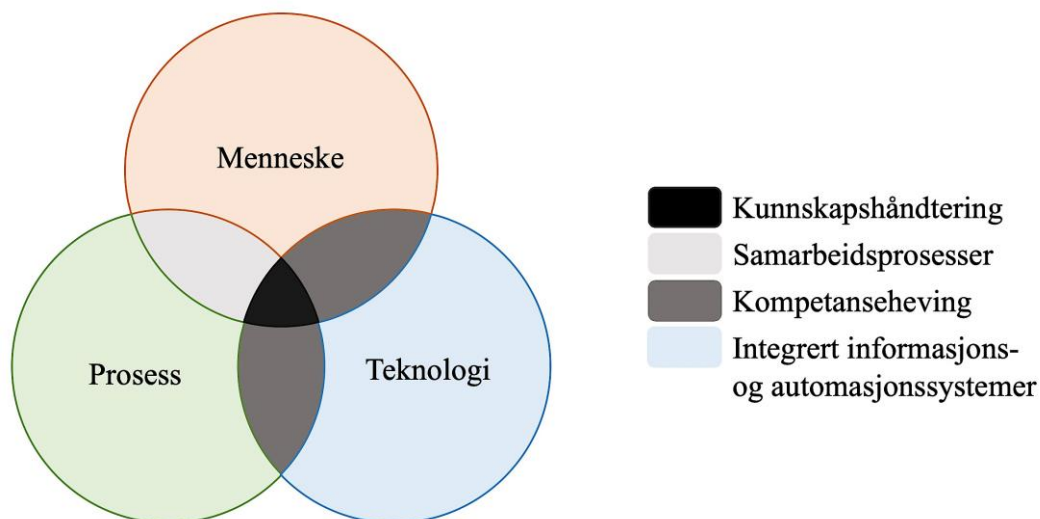
Figur 9: MMI-verdiene (Fløisbonn et al., 2018)

Tabell 10: MMI – Basert på Fløisbonn et al. (2018)

Modell Modenhets Indeks (MMI)		
MMI 100	Skisse	Skissere ett eller flere forslag med omtrentlig informasjon. Gir alternative løsninger.
MMI 200	Ferdig konsept	Objektene og konsept er valgt, med omtrent geometri.
MMI 300	Klar for tverrfaglig kontroll	Koordinerte objekter i enkeltdisipliners modeller. Plassering og størrelse skal være riktig.
MMI 350	Utført tverrfaglig koordinering	En iterativ prosess der objektene er kontrollert opp mot tilgrensede grensesnitt.
MMI 400	Produksjonsunderlag	Elementer er modellert tilstrekkelig som basis for produksjon.
MMI 500	Som bygget	Elementet gir et nøyaktig bilde av det virkelige elementet.

3.4 Integrated Design and Delivery Solutions

Integrated Design and Delivery Solutions (IDDS) tilnærmingen sikter på å nyttiggjøre BIM og sikrer effektiv utførelse i prosjektene basert på en kombinasjon av prosess, mennesker og teknologi. IDDS består av fire hovedelementer; samarbeidsprosesser, kunnskapshåndtering, kompetanseheving og integrert informasjons- og automasjonssystemer (Owen et al., 2009). Kunnskapshåndtering kan relateres til funn på lik linje i alle kategoriene prosess, mennesker og teknologi, og samarbeidsprosesser kan assosieres til funn på prosess. Kompetanseheving kan relateres til funn på mennesker, mens integrert informasjons- og automasjonssystemer kan relateres til funn på teknologi.



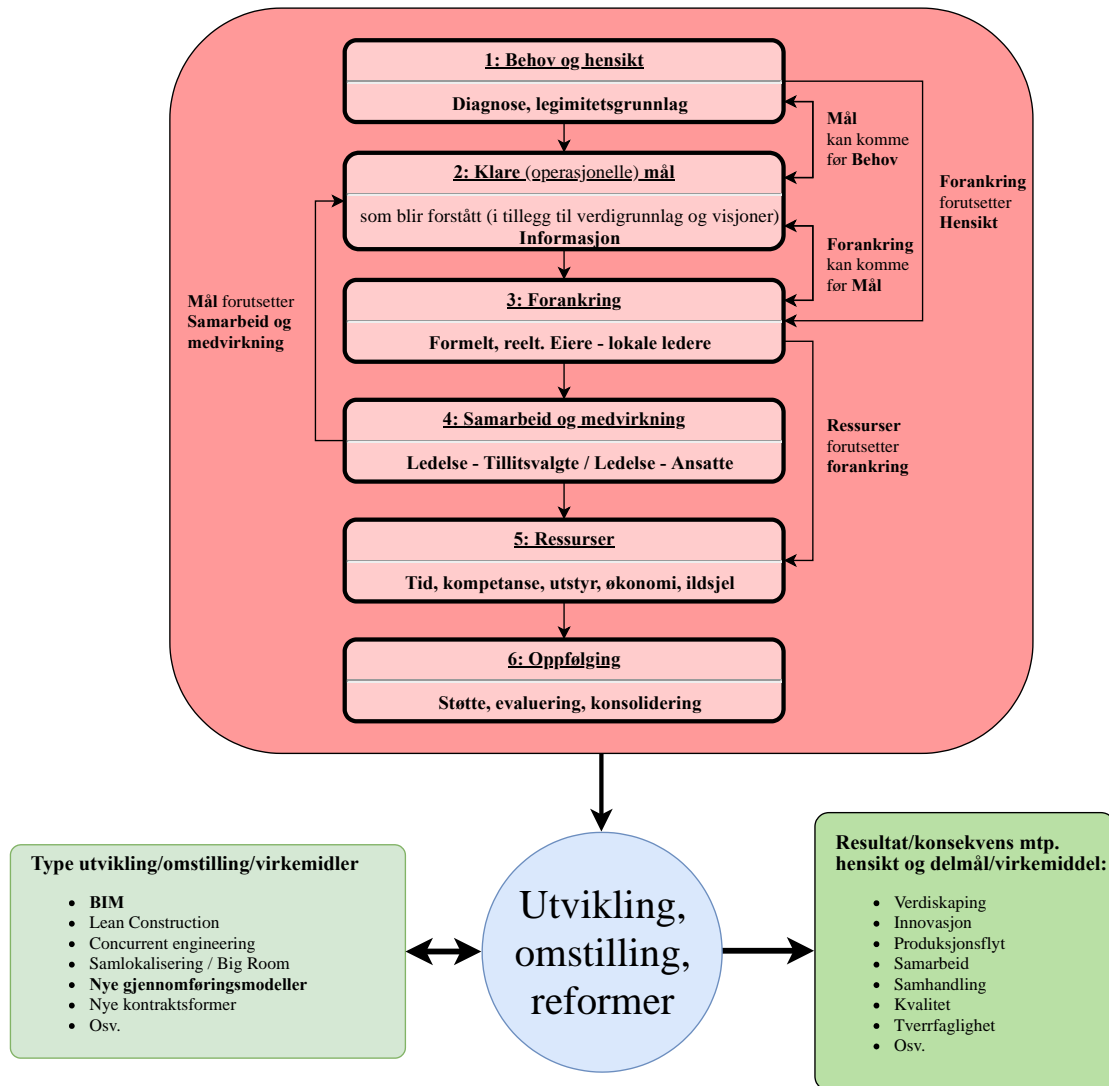
Figur 10: Forholdet mellom samspillet og de fire elementene i IDDS. Basert på Owen et al. (2009)

Figur 10 viser hvordan de fire hovedelementene direkte påvirker prosess, menneske og teknologi, samt deres sammenhenger. Det er viktig å legge til at der elementene ikke har direkte påvirkning, vil de uansett ha en indirekte påvirkning (Owen et al., 2009).

IDDS bruker samarbeidsprosesser og kompetanseheving, med integrert data, informasjon, og kunnskapshåndtering til å minimere ineffektive strukturer og prosesser, og for å øke verdien på leveransen under prosjektering, bygging og drift, og på tvers av prosjekter (Owen et al., 2009). Vellykket bruk av IDDS krever forbedringer i prosesser, teknologi og menneskenes evne gjennom hele byggelivsperioden fra konseptutvikling og prosjektering til bygging og forvaltning, samt vurderinger av byggets samspill med omgivelsene (Owen et al., 2009).

IDDS kan ses på som et konsept som blant annet støtter organisasjonsmodeller, som stimulerer integrerte samarbeidsprosesser, og teknologier, og muliggjør integrerte informasjons- og automasjonssystemer (Lehtinen, 2012). Integrated Project Delivery (IPD) og BIM er for eksempel slike muliggjørere som prøver å integrere prosess, menneske og teknologi (Fischer et al., 2017). Owen et al. (2010) sier at IDDS ikke skal være en spesifikk prosjektmodell, men heller en samling av «beste praksis» som gir en visjon av fremtiden og peker ut en retning for en radikal endring i byggebransjen.

Prosess, mennesker og teknologi er identifisert som kategorier brukt til å klassifisere utfordringer og fordeler i en integrert prosjekteringsprosess (Rekola, Kojima og Mäkeläinen, 2010). I implementeringen av en ny praksis er det viktig å samkjøre de ansattes, avdelingens og organisasjonens interesser for å få et vellykket resultat hos alle (Bråthen et al., 2016). Implementeringen må ikke ha maksimal effekt, men bør være god nok for en forbedret arbeidsprosess. Til å oppnå dette ble det i forbindelse med Fafo's SamBIM-prosjekt utarbeidet en generisk modell, basert på erfaringer fra flere virksomheter og bransjer, som illustrerer gangen i en god prosess. Modellen presenterer seks universelle prosesselementer sammen med virkemidler og resultater, hentet fra byggebransjen.



Figur 11: Sammenhengen i gode prosesser. Adaptert fra Bråthen et al. (2016)

Figur 11 viser hvordan gode prosesser kan gjennomføres og hvordan de ulike «stegene» henger sammen. Selv om prosesselementene presenteres som sekvensielle, er det likevel mulig at noen elementer kommer før andre. For eksempel kan målene defineres før hensikten og forankring kan gjøres før målene settes. Noen elementer viser også en avhengighet, som at ressurser krever forankring og mål krever samarbeid og medvirkning.

3.4.1 Prosess

Prosessområdet handler om å fokusere på integrerte arbeidsprosesser (Sacks et al., 2010). Effektiv implementering av IDDS resulterer i en integrert arbeidsprosess for hver fase av prosjektet og gjennom byggelivsperioden (Owen et al., 2009). I en integrert arbeidsprosess for tidligfase trekker Owen et al. frem tre gevinster:

1. En integrert planlegging for gjennomføring av hele prosjektet, fremfor spesialprioritering gjennom hele prosessen.
2. En integrert projektering for å kunne evaluere flere alternativer og koordinere funksjonelle og romlige grensesnitt.
3. En integrert verdikjede for å gi rettidig teknisk ekspertise, igangsettelse av FDV, inkludert levering av fullstendig definisjon av systemkrav og spesifikasjoner, samt ferdigstilling.

Videre kan fremtidige fordeler dukke opp som følge av nye og endrede prosesser på andre områder og i andre sektorer. Disse presenteres i en matrise (Tabell 11), for kort, mellomlang og lang sikt, samt pådrivere, muliggjørere, utfordringer og muligheter, i diskusjonskapittelet for delkapitlene 5.1, 5.2 og 5.3. Tidsaspektene defineres i grunn av tiden, men også av byggeprosjekter. Med det menes at kortsikt er prosjekter som utføres nå eller i nærmeste fremtid. Mellomlang er de prosjekter som man kan se for seg og planlegges i fremtiden, hvor eventuelle nye og endrede prosesser kan vurderes som hensiktsmessige. Langsikt illustrer fremtiden hvor man egentlig ikke vet så mye, men har sine antakelser. Det kan skje mye i utviklingen som er langt fra forutsigbart.

Tabell 11: *Prosess/Teknologi/Menneske - matrise*

Prosess/ Teknologi / Menneske	Kortsikt (0-12mnd)	Mellomlang (12-36mnd)	Langsikt (36mnd+)
Pådrivere			
Muliggjørere			
Utfordringer			
Muligheter			

3.4.2 Teknologi

Teknologiområdet handler om å ha et sett med teknologier og evner for samarbeid, og automatisering (Sacks et al., 2010). I settet lister Owen et al. (2009) opp flere generelle teknologier:

- Modellering av tenkt design, multidisiplinær ytelsesanalyse, bygningsgeometridata sammen med byggeplassdata, og levering av som-bygget modell.
- 4D visualisering.
- Virtuell prototyping.
- Gjennomgående, interoperabel og pålitelig dataoverføring av tredjeparts applikasjoner.
- Automatisert forplantning av endringer og krasjkontroller, samt produksjon og montering støttet av datamaskiner.

Disse teknologiene krever åpne systemer, samt en delingskultur av data i modellene som tradisjonelt ikke har vært til stede. BIM-modellen blir et virkemiddel for å sikre koordinering, smidighet og integrerte arbeidsprosesser gjennom hele byggelivssyklusen, samt å redusere risiko. I tillegg vil den kunne gi beslutningsstøtte hos ledelsen (Owen et al., 2009).

3.4.3 Menneske

Imperativet menneske innebærer å involvere mennesker med riktige ferdigheter, både til det tekniske og samarbeid, samt forpliktelse til et team (Sacks et al., 2010). Å velge de riktige menneskene til prosjektteamet er kritisk for suksess, fordi det setter basisen for samarbeid (Zimina, Ballard og Pasquire, 2012). Owen et al. (2009) viser til flere faktorer som må ivaretas når mennesker involveres. Det kreves blant annet at man er tilpasningsdyktig og villig til å utfordre og utvikle ens egne ferdigheter. For å oppnå dette må en viss motivasjon være til stede, samt en kultur for det. Trening og utvikling gir menneske større evne til å forstå samarbeidsprosessen, sammen med den avgjørende delte kunnskapen for integrerte prosesser. Hvert individ skal bringe med seg kunnskap, entusiasme og forpliktelse for å realisere gevinstene i bruken av IDDS. Ikke minst må en ha en holdning som fremmer flere innganger og som utvikler et helhetlig syn på hva som er best for prosjektet.

3.4.4 Samarbeidsprosess

Samarbeidsprosessen er elementet som vil innebære den største omveltningen fra dagens praksis i BIM-prosjektene (Owen et al., 2013). De sekvensielle prosessene vil bli erstattet med nye og integrerte samarbeidsprosesser, og god koordinering sammen med forbedret samarbeid mellom aktører og mennesker vil være avgjørende for å oppnå ønsket effekt. Det tverrfaglige samarbeidet som er i BIM-prosessen må være optimalt, spesielt med de premissgivende fag, som gjerne kun fungerer som kravstillere i prosessen. Blant effektene i en vellykket samarbeidsprosess er besparelser i tid og kostnad, samt høyere kvalitet på produktet/leveransen (Owen et al., 2013). I de nye prosessene vil informasjonsflyten mellom interessenter flyte mer effektivt og vil kunne medføre mer kunnskapsdeling og utvikling.

3.4.5 Kunnskapshåndtering

Kunnskapshåndtering er et element som baserer seg på oppdatert kunnskap og tilbakeføring av erfaring på gjennomførte prosjekter (Owen et al., 2009). Videreføring av denne kunnskapen, som for eksempel kan være oppdaterte sjekklister, til andre prosjekter er essensielt for å løse nye utfordringer. I en eventuelt endret arbeidsprosess, vil det være svært viktig for brannsikkerhetsfaget å overføre erfaringsdata som opparbeides. Evaluering av eget arbeid vil også være viktig slik at bedriftene kan heve sin kompetanse. Bruk av insentiver kan være et virkemiddel for å øke rapporteringsgraden i evalueringen av eget arbeid (Owen et al., 2009).

3.4.6 Kompetanseheving

Erfarne ledere, ingeniører, spesialister, leverandører, fagfolk og operatører tar med seg kunnskap inn i prosjekter for å dele og gjøre samarbeidet bedre. Sammen skapes det en integrert arbeidsprosess som tilgjengeliggjør kunnskaper og hever kompetansen (Owen et al., 2009). Som det ble nevnt i Kapittel 3.4.2, er holdning en viktig del av kompetansehevingen. Personene må ha en holdning som fremmer flere muligheter og har et helhetlig syn på hva som er best for prosjektet. Inkludering har tidligere vært

en barriere for premissgivende fag som ikke, i like stor grad som hovedfagene, har vært inkludert i BIM-prosessen. De får dermed ikke delt sine kunnskaper og den integrerte arbeidsprosessen uteblir.

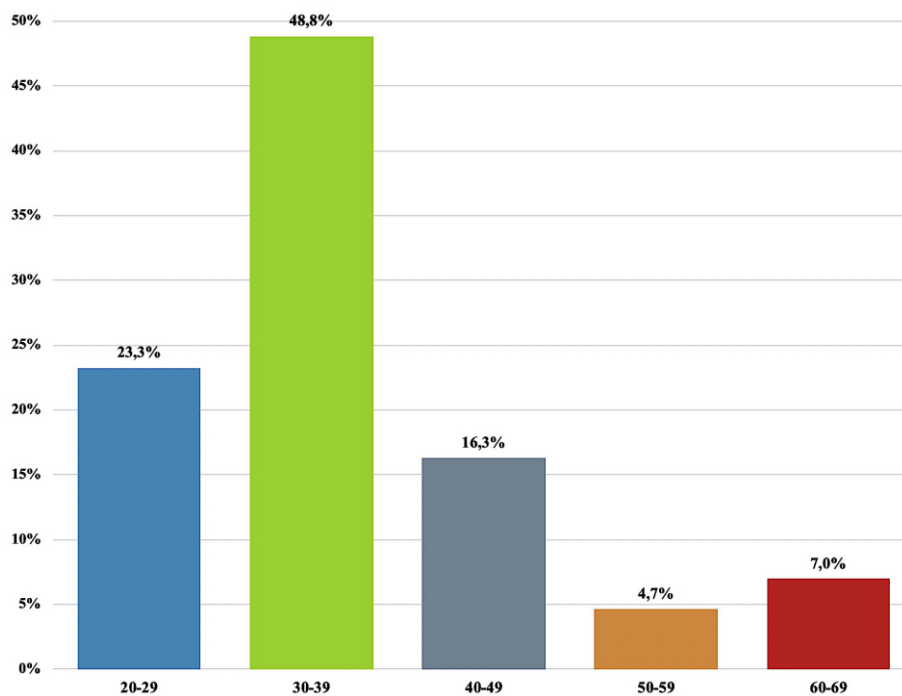
3.4.7 Integrert informasjon- og automasjonssystemer

Temaet om et integrert informasjons- og automasjonssystem har tidligere vært grunnlaget for tidligere forventninger, med teknologien som muliggjør (Owen et al., 2009). I en verdikjede og prosjektlivssyklus med interoperabilitet allesteds, vil støtte utviklingen mot en helhetlig byggeprosess for alle involverte aktører. Videre sier Owen et al. at digitale verktøy vil kunne sømløst integrere arbeidsprosessene og overvåke flere alternativsløsninger for å møte byggherrenes mål, samt kostnads-, tids-, kvalitets- og bærekraftsprioritetene. De fleste disipliner har arbeidet i verktøy med tanke på å kun utføre ens egen arbeidsoppgave og leveranse, uten å ta hensyn til hvordan den kan brukes videre. Potensialer, som utnyttelse av den digitale modellinformasjonen i arbeidsprosessene, finnes i BIM-prosessen, men hva det innebærer må først identifiseres og kartlegges.

4 Resultat

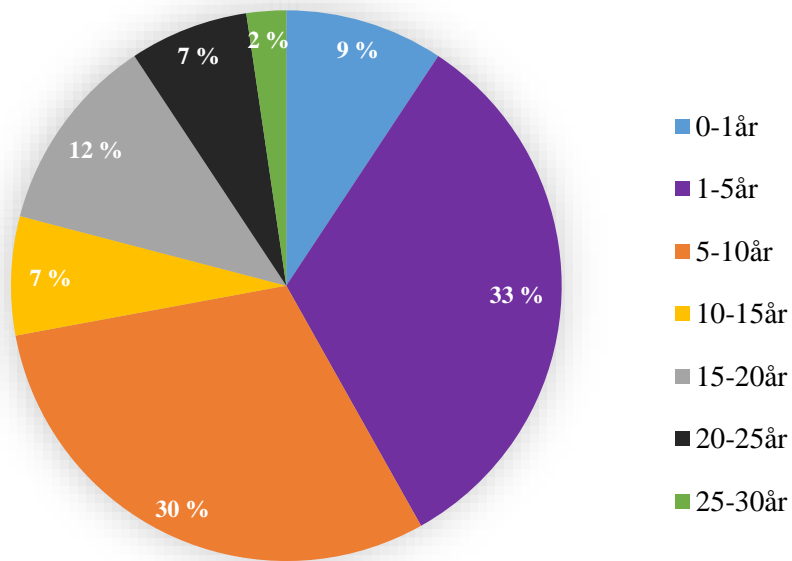
4.1 Spørreundersøkelse

Under dette kapitlet presenteres resultatene fra de 43 responsene i spørreundersøkelsen og tross enkelte tommelfingerregler har det blitt ansett som en representativ mengde når svarene tolkes kvalitativt. Oppsettet og spørreundersøkelsen i sin helhet presenteres i Vedlegg 5. De fire første spørsmålene omhandler respondenten og er brukt til å konstatere hvem som utgjør svarmassen i undersøkelsen. Spørsmål 1 identifiserte respondentens arbeidssted og ble valgt å ikke publiseres. Videre kartlegger spørsmål 2, 3 og 4 henholdsvis respondentens alder, rolle og arbeidserfaring.



Figur 12: Spørsmål 2 - Velg den aldersgruppen du tilhører?

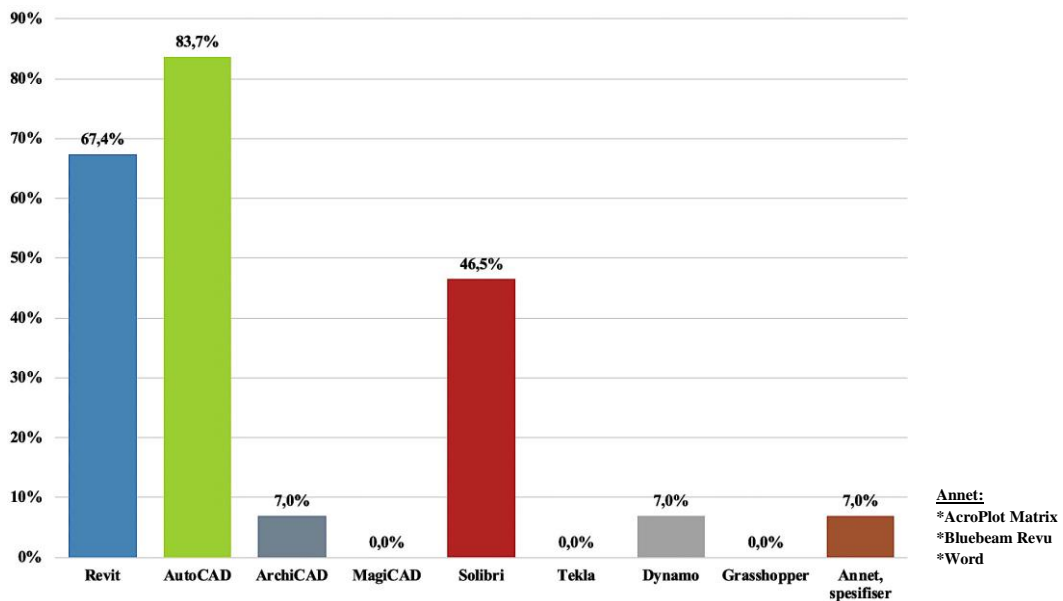
Spørsmål 2 (Figur 12) identifiserte hvilke aldersgrupper respondentene tilhørte og viste et klart flertall i aldersgruppen 30-39. Etter gruppen 20-29 var aldersgruppen 40-49 tredje flest, som indikerer et relativt ungt miljø. Tre respondenter var i aldersgruppen 60-69, mens to var i gruppen 50-59. BIM-prosjekter ble definert i undersøkelsen som: «... et prosjekt hvor modellen står sentralt for informasjonsdeling og at prosjektering foregår.». For å få en viss oversikt over hvilke respondenter som svarte og hva slags rolle de hadde i BIM-prosjekter ble spørsmålet «Hva er din rolle i BIM-prosjekter?» stilt. En person svarte «annet», kun en person var BIM-koordinator og resten var brannrådgivere. Med bakgrunn av den lave variasjonen (95% brannrådgivere), ble spørsmål 3 ikke illustrert med et diagram.



Figur 13: Spørsmål 4 - Hvor lenge har du jobbet som BIM-koordinator/brannrådgiver?

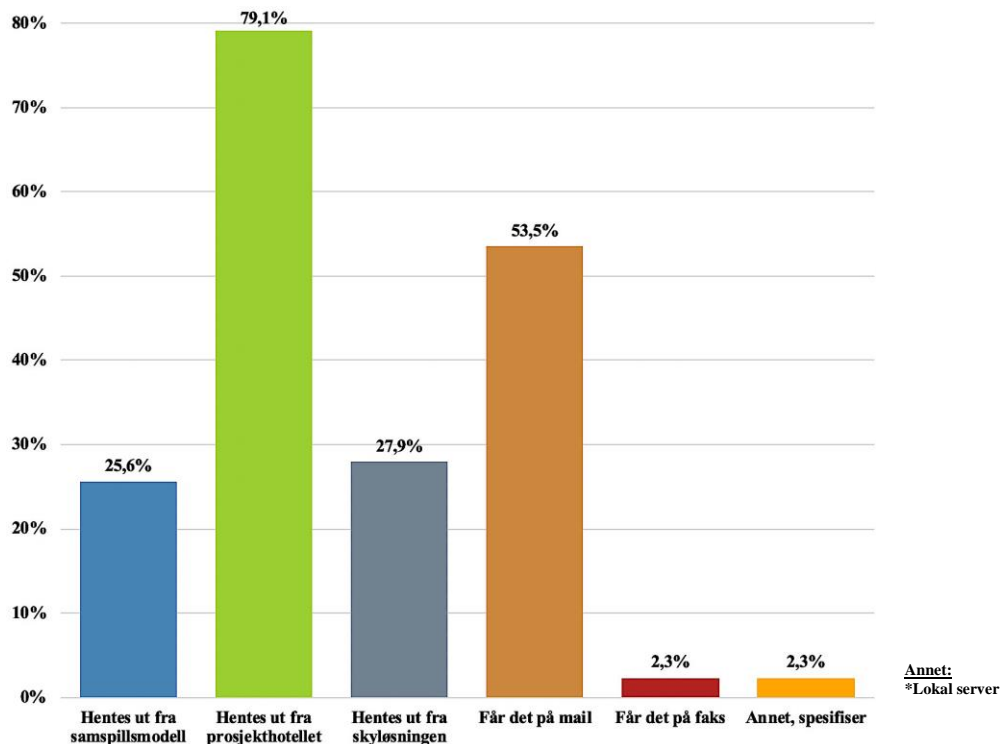
Kakediagrammet (Figur 13) viser arbeidserfaringen til respondenten, hvor erfaring mellom 1 og 10 år utgjør omtrent 2/3-deler av svarmassen. Kun en person (2%) hadde over 25 års erfaring, mens 19% (12%+7%) hadde mellom 10 og 20 års erfaring. 7% og 9% hadde henholdsvis 20 til 25 og 0 til 1 års erfaring. Gjennomsnittet til respondentene lå på 9 års erfaring og ga en høyreskjev fordeling i arbeidserfaring. Det gjenspeiles i det unge miljøet som antydes fra spørsmål 2.

Spørsmål 5 til 10 tok blant annet for seg arbeidsleveransen til brannrådgiveren i et prosjekt og hvordan denne distribueres. Hvilke programvarer som benyttes og på hvilket format leveransen mottas og leveres, ble også her identifisert. Det legges til at respondenten på disse spørsmålene hadde muligheten til å velge flere svaralternativer slik at diagrammene nødvendigvis ikke gikk opp i 100%. Flervalg ble benyttet fordi leveransen til en brannrådgiver ofte utarbeides på en blandet måte og består gjerne av å bruke flere formater og programvarer. Spørsmål 10 viste på en skala fra «svært lite tilfreds» til «svært tilfreds», hvor fornøyd brukeren er med dagens arbeidsmetodikk. Alle svarene presenteres i stolpediagrammer nedenfor.



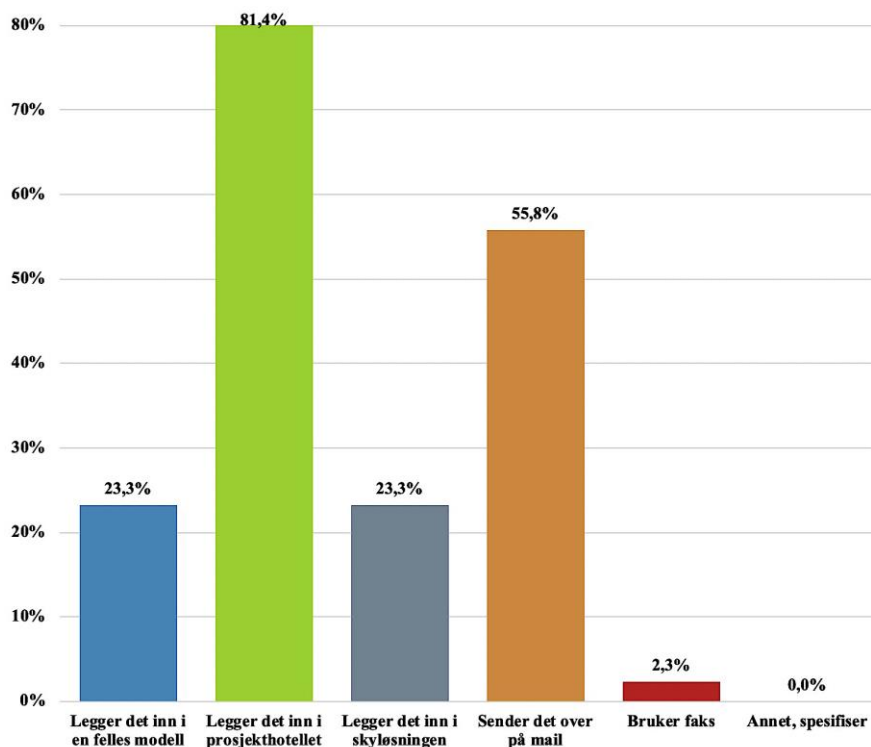
Figur 14: Spørsmål 5 - Hvilke(n) programvare(r) benytter du til å utarbeide leveransen?

I Figur 14 vises hvilke programvarer som ble benyttet av brannrådgiveren til å utarbeide leveransen, hvor AutoCAD (84%), Revit (67%) og Solibri (47%) utgjør de mest brukte programvarene. Programmene er godt kjent i brannmiljøet og resultatene fra spørsmålet var derfor ingen overraskelse. ArchiCAD og Dynamo ble brukt mindre (7%) og gjelder også for svaret Annet, hvor AcroPlot Matrix, Bluebeam Revu og Word blir nevnt. MagiCAD, Tekla og Grasshopper ble ikke benyttet.



Figur 15: Spørsmål 6 - Hvordan mottar du oftest arbeidsgrunlaget i BIM-prosjekter?

På spørsmålet om hvordan arbeidsgrunnlaget mottas i BIM-prosjekter (Figur 15), svarte de fleste fra prosjekthotell (79%) og på mail (54%). Dette er godt innarbeidede prosesser og har blitt benyttet i mange år. Samtidig er det over en fjerdedel som brukte både samspillsmodell og skyløsningen til å hente ut arbeidsgrunnlaget, men forbedringspotensialer i BIM-prosjektene eksisterte også her. Noe overraskende var det at fortsatt en benyttet faks og lokal server i prosjektene.

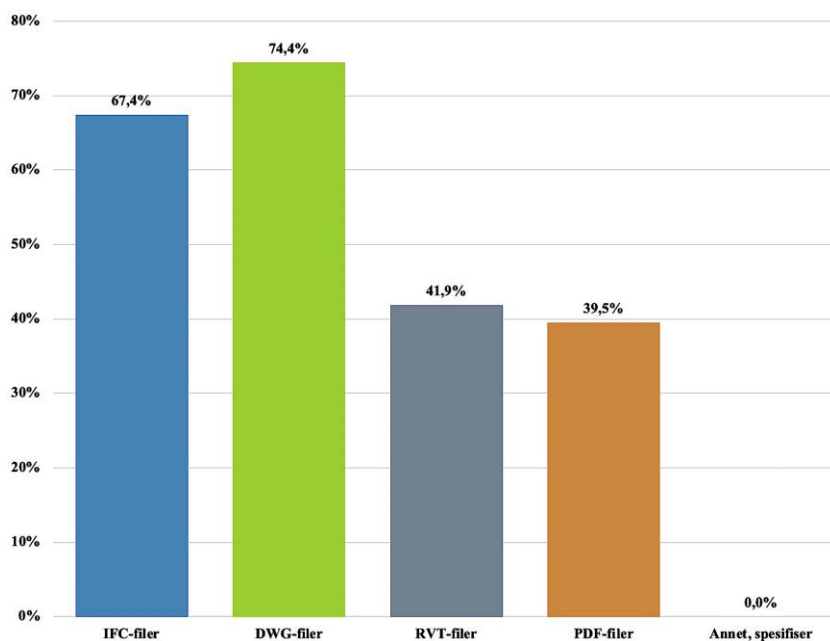


Figur 16: Spørsmål 8 - Hvordan leverer du fra deg arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?

Hvordan man leverte fra seg arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter vises i Figur 16, der et klart flertall leverte fra seg grunnlaget i prosjekthotellet (81%) og på mail (56%). Sammenligner man det med hvordan man mottok arbeidsgrunnlaget (Figur 15), ses en klar sammenheng. De fleste leverte fra seg på omtrent samme måte som man mottok grunnlaget, med en liten nedgang i felles modell og i skyløsningen, se Tabell 12. Det kan indikere at leveransen ikke har sin rette plass i en modell og skyløsningen, og at den heller blir lagt ved i et prosjekthotell eller en mail.

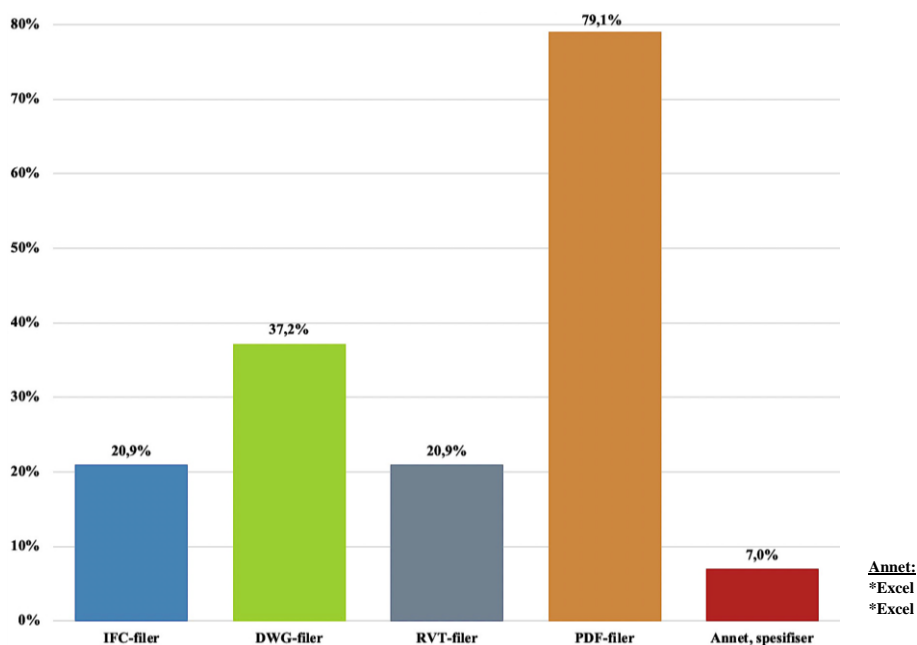
Tabell 12: Sammenligning av spørsmål 6 og 8

	Mottok arbeidsgrunnlaget	Leverte arbeidsgrunnlaget
Felles modell	26%	23%
Prosjekthotell	79%	81%
Skyløsning	28%	23%
Mail	54%	56%
Faks	2%	2%



Figur 17: Spørsmål 7 - På hvilket format mottar du oftest arbeidsgrunlaget i BIM-prosjekter?

Figur 17 viser responsen på spørsmål 7, hvor det illustreres hvilket format arbeidsgrunlaget oftest mottas på i BIM-prosjekter. Det var ingen formater som skilte seg spesielt ut, med en relativ jevn fordeling på DWG- (74%), IFC- (67%), RVT- (42%) og PDF-filer (40%). Outputen til brannrådgiveren er ofte tegninger, og DWG-formatet vil derfor være naturlig å jobbe ut ifra. IFC-formatet hadde ikke sin rette plass i arbeidsprosessen og blir mindre grad utnyttet.



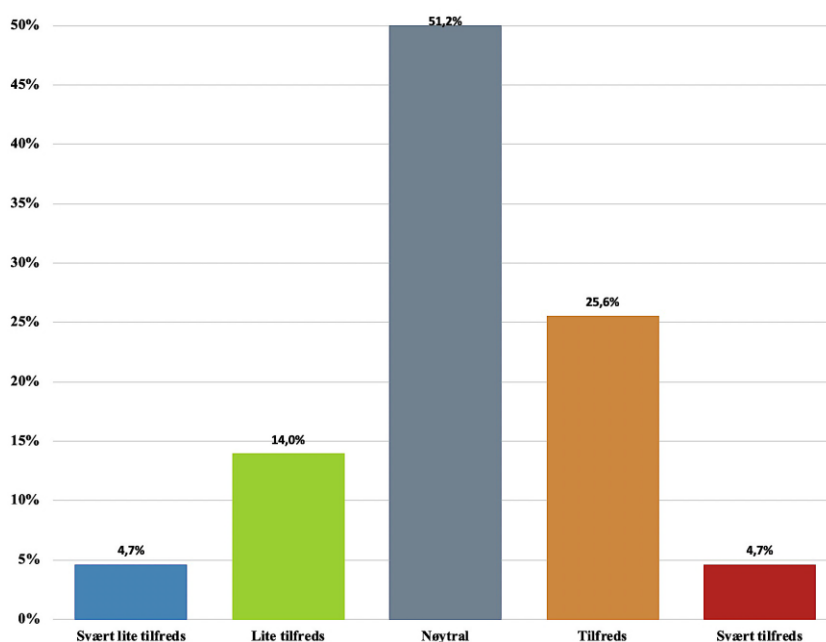
Figur 18: Spørsmål 9 - På hvilket format leverer du fra deg arbeidsgrunlaget i BIM-prosjekter?

På spørsmål 9 (Figur 18) besvarte respondentene på hvilket format de leverte fra seg arbeidsgrunlaget. Med hele 79% var PDF-filer det klart dominerende filformatet som blir brukt til i leveransen, og DWG-filer ble brukt av under halvparten (37%). IFC- og RVT-filer ble benyttet av 21% hver, mens det også var to besvarelser som viste at Excel-formatet (7%) blir brukt i leveransen. Sammenlignes dette mot hvilket format man mottok arbeidsgrunlaget får man følgende tabell:

Tabell 13: Sammenligning av spørsmål 7 og 9

	Mottok arbeidsgrunlaget	Leverte arbeidsgrunlaget
IFC-filer	67%	21%
DWG-filer	74%	37%
RVT-filer	42%	21%
PDF-filer	40%	79%
Annet	0%	7%

Fra Tabell 13 og sammenligningen indikeres en trend at formatene endres fra IFC, DWG og RVT til PDF-filer. Det er riktignok ikke en overraskelse at leveransen til brannrådgiveren kommuniseres via PDF-filer, men når tilgjengeligheten av andre levende formater finnes, burde det ha vært utnyttet bedre.



Figur 19: Spørsmål 10 - Hvor fornøyd er du med dagens praksis?

Spørsmål 10 (Figur 19) ble et nøkkelspørsmål i denne spørreundersøkelsen, da den avslørte hvor fornøyd respondenten var med dagens arbeidsmetodikk. Et knepent flertall (22) stilte seg nøytrale til dagens praksis, mens 21 stykker svarte ulikt «nøytral». Det var disse 21 besvarelsene som var mest interessante å analysere videre, da de blant annet kunne vise hvor eventuelle forbedringspotensialer lå.

Tabell 14: Tilfredshet krystabulert med spørsmål 6-9

Spørsmål 10 Tilfredshet	Spørsmål 6 Mottaksmåte					Spørsmål 7 Mottaksformat				Spørsmål 8 Leveransemåte					Spørsmål 9 Leveranseformat			
	Samspill	Sky	Prosjekt	Mail	Faks	IFC	RVT	DWG	PDF	Samspill	Sky	Prosjekt	Mail	Faks	IFC	RVT	DWG	PDF
Tilfreds			X			X	X	X				X	X					X
Tilfreds				X				X	X				X					X
Tilfreds			X	X				X	X			X	X				X	X
Tilfreds			X	X			X	X	X			X	X					X
Tilfreds			X	X				X				X	X					X
Tilfreds			X	X		X		X	X			X	X					X
Tilfreds		X	X	X		X		X			X	X						X
Tilfreds		X	X				X				X	X				X		X
Tilfreds		X	X			X		X			X	X				X		X
Tilfreds			X			X				X							X	
Tilfreds	X		X	X			X			X		X			X	X		X
Svært tilfreds	X		X		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
Svært tilfreds			X					X				X						X
Svært lite tilfreds	X		X	X				X				X	X			X		X
Svært lite tilfreds	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X				X	X
Lite tilfreds				X			X	X	X			X				X	X	
Lite tilfreds			X			X	X		X	X		X			X			
Lite tilfreds			X			X						X					X	
Lite tilfreds		X				X					X				X			
Lite tilfreds	X		X			X	X	X		X		X			X	X	X	
Lite tilfreds	X					X				X					X	X		

Tabell 14 viser alle respondentene som har svart ulikt nøytralt på spørsmål 10, krystabulert med deres besvarelse på spørsmål 6 til 9. Dette gjøres for å se om det finnes noen sammenhenger med tilfredsheten til respondentene og hvordan arbeidsgrunnlaget håndteres i BIM-prosessen.

Det var åtte stykker som ikke var fornøyd (lite eller svært lite tilfreds) med dagens arbeidsmetodikk og av disse åtte var det kun en som leverte arbeidsleveransen i PDF-format. På motsatt side var det tretten stykker som var fornøyde (svært tilfreds eller tilfreds) med dagens praksis, og av de var det kun en som ikke brukte PDF-formatet i leveransen sin. Ut ifra sammenligningen kan det virke som PDF-formatet er et godt innarbeidet arbeidsformat som fungerer godt for flere. Det er viktig å legge merke til at de to respondentene som var minst fornøyd med dagens metodikk også hadde PDF-formatet som en del av arbeidsleveransen sin.

De siste spørsmålene, 11 til 15, ble utformet slik at respondenten skulle skrive lengre og åpne svar med eventuelle forklaringer og ideer. Respondenten er bedt om å besvare blant annet hva som er bra og hva som kan gjøres bedre med dagens arbeidsmetodikk. Forhåpninger til BIM, digitaliseringsområder og oppfattelsen av hvor BIM hadde sin effekt for RIBr, var blant innholdet til de siste spørsmålene i Questbacken. Det var totalt 35 svar på de siste spørsmålene som utgjorde «-», «N/A», «Vet ikke», «Usikker». De var lite interessante å analysere og ble derfor filtrert ut. Selv om de fem siste spørsmålene i seg selv var spennende å undersøke, var det også her mer interessant å se når de ble krysstabulert opp mot deres tilfredshet med dagens praksis. Nedenfor presenteres svarene fra spørsmål 11 til 15, kategorisert under temaene *BIM*, *samspill*, *kompetanseheving* og *annet*. Temaene ble valgt i bakgrunn av IDDS-rammeverket og gjorde identifiseringen av eventuelle problemområder mer oversiktlig.

Tabell 15: Spørsmål 11 - Hva er bra?

11. Hva er bra?
BIM
Enklere å utveksle modeller pga. felles lagringsplattform (sky, prosjekthotell mv.). Mye informasjon i modeller. Muligheter for å undersøke detaljer i modell. Bygningsdeler inneholder informasjon om produkter, dimensjoner
Ved å involvere brannrådgiver i BIM-prosjekter får man større eierskap til prosjektet. Løsningene åpner også opp for andre former for samhandling mellom arkitekt og rådgivere.
Bruk av en samlemodell gjør det enklere å visualisere løsninger og utfordringer i bygget. Simuleringer kan gjøres mer effektivt/raskere ved å bruke modell som underlag.
Man kommer veldig tett inn på prosjektet når man jobber kontinuerlig med BIM og brann. Dette gjør at feil oppdages i tidligere fase.
Kan til enhver tid hente ut oppdatert underlag fra samlemodellen. Enklere å forstå objektets utforming vha BIM-modell.
BIM-modeller kan nå importeres i brannsimuleringsverktøy (Pyrosim/Pathfinder)
BIM og brann er under utvikling i mange prosjekter. Det er bra!
Brannrådgiver for tilgang til modellen for innsyn i prosjektet.
Modellen gjør forståelsen av bygget bedre.
Samspill
BIM gir en bedre forståelse for bygningsmassen, bedre kommunikasjon mellom RIBr og detaljprosjekterende og terskelen for å bli involvert dersom det er spørsmål er lavere. Jeg har stor tro på at dette vil være med på å redusere antall prosjekteringsfeil og bidra til en mer sømløs prosjektering.
Å jobbe med modellen gir en god oversikt over bygningsmassen. Ved å legge inn parametere fanges vår input lettere opp av andre fag. Kan lage plan og snitt selv i modellen, slik at vi ikke er avhengige av ark for å få de siste tegningene.
Tilgang til informasjon alle fag. 3D bidrar til enkel forståelse av prosjektet. Bedre og enklere kommunikasjon mellom prosjektets aktører.
Innarbeidet praksis som fungerer bra som underlag for detaljprosjekterende fag og kommunisering av brannstrategi
Klare skiller mellom ansvarsområder ved at man har én selvstendig leveranse som ikke påvirkes av en levende modell.
Kompetanseheving
Arbeider direkte på elementnivå, slik at våre brannkrav blir garantert med i modellen. Vi unngår at ARK glemmer ett objekt, eller tolker tegningen feil. Reduserer omfang av dobbelt tegnearbeid. Vi kan benytte RIE sin modell for å lage rømningsplaner, orienteringsplaner og as built uten å måtte tegne alt på nytt
Brannrådgivere leverer stort sett plantegninger og snitt for brannteknisk inndeling i bygninger. Tegningene blir vanligvis utarbeidet i AutoCAD eller Revit. Branntegninger og branntegninger brukes som grunnlag når arkitekten og de andre fagene utvikler BIM-modeller.
Visualiseringen blir tydelig på branntegninger i DWG- og PDF-format. Arkitekt og RIB må legge inn i sine modellfiler materialbruk og info som viser brannklassen
Det går i utgangspunktet raskt å legge inn brannkrav. Man får noe bedre innsikt i prosjektet f.eks. materialbruk og romforståelse
Dagens arbeidsmetodikk (å levere branntegninger i PDF) er kun bra for brukeren og enkel/forståelig tegning for bruksfasen.
Liker at vi benytter et program som ikke er for komplisert mht. den informasjonen vi trenger å formidle.
Mulighet til å ha alle kravene samlet, i et digitalt format
Det går kjapt og greit å produsere branntegninger.
Enkelt å lage Brann-lag i de fleste tegneprogram

Enkelt og kjent. Enkel og ren ansvarsfordeling.
Til enhver tid oppdatert 3(4)D-informasjon
Gode rutiner i firma, og effektive maler
All informasjon samlet på et sted.
Enkelt og effektivt enkeltfaglig
Annet
Veldig enkelt for oss (brannrådgivere) som slipper å legges inn selv i annet program/mail. Branntegninger angir bare premisser og ikke løsninger, og dette kan det være en fordel å holde unna stor modell med konkrete tekniske løsninger.
For en brannrådgiver er enkelt ofte det beste. Det er fint å ha tilgang på BIM-modell, men når branntegningene skal lages og oppdateres trengs ofte ikke hele BIM-pakken.
Ifm. brannprosjekteringen har jeg ikke benyttet BIM. Bruker kun IFC-filer for gjennomsyn av planløsning.
At det skjer en positiv utvikling av arbeidsmetodikken.
Underlag for større prosjekter mottas i ønsket format.
Får stort sett det grunnlaget man trenger.
Egentlig ikke noe spesielt
At det er mulig.
Tekniken
Lite

Flere av respondentene har trukket frem BIM som generelt bra for brannsikkerhetsfaget. Informasjon kan raskt hentes ut av modell og brukes videre som underlag i prosjekteringen. «Dagens arbeidsmetodikk (å levere branntegninger i PDF) er kun bra for brukeren og enkel/forståelig for bruksfasen» var svaret fra en av respondentene, som også svarte svært lite tilfreds med dagens arbeidsmetodikk. Flere påpekte likevel at dagens metodikk som enkel og kjent, og som ga en klar og ren ansvarsfordeling. Det at den er enkel og kjent har gjort at metodikken i flere år har blitt optimalisert og effektivisert i flere ledd. På den måten har utarbeidelsen av arbeidsgrunnlaget etterhvert kunne vært gjort raskt og effektivt. Med tanke på informasjonen som formidles til flere fag, var det noen som positivt uttrykte at programvaren ikke var for komplisert.

BIM er bra som kommunikasjonsverktøy, spesielt mot ARK, hvor utfordringer og løsninger lettere blir belyst, var også blant svarene. Flere uttrykte at lite eller ingenting var bra med dagens arbeidsprosess og viste et stort forbedringspotensial for tilnærmingen til BIM-prosessen.

Tabell 16: Spørsmål 12 - Hva kan gjøres bedre?

12. Hva kan gjøres bedre?
BIM
Det bør utarbeides en arbeidsmetodikk for premissfag som f.eks. brann i BIM. Slik som situasjonen er nå er det ARK og andre fag som legger inn krav og verdier på elementer i deres modell. Det kan være en mulighet at brann lager en egen modell, som andre fag kan hente ut informasjon av.
Brann må få sine egne BIM modeller, slik at vi kan berike BIM prosjektene med brannkrav. Automatisering og standardisering av regelsjekk og modellering må på plass i større grad.
Bør involveres mer i modell. Dette for å fange opp mer detaljer samt få til et bedre samspill og tydeligere formidling av krav til de øvrige fagene
Beriket modell fra brannrådgiver kan med fordel tas inn i arkitekt- og RIB-modell. PDF som underlag gir et dårlig sluttprodukt.
3D modeller kunne blitt brukt mer aktivt og oftere for å forstå og få oversikt over romutforming. Kan tolke 2D tegninger feil.
Brannrådgiver kan levere et produkt som settes rett inn i samlemodell i stedet for egne separate tegninger.
Brannrådgiver bør modellere på samme måte som øvrige planleggere i BIM-modellen
Brann bør ha en egen modell på lik linje med ARK, Elektro og VVS.
Brannprosjekteringen må i større grad gjøres i BIM.
Mindre rapport, mer informasjon i modell
Integrere brannmodeller i "hovedmodell"
Samspill
Det er nå en rekke ulike framgangsmåter for å involvere brannrådgiver i BIM. Brannrådgivers rolle må være mer tydelig relatert til hvilken fase prosjektet er i, ift. å hvilket arbeidsomfang vi skal bidra med. Det er fortsatt en del usikkerhet knyttet til om brannrådgiver skal jobbe i ARK-modell, om vi skal ha egen modell og hvordan dette da skal overføres til "felles" modell, samt omvendt.
En felles forståelse i bransjen av arbeidsmetodikk, klar ansvarsfordeling og forventninger til prosess. Oppdatering av Statsbygg BIM-manual og Building SMART-manual er nødvendig. Begge disse sier per dags dato. at RIBr ikke prosjekterer i BIM. Hva forventes i de forskjellige fasene (LOD)?
Brannkonsept kan gjøres mer brukervennlig. Informasjon bør bakes inn i modellen. Den skal på en enkel og oversiktlig måte kunne bli hentet ut av detaljprosjekterende og utførende. Branningeniøren må finne en måte å fylle modellene på - både ift. til kompetanse og ansvarsfordeling.
Implementering av alle ytelseskrav i felles modell som kan benyttes til kontroll og kommunikasjon av at detaljprosjekt og utførelser er ihht. forutsetning. Tverrfaglig kontroll er utfordrende med underlag spredd på de enkelte prosjekterende og utførende.
Koordineringen og ansvarsfordelingen mellom RIBr og ARK + øvrige detaljprosjekterende i BIM-modellen. Pr. nå har jeg ikke vært med på at RIBr legger inn informasjon direkte i modellen, eller har egne tegninger som inngår i modellen.
Som et kravstillerfag så jobber vi på en litt annen måte enn andre "større" fag. Det må jobbes mot en omforent måte for at vi skal kunne gi fra oss våre parametere. Det er per i dag ingen ferdigutviklet måte å jobbe på.
Det må utvikles nasjonale normer for hvordan brannprosjekteringen skal se ut, og det må være retningslinjer som sikrer at grensesnittene mellom brannprosjekterende og øvrige prosjekterende er ivaretatt.
Alltid noe som går tapt mellom ulike programvarer. Veldig vanskelig for eier å få tilgang på informasjon i modellen hvis han ikke har riktig programvare, som ofte varierer mellom hvert prosjekt.
Brann bør "eie" bygningsdeler sammen med andre fag, men her har vi vel fremdeles en lang vei å gå.
Forbedring av modelleringsprosess mellom brannrådgiver og andre fag, mot ARK og RIB spesielt.
Konvertering fra BIM til analyseverktøy, en del "reparasjoner" av modellen må påregnes.
Automatisk flerfaglig koordinering.

Kompetanseheving

BIM-modul for brannfaget kan med fordel standardiseres. Veldig ulik praksis mellom firma. Hva er egentlig RIBr-ansvar i BIM? Arkitekt har normalt detaljansvar for bygningsdeler. Dersom RIBr skal tagge bygningsdeler med koder for EI 30/60/90 osv. i modeller gir dette liten nytteverdi i byggeprosjekter. Modeller oppdateres kontinuerlig med duplisering av objekter, eller endringer. RIBr-rollen bør ha mer innhold enn å passe på at elementer er riktig tagget.

Modellene som utarbeides av ARK burde følge en og samme standard (måte å definere/navngi rom og objekter på for eksempel), slik at det er lettere å automatisere enkelte prosesser etterpå. Problemet er at noen bygg har definerte rom (f.eks. "korridor"), mens noen er bare tegnet i 2D, det gjør det vanskelig å finne fellesprinsipp for å programmere.

Revit er raskere enn AutoCAD, men er ikke optimalisert for branntegninger enda, dette blir forhåpentligvis bedre i 2019. Det kunne godt vært mer informasjon om byggene på tegningene vi mottar, spesielt på eksisterende bygg. Dette med branninstallasjoner er ofte noe vi må spore opp senere i prosjektet.

Brannrådgivere (RIBr) er i liten grad med på å utarbeide BIM-modeller. Vi gir som regel kun innspill til andre fag sin BIM-modeller (ved å utarbeide branntegninger).

Brannkravene fremkommer ikke i 3D-modell, hvis den gjør det er det ARK el. som legger inn kravene. Her er det rom for feil/misforståelser.

Programmering kan gjøre layouten til branntegninger osv. mer effektiv slik at du slipper å endre info. hver gang du endrer etasje.

Enklere oppsett for revisjon av branntegninger (som vi lager som markup i sheets i Revit eller på PDF-print fra modellen).

RIBr kan ha en bedre oppfølging av om deres premisser/krav faktisk implementeres i videre prosjektering.

Kvalitetssikre at innlagt RIBr-informasjon ikke endres/"ødelegges" av andre fag som jobber i samme modell.

Arkitekter må tegne på samme måte, følge "regler" for navngivning og oppbygning.

Burde lages manual for effektiv plotting av tegninger i AutoCAD. Gjør alle kjent med Publish-funksjonen.

Forberedelsesfase. Hvordan skal brann levere input i modellen? Koder må være klare etc.

Annet

Brannkrav som legges inn forsvinner i det arkitekt jobber videre med bygget. Vi har gått fra å være en premissgiver ovenfor arkitekt til å forsøke etter beste evne og oppdatere en levende modell. Det er på en måte ARK som er premissgiveren mens vi henger etter. Det er svært tidkrevende å følge opp modeller i jakt etter krav/bygningsdeler som har blitt flyttet, slettet eller endret. Det er krevende å jobbe med tung programvare på standard pc. Mulig forbedring hadde vært og jobbet via remote desktop på en supercomputer? Vi er avhengig av hva ARK faktisk har lagt inn i modellen for å stille krav. Vi kan ikke si at her må det være et røykskille i korridor for eksempel. Det var vanlig praksis på 2D tegninger å kommunisere slikt med tekstbokser/kommentarer. Dette blir mye mer omstendelig. Opplever at vi mister kontrollen på prosjektet fordi vi hele tiden ligger i etterkant. Det skal sies at jeg jobber på store prosjekter 100.000 m2 ++ og dette gjør at mengden informasjon blir krevende.

Utarbeide gode rutiner for hvordan Brann-lag kan utarbeides uavhengig av tegneformat på en enkel måte.

Arbetsprosessen

På spørsmålet om hva som kan gjøres bedre, fremmes flere tiltak og forslag til forbedringer. Flere har trukket frem arbeidsmetodikken som en akilleshæl for brann og BIM, og at den må bli omforent med tanke på hvordan leveransen til brannsikkerhet skal se ut. Samspillet med de øvrige disiplinene må bli håndtert bedre, hvor egen modell i BIM kan være et virkemiddel for dette. Brannkonseptet bør gjøres mer brukervennlig og informasjon bør bakes inn i modellen, var blant ønskene fra brannrådgiverne. Standardisering av hvordan brannprosjektering skal se ut og hvordan arkitektene skal forme sine modeller for å optimalisere grensesnittet mot RIBr bør bestemmes felles for bransjen. Det at brannfaget disponerer sin egen modell på lik linje med ARK, RIV og RIE var også ønsket av mange.

Tabell 17: Spørsmål 13 - Hvilke forhåpninger har du til BIM?

13. Hvilke forhåpninger har du til BIM?
BIM
At bransjenormen er at Brannfaget har sin egen modell (IFC) som linkes inn i samspillmodeller på lik linje med RIB, RIV, RIE etc. At krav vi angir i vår modell kan enkelt kan benyttes av andre fag og kan forenkle arbeidsprosess. I tillegg at disse kravene kan benyttes til tverrfaglige kontroller. På sikt bør det som ligger i modell være en del av FDV for alle bygg.
At krav fra RIBr kommer inn i en felles modell og kan brukes til tverrfaglig kontroll. Programvaren skal være smart og klare å identifisere avvik fra krav alt ettersom informasjon (detaljprosjektering) fylles på.
At RIBr i mye større grad blir med i å utvikle BIM modeller. F.eks. markere ytelseskrav til materialer, branncelleinnndeling, brannkrav på dører i ARK modell.
Att Brand kan arbeide i BIM med samme förutsättningar som Arkitekten och andra. Att Brand kan köra CFD-analyser och Utrymningsanalyser direkt i BIM.
At arkitektunderlaget alltid er bygget opp på samme måte slik at man enklere kan bruke Dynamo. Evt. angi brannkrav i BIM.
Informasjonsmodell med info om branntekniske krav, der rapport om brannkonsept kan genereres direkte fra modellen.
Verktøy som i de fleste prosjekter også benyttes av brann for å formidle krav. Egen brannmodell
At det utarbeides en metodikk for brann i BIM. (Dette er noe det jobbes med akkurat nå)
Jeg forventer at BIM, samt vår rolle i dette, blir en større del av vårt daglige virke.
At all informasjon skal kunne hentes ut av modellen på en enkel måte for eier.
BIM er framtida, RIBr er nødt til å være med på utviklinga, det gagnar alle.
Håper på at brannprosjekteringen blir integrert i BIM.
Automatisk identifisering av ytelser i BIM-modell.
At brann kan være del av 3D modeller
Samspill
Reduserte prosjektkostnader pga. mer brannprosjektering tidlig gir et bedre beslutningsgrunnlag for andre fag. Større eierskap til prosjekt. Større effektivitet (honorar for RIBr blir høyere men ARK reduseres samtidig siden en risiko overflyttes)
Hadde forhåpninger om at de kravene vi la inn i første omgang ville følge bygningsdelen videre i prosjektet. Dessverre ser vi at ARK sletter vegger, bytter ut dører etc. og brannkravene forsvinner.
Jeg håper det kan føre til at prosjekteringen lettere kan videreformidles til byggeplass, slik at man unngår feil ved utførelse pga. misforståelser.
Forhåpentligvis blir det slik at man legger inn informasjon en gang og dette blir gjeldende for alle leveranser i prosjektet.
At BIM bidrar til at krav blir tydeligere ovenfor de som skal ivareta disse i sin egen prosjektering og utførelse.
Bedre integrasjon mellom fagene slik at flere informasjoner blir tilgjengelige for alle i modellen.
Tror det blir en veldig bra måte og jobbe på, tror at vi kan formidle premisene våre bedre.
Mer effektivitet og mer involvering av brannrådgivere i 3D-modellering
Muligheter til å delta mer aktivt i detaljprosjektering
Kompetanseheving
Stor grad av automasjon av arbeidet. Det kan være at vi legger inn en romdefinisjon. Og basert på brannklasse, risikoklasse etc. så kommer aktuelle krav inn av seg selv. I tillegg at vi kan kjøre en rekke automatiske sjekker som vurderer om krav er oppfylt eller ikke, f.eks. om rømningsveier er for lange, noen brannceller ikke er fullstendig, dvs. lukket i alle ender. Dette vil forenkle og effektivisere arbeidet vårt i høy grad.

At det blir standardisert (navn til rom/komponenter, måten å bygge modellen på), slik at det kan lages et skript som henter all data om byggverk, og lager både rapport og branntegninger automatisk, basert på regelsett (regelverk eller valg av bruker)

Jeg ser frem til at brannrådgiver kan være med å sette sitt preg på samlemodellen slik at krav og strategi for brann blir tydeligere for andre aktører, og at dette vil bidra til mindre feil/misforståelser.

At det skal være mulig for brannteknisk rådgiver å kontrollere at det er lagt inn riktige krav.

Forventningen er at det skal gjøre prosjekteringen bedre og mer oversiktlig.

Enkle og gode løsninger. En ryddig ansvarsfordeling som blir vanlig.

At den in the end dekker hele brannkonseptet, i et eller annet format.

Økt digitalisering og felles modeller i hele levetiden til byggverk

Økt effektivitet og mindre prosjekteringsfeil.

Enklere grensesnitt.

Annet

Mer 3D og VR, et system som er enkelt å bruke, men som gir en litt gøyere opplevelse. 3D og VR og også spennende for kunden og det hjelper kunden mer med forståelse. Dette er også noe som er viktig ved simuleringer. Det er en veldig god måte å vise frem resultater på. Enten gjennom en kortfilm eller VR. Har lagt film og det er ganske bra, men kan bli mye bedre.

Jeg har ingen erfaring med bruk av BIM for brannrådgiver, men kan lese modellfil i Solibri. Spørsmålet blir hvem som skal ha ansvar for info til modellen fra brannkonsept?

Store! Også for Brann og ikke minst FDV generelt

Store forhåpninger, dette er fremtiden:)

Det er fremtidens løsning

Forhåpningene til respondentene samsvarte mye med foregående spørsmål, da de fleste ønsket at deres forslag til forbedringer gikk i oppfyllelse. Det gikk blant annet ut på at en omforent metodikk for brann sikkerhet i BIM ble utarbeidet og at en standardisert modellutforming ble bestemt. Som ettervirkning var det flere forhåpninger om mer automasjon i prosessen og økt kvalitet i prosjektet. Den digitale modellinformasjonen ønskes utnyttet gjennom hele byggeprosessen, hvor også eier kan bruke informasjonen videre til sine formål.

Tabell 18: Spørsmål 14 - På hvilke områder vil det være viktig å digitalisere?

14. På hvilke områder vil det være viktig å digitalisere?
BIM
3D og VR, flere rene modeller som alle fag kan gå inn å jobbe og samarbeide i. Det hjelper brannrådgivere å samarbeide med for eksempel arkitektene. Skjemaer er også noe som enkelt kan digitaliseres. I stedet for å måtte skrive alt på nytt hver gang. Her er det mye potensiale for digitalisering.
Berikelse av modeller, generering av brannkonsept
Levende modeller
Samspill
Det er viktig å digitalisere den branntekniske leveransen i prosjekteringsfasen og for å sikre god FDV-dokumentasjon for byggherre.
Alle våre arbeidsprosesser er digitale. Det som er neste steg er å samkjøre de ulike programmer osv. for å få bedre oversikt.
Overgang prosjektering, byggefasen til dynamisk FDV og drift
Prosjekteringsdokumentasjon og -kontroll av brannkonsept
Egentlig hele "byggekjeden" dersom man tenker på BIM
Tverrfaglig kontroll. Kontroll av utførelse.
Prosjektering og FDV
Kompetanseheving
Utarbeidelse av dokumentasjon med krav som er lett å sortere/strukturere. Utarbeidelse av 3Dmodell eller 2D tegninger med krav (f.eks. alle vegger som omslutter rom som heter "korridor" får automatisk brannkrav EI60 hvis bygget er i BKL2)
Som brannrådgiver jobber jeg allerede digitalt, og det å digitalisere blir litt uklart som begrep. Områder som ikke er digitalisert kan f.eks. være sidemannskontroll av tegninger med penn og papir, men det er lite viktig å digitalisere dette.
PRO RIBr bør gjøre mer enn kun å si hvilke krav forskriften har, men bistå til hvordan dette kan tolkes og utføres i et prosjekt. Det er da viktig å redusere tid på ting som kun er formalia.
Branntegninger og premissrapport kan med fordel ble mer "digitalisert". Mer illustrering i modell/tegning og mindre rapporter med mye tekst.
Prosesser som ikke krever så mye tankekapasitet, repetitive oppgaver. For å hindre "dobbelarbeid".
Oppdatering av tegninger og informasjon ved endringer i driftsfasen.
Branntegningene våre slik at de lett kan benyttes i BIM.
Automatisering av branntegninger og rømningsplaner.
Regelsjekk i Revit. Automatisering av tegninger
Standardiserte rapporter.
Annet
Ikke sikker på hva dere mener med dette spørsmålet. For vår del er det meste digitalisert allerede, vi må bare optimalisere metoden.
Alle områder. Det sier seg selv at det skjer, og vil gjelde alle involverte.
Ingen. Brannkonsept kan leveres uten BIM.
RIBr sin leveranse generelt.
Alle områder
Alle

De fleste mente å digitalisere brannrådgiverens leveranse, altså brannkonseptet, generelt på alle områder ville være viktig. Videre ble repetitive oppgaver som krever lite tankekapasitet trukket frem som potensielle områder å digitalisere. For å ikke miste samspillet mellom de ulike aktørene i hele byggeprosessen vil en kompetanseheving rundt dokumentasjonsgraden i de ulike fasene også være viktig i digitaliseringstrenden.

Tabell 19: Spørsmål 15 - Hvor oppfatter du at RIBr med BIM kan øke kvalitet og produktivitet?

15. Hvor oppfatter du at RIBr med BIM kan øke kvalitet og produktivitet?
BIM
Reduserer risiko for at ARK legger inn feil krav i modellen, bedre at RIBr setter kravet direkte. RIBr kan også identifisere problemer på en annen måte når det arbeides i BIM-modell sammenlignet med 2D tegninger. Spesielt gunstig for store komplekse bygg. Unngår å gjøre samme jobb flere ganger. Samme modell benyttes for å generere alle typer tegninger (branntegninger, rømningsplaner, orienteringsplaner), uten BIM så tegnes alle disse planene fra scratch. Automatisering av deler av tegningsproduksjon.
Uvisst. Pt. anser jeg RIBr med BIM som enda en utgiftspost i et prosjekt. Dersom RIBr faktisk tar del i detaljprosjekteringen fremfor å legge inn linjer og ruter (tagging) i modell kan kvaliteten og produktiviteten økes. Kanskje vil det medføre mindre sannsynlighet for byggefeil. Eksempelvis må brannkonsept som helhet legges inn. Ta del i detaljprosjektering ledesystem, sprinkling, ABA, detaljer av vegger/dekker osv.
ARKs detaljprosjektering vil kunne kjøre krasjkontroller mot RIBr modell. Typisk krav til dører, vegger, vinduer, dekker. RIV/RIE kan enkelt få visualisert i sine egne prosjekteringsverktøy hvilke premisser som gjelder for brann og kan da effektivisere kontroll mot brannkrav. BIM har muligheter som kan effektivisere produksjon av tegninger og redusere tid på unødvendig arbeid.
Øker i hvert fall kvaliteten, ved at brannrådgiver får mer innsikt i detaljer. Når det gjelder produktivitet krever RIBr-BIM mer kapasitet/større omfang av budsjetter, dvs. produktiviteten går kanskje ned, men på en annen side slipper ARK/andre RI-fag å utføre de samme aktivitetene.
Blir lettere å kjøre krasjtester dersom brann blir del av 3D modellen. Kan oppfatte utfordringer tidligere og kan da raskere gjøre endringer (tidlig i prosjektet)
Det er lettere å se den branntekniske helheten av et prosjekt når du har gode modeller. Det blir mindre revisjoner og ting som man oppdager i ettertid.
BIM-modellens anvendelighet på flere plattformer bidrar til økt automatisering og færre feilkilder.
Utarbeidelse av branntegninger og rømningsplaner. Legge krav til brannmotstand direkte i modell.
At RIBr får egen modell i BIM.
Levende modeller
Samspill
Ved at andre fag alltid har tilgjengelige de kravene som vi stiller i deres modell så er sannsynligheten for at de går glipp av krav mindre, da de alltid har dem et klikk unna. Erfaringsvis er de ikke alltid flink å lese brannkonseptet, og det kan gå lenge mellom hver revisjon av branntegningene slik at ikke de er oppdaterte. Ved å ha modell med seg ut på byggeplass så har ansvarlige alltid kravene foran seg. Branntegninger er ikke byggetegninger, så det er ikke alltid de brukes ute på byggeplassen, noe som kan føre til feil. Angående produktivitet så er forhåpningen at det vil gå mye raskere å få laget en brannmodell enn det er å lage branntegninger i dag, som følge av automatisering.
Økt deltakelse utover tidlig fase, hovedansvar for tverrfaglig kontroll av detaljprosjektering av brann sikkerhet, hovedansvar for digital FDV inkludert branntegninger, rømningsplaner og evakueringsplaner etc., samt samarbeid med lokalt brannvesen fra tidlig fase t.o.m. Overlevering bygg, dvs. bidra til koordinering mellom tekniske forutsetninger, beredskapsplaner og risikoanalyser, organisering og tilrettelegging for samkjørt innsatsplan med brannvesenet og eier av objektet.
At BIM modellen i prosjektet inneholder alle brannkrav. Slik at ARK, andre prosjekterende eller utførende på byggeplass kan gå inn i modellen og se hva kravet til en f.eks. dør eller vegg er.
Definitivt i den tverrfaglige prosjekteringen som underlag for detaljprosjekterende, men også på byggeplass med BIM-kiosker hvor utførende har mulighet til å ta opp brannmodellen.
Med prosesser inn mot samme modellgrunnlag blir det også automatisk samsvar mellom prosjekteringen fra RIBr og de andre fagene.
Tverrfaglig kontroll av modellen. Alltid jobbe med siste/gjeldende tegningsgrunnlag. Forstå komplekse objekter bedre.
Gjennom at verktøyene kan brukes som tverrfaglig kontroll mht. brannkrav.

Flerfaglig innspill. Oppfølging av andre fag under prosjektlevetiden

Ved å kunne legge brannteknisk informasjon direkte i modellen, uten å måtte gå via andre fag (f.eks. ark).

Tror det gir viktige opplysninger til andre fag.

Kompetanseheving

Dette vil være aktuelt i detaljprosjekt. Vi kan her sørge for at flere krav/ytelser framkommer i modell (kontra rapport), slik at spesielt arkitekt lettere fanger opp de ytelsene og kravene vi som brannrådgiver setter. Hvordan dette presenteres/formidles er noe av den viktigste utfordringen i tiden framover.

For eksempel ved utarbeidelse av dokumentasjon/tegninger (at man kan laste inn revidert BIM modell, og rapporten/branntegning oppdateres automatisk etter det. Men dette behøver at det lages programmer som automatiserer dette)

Brannrådgiver kan ta større del i utviklingen av en modell med spesifikke brannkrav tilstede. Dette kan øke kvaliteten ved at riktige objekter får riktige krav tidlig, samt lette arbeidsoppgaver fra ARK og flytte noen av disse mot RIBr.

Det kan redusere dobbeltarbeid som kommer fra først å lage rapport med tegninger og senere må arkitekt eller konstruksjonsteknikk legge det inn i sin rapport.

Forhåpentligvis blir det slik at man legger inn informasjon en gang og dette blir gjeldende for alle leveranser i prosjektet.

Kontroll av øvrige fagområder. Ved å benytte Dynamo vil automatisering av tegninger effektivisere arbeidet.

Flere brannkrav blir fanget opp i modellen. Med kun rapport og 2D tegninger blir mer uteglemt.

Tegninger (rømningsplaner og branntegninger). Brannperm.

Brannkonsept, ytelsesbaserte løsninger, simulering osv.

Mer påvirkning i detaljprosjektering

Rett informasjon på rett objekt

Annet

Kontroll på at andre fag som "eier" bygningsdeler kan kontrolleres av RIBr og evt. enkelt korrigeres.

Ønsker at man skal kunne bruke bygningsmodellen for enklere simulering av brann og rømning.

Enklere å bevare riktig informasjon gjennom hele livsløpet til en bygning.

Enklere oppdatering av tegninger da modellen er enklere å oppdatere.

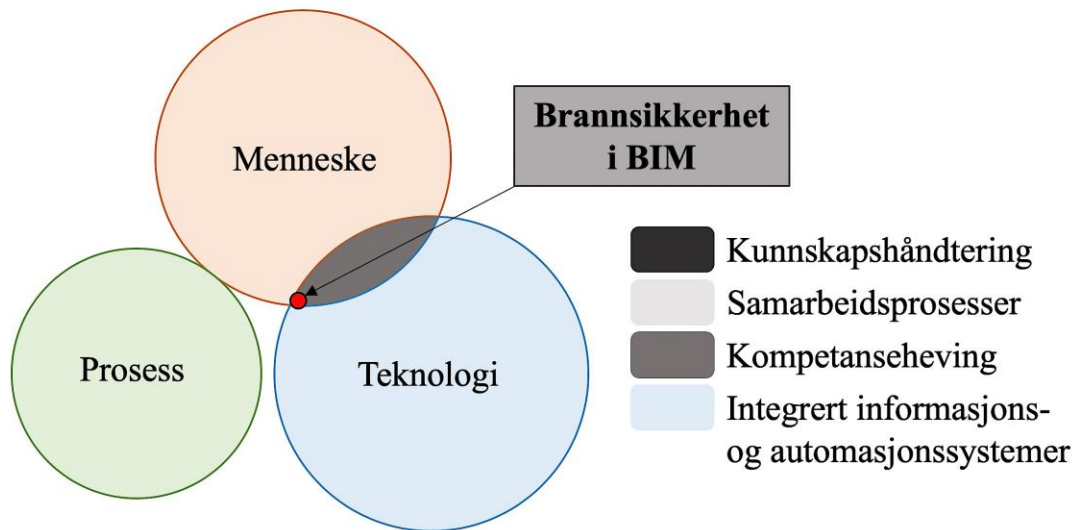
Implementering av branntekniske premisser

Større prosjekter.

Synet på hvor RIBr med BIM kan øke kvalitet og produktivitet er mange ulike. Flere har trukket frem økt kvalitet og kontroll gjennom hele byggeprosessen som hovedpoenger. Det kan lettere gjennomføres krasjkontroller mellom ARK og RIBr når brannfaget har egen modell og samspillet med de andre aktørene blir bedre. Flere mente at egen modell for RIBr hvor kravene kan fremstilles i andre modeller og til enhver tid være tilgjengelig, kan føre til økt automatisering som potensielt reduserer feilkilder og sannsynligheten for at brannkrav går glemt.

4.2 IDDS

Intervjurunden, spørreundersøkelsen, litteraturstudiet, og workshopen dannet grunnlaget for å evaluere fokusområdene prosess, teknologi og menneske i sammenheng med brannsikkerhet i BIM og er vist i Figur 20.



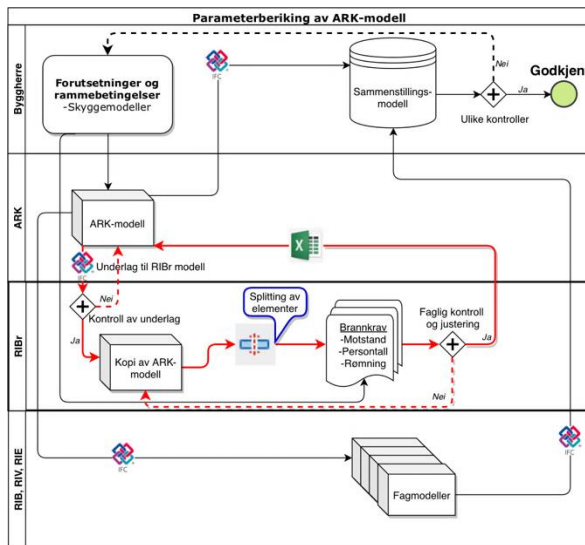
Figur 20: Brannsikkerhet i BIM i sammenheng med samspillstrekanten i IDDS

Prosesen er fraværende og ikke tilknyttet de andre fokusområdene i denne sammenheng. Dette er resultatet fra en ikke omforent samarbeidsprosess for håndtering av brannsikkerhetsfagets tilnærming i BIM-prosjekter. Det eksisterer flere tilnærminger til prosessen, men til nå er det ikke funnet noen optimal metodikk for en effektiv utførelse.

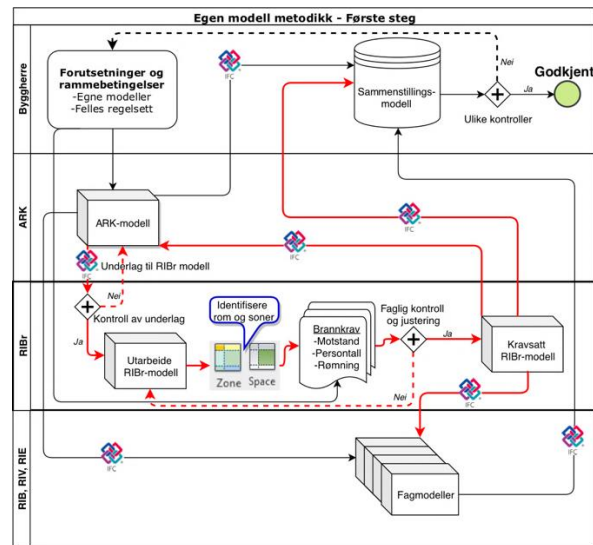
Teknologien BIM medfører er godt kjent og har vist flere muligheter for automasjon, og oppfyller sånn sett hovedelementet som integrert informasjons- og automasjonssystem. Allikevel mangler teknologien en standardisert prosess og håndtering av leveransen i BIM. Flere programvarer har en tilknytning til ulike programmeringsverktøy, som muliggjør å automatisere prosesser og eksempler på dette er Revit mot Dynamo (Autodesk, 2019a) og ArchiCAD mot Grasshopper (Graphisoft, 2019). I Kapittel 4.4 nedenfor, illustreres linken mellom Revit mot Dynamo og hvordan automasjon kan utnyttes i deler av RIBr sin leveranse.

Elementet kompetanse er mangelfull mellom prosess-teknologi og prosess-menneske. Det er spesielt kunnskapen individene tar med seg inn i prosjekter som må styrkes. Når den integrerte prosessen er på plass, vil kompetansen heves gjennom kunnskapsdeling og insentiver for egenutvikling. Håndtering av kunnskap er essensielt for å minimere de ineffektive strukturene som finnes i dagens praksis. Det vil skje ved erfaringsoverføringer i prosjektene hvor man har testet ut de ulike tilnærmingene for brannsikkerhetsfaget i BIM.

4.3 Prosess



Figur 21: Parameterberikingsmetodikk



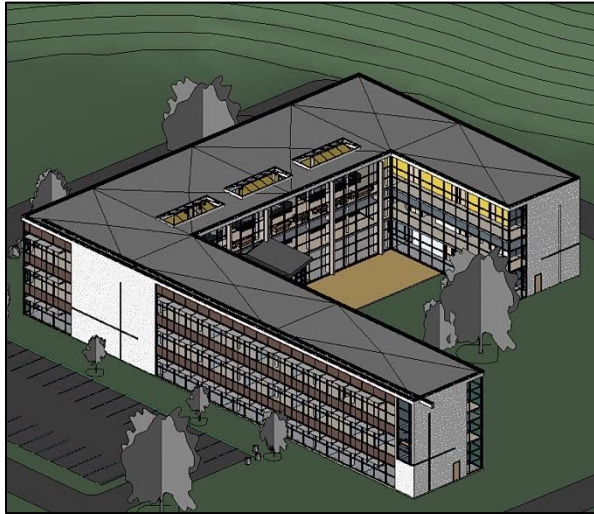
Figur 22: Egen modell metodikk

I oppdagelsen av prosessen som svært fraværende for brannsikringsfaget i BIM, er det her presentert to tilnærminger brannfaget kan benytte ved involvering i BIM-prosjekter. Figur 21 illustrerer den såkalte parameterberikingsmetoden hvor brannrådgiveren jobber i en kopi av arkitektmodellen og beriker elementer i modellen med ulike parametere. Arkitekten utarbeider modellen fra forutsetningene og rammebetingelsene gitt av byggherren og synkroniserer denne med andre fagmodeller. Når arkitekten oppretter objekter, følger det en statusmerking som indikerer at objektet skal kontrolleres. Modellen kopieres av brannrådgiveren som beriker statusmerkede elementer med krav og kontrollerer disse. Hvis kun deler av et veggelement må tilegnes krav i samme kategori, f.eks. en lang korridorvegg, splittes dette elementet hensiktsmessig deretter. Når modellen er ferdig beriket med krav sendes den tilbake til arkitekten som overfører kravene til hovedmodellen.

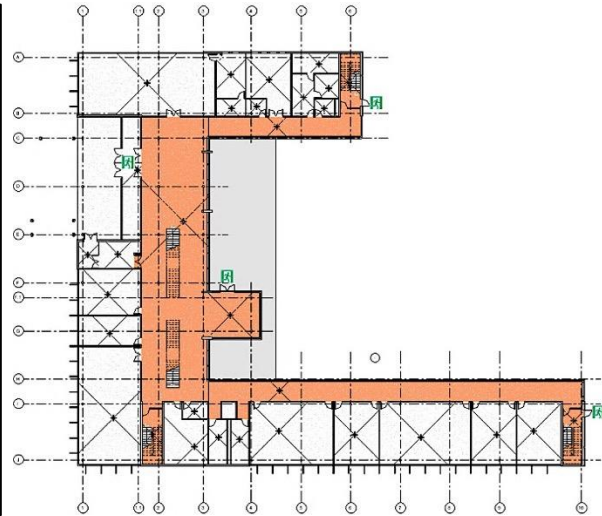
Tilnærmingen hvor brannrådgiveren råder over sin egen modell er vist i Figur 22, og foregår på omtrent samme måte. Forutsetningene og rammebetingelsene fra byggherrene vil være de samme for begge metodene. Underlaget vil fortsatt komme fra arkitekten, men i stedet for å berike underlaget utvikler brannrådgiveren sin egen modell. For synliggjøring av kravene som stilles er det blant annet tenkt å benytte rom og område-defineringer. I Revit finnes funksjonene «zone» og «spaces» som kan brukes til dette formålet. Tanken er at man skal kunne bruke de definerte områdene til å generere blant annet virtuelle objekter som bærere av krav. For å illustrere tankegangen brukes trapperom i et byggverk i brannklasse 2 som eksempel. Byggteknisk forskrift (TEK17) sier at en bygningsdel som omslutter trapperom, heissjakt og installasjonssjakter over flere plan i brannklasse 2, skal ha brannmotstand EI 60 (DiBk, 2017). EI 60-kravet vil da følge de genererte objektene (byggningsdelene) som omslutter trapperommet og sikrer kvaliteten videre i prosjektet.

4.4 Teknologi

4.4.1 Beskrivelse av analysebygget



Figur 23: Analysebygget

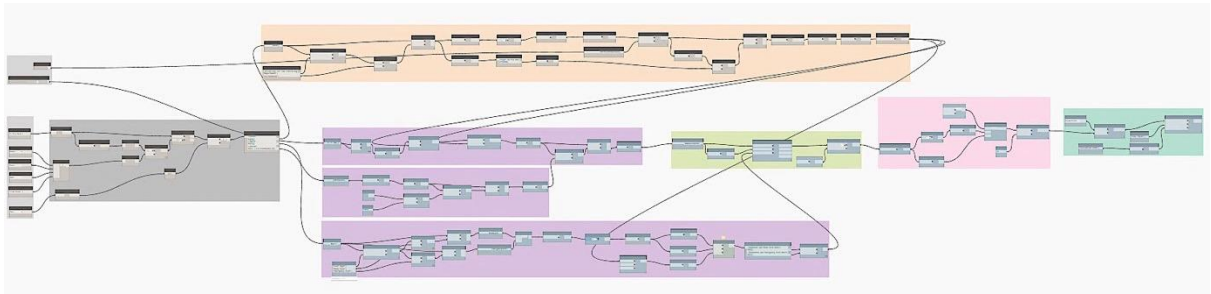


Figur 24: Plantegning 1.etasje med merket korridor

Analysebygget, illustrert i Figur 23, er hentet fra eksempelfilene fra Autodesk (2019b) og ble brukt i «proof of concept»-tilnærmingen. Under «Architecture»-fanen ble den avanserte arkitektmodellen lastet ned, med filnavnet: «rac_advanced:sample_project.rvt». Hensikten var å vise med en prototyping hvordan evakueringsruter kan genereres automatisk med hjelp av visuell programmering og enkle tiltak. Modellen og skriptet baserte seg på arbeidet som er gjort i et innlegg i Wordpress (2017). Det presiseres også at tilleggspakker som *Lunchbox for Dynamo 2015.11.28* og *Archi-lab 2016.5.27* må installeres på forhånd for at skriptet skal fungere.

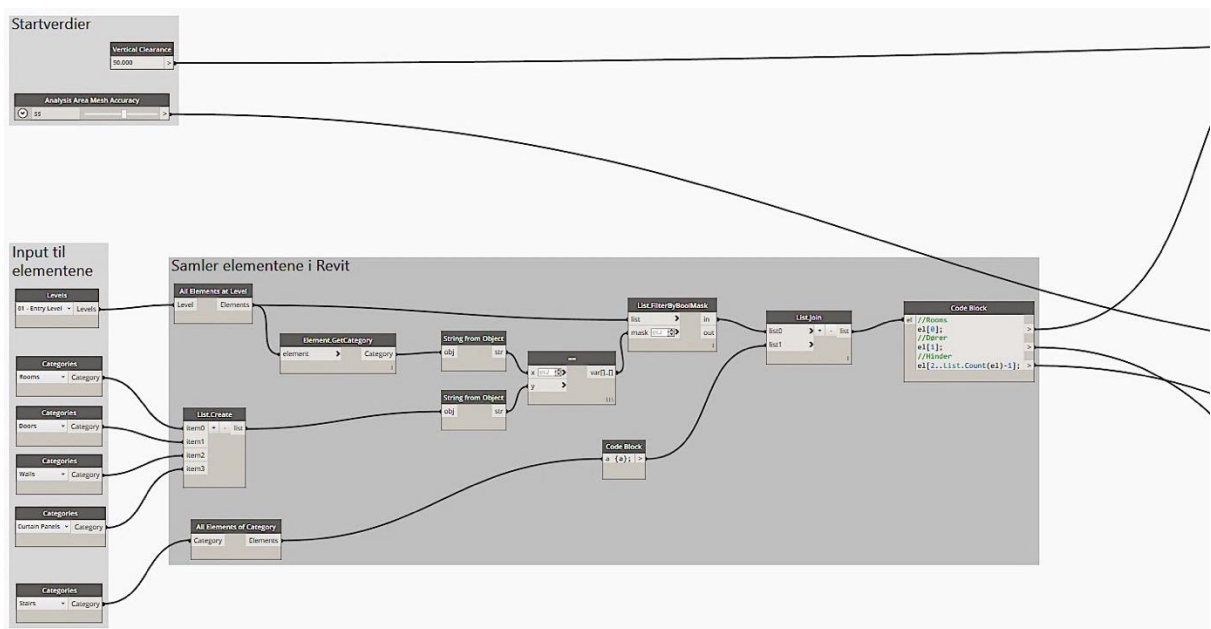
Skriptet tok kun for seg første etasje i eksempelmodellen og viste evakueringsruter fra normale romdører til nødutganger til det frie. Det er fire nødutgangene i modellen og er markert med nødutgangskilt på Figur 24. I samme figur er også korridorområde merket i oransje, som definerer området hvor evakueringsrutene skal gå. For at skriptet skal fungere var det viktig at de rette parameterne ble satt riktig på de ulike dørene.

4.4.2 Skriptet



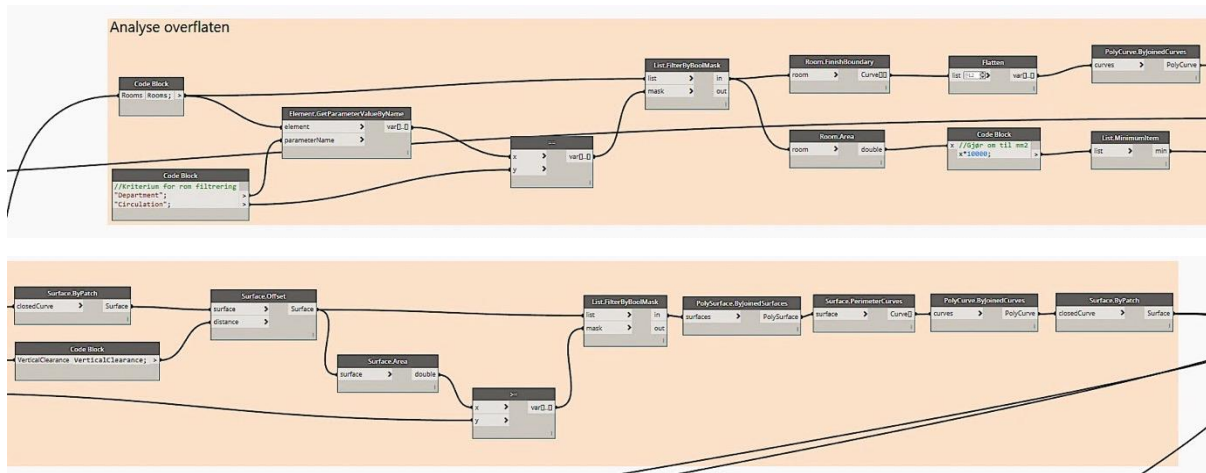
Figur 25: Oversikt over skript

Figur 25 viser en oversikt over hele skriptet og de ulike stegene ble organisert så oversiktlig som mulig. De forskjellige fargene representerer ulike operasjoner/grupper i skriptet og er ment for å lettere identifisere problemer om eventuelle avvik oppsto. Stegene og gruppene vil bli overordnet forklart videre i kapitlet.



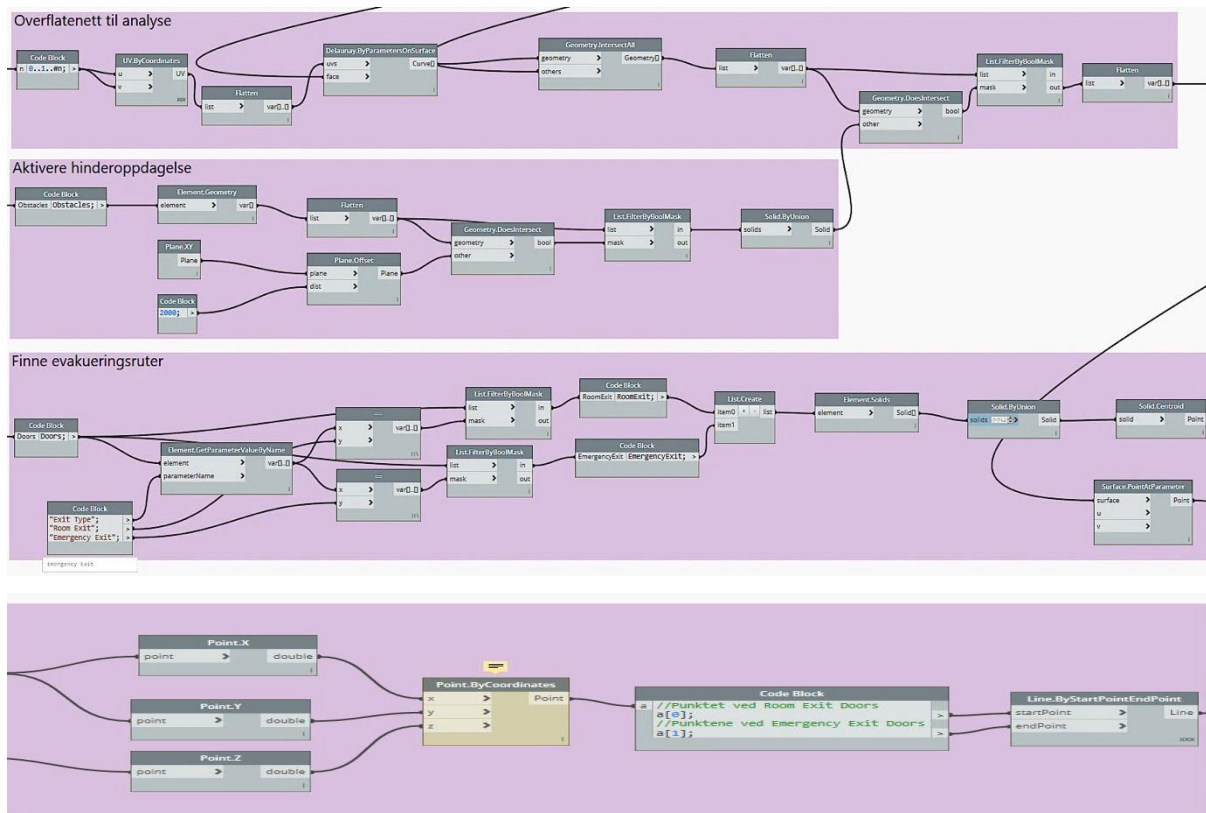
Figur 26: Input- og startverdier

I første del av skriptet (Figur 26) ble input- og start-verdiene satt. Først ble elementene i modellen identifisert slik at programvaren vet hvilke elementer som skulle brukes i beregningen og hvilke som var til hinder for evakueringen. Øverst til venstre, «Startverdier», ble verdiene for nøyaktigheten av analysenetverket og den vertikale klaringen for selve evakueringen satt.



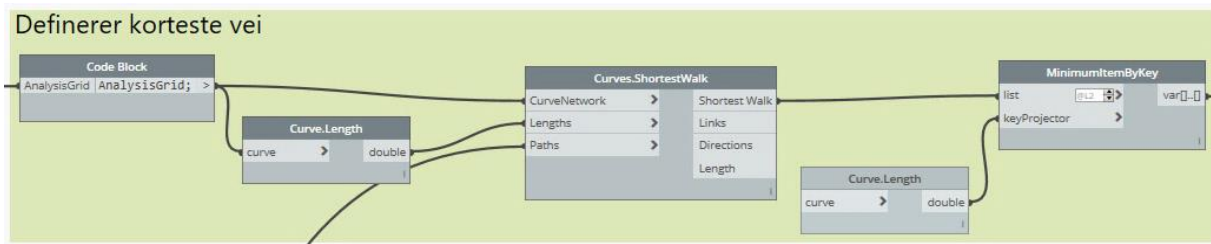
Figur 27: «Analyse overflaten»-skript

Den oransje gruppen, her delt i to (Figur 27), sammensto alle rommene som tidligere ble identifisert av elementene og definerte det samlede korridorområdet.



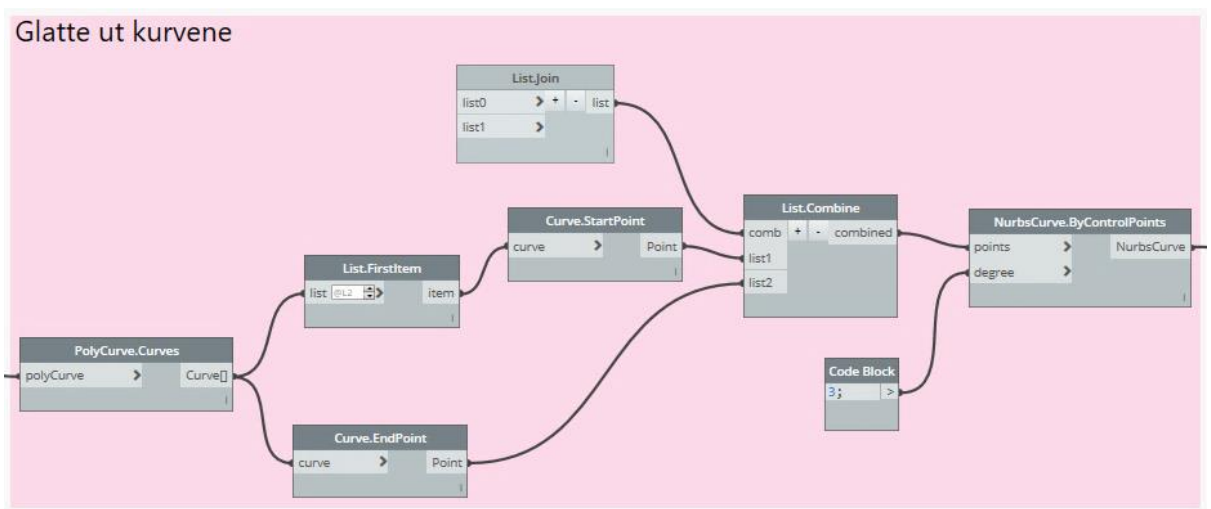
Figur 28: «Overflatenett til analyse»-, «aktivere hinderoppdagelse»-, «Finne evakueringsruter»-skript

Under de lilla grupperingene (Figur 28) ble hindringene som var over et gitt nivå på 2 meter identifisert, slik at evakueringsveiene fikk en klar bane fra romdørene til nødutgangene. For eksempel kunne man se at trappene i korridorområdet ville være et hinder og høyden ble derfor klarert for. Analysenettnetverket ble bestemt av en Delauney-triangulering og den faktiske analyseoverflaten, og ble brukt videre til å punktfeste evakueringsrutene. For å definere evakueringsrutene må start- og slutt punktet bestemmes, og i dette tilfellet var startpunktet satt på døren til rommet, definert som «Room Exit Door» og slutt punktet var nødutgangen, merket «Emergency Exit Door».



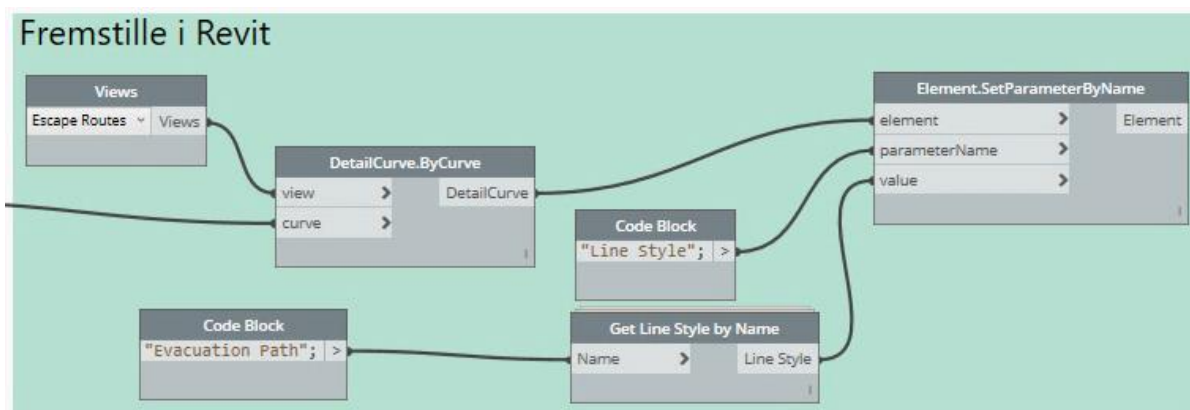
Figur 29: «Definerer korteste vei»-skript

I og med at det fantes fire ulike nødutganger måtte man vite hvilken av alle de genererte evakueringsrutene som var den korteste. Det ble gjort i gruppen «Definerer korteste vei» (Figur 29) og med hjelp av en funksjon fra tilleggspakken *Lunchbox*. Funksjonen het *Curves.ShortestWalk* og kalkulerte seg til den korteste veien av alle de mulige veiene som var i analysenettverket.



Figur 30: «Glatte ut kurvene»-skript

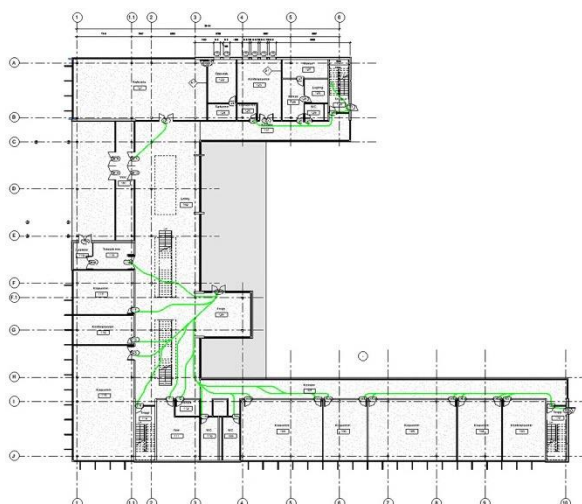
Analysenettverket, som defineres av Delauney-trianguleringen, besto av et nettverk med mange rette vinkler og for å gjøre evakueringslinjene mer realistiske, ble NURBS-kurve modellen brukt til å glatte ut evakueringskurvene, vist i Figur 30.



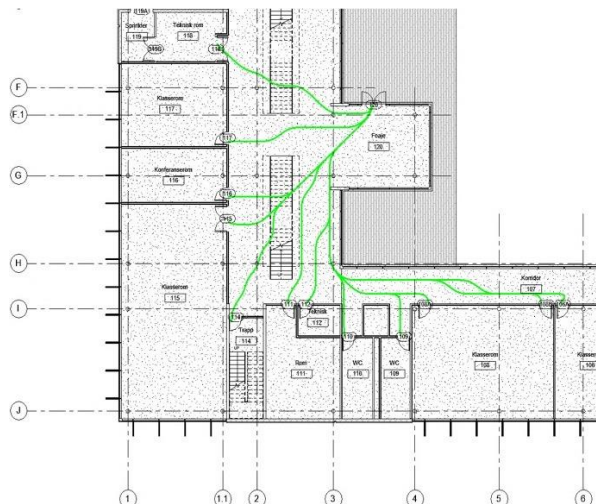
Figur 31: «Fremstille i Revit»-skript

I siste del av skriptet blir evakueringsrutene, med hjelp av en forhåndsdefinert linjestil kalt «Evacuation Path», fremstilt i en plantegning (Figur 31). I tilleggspakken fra *Archi-lab* hentes «Get Line Style by Name»-funksjonen ut og de detaljerte linjene i tegningen ble generert.

4.4.3 Resultatet



Figur 32: Evakueringsrutene vist på plantegningen

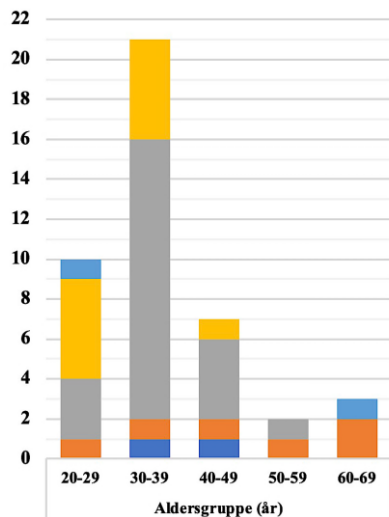


Figur 33: Evakueringsrutene vist til nærmeste nødutgang

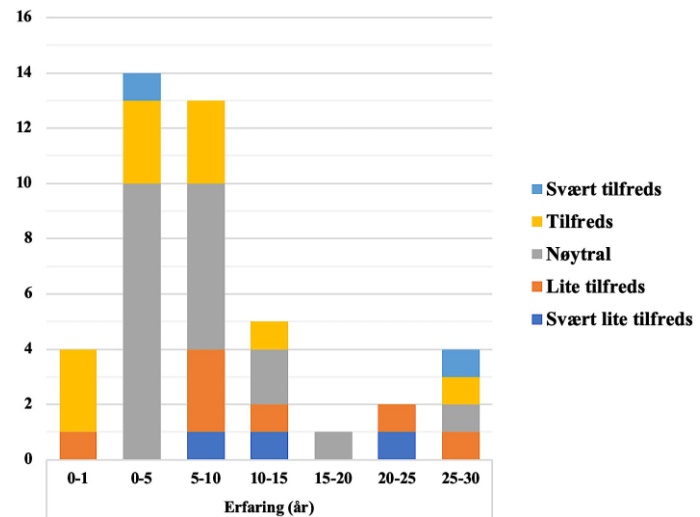
I Figur 32 og Figur 33 illustreres evakueringsrutene på planskisser og er markert med grønne linjer. De korteste rutene fra romdørene til nødutgangene er valgt og kan videre kontrolleres opp mot eventuelle lengdekrav.

4.5 Menneske

I arbeidet med å finne en beste tilnærming i BIM var det også interessant å se på hvordan dagens praksis oppfattes hos brukerne. Spørreundersøkelsen ble analysert for å avdekke om tilfredshet gjenspeiles i alder og erfaring i noen form. Alder og erfaring henger gjerne sammen, ved at man f.eks. ikke kan være ung og samtidig ha lang erfaring. Krysstabuleres aldersgruppene og erfaring mot tilfredshetsmålingen får vi følgende figurer:



Figur 34: Aldersgruppe / Tilfredshet



Figur 35: Erfaring / Tilfredshet

Figur 34 viser aldersgruppene sammenlignet mot deres tilfredshet til dagens arbeidsmetodikk. Det var klart flertall som uttrykte likegyldighet (nøytral) med dagens praksis, og aldersgruppen 30-39 var mest nøytrale. I gruppen «Svært tilfreds» var det både utfall i den laveste og høyeste aldersgruppen. Om man ser på de som var tilfreds med praksisen var det annerledes. Det kan antydes at de yngre, aldersgruppene 20-29 og 30-39, var noe mer fornøyd med dagens praksis. Bortsett fra to, var ingen over 40 år fornøyd. Det var noe overraskende at det unge miljøet er så fornøyd med den upraktiske arbeidsflyten. Det kan indikere enten et tilpasningsdyktig ungt miljø som har optimalisert prosessen og er fornøyd med den. Eller så har de ikke oppdaget gjennom erfaringer de mulighetene som ligger i andre tilnærminger og utfordringene ved dagens praksis.

Krysstabuleres erfaring og tilfredshet for dagens praksis fås diagrammet i Figur 35. Sammenlignes det det første diagrammet (Figur 34), ser man omtrent de samme likhetstrekkene på grunn av sammenhengen alder og erfaring. En vanlig antakelse er å anta at de eldre med lengre erfaring, vil beholde sin måte å arbeide på og er fornøyd. Noe overraskende kan det antydes at de med lengre erfaring uttrykte mindre tilfredshet, og motsatt for de med mindre erfaring, som går noe imot den vanlige antakelsen. Spørreundersøkelsen hadde for få besvarelser til å kunne trekke bastante konklusjoner, men nok til å vise enkelte indikasjoner.

5 Diskusjon

De fleste prosjekter i dag gjennomføres med den tradisjonelle metoden hvor 2D tegninger fra premissfag er underlaget for de øvrige fagene i prosjektering og bygging. Når prosjekteringen for hovedfagene har gått over til 3D-modeller, er spørsmålet hvordan 2D-leveransen til premissfagene kan gjøres om til et godt arbeidsgrunnlag for 3D-modellene. En oppdatert arbeidsmetodikk er derfor nødvendig for å støtte oppunder denne digitaliseringstrenden.

I allerede utarbeidede retningslinjer og manualer for BIM er ikke 2D tegninger et anbefalt arbeidsgrunnlag (Lu og Wong, 2018) og det i seg selv fremmer å få brannsikkerhetsfaget integrert i BIM på en annen måte. Clemente og Chachadinha (2013) oppdaget gjennom en case studie en rekke fordeler og utfordringer med BIM for tekniske fag og noen av funnene er oppsummert i Tabell 20.

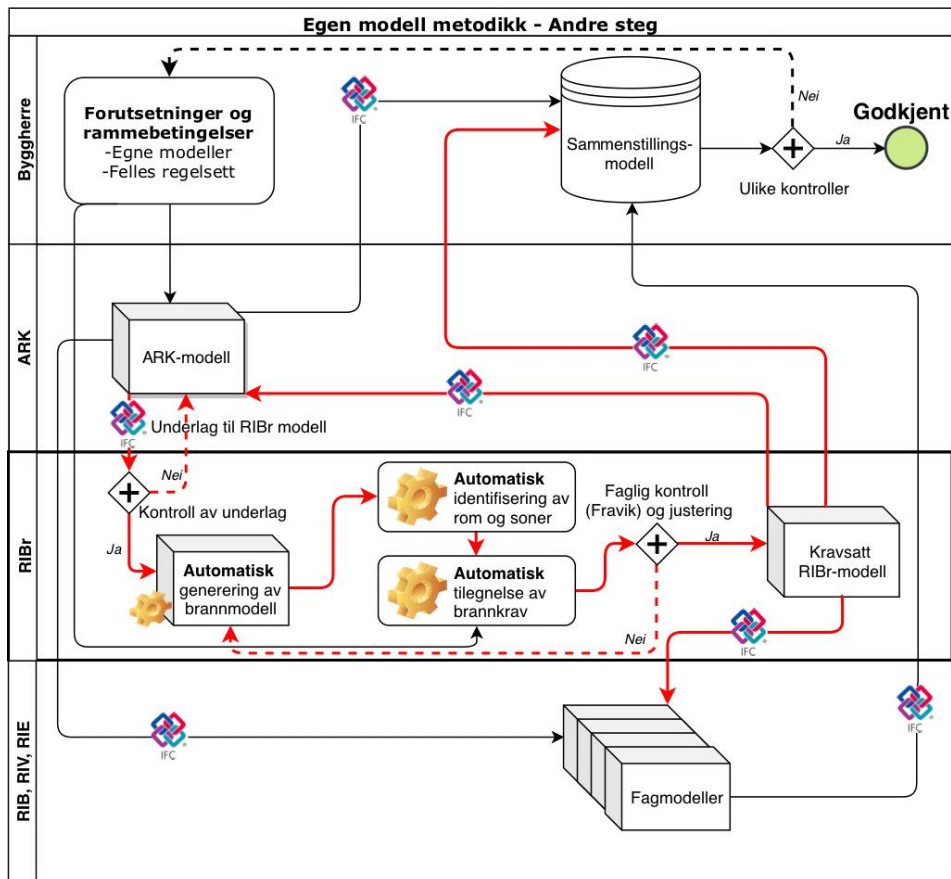
Tabell 20: Fordeler og utfordringer med BIM

Fordeler	Utfordringer
Koordinering, samarbeid og planlegging	Kompetanse
Visualisering	Tidkrevende
Kommunikasjon	Kostnader

Flere av de samme fordelene og utfordringene med BIM for brannsikkerhetsfaget er også funnet gjennom denne forskningen. De store hovedtrekkene er at tilstedeværelsen i BIM gir økt kvalitet, mulighet for automatisering, bedre dokumentasjon, samt mer tid til brannrådgivning. Det er allikevel flere fremgangsmåter for å involvere en brannrådgiver i BIM og utenom den tradisjonelle (Figur 1) er det i denne oppgaven presentert to metodikker (Figur 21 og Figur 22). Det er flere likheter og forskjeller i metodikkene, men den største forskjellen er det ulike eierskapet de gir.

Fra IDDS-resultatet vises prosessen som det mest fraværende imperativet og hovedfokuset i denne oppgaven har derfor vært å fremme et forslag for en ny arbeidsmetodikk. Får man konsensus i bransjen for felles en metodikk, samt delt og samlet erfaringene sine på en hensiktsmessig måte, kan det være med å endre arbeidsprosessene for premissgivende fag i byggebransjen radikalt. Det er også hva IDDS har som mål å være, en samling av «beste praksis» som peker ut retning for en omfattende endring (Owen et al., 2010).

I workshopen ble egen modell for RIBr presentert som ønsket prosess for brannsikkerhetsfaget i BIM. Spørreundersøkelsen viste flere respondenter som også uttrykket et ønske om disponering av egen BIM-modell for brannrådgiveren. Med bakgrunn i ytringene fra undersøkelsen og workshopen som ble gjennomført er det her presentert et langsiktig neste steg for egen modell metodikken, hvor utviklingsmulighetene blir belyst.



Figur 36: Egen modell metodikk, fase 2

Figur 36 viser andre steg for egen modell metodikken og illustrerer et slags drømmescenario for brannsikkerhetsfaget i BIM. Det går ut på at man skal motta et gjenkjennelig arkitektgrunnlag på et åpent format (IFC), som gjennomgås i en kontroll før det automatisk genereres ut en brannmodell, uavhengig av programvare. Sammen med videre automatiske prosesser og premissene som ligger til grunn, skal brannmodellen automatisk tilegnes riktige brannkrav. Premissene vil være basert på forenklet prosjektering, også kalt preaksepterte ytelser, fra VTEK, slik at byggverket opprettholder det ønskede sikkerhetsnivået. Brannmodellen går gjennom en siste faglig kontroll, hvor potensielle fravik fra preakseptert ytelse blir avdekket, og eventuelle justeringer blir gjort. Nærmest automatisk er det utarbeidet en kravsatt RIBr-modell som kan benyttes videre av arkitekten og andre fagdisipliner.

Sammenligner vi egen modell metodikken (Figur 36) med stegene for en god prosess (Figur 11), er BIM brukt som et virkemiddel for å oppnå ønsket utvikling. Forankringen i en slik prosess er ytret gjennom RIFs samarbeid og arbeidet er nå i gang med å definere leveransen for brannsikkerhetsfaget i BIM. Presentert prosess samsvarer også med Statsbyggs BIM-manual 2.0 anbefalte metode for involveringen av premissfag i BIM (Multiconsult, LINK Arkitektur og STATSBYGG, 2019).

Tobin (2019) stiller spørsmålet: «*What is at the center of a building database, BIM or Data?*», i tanken om neste generasjon av BIM. Ideen er at man skal gå bort fra BIM-modellen som det sentrale virkemiddelet i byggeprosessen og heller la dataen være i sentrum av alle prosesser. Modeller vil være

en 3D-visualisering av de relevante dataene og vil kun bli til visualisering og støtte for de som trenger det. Dagens modeller krever store mengder datakraft da de inneholder ekstremt mye informasjon. Derfor er det også viktig å tenke på dette i videreutviklingen av dagens BIM og når leveransen for brannsikkerhet skal defineres i BIM-prosessen.

Selv om det fra flere hold er ytret et ønske om metodikk, vises det allikevel hensyn til konkurranseforhold. Når en brannrådgiver skal disponere sin egen modell, er det også knyttet en god del BIM-kompetanse. Det vil derfor være behov for tilrettelegging for flere metoder, prosesser og et standardisert system over navn som knyttes ulike egenskaper. Videre i diskusjonsdelen er det med bakgrunn i fokusområdene i IDDS, drøftet fordeler og utfordringer, samt pådrivere og muliggjøre for begge tilnærmingene for brannsikkerhetsfaget i BIM. Under hvert delkapittel er disse med flere, tilslutt presentert i en matrise med tidsaspektene kortsikt, mellomlang og langsikt.

5.1 Prosess

I et BIM-prosjekt vil det fortløpende forekomme endringer i designet, som vil medføre utfordringer i det juridiske grensesnittet. Når personer og aktører har muligheten til å endre dataen i en BIM-prosess, kan det være vanskelig å fastslå hvem som er den ansvarlige part for en feil (Siemensi, referert i Knotten (2018)). I utgangspunktet vil de fag som implementerer kravene i modellen stå juridisk ansvarlig i det øyeblikk kravet implementeres. Gjøres det endringer av andre som berører kravet, vil det juridiske ansvaret prinsipielt frafalle den som implementerte det. Dette gjelder først og fremst for parameterberikingsmetoden (Figur 21), da brannrådgiveren ikke er eier av noen elementer og kun er ansvarlig for kravet som implementeres i det tidspunktet det legges inn i modellen.

Det at en bygningsmodell er levende og i stadig endring vil alltid være en utfordring når flere disipliner involveres i prosjekteringsprosessen. I metoden hvor brannrådgiveren beriker arkitektmodellen med informasjon og krav, er det knyttet spesielt to store utfordringer. Den ene utfordringen er at det kan føre til et stort merarbeid for brannrådgiveren når titusener av objekter (i større prosjekter) må kontrolleres hver gang det opprettes nye elementer eller det gjøres endringer. I egen modell metodikken er brannrådgiveren selv eier av modellen og bestemmer over innholdet i modellen, og endringer vil ikke påvirkes på samme måte og gi samme utfordring.

Den andre utfordringen er at menneskelige feil kan forekomme, som f.eks. om arkitekten kopierer feil vegg eller dør til et annet sted i modellen. Statusoppdateringen vil da følge det kopierte objektet og brannrådgiveren får ikke kontrollert dette. Objektet kan også dra med seg et brannkrav som kan være unødvendig for den nye plasseringen. Denne utfordringen kan både bli farlig for sikkerheten og føre til unødvendige ekstrakostnader. Om en brannør kopieres rundt i hele bygget fører umiddelbart til mer kostnader, men verre er det motsatt. Om en vanlig dør uten brannkrav kopieres til et sted der det skulle vært et brannkrav, vil det føre til et sikkerhetsavvik. Å kontrollere at modellen er riktig, med hensyn til brannkrav, og unngå slike feil, medfører et betydelig økt ressursforbruk.

Det vil være nødvendig å opprette gode rutiner for å håndtere utfordringene en levende modell gir. Bruken av utviklingsgrader, som LoD, LoG og MMI, vil kunne være virkemidler for å gjøre prosessen bedre. Utviklingsgrader kan brukes til å gjøre at krav som stilles fra premissfag ikke blir overført/tilignet elementet før designet/elementet er på et bestemt nivå. Et eksempel kan være når arkitekten setter en vegg til MMI 300, «klar for tverrfaglig kontroll», vil også veggen kunne være klar for å kravsettes med riktig brannmotstand. For å unngå at arkitekten eller andre kopierer allerede kravsatte elementer til andre steder, vil det også måtte bestemmes at elementer med MMI 300 ikke lar seg kopieres eller flyttes. Disse rutineene må etableres og realiseres gjennom BIM-manualer (eks. BIM-manual 2.0), guider (eks. BuildingSMART guiden) og etterhvert i standarder. Om ikke disse utfordringene lar seg løse på en god måte, vil det medføre et merarbeid, både for brannfaget og de andre fagene, som igjen vil øke prosjekteringskostnadene.

«Riktig informasjon til rett tid på rett sted» er et sitat som ofte trekkes frem når det snakkes om BIM. Sitatet bygger blant annet på utfordringen med at ikke alle alternativer fra prosjekteringsprosessen blir vurdert fordi man bruker mesteparten av tiden (58%) til å håndtere all tilgjengelig informasjon (Flager et al., 2009). I prosjekteringsprosessen og under bygging er det spesielt viktig for fremdrift og kostnader, at riktig informasjon kommer til rett tid på rett sted. Blir modellen tilegnet unødvendig mye informasjon, kan BIM virke mot sin hensikt og informasjonen vil bli til støy. En BIM-modell er etterhvert tiltenkt å benyttes i et livsløpsperspektiv og riktig informasjon tilgjengelig på rett sted vil da være essensielt.

Hensiktsmessig kravsetting på rett sted til rett tid vil være avgjørende ved involveringen av brannikkerhet i BIM. For eksempel er det ikke viktig å vite hvilke brannkrav som er gjelder for en dør i et tidlig stadium, om ikke romprogrammet er bestemt. Utviklingsgrader kombinert med fasenorm *Neste Steg* vil være hjelpemidler som kan være med å løse denne utfordringen.

Tabell 21: Matrise - Prosess

Prosess	Kortsikt (0-12mnd)	Mellomlang (12-36mnd)	Langsikt (36mnd+)
Pådrivere	- «Ildsjeler» - RIF - Bransjen	- RIF - Bransjen - Byggherrer	- Konkurransefortrinn - Leverandører
Muliggjørere	- Suksessfulle pilotprosjekter - BIM-manualer/guider	- Pilotprosjekter - Standarder - Gevinstrealisering - Referansemålinger - BuildingSMART	- Kontraktskrav - Høyere terskel for prøving og feiling - ISO/CEN-standard
Utfordringer	- Implementering - Ansvarsfordeling - Manglende kompetanse - Ressursbruk	- Kontraktsbestemmelser - Ressursbruk - Hensiktsmessig kravsetting - Ivareta riktig informasjon	- Konkurransehensyn - Informasjonsmengde - Enighet om bransjestandard? - Utnyttelse i FDV
Muligheter	- Ny beste praksis - Bedre informasjonsflyt - Økt samhandling - Automatisk regelsjekking - Redusert feilbestillinger	- Automatiserte prosesser - Økt kvalitet - Nye arbeidsprosesser	- Økonomiske gevinster - Nye gjennomføringsmodeller - Informasjonsdrevet prosess - Effektiv prosjekteringsprosess

5.2 Teknologi

I trekanten «menneske, prosess og teknologi» (Figur 20) ser man at teknologien ikke er spesielt fraværende og er tilgjengelig for å bli utnyttet til sitt fulle potensiale. Tanken med resultatet under teknologi er å vise enkle muligheter som er tilstede, om man legger til rette for det. BIM har vært tilstede i flere tiår, har et godt fotfeste i norsk BAE-næring og bruken er økende (Knotten, 2018). Moum (2008) beskriver hvordan BIM kan lette utfordringene med å forstå komplekse problemer og løsninger i prosjekter. Noen av fordelene som trekkes frem i spørreundersøkelsen er at BIM fører til enklere visualisering av løsninger og utfordringer i bygget.

I modellbasert prosjektering har det tradisjonelt vært arkitekter og hovedfagene som arbeidet direkte i modellen (Figur 1) og etter pålegg fra premissfaget var det normalt at arkitekten la inn kravene i modellen. I parameterberikingsmetoden og egen modell metodikken hvor premissfaget selv implementerer kravene i modellen, slipper man et ekstra leddet og sannsynligheten for feil reduseres.

Skal arkitektmodellen berikes med parametere av brannrådgiveren kan utfordringen med splitting av objekter oppstå og er så vidt nevnt tidligere under Kapittel 4.3. Om kun deler av korridorveggen skal tilegnes brannkrav, må brannrådgiveren splitte veggen deretter. Etter at splitting er gjennomført vil gjerne andre premissgivende fag tilegne modellen sine krav. Akustikkfaget vil muligens splitte veggen på en annen måte og det vil oppstå vanskeligheter med å kontrollere objektet. ARK og RIB er ikke særlig begeistret over splittingen, spesielt om elementet er en bærende betongvegg. Da gir det lite mening å splitte objektet og hensikten med BIM forsvinner.

Når man jobber i en skybasert database og felles modell, kan informasjon endres på i sanntid. Det gir en bedre informasjonsflyt enn at lister på elementer må importeres mellom ulike fagdisipliner som i den tradisjonelle prosessen. Den med rett kompetanse implementerer kravet og kan lettere oppdage andre avvik i modellen knyttet til kravet.

Flere av respondentene i spørreundersøkelsen uttrykte at ved å la brannrådgiveren disponere sin egen BIM-modell, kan en utføre krasjkontroller og totalt sett øke kvaliteten på prosjektet. Krasjkontroller har vært en del av BIM-prosessen i lang tid allerede, men ikke for premissfagene. Khanzode, Fischer og Reed (2007) bekrefter at BIM gir muligheten for å øke kvalitet gjennom krasjkontroller og kan føre til økonomiske besparelser for prosjektet. Om man videre programmerer datakraften til å kontrollere krav som stilles, vil også krasjkontrollen etterhvert kunne utføres automatisk.

Teknologien gir ikke bare muligheten for automatisk regelsjekkning, men også automasjon i andre deler av arbeidet, som for eksempel i utarbeidelsen av tegninger og planer. Hvis regelsettene settes riktig og man legger til rette for automatiserte prosesser kan det føre til blant annet reduserte feilbestillinger og økt kvalitet på sluttproduktet. I Kapittel 4.4 er blant annet automasjonsmulighetene med utarbeidelse av evakueringsplaner i byggverk vist med visuell programmering. Med hjelp av noen få forhåndsbestemte

parametere og et skript, genereres evakueringsrutene automatisk. Da en lar datamaskinen utføre arbeidsoppgaven, kan det gi enorme tidsbesparelser og sikre at det gjøres mindre menneskelige feil.

Det ble også nevnt i Kapittel 5.1 at ved en gitt MMI, skal brannkravet bli overført til elementet i modellen. Brukes visuell programmering på rett måte kan kravet overføres automatisk og oppgaven gjennomføres langt raskere og smidigere. Når gevinstene ved bruk av teknologien blir synliggjort, er det kun opptil hver enkelt bedrift å ta det i bruk og opparbeide seg konkurransefortrinn.

Tabell 22: Matrise - Teknologi

Teknologi	Kortsikt (0-12mnd)	Mellomlang (12-36mnd)	Langsikt (36mnd+)
Pådrivere	<ul style="list-style-type: none"> - «Ildsjeler» - Byggherrer - RIF - Bransjen 	<ul style="list-style-type: none"> - Leverandører 	<ul style="list-style-type: none"> - Konkurransefortrinn
Muliggjørere	<ul style="list-style-type: none"> - Suksessfulle pilotprosjekter - Enkle rutiner - BIM-manualer/guider 	<ul style="list-style-type: none"> - Delte datamodeller - Standarder - Referansemålinger - Åpen BIM 	<ul style="list-style-type: none"> - Kontraktskrav - Nye verktøy
Utfordringer	<ul style="list-style-type: none"> - Verktøy som støtter implementeringen - Avanserte programmer - Proprietære formater - Kostnader - Splitting 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommersielle interessenter - Deling av informasjon - Ressursbruk - Hensiktsmessig kravsetting 	<ul style="list-style-type: none"> - Nye prosesser - Ivareta riktig informasjon - Utvikling av nye teknologier som støtter nye standarder
Muligheter	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisk regelsjekk - Redusert feilbestillinger - Økt kvalitet 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatiserte prosesser - Fleksibilitet - Regelbaserte systemer for informasjonsflyt - Redusert ressursbruk 	<ul style="list-style-type: none"> - Legger tilrette for bedre livssyklus på prosjekter - Bærekraftig

5.3 Menneske

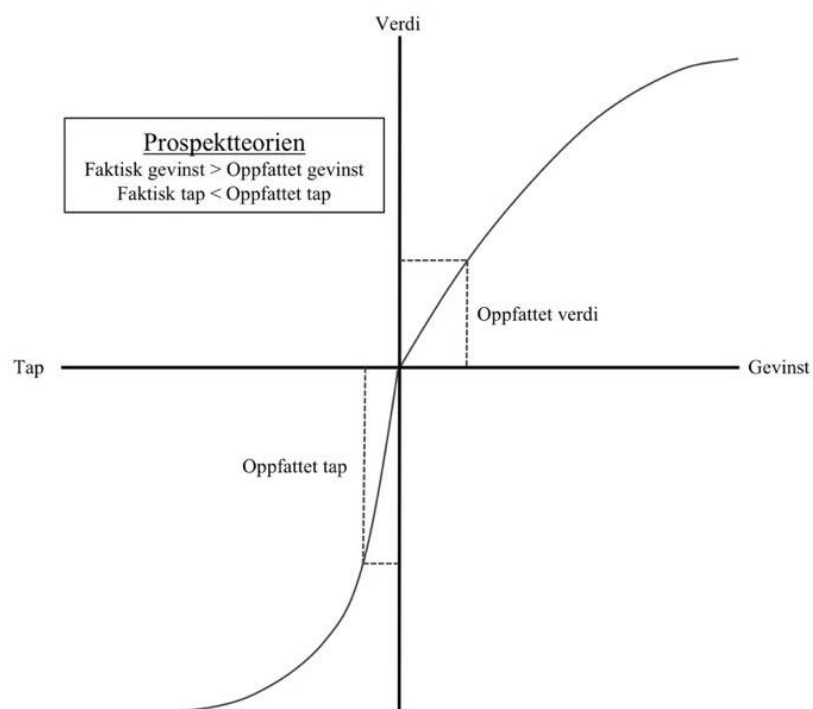
Selv kompetansehevingen er mest manglende mellom prosess og teknologi, er det også viktig å ivareta menneskenes kompetanse når det gjelder teknologi. Fra spørreundersøkelsen er det uttrykt at det i den tradisjonelle metodikken er vel etablerte verktøy som ikke er for kompliserte til utarbeidelsen av leveransen. Med en gang en brannrådgiver begir seg ut i BIM-verdenen, blir fort arbeidet fravikende stillingsbeskrivelsen rådgiveren har. Det må derfor innføres opplæring og utviklingsmoduler som øker kunnskapen til den enkelte, både i tilnærmingen til ny teknologi og til samarbeidsprosessen. En klarhet i hva endret arbeidsprosess innebærer for de involverte må også kartlegges før den implementeres.

Samarbeidsprosess er elementet i IDDS som vil føre til størst endring i ny praksis. Sammenligner man de presenterte metodikkene (Figur 21 og Figur 22) med den tradisjonelle prosessen (Figur 1), er nødvendigvis ikke prosessene så ulike i det hele. Det vil fortsatt være en noe sekvensiell og iterativ prosess, men med ulik interagering mellom leddene. Når brannrådgiveren kan kommunisere på samme nivå som de andre disiplinene, vil det føre til en mer effektiv samhandling.

Det vil også være en viss avhengighet og det er spesielt leveransen og arbeidsmetodikken i de ulike leddene som vil endres. Klakegg et al. (2015) trekker frem i *Neste Steg* at leveransen må være riktig før neste prosess kan begynne og Hattab og Hamzeh (2013) sier at inputen må være riktig for at leveransen kan genereres. Defineringen av leveransen til brannfaget i BIM, som ble påbegynt i workshopen, vil bli en sentral og viktig byggestein for videreutviklingen av brannsikkerhetsbransjen.

Generelt blir mennesker motivert av det som interesserer dem og hva de tror er viktig. Owen et al. (2009) trekker frem motivasjon og kultur som viktige faktorer for suksess i et prosjekt. Selv om det er ytre, gjennom spørreundersøkelsen, RIFs medlemmer og flere aktører, et ønske om endret arbeidsmetodikk, er det nok kun enkelte som er motivert nok til å få det implementert. Omtrent halvparten i spørreundersøkelsen stilte seg nøytrale til dagens arbeidsmetodikk, som kan indikere et miljø med mindre motivasjon til akkurat dette. «Ved å involvere brannrådgiver i BIM-prosjekter får man større eierskap til prosjektet» er et av svarene fra spørreundersøkelsen. Eierskapet kan videre føre til økt motivasjon og resultere i bedre prosjekter.

Det er alltid knyttet usikkerhet ved større omveltninger av både prosess og arbeidsoppgaver som kan påvirke endringsviljen. Det er viktig å legge til grunn at mennesker av natur er mer bekymret for store tap enn gevinst. Unntaket er når sannsynligheten vipper mellom tap og vinn, og tapet er mindre. Da er tendensen at man satser på gevinst og er kjent som «kvitt eller dobbelt» logikken fra gambling. Når potensiale for tap er stort ønsker ikke mennesker å ta risiko, selv med gunstige odds. Figur 37 er basert på Kahneman (2011) og viser prospektteorien på gevinst kontra tap og oppfattet verdi.



Figur 37: Prospektteorien. Basert på Kahneman (2011)

Basert på prospektteorien er det naturlig at noen mennesker vegres for å ta initiativet med noe nytt og endre godt innarbeidede arbeidsprosesser. Selv om det oppfattes som et stort tap, er nødvendigvis ikke realiteten så ille. Det har blitt beregnet gjennom flere eksperimenter at «tapsaversjonskvotienten» ligger mellom 1,5 og 2,5 (Kahneman, 2011), som betyr at gevinsten omtrent må være dobbelt så stor som tapet for at man skal være tapsvillige og ta risikoen. Det vil derfor være viktig å gevinstrealisere med suksessfulle pilotprosjekter, med for eksempel insentiver som et virkemiddel.

En av de fremste fordelene BIM gir er den økte samhandlingen (Azhar, 2011; Clemente og Chachadinha, 2013; Bråthen et al., 2016) og flere har i forskningsarbeidet ytret samhandlingen som fordelsmessig også for brannsikkerhetsfaget. En respondent svarte at brann bør involveres mer i BIM for å fange opp mer detaljer, men samtidig for få et bedre samspill og en tydeligere formidling av krav til øvrige fagdisipliner. Koordinering og kommunikasjon er også blant fordelene som nevnes i studien til Clemente og Chachadinha (2013).

Hvis man skal oppnå vellykket IDDS, må man ha et prosjektteam bestående av personer med spesielle kvalifikasjoner (Owen et al., 2009). Kvalifikasjonene må fremmes, utvikles og gjenspeile hovedelementene i IDDS: samarbeidsprosess, kunnskapshåndtering, kompetanseheving og integrert informasjon- og automasjonssystemer.

Tabell 23: Matrise - Menneske

Menneske	Kortsikt (0-12mnd)	Mellomlang (12-36mnd)	Langsikt (36mnd+)
Pådrivere	<ul style="list-style-type: none"> - «Ildsjeler» - Ledere - Bransjen - RIF 	<ul style="list-style-type: none"> - Egenutvikling - Byggherrer 	<ul style="list-style-type: none"> - Leverandører
Muliggjørere	<ul style="list-style-type: none"> - Suksessfulle pilotprosjekter - Utviklingssystemer og programmer - Opplæring 	<ul style="list-style-type: none"> - Incentiver - Gevinstrealisering 	<ul style="list-style-type: none"> - Høyere terskel for prøving og feiling - Delingskultur
Utfordringer	<ul style="list-style-type: none"> - Holdninger - Manglende motivasjon - Manglende kompetanse 	<ul style="list-style-type: none"> - Universitetsopplæring - Ansvar 	<ul style="list-style-type: none"> - Endrede arbeidsoppgaver
Muligheter	<ul style="list-style-type: none"> - Mer tid til rådgivning - Bedre arbeidsdager - Økt samhandling 	<ul style="list-style-type: none"> - Økt kvalitet - Produktive medarbeidere 	<ul style="list-style-type: none"> - Nye karrieremuligheter

6 Konklusjon

I jaget etter full utnyttelse av BIM-prosessen og de store verdiene BIM kan gi, er det dessverre slik at flere fagdisipliner ikke får oppleve effektene. SamBIM-prosjektet nevner disse effektene, men påpeker at informasjonsflyt mellom aktører, mengde informasjon i objekter og grad av modellering må utnyttes bedre for at de skal kunne oppnås (Bråthen et al., 2016). Enkelte fagdisipliner utarbeider fortsatt sitt arbeidsgrunnlag i 2D-formater (Lu og Wong, 2018) og er ikke like integrert i BIM-prosessen.

Brannsikkerhetsfaget har i omlag 10 år prøvd og inkluderes i BIM-prosessen, men har enda ikke en felles bransjestandard for tilnærming og leveranse i BIM. Dette forskningsarbeidet viser hvilke muligheter en mer integrert prosess gir og hvordan enkelte utfordringer må håndteres. Resultatene og påfølgende diskusjon i oppgaven har gjennom IDDS-rammeverket (Figur 20) illustrert relasjoner mellom prosess, teknologi og menneske, og er ment for å besvare på følgende problemstilling:

«Hvordan kan brannsikkerhetsfaget hensiktsmessig fullt integreres u BIM-prosessen?»

Den tradisjonelle, parameterberikings- og egen modell metoden er tre tilnærminger i BIM som alle har sine fordeler og utfordringer (**FS1**). Når det ikke er noen omforent praksis i bransjen for bruk av disse, tilsier det at prosessene må endres, slik at de heller ikke bryter med logikken i BIM. Erfaringer fra informantene i forskningen indikerer leddene i BIM-prosessen som suboptimale, hvor hver aktør har vært på sin egen utviklingshaug. Gjennom forskningsarbeidet har det blitt fremmet av bransjen en ønsket metodikk for optimalisering og videreutvikling. Egen modell metoden, i form av IFC-modell som standard, er den mest hensiktsmessige og ønskede tilnærmingen i BIM-prosjekter, men av ulike årsaker må det også etableres prosedyrer for bruk av flere metoder (**FS2**).

Den ønskede metoden legger til rette for gode automatiseringsprosesser og effektiv informasjonsflyt, samt bedre grensesnitt for ansvarsfordeling. Resultatet i oppgaven viser blant annet ved hjelp av visuell programmering et eksempel på hvordan teknologi kan utnyttes til en mer effektiv arbeidsprosess (**FS3**). Mulighetene for flere automatiserte arbeidsoppgaver er selvfølgelig tilstede, men må totalt sett ikke føre til et merarbeid for disiplinene. Ytterligere forankring av brannsikkerhetsfaget i BIM ble gjort gjennom workshopen, som også ga et godt bidrag til Statsbygg BIM-manual 2.0. Sammen med en matrise for hvordan brannkravene bør formidles i en levende BIM-modell, ble utarbeidelse av en standardisert leveranse fra RIBr påbegynt. I leveransen vil også et parametersett, støttet av IFC-formatet, bli videreutviklet og holdes vedlike av RIF.

Integreres prosess, teknologi og menneske sammen på riktig måte vil en kunne oppnå IDDS mål om å minimere ineffektive prosesser, samtidig som det gir bedre fleksibilitet i beslutninger og arbeidsstrategier. Klarer man å skille når de ulike prosessene bør benyttes og legge til rette for det, vil en oppnå gevinster BIM er tiltenkt å gi. Uavhengig av metode er det uten tvil fordelsmessig at brannsikkerhetsfaget integreres i BIM-prosessen og vil gagne hele prosjektteamet i byggeprosessen.

7 Evaluering og videre arbeid

Forskningsprosjektet har vært preget av enkelte endringer underveis. Som det påpekes av Jacobsen (2015) vil det aldri være mulig å velge det optimale forskningsdesignet og denne masteroppgaven er heller intet unntak. I første omgang ville studien bli utført med ulike casestudier, hvor ulike metodikker skulle testes og oppnå tallfestede resultater. Etter innspill og diskusjoner med veiledere ble fokuset endret, spesielt da RIF og deres ekspertgruppe ble involvert. Resultatet ble et endret forskningsdesign med et større fokus på definering av leveranse for brannsikkerhetsfaget i BIM og en workshop skulle i den forbindelse gjennomføres. Tiltak, som økt vektlegging av spørreundersøkelsen, ble iverksatt da det ble en utfordring å finne et passende tidspunkt for workshopen. Opparbeidelse av kunnskap i bruk av ulike programvarer i masteroppgaven ble gjort på egenhånd og var tidvis mer krevende enn forutsett.

Forskningsarbeidet har blitt liggende imellom en slags mulighetsstudie og definering av leveransen til brannsikkerhetsfaget. Statsbygg BIM-manual 2.0 ble en naturlig forankring, da enkelte informanter i arbeidet hadde direkte tilknytning til denne. Innspill og råd kan derfor ha et preg av BIM-manualens syn og kan gjenspeiles noe i dette forskningsarbeidet.

For drive utviklingen mot en felles forståelse for brannsikkerhetsfagets leveranse i BIM-prosjekter og for å oppnå en fullt integrert i BIM-prosess, er det kartlagt ytterligere forskning- og utviklingsområder. Ved å ha en felles forståelse vil oppdragsgiver, entreprenør og øvrige prosjekterende disipliner oppleve økt samhandling og kommunikasjon. Store kostnadsbesparelser kan oppnås ved reduserte feil og negative omgjøringer, og målene fra Bygg21 og BNL kan oppnås. Følgende forslag anbefales for videre arbeid:

- Utvikle standardiserte navn og egenskapsset for de ulike brannrelaterte parameterne i BIM, som også harmonerer med IFCs utvikling. På den måten vil man kunne unngå problemer med proprietære filformater og programvarer.
- En oppdatert arbeidsprosess hvor det blir tydeliggjort samarbeidsformer og ansvarsfordeling mellom disiplinene i de ulike fasene.
- Generalisere metodikk ytterligere og teste overførbarheten til flere premissfag, som akustikk og bærekraft.
- Casestudier for de ulike tilnærmingene for å oppnå målbare resultater.
- Undersøke om egen modell metodikk passer i alle typer prosjekter og under ulike kontraktstyper.

8 Referanser

- Alvesson, M. (2011). *Interpreting interviews*, London, Sage.
- Alvesson, M. og Sköldbberg, K. (2009). *Reflexive methodology : new vistas for qualitative research*, London, Sage.
- Amaro, G. G., Raimondo, A., Erba, D. og Ugliotti, F. M. (2017). A BIM-based approach supporting fire engineering. *2nd International Fire Safety Symposium 2017*. Naples, Italy.
- Autodesk (2019a). *Dynamo*. Tilgjengelig fra: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-Customize/files/GUID-F45641B0-830B-4FF8-A75C-693846E3513B-htm.html> [Hentet: 16. mai 2019].
- Autodesk (2019b). *Revit Sample Project Files*. Tilgjengelig fra: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-61EF2F22-3A1F-4317-B925-1E85F138BE88-htm.html> [Hentet: 15. mai 2019].
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and management in engineering*, 11, 241-252. doi: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127.
- Ballard, G. (2000a). *The last planner system of production control*. PhD-avhandling, Faculty of Engineering of The University of Birmingham.
- Ballard, G. (2000b). Positive Vs Negative Iteration in Design. *Proceedings for the 8th Annual Conference of the IGLC, 2000*.
- Bedrick, J. (2008). Organizing the development of a building information model. *The American Institute of Architects*. Tilgjengelig fra: <http://www.aecpe.com/08-08-20%20MPS.pdf> [Hentet: 01. mai 2019].
- BIM Forum (2019). *Level of Development (LOD) Specification Part 1 & Commentary*. Tilgjengelig fra: <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2019/04/LOD-Spec-2019-Part-I-and-Guide-2019-04-29.pdf> [Hentet: 01. mai 2019].
- Blumberg, B., Cooper, D. R. og Schindler, P. S. (2011). *Business research methods*, London, McGraw-Hill Higher Education.
- BNL (2017). *Digitalt veikart - for en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg21.no/contentassets/0f0364f3e2cf49d088f905293ac8e6e1/digitalt-veikart-bae-naeringen.pdf> [Hentet: 17. mars 2019].
- Bourdieu, P. og Wacquant, L. J. D. (1992). *An invitation to reflexive sociology*, Cambridge, Polity Press.
- Brodshaug, M. (2018). *Avanserte litteratursøk*. Tilgjengelig fra: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Avanserte+litteraturs%C3%B8k> [Hentet: 01. oktober 2018].
- Bryde, D., Broquetas, M. og Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31, 971-980. doi: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001.
- Bryman, A. (1989). *Research Methods and Organizations Studies*, London, Unwin-Hyman.

- Bråthen, K., Flyen, C., Moland, L. E., Moum, A. og Skinnarland, S. (2016). *SamBIM - Bedre samhandling i byggeprosessen med BIM som katalysator*. (Fafø-rapport 2016:40). Fafø, Sintef & Ntnu. Tilgjengelig fra: <https://www.fafø.no/images/pub/2016/20602.pdf> [Hentet: 21. mars 2019].
- buildingSMART Norge (2018). *Studentoppgaver*. Tilgjengelig fra: <https://buildingsmart.no/utdanning/studentoppgaver> [Hentet: 03. oktober 2018].
- Busch, T. (2013). *Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter*, Bergen, Fagbokforl.
- Bygg21 (2016). *Årsrapport 2016*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg21.no/contentassets/c4e434bbe56642ab91dae93029d1f9cd/bygg21-arsberetning-2016-.pdf> [Hentet: 17. mars 2019].
- Cheng, J. C., Lu, Q. og Deng, Y. (2016). Analytical review and evaluation of civil information modeling. *Automation in Construction*, 67, 31-47. doi: 10.1016/j.autcon.2016.02.006.
- Clemente, J. og Chachadinha, N. (2013). BIM-Lean synergies in the management on MEP works in public facilities of intensive use - a case study. *Proceedings for the 21st Annual Conference of the IGLC, 2013*. Fortaleca, Brasil.
- Couper, M. P., Kennedy, C., Conrad, F. G. og Tourangeau, R. (2011). Designing input fields for non-narrative open-ended responses in web surveys. *Journal of Official Statistics*, 27, 65. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3570266/> [Hentet: 16. mars 2019].
- Creswell, J. W. (2014). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*, Los Angeles, Calif, SAGE. *Research design*.
- Dainty, A., Moore, D. og Murray, M. (2006). *Communication in construction : theory and practice*, London, Taylor & Francis.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- Designbuildings.uk (2018). *Building element*. Tilgjengelig fra: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building_element [Hentet: 26. mars 2019].
- DiBk (2016). *Byggesaksforskriften (SAK10) - § 9-4. Oppdeling i tiltaksklasser*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/sak/3/9/9-4/> [Hentet: 09 april 2019].
- DiBk (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) - § 11-8. Brannceller*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iii/11-8/> [Hentet: 20. mai 2019 2019].
- DiBk (2019a). *Hva er sentral godkjenning?* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/sentral-godkjenning/hva-er-sentral-godkjenning/> [Hentet: 09. april 2019].
- DiBk (2019b). *Sentralt godkjente foretak*. Tilgjengelig fra: https://sregister.dibk.no/search?utf8=✓&q=&apply_filter=1&functions=&commit=Søk#search-results [Hentet: 09. april 2019].
- Eikeland, P. T. (1998). *Teoretisk analyse av byggeprosesser*, Trondheim, SiB. *Samspillet i byggeprosessen (prosjekt)*.
- El. Reifi, M. og Emmitt, S. (2013). Perceptions of lean design management. *Architectural Engineering and Design Management*, 9, 195-208.

- Farner, A. (2008). *Verksted som verktøy: å planlegge og lede workshops*, Oslo, Kommuneforl.
- Fischer, M., Khanzode, A., Reed, D. og Ashcraft, H. W. (2017). *Integrating project delivery*, Hoboken, N.J, John Wiley & Sons Inc.
- Flager, F., Welle, B., Bansal, P., Soremekun, G. og Haymaker, J. (2009). Multidisciplinary process integration and design optimization of a classroom building. *Journal of Information Technology in Construction*, 14, 595-612. Tilgjengelig fra: https://www.itcon.org/papers/2009_38.content.08724.pdf [Hentet: 16. mars 2018].
- Fløisbonn, H. W., Skeie, G., Uppstad, B., Markussen, B. og Sunesen, S. (2018). *MMI - Modell Modenhets Indeks*. Tilgjengelig fra: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf> [Hentet: 15. februar 2019].
- Gentikow, B. (2005). *Hvordan utforsker man medieerfaringer? : kvalitativ metode*, Kristiansand, IJ-forlag.
- Gilbertson, A. (2006). Briefing: Measuring the value of design. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineer*, 159, 125-128. doi: 10.1680/muen.2006.159.3.125.
- Grant, M. J. og Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26, 91-108. doi: 10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x.
- Graphisoft (2019). *Rhino-Grasshopper*. Tilgjengelig fra: <https://www.graphisoft.com/archicad/rhino-grasshopper/> [Hentet: 16. mai 2019].
- Grimsmo, E. (2008). *Hvordan unngå prosjekteringsfeil. Byggekostnadsprogrammet*.
- Grytting, I., Svalestuen, F., Lohne, J., Sommerseth, H., Augdal, S. og Lædre, O. (2017). Use of LoD decision plan in BIM-projects. *Procedia Engineering*, 196, 407-414. doi: 10.1016/j.proeng.2017.07.217.
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*, Bergen, Fagbokforlag.
- Halkinrudd, T. og Bjørgen, A. J. (2018). Litteratursøk og kildekritikk. *Kurs gitt av NTNU UB*.
- Hattab, M. og Hamzeh, F. (2013). Information flow comparison between traditional and BIM-based projects in the design phase. *Proceedings for the 21st Annual Conference of the IGLC, 2013*. Fortaleza, Brazil. 761-770.
- Holbergprisen (2018). *Kvalitative intervjuundersøkelser*. Tilgjengelig fra: <https://www.holbergprisen.no/holbergprisen-i-skolen/kvalitative-intervjuundersokelser.html> [Hentet: 22. oktober 2018].
- Hooper, M. (2015). Automated model progression scheduling using level of development. *Construction Innovation*, 15, 428-448. doi: 10.1108/CI-09-2014-0048.
- Huang, K. W. (2014). Application of BIM in project management. *Applied Mechanics and Materials*, 496 (500), 2836-2839. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.496-500.2836.
- Höglund, L. og Persson, O. (1980). *Datorbasert litteratursökning: två fallstudier*, University of Umeå, Umeå.

- IMDi (2010). *Veileder i brukerundersøkelser*. Tilgjengelig fra: <https://www.imdi.no/globalassets/dokumenter/andre-filer/veileder-i-brukerundersokelser-nar-innvandrere-er-brukere.pdf> [Hentet: 07. november 2018].
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, Oslo, Cappelen Damm akademisk.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*, New York, Farrar, Straus and Giroux.
- Kalay, Y. E. (1998). P3: Computational environment to support design collaboration. *Automation in construction*, 8, 37-48. doi: 10.1016/S0926-5805(98)00064-8.
- Khanzode, A., Fischer, M. og Reed, D. (2007). Challenges and benefits of implementing virtual design and construction technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing systems on large healthcare project. *Proceedings of CIB 24th W78 Conference, 2007*. 205-212.
- Klakegg, O. J., Knotten, V., Moum, A., Olsson, N., Hansen, G. K. og Lohne, J. (2015). *Veileder for fasenormen «Neste Steg» - Et felles rammeverk for norske byggeprosesser*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg21.no/contentassets/32bef76f835c48fca3303376f63878db/veileder-for-stegstandard-ver-1.2-med-logoer-201116.pdf> [Hentet: 17. mars 2019].
- Knotten, V. (2018). *Building design management in the early stages*. PhD-avhandling, NTNU.
- Knotten, V., Hosseini, A. og Klakegg, O. J. (2016). Next Step: A New Systematic Approach to Plan and Execute AEC Projects. *Proceedings of the CIB World Building Congress 2016 Volume III*. Tampere, Finland.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Hansen, G. K. og Lædre, O. (2015). Design Management in the Building Process - A Review of Current Literature. *Procedia Economics and Finance*, 21, 120-127. doi: 10.1016/S2212-5671(15)00158-6.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Lædre, O., Lohne, J. og Hansen, G. K. (2016). Design Management— Learning across trades. *Proceedings of the CIB World Building Congress: Volume I, 2016*. Tampere, Finland. 598.
- Kunz, J. og Fischer, M. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. (Working Paper 097). Stanford Digital Repository. Tilgjengelig fra: <http://purl.stanford.edu/gg301vb3551> [Hentet: 12. oktober 2018].
- Kvale, S. (2007). *Doing Interviews*, London, SAGE.
- Kvale, S. og Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- Lehtinen, T. (2012). Increasing integration in construction projects: A case study on a PPP project adopting BIM. *Proceedings of the European Conference on Product and Process Modelling (ECPPM) 2012*.
- Leicht, R. M. (2009). *A framework for planning effective collaboration using interactive workspaces*. PhD-avhandling, The Pennsylvania State University.
- Li, X., Wu, P., Shen, G. Q., Wang, X. og Teng, Y. (2017). Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach. *Automation in Construction*, 84, 195-206. doi: 10.1016/j.autcon.2017.09.011.

- Lohne, J. og Engebø, A. (2018). *Intro til metode: En praktisk innføring*. TBA4128 Prosjektledelse, videregående kurs. Tilgjengelig fra: <https://ntnu.blackboard.com> [Hentet: 10. oktober 2018].
- Lu, Q. og Wong, Y. H. (2018). A BIM-based approach to automate the design and coordination process of mechanical, electrical, and plumbing systems. *HKIE Transactions*, 25, 273-280. doi: 10.1080/1023697X.2018.1537813.
- Manning, R. og Messner, J. I. (2008). Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities. *Journal of Information Technology in Construction*, 13, 246-257. Tilgjengelig fra: <http://www.itcon.org/2008/18> [Hentet: 10.oktober 2018].
- Mesa, H. A., Molenaar, K. R. og Alarcón, L. F. (2016). Exploring performance of the integrated project delivery process on complex building projects. *International Journal of Project Management*, 34, 1089-1101. doi: 10.1016/j.ijproman.2016.05.007.
- Moen, S. E. og Moland, L. E. (2010). *BygningsInformasjonsModellering (BIM). En studie av utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska*. (Fafo-rapport 2010:31). Fafo. Tilgjengelig fra: https://www.fafo.no/media/com_netsukii/20175.pdf [Hentet: 21. mars 2019].
- Moum, A. (2008). *Exploring relations between the architectural design process and ICT: Learning from practitioners' stories*. PhD-avhandling, NTNU.
- Multiconsult, Arkitektur, L. og STATSBYGG (2019). *Videreutvikling av Statsbyggs BIM-manual 2.0 - Generelle krav og veiledning*. Tilgjengelig fra: <https://buildingsmartnorge.slack.com/messages/CFBN83LF7/convo/CFBN83LF7-1549454381.003700/> [Hentet: 08. februar 2019].
- Multiconsult, LINK Arkitektur og STATSBYGG (2019). *Statsbyggs BIM-manual 2.0 - Metode premissfag*. Tilgjengelig fra: <https://buildingsmartnorge.slack.com/messages/CFBN83LF7/convo/CFBN83LF7-1549454381.003700/> [Hentet: 08. februar 2019].
- NTNU UB (2017). *Kildekritikk av artikler: T-O-N-E prinsippet*. Tilgjengelig fra: <https://www.youtube.com/watch?v=rs5PFX5SIHc&feature=youtu.be> [Hentet: 01. oktober 2018].
- Owen, R. L., Amor, R., Dickinson, J. K., Prins, M. og Kiviniemi, A. (2013). *Research roadmap report: Integrated Design and Delivery Solutions (IDDS)*. (CIB Publication 370). Cib. Tilgjengelig fra: https://eprints.qut.edu.au/71070/1/pub_370.pdf [Hentet: 06. mars 2019].
- Owen, R. L., Amor, R., Palmer, M. E., Dickinson, J. K., Tatum, C. B., Kazi, A. S., Prins, M., Kiviniemi, A. og East, B. (2010). Challenges for Integrated Design and Delivery Solutions. *Architectural Engineering and Design Management*, 6, 232-240. doi: 10.3763/aedm.2010.IDDS1.
- Owen, R. L., Palmer, M. E., Dickinson, J. K., Tatum, C. B., Kazi, A. S., Amor, R. og Prins, M. (2009). *CIB White Paper on IDDS Integrated Design & Delivery Solutions*. (CIB Publication 328). Cib. Tilgjengelig fra: https://eprints.qut.edu.au/71046/1/IDDS_White_Paper.pdf [Hentet: 06. mars 2019].
- Phelps, A. F. (2012). Managing Information Flow on Complex Projects. *Balfour Beatty Construction*. Tilgjengelig fra: <https://www.leanconstruction.org/media/docs/chapterpdf/nor-cal/2012-03-14-lci-nor-cal-meeting-phelps.pdf> [Hentet: 12. oktober 2018].
- Questback (2019). *Om Questback*, . Tilgjengelig fra: <https://www.questback.com/no/om-questback/> [Hentet: 09. april 2019].

- Rekola, M., Kojima, J. og Mäkeläinen, T. (2010). Towards integrated design and delivery solutions: pinpointed challenges of process change. *Architectural Engineering and Design Management*, 6, 264-278. doi: 10.3763/aedm.2010.IDDS4.
- RIBA (2013). *Plan of Work*. RIBA - Royal Institute of British Architects. Tilgjengelig fra: [https://www.pedr.co.uk/Content/downloads/RIBA POW 2013 Template.pdf](https://www.pedr.co.uk/Content/downloads/RIBA_POW_2013_Template.pdf) [Hentet: 26. mars 2019].
- RIF (2013). *Ansvar for planlegging av brannsikkerhet*. (RIF-veileder 0002). Oslo: Rif. Tilgjengelig fra: <https://www.rif.no/product/0002-ansvar-for-planlegging-av-brannsikkerhet-2013/> [Hentet: 15. februar 2019].
- RIF (2019). *Ekspertgrupper*. Tilgjengelig fra: <https://www.rif.no/fag-og-marked/ekspertgrupper/> [Hentet: 09. april 2019].
- Sacks, R., Koskela, L., Dave Bhargava, A. og Owen, R. (2010). Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136, 968-980. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000203.
- SINTEF Byggforsk (2010). *700.110 Byggeskader*. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/629/byggeskader_oversikt [Hentet: 22. mars 2019].
- Thomas, G. (2011). *How to do your case study : a guide for students and researchers*, Los Angeles, SAGE.
- Tobin, J. (2019). *BI(m): BIM data without models*. Tilgjengelig fra: <https://www.bdcnetwork.com/bim-bim-data-without-models> [Hentet: 20. februar 2019].
- Tribelsky, E. og Sacks, R. (2007). Measures of Information Flow for Lean Design in Civil Engineering. *Proceedings of CME25 Construction Management and Economics: Past, Present and Future, 2007*. London, United Kingdom. Taylor & Francis, 1493-1504.
- UoML (2018). *How does Google Scholar work? : UoML - University of Minnesota Libraries*. Tilgjengelig fra: <https://www.lib.umn.edu/faq/5342> [Hentet: 08. oktober 2018].
- Utdanning.no (2019). *Branningeniør*. Tilgjengelig fra: <https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/branningeniør> [Hentet: 09. april 2019].
- Westlund, J. A. (2015). *BIM og Brann - En metode for å jobbe med krav til brannsikkerhet i BIM*. Den Kloke Tegning. Tilgjengelig fra: http://denkloketegning.no/fileadmin/red/Foredrag_2015/Bredde_1_BIM_og_brann_COWI.pdf [Hentet: 13. september 2018].
- Wordpress (2017). *Revit beyond BIM*. Tilgjengelig fra: <https://revitbeyondbim.wordpress.com/2017/01/03/fire-exit-risk-assessment-with-revit-and-dynamo/> [Hentet: 15. mars 2019].
- Yin, R. K. (2012). *Applications of case study research*, Los Angeles, SAGE.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research : design and methods*, Los Angeles, SAGE.
- Zimina, D., Ballard, G. og Pasquire, C. (2012). Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. *Construction Management and Economics*, 30, 383-398. doi: 10.1080/01446193.2012.676658.

Vedlegg

Vedlegg 1: Prosesskart

Vedlegg 2: Tidsplan og oversikt over aktiviteter

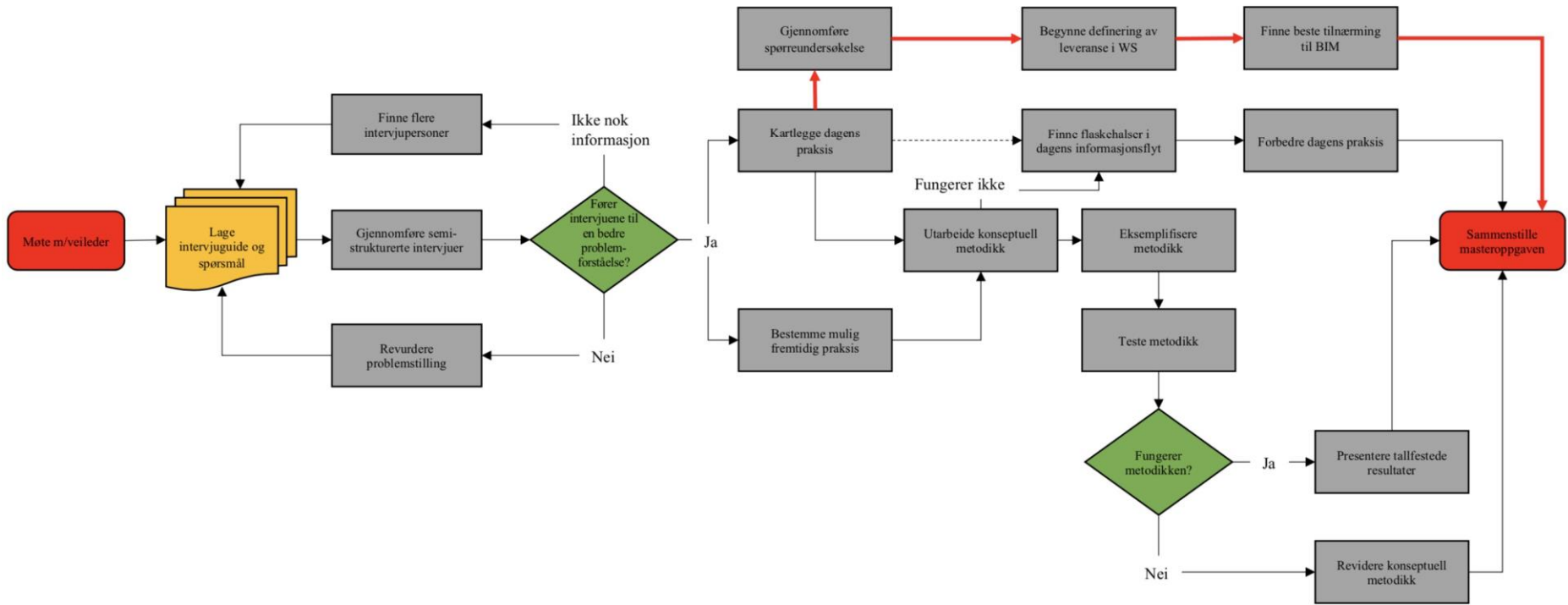
Vedlegg 3: Intervjuguide

Vedlegg 4: Eksempel på vurderingsskjema

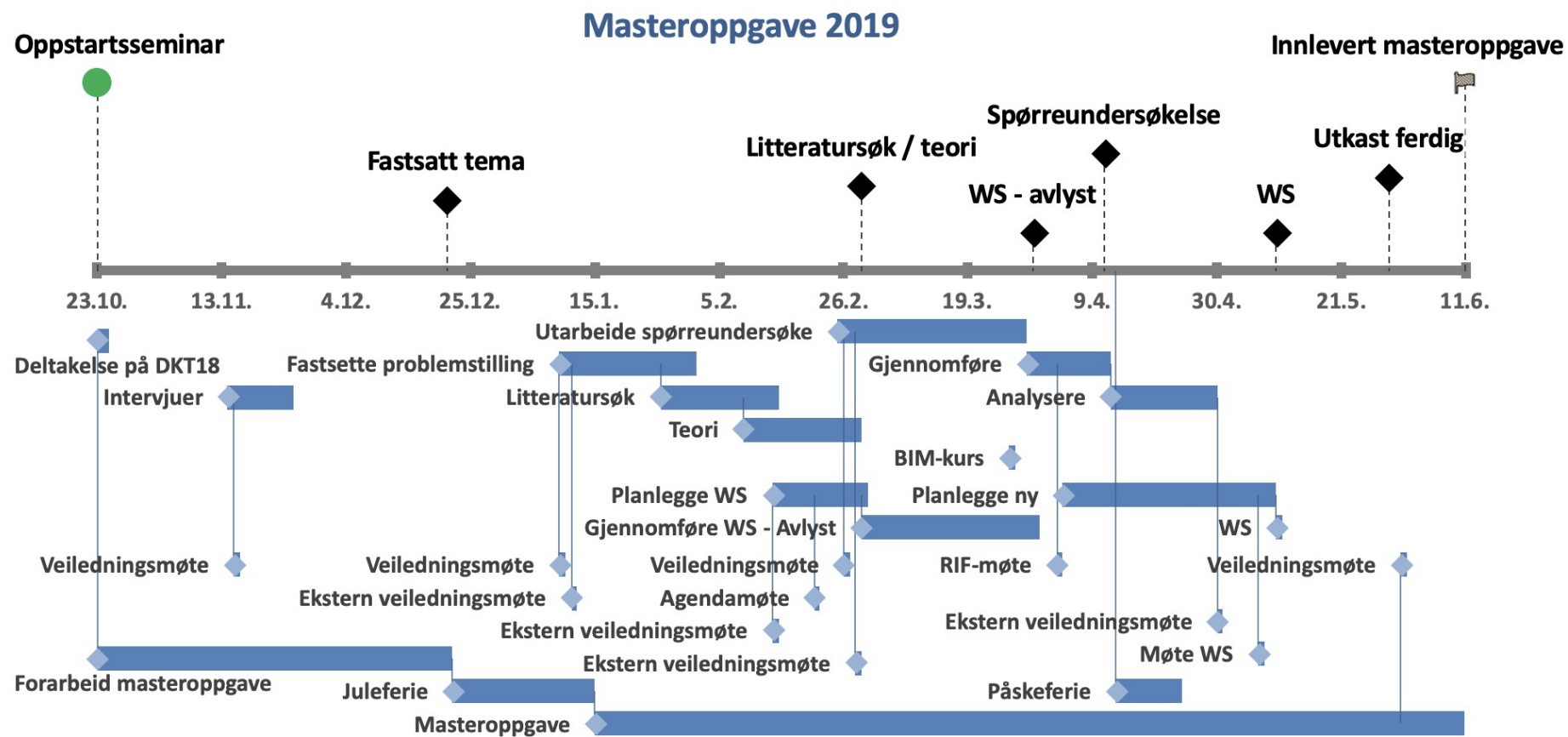
Vedlegg 5: Spørreundersøkelse for Brann og BIM-miljøet

Vedlegg 1 – Prosesskart

Masteroppgave



Vedlegg 2 – Tidsplan og oversikt over aktiviteter



Aktiviteter

Start	End	Duration	Label	Vert. Position	Vert. Line
23.10.2018	24.10.2018	2	Deltakelse på DKT18	-15	0
14.11.2018	24.11.2018	11	Intervjuer	-27	0
15.11.2018	15.11.2018	1	Veiledningsmøte	-63	-36
09.01.2019	09.01.2019	1	Veiledningsmøte	-63	-43
09.01.2019	31.01.2019	23	Fastsette problemstilling	-20	0
11.01.2019	11.01.2019	1	Ekstern veiledningsmøte	-70	-50
14.02.2019	14.02.2019	1	Ekstern veiledningsmøte	-77	-29
26.01.2019	14.02.2019	20	Litteratursøk	-27	-7
09.02.2019	28.02.2019	20	Teori	-34	-7
14.02.2019	01.03.2019	16	Planlegge WS	-48	0
21.02.2019	21.02.2019	1	Agendamøte	-70	-22
01.03.2019	30.03.2019	30	Gjennomføre WS - Avlyst	-55	-7
25.02.2019	28.03.2019	32	Utarbeide spørreundersøke	-13	0
26.02.2019	26.02.2019	1	Veiledningsmøte	-63	-50
28.02.2019	28.02.2019	1	Ekstern veiledningsmøte	-84	-71
26.03.2019	26.03.2019	1	BIM-kurs	-40	0
29.03.2019	11.04.2019	14	Gjennomføre	-20	0
03.04.2019	03.04.2019	1	RIF-møte	-63	-43
12.04.2019	29.04.2019	18	Analysere	-27	-7
30.04.2019	30.04.2019	1	Ekstern veiledningsmøte	-75	-48
04.04.2019	09.05.2019	36	Planlegge ny	-48	0
07.05.2019	07.05.2019	1	Møte WS	-82	-34
10.05.2019	10.05.2019	1	WS	-55	-7
31.05.2019	31.05.2019	1	Veiledningsmøte	-63	34
23.10.2018	21.12.2018	60	Forarbeid masteroppgave	-83	-68
22.12.2018	14.01.2019	24	Juleferie	-90	-7
13.04.2019	23.04.2019	11	Påskeferie	-90	-90
15.01.2019	10.06.2019	147	Masteroppgave	-97	-7

Insert new rows above this one

Milepæler

Date	Label	Position
23.10.2018	Oppstartseminar	40
21.12.2018	Fastsatt tema	15
01.03.2019	Litteratursøk / teori	18
11.04.2019	Spørreundersøkelse	25
30.03.2019	WS - avlyst	8
10.05.2019	WS	8
29.05.2019	Utkast ferdig	20
11.06.2019	Innlevert masteroppgave	40

Insert new rows above this one

Vedlegg 3 – Intervjuguide

Fase 1: Rammesetting

1. Løs prat (5 min)

Sjekkliste:

- Hvem er jeg: Espen Berg
- Hva jeg holder på med: Studerer 5. året ved NTNU Trondheim, Bygg- og Miljøteknikk
- Hva jeg vil bruke resultatene til: Kartlegge dagens situasjon og presentere en mulig fremtidig praksis. Se hvilken tilnærming som er den optimale for brannsikkerhetsfaget i BIM-prosjektene.
- Fordeler / ulemper: Skape en mer effektiv prosjekteringsprosess, bedre interagering mellom disipliner og beslutningsgrunnlag. Ulemper kan være et merarbeid

2. Informasjon (5-10 min)

BIM står sentralt i flere prosjekter og er kommet for å bli. Allikevel er det flere disipliner som ikke tar like stor del og utnytter BIM til sitt fulle. Brannsikkerhetsfaget er ønsket i BIM og har ingen felles bransjestandard for leveranse, og mangler sin plass i BIM-prosessen

Problemstilling:

Hvordan kan brannsikkerhetsfaget hensiktsmessig fullt integreres i BIM-prosessen?

Forskningsspørsmål:

- **FS1:** Hvilke tilnærminger finnes for brannsikkerhetsfaget i BIM?
- **FS2:** Hvilken arbeidsmetodikk er hensiktsmessig å følge?
- **FS3:** Hvordan kan teknologien bidra i tilnærmingen i BIM?

I utgangspunktet vil dine innspill bidra til en økt problemforståelse, og å definere dagens praksis, samt til et forslag til en fremtidig praksis. Samtidig ønskes det erfaringer fra ulike tilnærminger dere har hatt i BIM-prosjekter.

Fase 2: Erfaringer

3. Overgangsspørsmål (15 min)

- Hva er din bakgrunn og din erfaring?
- Hva er rollen din i bedriften og hva er dine typiske arbeidsoppgaver?
- Hva er din erfaring med BIM-prosjekter?

Fase 3: Fokuseringer

4. Nøkkelspørsmål (25-45 min)

- Hvordan blir du engasjert i prosjektet? (FS1)
 - Hva er utfordrende?
 - Hvilken programvare benyttes?
 - Hva forskjellig fra det tradisjonelle arbeidet?
- Hvordan mottar du et arbeidsgrunnlag?
 - Tradisjonelt?


- I BIM-prosjekt
- Hvilket arbeid ser du på som den største tidstyven? (FS3)
 - (Tegninger)
 - Hvor mange timer per tegning?
 - Hvor mange tegninger per prosjekt?
- Hvordan er dagens praksis mtp informasjonsflyt mellom prosjektdeltakerne i prosjekter?
 - Tradisjonelt?
 - I BIM-prosjekt
- Hvordan kommuniseres det mellom prosjektdeltakerne i prosjektene?
 - Tradisjonelt?
 - I BIM-prosjekter
- Hvilken tilnærming er den du mest fornøyd med? (FS2)
 - Hvorfor?
- Hvilken metode ønsker du i fremtiden?
 - Hvorfor?


Fase 4: Tilbakeblikk

5. Oppsummering (ca. 15 min)

- Oppsummere funn
- Har jeg forstått deg riktig?
- Er det noe du vil legge til?

Vedlegg 4 – Eksempel på vurderingsskjema

Generell info:	
Tittel:	Information flow comparison between traditional and BIM-based projects in the design phase
Forfattere:	Hattab, M. A. Hamzeh, F.
Utgiver:	IGLC
Publisert:	2013
Siteringstall:	16 siteringer
Søkemotor:	Scopus
Type litteratur:	Konferanseartikkel i Annual Conference of the International Group for Lean Construction
Handler om:	Den handler om å sammenligne informasjonsflyt i tradisjonell 2D CAD- og BIM-prosjekter, samt å beskrive problemer og fordeler ved disse.
Kildevurdering:	
Troverdighet	Impact factor: 1.98. Nivå 1 på NSD. Hattab og Hamzeh er begge professorer ved American University of Beirut. Deres spesialområde er byggeledelse og BIM.
Objektivitet	Er i all hovedsak objektiv, men fremmer bruken av BIM fremfor tradisjonelle 2D CAD. Dataene virker å samsvare med tidligere forskning.
Nøyaktighet	5 år gammel. Det er i grenseland for aktuell informasjon rundt BIM. Beskriver metoden i 3 steg: litteraturstudie; intervjuer; utvikling av konseptuelle skjemaer for informasjonsflyt i både tradisjonelle og BIM-prosjekter.
Egnethet	Den beskriver godt betydningen av informasjonsflyt. Passer godt opp mot problemstillingen og er skrevet for de som ønsker å implementer BIM og Lean prinsipper i prosjektene sine.
Helhetsvurdering:	<p>Velegnet kilde. Bygger opp til implementering av BIM og Lean prinsipper. Videre forskning: simulering av informasjonsflyt</p> 

Generell info:	
Tittel:	Building information modelling: protocols for collaborative design processes
Forfattere:	Kassem, M. Iqbal, N. Kelly, G. Lockley, S. Dawood, N.
Utgiver:	Northumbria Research Link
Publisert:	2014
Siteringstall:	29 siteringer
Søkemotor:	Scopus
Type litteratur:	Artikkel i Journal of Information Technology in Construction (ITcon)
Handler om:	Artikkelen lager en protokoll for samarbeidsprosjekter i BIM. Som utgangspunkt analyseres eksisterende rammeverk, før en litteraturgjennomgang blir gjort og protokollen designes. Den blir testet ut i to caser.
Kildevurdering:	
Troverdighet	Impact factor: 1.25. Nivå 1 på NSD. Kassem er professor ved Northumbria University har forskningsfelt innen digital byggebransje. Iqbal er nå direktør i BIM academy, Kelly er BIM-utvikler ved Teesside University, Lockley er forskningsdirektør i BIM academy og Dawood er professor ved Teesside University.
Objektivitet	Artikkelen er skrevet med hensikt til å både informere og presentere en metodikk for å implementere BIM i prosjekter. Funnene samsvarer med annen forskning gjort tidligere og presenteres i flere figurer og tabeller.
Nøyaktighet	4 år gammel. Forskningsmetoden er nøye beskrevet med en oversiktlig figur hvor metodikk og metode presenteres. Dataene som er samlet inn er relativt nye og kan videreføres.
Egnethet	Skrevet for de som ønsker å implementere BIM i sine prosjekter og er til en viss grad egnet for problemstillingen.
Helhetsvurdering:	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>Noe kan brukes, f.eks. metodikken. Ønsker videre forskning på å utvikle KPI'er for å oppnå økt effektivitet i prosjekteringsprosessen.</p> </div> <div style="flex: 0.5; text-align: center;">  </div> </div>

Vedlegg 5 – Spørreundersøkelse for Brann og BIM-miljøet

Spørreundersøkelse for Brann og BIM-miljøet

Spørsmål 1) vil ikke bli presentert i masteroppgaven

1) Hvilken bedrift jobber du i?

2) Velg den aldersgruppen du tilhører:

- 20-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60-69
- >70

BIM-prosjekter defineres her som et prosjekt hvor modellen står sentralt for informasjonsdeling og at prosjektering foregår i modellen.

3) * Hva er din rolle i BIM-prosjekter?

BIM-koordinator

Brannrådgiver

Annet, spesifiser

4) * Hvor lenge har du jobbet som BIM-koordinator/brannrådgiver?

5) * Hvilke(n) programvare(r) benytter du til å utarbeide leveransen?

Revit

AutoCAD

ArchiCAD

MagiCAD

Solibri

Tekla

Dynamo

Grasshopper

Annet, spesifiser

6) * Hvordan mottar du oftest arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?

- Hentes ut fra samspillsmodell
- Hentes ut fra prosjekthotellet
- Hentes ut fra skyløsningen
- Får det på mail
- Får det på faks
- Annet, spesifiser

7) * På hvilket format mottar du oftest arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?

- IFC-filer
- DWG-filer
- RVT-filer
- PDF-filer
- Annet, spesifiser

8) * Hvordan leverer du fra deg arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?

- Legger det inn i en felles modell
- Legger det inn i prosjekthotellet
- Legger det inn i skyløsningen
- Sender det over på mail
- Bruker faks
- Annet, spesifiser

9) * På hvilket format leverer du fra deg arbeidsgrunnlaget i BIM-prosjekter?

- IFC-filer
- DWG-filer
- RVT-filer
- PDF-filer
- Annet, spesifiser

10) * Hvor fornøyd er du med dagens praksis/arbeidsmetodikk?



11) * Hva er bra?

12) * Hva kan gjøres bedre?

13) * Hvilke forhåpninger har du til BIM?

14) * På hvilke områder vil det være viktig å digitalisere?

15) * Hvor oppfatter du at RIBr med BIM kan øke kvalitet og produktivitet?

