

Håvard Finnland Trøite

Hvordan benytte MMI i byggeprosjekt

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Olav Torp

Juni 2020

Håvard Finnland Trøite

Hvordan benytte MMI i byggeprosjekt

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Olav Torp
Juni 2020

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Bygningsinformasjonsmodeller (BIM) er en del av utviklingen i bygg- og anleggsbransjen der gamle arbeidsmetoder blir byttet ut med nye. Modellmodenhetsindeks (MMI) blir sett på som et av verktøyene som kan bidra i utviklingen med BIM i bransjen. MMI-systemet baserer seg på merking av modenhet på objekter eller soner i BIM-modellen, systemet skal beskrive ferdiggraden til objektene eller modellen på en entydig måte. Tidligere forskning viser at et system som MMI skal være til god hjelp for å strukturere og kontrollere prosjekteringsprosessen, men den henviser også til at systemet kan være krevende å implementere i organisasjoner. Siden MMI er et relativt nytt system og det er få i bransjen som har tatt det i bruk har det blitt forsket lite på hvordan det egentlig fungerer i praksis, og om en bedrift som tar i bruk systemet vil oppnå fordelene som tidligere forskning henviser til.

Studien ser på bruken av MMI i dagens praksis. Målet med oppgaven er å studere om MMI-systemet fungerer som tiltenkt og indentifisere faktorer som kan videreføres i bruken av MMI. Oppgaven skal besvare problemstillingen som stiller spørsmål til om en bedrift vil oppnå fordelene som tidligere forskning beskriver og hvordan bedriften eventuelt kan oppnå de fordelene. For å besvare problemstillingen søkes det svar på følgende forskningsspørsmål:

1. Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis?
2. Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI?
3. Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?
4. Hva kan sees på som suksessfaktorer i bruken av MMI?

Arbeidet er basert på litteraturstudie og ett case-studie av et prosjekt i Veidekke avd. Trondheim som har tatt i bruk MMI i prosjekteringa. Den kvalitative informasjonen er innhentet med metodene intervju, observasjon av prosjekteringsmøter og dokmnetstudie. Det er gjennomført totalt åtte intervjuer. I tillegg til informanter fra case-prosjektet er det intervjuet to aktører utenfor prosjektet som har erfaring med MMI.

Funnene i studien viser at MMI-systemet inkluderes i fremdriftsplanlegging og forsøkes å implementeres i prosjekteringsprosessen ved å merke objekter i BIM-modellen med modenhet. Som et nytt og ukjent system for aktørene er det krevende å få det til å fungere optimalt. Fordelene som organisasjonen ønsker å oppnå med MMI kan oppsummeres til tydelig avklaring og visualisering av hva som er ferdig prosjektert, effektiv fremdriftsoppfølging og nyttig dokumentasjon i tilknytning endringer og utsettelse. Barrierene som trekkes fram i oppgaven er dårlig system for håndtering av MMI, mangel på felles forståelse, tilgjengelig informasjon og på kunnskap. Suksessfaktorer for videre bruk av systemet blir presentert som engasjerte brukere, tilvenningsperiode, forenkle i starten og å inkludere MMI i fremdriftsplanlegging. For å unngå barrierene og oppnå suksessfaktorene, vil det kreve god planlegging og tilrettelegging av systemet før det tas i bruk av de prosjekterende i prosjektet.

Konklusjonen i oppgaven baserer seg på case-prosjektet Vestbyen Trafostasjon. Det bør derfor forskes videre på om funnene kan relateres til andre prosjekter som tar i bruk MMI. Det vil være nødvendig å ta i bruk MMI-systemet i større grad for å bekrefte funnene i oppgaven og i tillegg videreutvikle systemet for håndtering av MMI.

Abstract

Building Information Modelling (BIM) is a part of the development of the construction industry where old fashioned methods is replaced with new ones. Model maturity index (MMI) is a tool that is considered to further increase the digital development of the industry. The MMI system is performed by marking of maturity on objects or zones in the BIM model, a target with the implementation of MMI is to clearly describe the completion of the objects or the whole BIM model. Previous research indicates that a system such as MMI could do the organizing and the controlling of the design process easier. Previous research also indicates that it can be demanding to implement the system in organizations. Since model maturity index is a new method and it is less experience in the industry regarding the use of the system there have been no research on how MMI works in practice.

This study assesses how MMI is used today. The aim of the assignment is to study whether the MMI system will work as intended and try to identify factors that can simplify further use of MMI. To address the issue, four research questions have been established, the following research questions will be answered:

1. How does the MMI system work in current practice?
2. What does the organization want to achieve with the implementation of MMI?
3. What can be seen as barriers in the use of MMI?
4. What can be considered as success factors in the use of MMI?

This paper is based upon a literature review and followed by a case study. The chosen case was Vestbyen Trafostasjon in Trondheim, which was using MMI in the design process, it was studied through eight interviews, observations of the design meetings and a document study.

The findings show that the MMI system is included in progress planning in project that use MMI and the system is applied in the design process by marking maturity at objects in the BIM model. By implementing MMI in projects the organization wants to achieve benefits as clarification and visualization of completed objects, effective progress managing and useful documentation when changes and postponements happens. Barriers in the implementation of model maturity index is a non-functional system for MMI, lack of common understanding, lack of available information and knowledge. The paper present success factors for further use of MMI. The factors is engaged users, accrual period, simplification at the outset and to include MMI in the progress management. Good planning is required to avoid the barriers and achieve the success factors in the implementation of the system.

The conclusion of the thesis is based on the case study. Therefore, further research should be focus on whether the findings can be related to other projects that is using MMI. The study recommended to involve MMI in a greater extend in the industry to confirm the findings and to further develop the MMI system.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet våren 2020 og utgjør det avsluttende arbeidet av det 5-årige masterstudiet Bygg- og Miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgaven utgjør 30 poeng i emnet *TBA4910-Prosjektledelse*, ved Institutt for bygg og miljøteknikk (IBM). Avhandlingen tar utgangspunkt i arbeidet med prosjektoppgave i emnet *TBA4531 Prosjektledelse, fordypningsprosjekt*, høsten 2019.

Temaet i masteroppgaven, som er «bruk av MMI i BIM-modeller», er valgt i samråd med Veidekke AS avd. Trondheim og min veileder i bedriften Trine Neset. Jeg ble først oppmerksom på temaet gjennom jobbing med BIM-modell i en sommerstudentstilling i 2018 og oppfatter bruk av MMI som en strategi som kan være med på å bidra til utviklingen av byggeprosessen ved bruk av BIM-modell. MMI er fortsatt et mindre utforsket tema i bransjen, noe som gjør det til et spennende tema å fordype seg i.

Studien tar for seg hvordan MMI fungerer i prosjekt som benytter systemet, hvilke barrierer som hindrer at MMI fungerer som tiltenkt og hvilke suksessfaktorer som kan bidra til at MMI blir implementert vellykket og prosjektet oppnår fordeler i forhold til tradisjonell praksis.

Jeg vil takke alle intervjuobjektene som har stilt opp i informasjonsinnhenting til oppgaven. Det rettes en stor takk til Veidekke AS avd. Trondheim for å ha gitt meg mulighet til å benytte Vestbyen Trafostasjon som case-objekt, stilt med flere ansatte som har bidratt med diskusjon av oppgaven og stilt med veileder fra bedriften. Til slutt vil jeg rette en stor takk til min veileder ved instituttet, Olav Torp, for god hjelp i utforming av oppgaven og tilbakemeldinger på arbeidet.

Trondheim, juni 2020



Håvard Finnland Trøite

Innhold

Figurer	xii
Tabeller	xiii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling og forskingsspørsmål	2
1.3 Avgrensing	3
1.4 Begrepsforklaringer	4
1.5 Disposisjon	5
2 Metode	7
2.1 Vitenskapelig metode	7
2.1.1 Vitenskapsteori	7
2.1.2 Forskningsdesign	8
2.1.3 Datainnsamling	8
2.2 Kvalitetsvurdering	9
2.3 Valg av metode	10
2.4 Litteraturstudie	12
2.4.1 Søkeprosedyre	12
2.4.2 Evaluering av litteratur	15
2.5 Case-studie	16
2.5.1 Intervju	17
2.5.2 Observasjon	18
2.5.3 Dokumentstudie	19
2.6 Analyse av informasjon	19
3 Teori	23
3.1 Prosjekteringsprosessen	23
3.1.1 Prosjekteringen	23
3.1.2 Aktiviteter og avhengigheter	24
3.1.3 Iterasjoner	26
3.1.4 Prosjekteringsledelse	26
3.1.5 Fremdriftsplanlegging -og styring	27
3.1.6 Fremdriftsmåling	28
3.2 Modenhetsmodell	28
3.3 Endringsledelse	29
3.4 Bygningsinformasjonsmodeller, BIM	30

3.4.1	Bruksområder.....	31
3.4.2	BIM i prosjektering	32
3.5	Modellstatus	33
3.5.1	Level of development, LoD	33
3.5.2	Modellmodenhetsindeks, MMI	35
3.5.3	Muligheter innen bruken av MMI	36
3.5.4	Utfordringer innen bruken av MMI	37
4	Resultat.....	39
4.1	Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis.....	39
4.1.1	Fremdriftsplanlegging og oppfølging	39
4.1.2	Bruk av BIM -Sammensatt modell	40
4.1.3	Fremgangsmåte for MMI	41
4.1.4	MMI i case-prosjektet	43
4.1.5	Samarbeid og kommunikasjon	44
4.1.6	Avhengigheter	45
4.1.7	Arbeidsleveranser	46
4.2	Hva ønsker organisasjonen å oppnå med MMI.....	48
4.2.1	Effektiv oppfølging	48
4.2.2	Avklaringer.....	49
4.2.3	Unngå iterasjoner og omarbeid	49
4.2.4	Kommunikasjon og samarbeid	50
4.3	Barrierer som hindrer MMI å fungere som tiltenkt.....	50
4.3.1	Dårlig system for å håndtere MMI.....	50
4.3.2	Nye systemer	51
4.3.3	Endringer	51
4.3.4	Mangel på informasjon og kunnskap	52
4.3.5	Merarbeid.....	53
4.3.6	Mangel på felles forståelse	53
4.4	Suksessfaktorer	54
4.4.1	System for å håndtere MMI	54
4.4.2	Enkelt og intuitivt rammeverk for MMI	55
4.4.3	Felles forståelse	56
4.4.4	Informasjon og kunnskap.....	57
5	Diskusjon.....	59
5.1	Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis.....	59
5.1.1	Fremdriftsplanlegging- og oppfølging	59
5.1.2	Avhengigheter	60

5.1.3	Fremgangsmåte for MMI	60
5.1.4	Samarbeid og kommunikasjon	63
5.2	Hva organisasjonen ønsker å oppnå med MMI.....	64
5.2.1	Effektivisering av prosjekteringsprosessen	64
5.2.2	Tydelige avklaringer	65
5.2.3	Mindre iterasjoner og omarbeid.....	66
5.2.4	Kommunikasjon og samarbeid	66
5.3	Barrierer som hindrer MMI å fungere som tiltenkt.....	67
5.3.1	Dårlig system for å håndtere MMI.....	67
5.3.2	Endringer	68
5.3.3	Mangel på felles forståelse	69
5.3.4	Mangel på informasjon og kunnskap	70
5.4	Suksessfaktorer	70
5.4.1	Enkelt og intuitivt rammeverk for MMI	70
5.4.2	System for å håndtere MMI	71
5.4.3	Felles forståelse	72
5.4.4	Informasjon og kunnskap.....	73
5.5	Oppsummering av diskusjon.....	74
5.5.1	Dagens praksis og fordeler organisasjonen ønsker å oppnå med MMI	74
5.5.2	Faktorer for videre bruk av MMI.....	75
5.5.3	Fremgangsmåte for bruk av MMI.....	78
5.5.4	Innholdsbeskrivelse av MMI-nivåer med begrunnelse.....	78
6	Konklusjon	81
6.1	Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis?	81
6.2	Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI?.....	81
6.3	Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?	82
6.4	Hva kan ses på som suksessfaktorer i bruken av MMI?	82
6.5	Forslag til videre arbeid.....	83
	Referanser.....	85
	Vedlegg.....	89

Figurer

Figur 1: Forskningsløken, ulike nivå for valg av forskningsmetode (Saunders <i>et al.</i> , 2009), hentet fra (Busch, 2013).....	7
Figur 2: Grafisk fremstilling av sammenhengen mellom reliabilitet og validitet (Poldrack, 2020)	10
Figur 3: Grafisk fremstilling av forskningsdesignet	12
Figur 4: Stegene i søkeprosessen (Timmins og McCabe, 2005).....	13
Figur 5: Stegene i evaluering og utvalgelse av litteratur	15
Figur 6: Grafisk fremstilling av fremgangsmåte i <i>The Constant Comperative Method</i> , basert på forslag fra (Savin og Major, 2013; Knotten <i>et al.</i> , 2017).....	20
Figur 7: Oppdeling innad i forskningsspørsmålene i analyseprogrammet NVivo.....	20
Figur 8: Antall koder i NVivo i tilknytning til hvert forskningsspørsmål.....	21
Figur 9: Figur fra NVivo som viser hvor stor andel av kodene som kommer fra de forskjellige intervjuene.....	21
Figur 10: Sammenhengen mellom prosesser (Eikeland, 2001).	23
Figur 11: Fasene i prosjekteringen, inspirert av (Westgård, Arge og Moe, 2010)	24
Figur 12: Illustrasjon av prosjekteringsaktivitet og hvilke forutsetninger den må oppnå for å bli sunn (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010).	24
Figur 13: Sammenhengen mellom aktiviteter, hentet fra (Knotten <i>et al.</i> , 2015).	25
Figur 14: Eksempel på oppsettet til lappeteknikk (Jansson, Viklund og Lidelöw, 2016) ..	27
Figur 15: Nivåene i en modenhetsmodell for prosjektledelse utarbeidet av Kwak og Ibbs (2002)	29
Figur 16: Kommunikasjon via BIM, basert på (Van Berlo <i>et al.</i> , 2012).....	32
Figur 17: Grafisk presentasjon av LoD-verdier, (BIMForum, 2019).....	34
Figur 18: Forslag for tidspunkt for de forskjellige LoD-verdiene, (Grytting <i>et al.</i> , 2017) .	35
Figur 19: MMI-verdiene som milepæler for prosjekteringsprosessen, (Fløisbomm <i>et al.</i> , 2018)	36
Figur 20:MMI benyttet i prosjekteringsplanlegging, (Fløisbomm <i>et al.</i> , 2018)	37
Figur 21: Utklipp fra den sammensatte modellen av bygget i case-prosjektet, funnet i gjennomgang av prosjektfiler i SharePoint.....	41
Figur 22: Fremgangsmåte for MMI i Norconsult, presentert i intervju med BIM-koordinator.....	41
Figur 23: Struktur i SharePoint som inkluderer MMI-merking av fil-leveranser, presentert i intervju	42
Figur 24: MMI-nivåer presentert i intervju	43
Figur 25: Forslag til innhold i de forskjellige MMI-nivåene, tilsendt etter observasjon av planleggingsmøte.	43
Figur 26:MMI-nivåer som filter for å vise hva som har hver grad i modellen.....	44
Figur 27: Fremdriftsplan for prosjektet hentet fra dokumentgjennomgang	46
Figur 28: Oppsett i mappe for fil-levering i SharePoint	47
Figur 29: Fargefilter for å vise MMI-verdiene til objektene i den sammensatte modellen	49
Figur 30: Objekter i prosjektets sammensatte modell som ikke er merket med MMI	54
Figur 31: Visualisering av MMI-grad og fremdrift til de forskjellige fagene i henhold til arbeidspakkene, presentert i intervju.....	55
Figur 32: Sammensatt modell med fargefilter som viser modenhet til objekter i sammensatt modell	56
Figur 33: Tabell med begrunnelse for hvorfor hvert fag må levere arbeid i enhold til MMI-grad og fastsatte tidspunkt, presentert i intervju	58

Tabeller

Tabell 1: Begreper og forkortelser	4
Tabell 2: Disposisjon.....	5
Tabell 3: Metoder for informasjonsinnhenting.....	9
Tabell 4: Metoder for informasjonsinnhenting tilknyttet forskningsspørsmålene.....	11
Tabell 5: Oversikt over søkeord, med beskrivelse og oversettelse.....	14
Tabell 6: Kombinasjoner av søkeord, med funksjoner for kombinasjoner, og antall treff i de forskjellige søkemotorene og databasene	14
Tabell 7: Kriteriene i TONE-prinsippet (HVL, 2019).	16
Tabell 8: Intervjuobjekter	18
Tabell 9: Sammenligning av antall MMI-nivåer	61
Tabell 10: Oppsummering av de viktigste punktene i diskusjon for å ta i bruk MMI.	77
Tabell 11: Forslag til oppsett med innholdsbeskrivelse av MMI-nivå som inkluderer begrunnelse.....	79

1 Introduksjon

Underkapitlene tar for seg bakgrunnen for temaet i oppgaven, problemstilling og forskningsspørsmål, avgrensinger og disposisjon.

1.1 Bakgrunn

I bygg- og anleggsnæringen har det vært lav produksjonsutvikling sammenlignet med andre næringer de senere årene (Andersen og Langlo, 2016). Det er mye som tyder på at det ligger et stort potensial i byggebransjen for forbedring gjennom blant annet standardisering av prosesser, økt informasjonsflyt, helhetlig planlegging og samhandling (Fulford og Standing, 2014). For å bidra til å endre denne utviklingen, viser tidligere forskning at fokus på tidlig fase i prosjektet og prosjekteringsprosessen kan redusere usikkerhet, øke kvalitet og forbedre resultat på prosjektet (El. Reifi og Emmitt, 2013). Prosjekteringsprosessen utgjør en sentral del av prosjektet, men en mindre del av prosjektkostnaden (Westgård, Arge og Moe, 2010). Den er vesentlig for å skape et suksessfullt prosjekt, og dermed viktig i målet om å øke produktiviteten (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010). Prosjekteringen kan være kaotisk og iterativ, og med høy usikkerhet. Aktørene i prosjekteringen må både utvide og innsnevre handlingsrommet for å oppnå mest mulig verdiskapning i prosessen (Knotten *et al.*, 2015), og det må fokuseres på å redusere antall unyttige iterasjoner i prosjekteringen (Ballard, 2000).

Byggebransjen er organisert i tilknytning til prosjekter, noe som vil medføre at fokuset på innovasjon og effektivisering kan knyttes til gjennomføringen av prosjekter. For å styre kunnskap enkelt og effektivt, vil det være viktig med klare strategier og retningslinjer (Suresh *et al.*, 2016). Bransjen utvikles og gamle arbeidsmetoder byttes ut med nye, der BIM (byggningsinformasjonsmodell) er en del av utviklingen (Westgård, Arge og Moe, 2010). BIM har blitt tatt i bruk i stor grad i bygg- og anleggsbransjen og kan brukes som et verktøy i prosjekt- og prosjekteringsledelse. Samtidig kan BIM brukes til geometrisk modellering av prosjektets utforming og bruken blir stadig større for hvert år som går (Bryde, Broquetas og Volm, 2013). Det vil være mulig å oppnå større effektivitet med det nye verktøyet, og arbeidsmetodene som det medfører, ved å implementere BIM på riktig måte (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2016).

Prosjekteringsprosessen kan være krevende å lede (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010). Og med den økte bruken av BIM i prosjekteringen, vil det være behov for en annerledes ledelsesstrategi enn for tradisjonell prosjektering (Abou Ibrahim og Hamzeh, 2017; Jackson, 2020). Riktig bruk av BIM kan gi prosjekteringsgruppen en bredere forståelse for plassmangel, feil og mangler på tvers av fagfeltene og eventuelle konflikter (Moum, 2008). En fordel en kan oppnå med BIM, er at modellen blir kjernen for informasjonsflyten (Knutsen, 2014).

Før det skal prosjekteres med BIM må oppgavene planlegges med hensyn på spørsmålene hvilket bygningselement, fra hvilket fag, til hvilket tidspunkt og til hvilket utviklingsnivå (Hooper, 2015). Etter hvert som modellen og modellobjekter utvikler seg gjennom fasene i prosjektet, er det vanlig at detaljeringsgraden og informasjonsmengden øker (Schade, Olofsson og Schreyer, 2011). Level of Development (LoD) ble videreutviklet av det Amerikanske institutt for arkitekter (AIA) for å opprettholde og styre kvalitet og rekkefølge i prosjekteringen av modellelementer i BIM (Bedrick, 2013). Bygg -og anleggsnæringen

har behov for et standardisert språk som beskriver ferdiggraden til objektene og modellen på en entydig måte, presiserer Fløisbomm *et al.* (2018) i en publikasjon, som er utarbeidet av Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA), Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) og Arkitektbedriftene. MMI (modellmodenhetsindeks) beskriver modningsgraden av objektene i BIM-modeller ved bruk av omforente tallkoder. Det er ganske likt konseptet LoD (Level of Development), men skal være mer rettet mot prosessene (Fløisbomm *et al.*, 2018).

Spesielt i prosjekteringsfasen, som ofte består av omgjørelser og itererende prosesser (Ballard, 2000), kan strategier som MMI være til god hjelp for å strukturere og kontrollere leveringer av arbeid og informasjon (Hooper, 2015). Dette skal være et system og kodespråk som er utviklet blant annet for å forbedre kommunikasjon og informasjonsflyt mellom aktørene i prosjekteringsprosessen, og det skal beskrive i hvor stor grad man kan stole på informasjonen i modellen.

Det er forventet at bruken av konseptet LoD, og da også MMI, skal bidra til økt produktivitet og mer effektiv modellutvikling (Bedrick, 2013). I tidligere forskning poengteres det at systemet kan være krevende å ta i bruk. Krevende implementering kan skyldes usikkerhet rundt systemet, systemet oppleves som avansert eller mangel på felles forståelse for hva som skal inngå i de forskjellige gradene (Hooper, 2015).

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Tidligere forskning peker på at ved å benytte MMI (modellmodenhetsindeks) i BIM-modeller kan det være mulig å oppnå en mer effektiv og strukturert prosjekteringsprosess. Men vil en bedrift som tar i bruk konseptet oppnå dette i praksis? MMI er et relativt nytt system som er ukjent for mange aktører i byggebransjen, det vil derfor være interessant å avdekke hva som oppleves som barrierer tilknyttet bruken av MMI. Hvordan skal en bedrift ta i bruk MMI for å oppnå fordelene som tidligere forskning viser til?

Målet med oppgaven er å se om systemet MMI fungerer som tiltenkt og forsøke å utarbeide et skjema med funn i oppgaven, for videre bruk av MMI. Et slik skjema innebærer suksessfaktorer, som kan bli videreført til bruk av MMI i senere prosjekt, og tiltak mot eventuelle barrierer. Målet kan bidra til å synliggjøre en eventuell effekt ved bruk av dette konseptet.

For å utdype problemstillingen er det utarbeidet forskningsspørsmål som masteroppgaven skal bidra til å svare på. Det er ønskelig at forskningsspørsmålene skal underbygge problemstillingen og gi innblikk i temaet. Forskningsspørsmålene skal også danne grunnlag for drøfting og besvare oppgavens formål. De etablerte forskningsspørsmålene er:

1. Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis?
2. Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI?
3. Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?
4. Hva kan ses på som suksessfaktorer i bruken av MMI?

Første forskningsspørsmål skal belyse hvordan MMI-systemet benyttes og fungerer i dagens praksis. Dette kan gi et innblikk i om dagens praktisering av MMI i byggebransjen ligner på tidligere forsknings tilnærming til systemet.

Det neste forskningsspørsmålet forsøker å avdekke hvilke fordeler organisasjoner som tar i bruk MMI ønsker å oppnå. Med det spørsmålet er målet å finne positive insentiver for å implementere MMI i byggeprosjekter.

Det tredje forskningsspørsmålet skal finne utfordringer og barrierer som kan gjøre det vanskeligere å få innført MMI i prosjekter. Det rettes mot brukerne av systemet, og hvilke ulemper de ser med å benytte MMI. Ved å svare på dette spørsmålet, kan det avdekke faktorer som organisasjonen bør unngå for videre bruk av MMI. På den måten kan bruken av MMI forbedres.

Det siste forskningsspørsmålet tar for seg det som blir sett på som suksessfaktorer som er positive med MMI, og som kan gjøre implementeringen av systemet enklere. Det er ønskelig å finne faktorer en kan ta med videre for å gjøre systemet bedre.

1.3 Avgrensning

Oppgaven avgrenses til å ta for seg bruken av MMI i prosjekt med BIM-modell i bygg- og anleggsnæringen. Hovedfokuset er på prosjekteringsprosessen og anvendelsen av kodespråket MMI hvor BIM ses på som en prosess, ikke bare et verktøy. Dette er for å utforske hvorvidt potensialet til MMI kan utnyttes i prosjekter. Studien avgrenses videre av problemstilling og forskningsspørsmålene, som ble utarbeidet i starten av jobbingen med masteravhandlingen.

Masteroppgavens varighet medfører en tidsbegrensning for forskningen. Innsamlingen av empiriske data ble kun gjennomført våren 2020, mens litteraturstudiet startet høsten 2019. Det teoretiske grunnlaget begrenses til utvalgt litteratur, som er funnet i løpet av tiden som det er arbeidet med oppgaven. Litteraturen som er benyttet i masteroppgaven, er listet opp til slutt under overskriften Referanser.

Datainnsamlingen som er gjort i form av intervju, er hentet i nettverket til entreprenørbedriften Veidekke. Innsamlingen er begrenset til personer som har vært involvert, eller har erfaring i bruken av MMI. Dokumentanalysen og observasjon er avgrenset til case-prosjektet til oppgaven, case-prosjektet er Vestbyen Trafostasjon i Trondheim. Resultatene må ses i lys av de nevnte begrensingene. Det er likevel gjort intervjuer med personer utenfor bedriften og det tilhørende case-prosjektet for å øke validiteten på forskningen.

1.4 Begrepsforklaringer

I Tabell 1 presenteres begreper og forkortelser som benyttes i oppgaven.

Tabell 1: Begreper og forkortelser

Begrep	Forklaring
MMI	Modellmodenhetsindeks/ Model Maturity Index
BIM	Bygningsinformasjonsmodell/ Building Information Modelling, blir også omtalt som BIM-modell og modell i denne oppgaven.
LoD	Level of Development
Prosess	En kjede av aktiviteter som leder fra en tilstand til en annen.
Organisasjon	Omfatter et sett av roller og folk som innehar rollene.
Prosjektering	Underordnet prosess i byggeprosessen, der tegninger og arbeidsunderlag utarbeides.
Objekt	Blir i denne oppgaven brukt om objekter i BIM-modell. Representerer ting som skal bli bygget.
Aktør	Deltaker i byggeprosessen, kan for eksempel være en organisasjon, et firma, en gruppe eller et individ.
ARK	Arkitekt
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
RIE	Rådgivende ingeniør elektro
IFC-fil	Forkortelse for Industry Foundation Classes. Filformat for objekter i 3D. Formatet er programnøytralt (tegningsprogram på PC), og filene kan settes sammen i en felles BIM-modell. Benevnelsen brukes i denne oppgaven som produktet de prosjekterende leverer fra seg.
SharePoint	Online-program for deling av informasjon og fil-leveranser i prosjektet.

1.5 Disposisjon

Masteroppgaven består av seks kapitler. Disposisjon og leserveiledning er presentert i Tabell 2. I tillegg er referanseliste og vedlegg med på slutten av oppgaven.

Tabell 2: Disposisjon

Kapittel	Navn	Beskrivelse
1	Introduksjon	Kapitlet inneholder bakgrunn for oppgaven, problemstilling og forskningsspørsmål. Avgrensning for arbeidet med oppgaven og begrepsforklaring blir lagt frem.
2	Metode	Kapitlet tar for seg ulike forskningsmetoder, presentasjon og begrunnelse for valgt metode og framgangsmåte for det benyttede metodene. Oppgavens case-prosjekt blir også presentert.
3	Teori	Kapitlet utgjør det teoretiske grunnlaget med litteratur som er innhentet i arbeidet med oppgaven. Formålet er å vise tidligere forskning som er relevant innen temaet.
4	Resultat	Kapitlet presenterer den innhentede empiri som er gjort med intervju, dokumentgjennomgang og observasjon. Det er delt opp i resultatene som omhandler de fire forskningsspørsmålene.
5	Diskusjon	Kapitlet diskuterer hvert forskningsspørsmål ved hjelp av det som er lagt frem i Teori og Resultat. Målet er å reflektere over funnene i oppgaven i sammenheng med teorigrunnlaget.
6	Konklusjon	Kapitlet presenterer konklusjon på problemstilling og forskningsspørsmål til oppgaven med bakgrunn i resten av masteroppgaven. Forslag til videre arbeid legges også til.

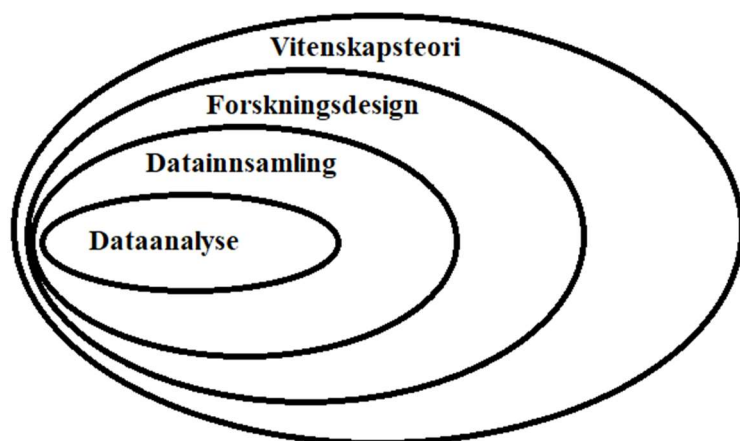
2 Metode

Valg av metode og bevissthet rundt vitenskapelig metode er viktig for å danne et godt grunnlag for forskningen, og oppgaver med egen empiri bør ha et utdypende kapittel om forskningsmetode (Busch, 2013). Metodebeskrivelsen gir en vitenskapelig skolering og gir leseren mulighet til å vurdere grunnlaget for konklusjonene (Olsson, 2011). Dette metodekapitlet skal presentere metode for å anskaffe empirisk informasjon, kvalitetssikring og analyse av innhentet informasjon. Det skal også bidra til oppgavens troverdighet. Målet er å belyse både sterke og potensielt svake sider ved den metodiske tilnærmingen (Krumsvik, 2014).

2.1 Vitenskapelig metode

2.1.1 Vitenskapsteori

Det vitenskapelige utgangspunktet er et overordnet spørsmål og påvirker senere valg i den metodiske tilnærmingen, som vist i Figur 1, og formålet med å definere det dreier seg om å beskrive hvordan man går fram for å beskrive virkeligheten (Busch, 2013).



Figur 1: Forskningsløken, ulike nivå for valg av forskningsmetode (Saunders *et al.*, 2009), hentet fra (Busch, 2013).

Busch (2013) peker på at de mest grunnleggende vitenskapelige utgangspunktene som må diskuteres er ontologi, epistemologi og metodologi. Begrepene kan oppsummeres til at ontologi knyttes til våre forestillinger om hvordan verden ser ut, epistemologi er knyttet til hvordan og i hvor stor grad vi kan skaffe oss kunnskap om verden og metodologi handler om de grunnleggende metodene som benyttes for å oppnå kunnskap. Sammenhengen blir dermed at forskningen baseres på forskerens oppfatning av verden ut ifra eget ståsted og rammeverk (teori, ontologi) med spørsmål (epistemologi) som undersøkes på forskjellige måter (metodologi, analyse).

Forholdet mellom induktiv og deduktiv forskning er en viktig prinsipiell dimensjon i vitenskapelig utgangspunkt (Busch, 2013). Induktiv forskningsmetode tar ikke med hypoteser eller teorier inn i tilnærmingen av empiri, det blir dermed samlet empiri som senere blir analysert. I det tilfellet går forskeren fra empiri til teori (Busch, 2013). Deduktiv

forskningsmetode går derimot ut på å bekrefte/avkrefte hypoteser og har dermed utgangspunkt i eksisterende teorier. En mer pragmatisk tilnærming er abduktiv metode, der forskeren beveger seg mellom teori og empiri og det teoretiske utgangspunktet justeres etter hvert som empirien samles inn og det utvikles nye teorier (Busch, 2013).

2.1.2 Forskningsdesign

Forskningsdesignet kan kobles til epistemologien, altså hvordan skaffe oss kunnskap om verden. Busch (2013) beskriver at det første prinsipielle spørsmålet i en rekke av flere spørsmål innen forskningsdesign, er valg av ekstensivt eller intensivt design. Ekstensivt design kan kort beskrives ved at det samler inn overflatedata fra mange kilder, mens intensivt går mer i dybden på færre kilder.

Det er vanlig å skille mellom kvantitativ og kvalitativ forskning i empirisk forskning. (Olsson, 2011). Kvantitativ metode tar utgangspunkt i tall og det som er målbart og har ofte høy grad av etterprøvbarehet. Kvantitativ forskningsmetode benytter ofte tall som måleenhet med ekstensiv undersøkelsestype og et formål om å bekrefte/avkrefte hypoteser, hvor forskeren i tillegg har distanse til dataene som blir innsamlet. (Olsson, Sörensen og Bureid, 2003). Dermed egner kvantitativ forskning seg godt hvis det er store mengder data som skal analyseres.

Kvalitativ forskningsmetode baserer seg på muntlig eller tekstlig informasjon og tar for seg få studieobjekter. Det er typisk for kvalitative studier at det søkes etter prosesser og mekanismer, virkelighetsoppfatninger, og hva slags betydning de faktorene har (Tjora, 2017). I kvalitative metoder ligger det ofte et fokus på å oppnå en helhetsforståelse (Olsson, 2011). Kvalitativ forskningsmetode benytter ord som måleenhet med intensiv undersøkelsestype og har et formål om å utvikle teori, hvor forskeren har nærhet til problemstillingen og dataene. En utfordring med kvalitativ metode er etterprøvbareheten.

Tidsperspektivet i forskningsdesignet må ta hensyn til om det skal samles inn data på ett eller flere tidspunkt (Busch, 2013). Alternativene er å gjennomføre en tverrsnittsundersøkelse, ved å samle inn data på ett tidspunkt, eller å samle inn data på flere tidspunkt, som kan gi mulighet til å analysere komplekse utviklingstrekk. Utfordringen ligger ofte i at masteroppgaver skrives i løpet av et semester, og dermed kan tiden bli for knapp til å samle inn data på flere tidspunkt (Busch, 2013).

Det er flere typer hoveddesign for en oppgave med egen empiri, mulighetene er blant annet eksperimenter, evalueringsforskning, casestudier og aksjonsforskning. Valg av hoveddesign henger ofte sammen med tidligere valg av metoder i forskningsdesignet. Eksperimenter kan knyttes til kvantitativ metode mens evalueringsforskning kan benytte både kvalitativ og kvantitativ metode (Busch, 2013).

En caseundersøkelse kan beskrives som en empirisk tilnærming som undersøker et midlertidig fenomen der det er en uklar grense mellom kontekst og fenomen (Yin, 2014). Casestudier kan gi gode resultat fra ulike fagfelt, men resultatene vil alltid være avhengig av tid og sted for datainnsamlingen (Olsson, 2011).

2.1.3 Datainnsamling

Det er flere metoder for datainnsamling til en studie, vanlige former for innhenting av informasjon kan være dokumentgjennomgang, intervju, deltakende observasjon, spørreundersøkelser etc. (Olsson, 2011). Forskningsdesignet, og til en viss grad vitenskapelig ståsted, legger ofte føringer for valg av metode for datainnsamling (Busch,

2013). Tabellen under viser hvilke typer datainnsamling som passer til kvantitativ og kvalitativ forskning.

Tabell 3: Metoder for informasjonsinnhenting

Type datainnhenting	Kvantitativ	Kvalitativ
Dokumentgjennomgang		X
Bruk av eksisterende data	X	
Intervju		X
Deltakende observasjon		X
Spørreundersøkelser	X	
Målinger	X	

For en datainnsamling må det også velges datakilder, variabler i innsamlingen og operasjonalisering av variablene. Busch (2013) påpeker at valg av datakilder må velges slik at de har de nødvendige forutsetningene til å bidra med å svare på forskningsspørsmålene. Valg av variabler styres også av forskningsspørsmålene, variablene utgjør en del av begrensingene i oppgaven, ved at det for eksempel ikke kan være ubegrenset med spørsmål i et intervju, og det må avgjøres om de skal dekke dybde eller bredde innen fagfeltet i datainnsamlingen. Operasjonalisering av variablene kan gjerne gjøres ved at hvert forskningsspørsmål får egen avdeling i for eksempel intervjuguiden, slik at respondentene får mulighet til å reflektere rundt de (Busch, 2013).

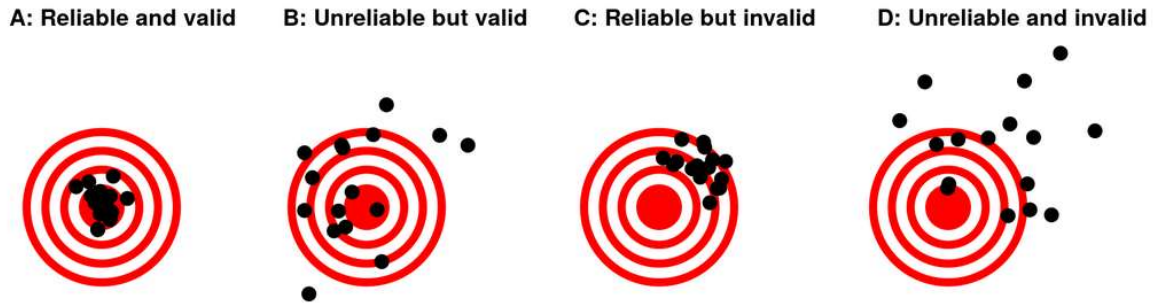
2.2 Kvalitetsvurdering

Pålitelighet, gyldighet og generaliserbarhet blir ofte benyttet som kvalitetskriterier innen kvalitativ forskning. Påliteligheten knyttes til den interne logikken til forskningen gjennom hele prosessen (Tjora, 2017). Det er det samme som reliabilitet og handler om målekvalitet, altså om man kan stole på de innhentede dataene (Busch, 2013). Det knyttes opp imot etterprøvbarehet og forteller om i hvilken grad forskningen kan gjentas senere, eventuelt av andre forskere (Krumsvik, 2013). Reliabilitet kan dermed testes ved etterprøving, og den blir et mål på om målingene er gjort på riktig måte (Olsson, 2011). Målet med reliabilitet er å minimere muligheten for feil og systematisk avvik i resultatene fra forskningen (Yin, 2014).

Busch (2013) beskriver at gyldighet handler om i hvor stor grad vi måler det vi har tenkt til å måle. Det er synonymt med validitet og fokuserer på den logiske sammenhengen mellom prosjektets utforming og funn (Tjora, 2017). Det er viktig å ta i betraktning i hvor stor grad vi måler det vi ønsker å måle og om observasjonene representerer de fenomenene som er ønskelig å studere. Validiteten beskriver hvor godt den innhentede informasjonen illustrerer kjernen i problemstillingen (Olsson, 2011). Ved å beskrive hvordan forskningen har foregått, og beskrive en klar sammenheng mellom metodene som er brukt, kan man styrke validiteten til forskningen (Larsen, 2017).

Generaliserbarhet representerer forskningens relevans utover det som faktisk er undersøkt og om den kan benyttes senere (Tjora, 2017).

Sammenhengen mellom reliabilitet og validitet er vist i Figur 2, der målet er å oppnå både høy reliabilitet og høy validitet. Det er faktorer som det er viktig å ta hensyn til for å sikre kvaliteten på forskningen (Busch, 2013). Det er også forsøkt i arbeidet med denne masteroppgaven. Figur 2: Grafisk fremstilling av sammenhengen mellom reliabilitet og validitet (Poldrack, 2020)



Figur 2: Grafisk fremstilling av sammenhengen mellom reliabilitet og validitet (Poldrack, 2020)

2.3 Valg av metode

Det må foretas en rekke valg knyttet til forskningsmetodene i en vitenskapelig undersøkelse (Busch, 2013). Dette delkapitlet skal beskrive og begrunne metodiske valg som er tatt i arbeidet med denne oppgaven. Dette er viktig slik at leseren får mulighet til å vurdere grunnlaget for konklusjonene senere i oppgaven (Olsson, 2011).

Forskningen i oppgaven tar utgangspunkt i forskningsspørsmålene som ble utarbeidet og definert innledningsvis i arbeidet med studien. Forskningsspørsmålene, og måten de er stilt på, legger hovedsakelig opp til induktiv forskningsmetode. De er formet slik at de ikke legger opp til å bekrefte/avkrefte hypoteser, slik deduktiv metode gjør, men søker heller svar ved at empiri blir innhentet uten noen spesielle forventninger om hva som er resultatet, som er et kjennetegn for induktiv forskning (Busch, 2013). Formålet med oppgaven, som blant annet er å se på om systemet MMI fungerer, indikerer derimot en mer deduktiv tilnærming. Det er også funnet teori i prosjektoppgaven, som var innledende til denne masteroppgaven, som påvirker tilnærmingen av empiri, noe som også peker i deduktiv retning. Et godt vitenskapelig utgangspunkt kan derfor være abduktiv metode for denne oppgaven, slik at forskningen kan bevege seg mellom teori og empiri.

Det er valgt kvalitativ metode for denne studien med tanke på at problemstillingen er kompleks. Valget stemmer godt overens med anbefalinger innen metodelære, som blant annet påpeker at kvalitativ metode fokuserer på å oppnå en helhetsforståelse. (Olsson, 2011). Det vil gjøre det lettere å gå i dybden innen temaet, men det er viktig å huske at det å overføre resultatene til andre situasjoner kan være en svakhet med metoden (Busch, 2013). Tidsbegrensingen til oppgaven er også en grunn til å innhente kvalitativ empiri, kontra kvantitativ innen temaet.

Tidsperspektiv vil i hovedsak tilsi en tverrsnittsundersøkelse, men for å best mulig oppnå en helhetsforståelse, og forsøke å oppnå hensikten med oppgaven, vil noen av informantene bli intervjuet i flere omganger. De intervjuene som blir tatt med samme informant, men på forskjellige stadier i prosessen, vil da avvike fra tverrsnittsundersøkelse.

Hoveddesignet for forskningen vil basere seg på litteraturstudie og case-studie som benytter intervju, dokumentstudie og observasjon, der metodene for informasjonsinnhenting er beskrevet i Kapittel 2.4 og 2.5. Det har også blitt sett på som nødvendig å ta intervju med relevante informanter utenom case-objektet for denne oppgaven for å få et bredere datagrunnlag, valg av intervjuobjekter kommer fram i Tabell

8. Valgene for hoveddesign kan begrunnes i at litteraturstudie vil være en fornuftig start for å danne et godt teoretisk grunnlag til et studie (Yin, 2014). Yin (2014) beskriver også at en case-studie kan være relevant for en spørrende problemstilling der forskningsspørsmålene inneholder spørreordene hvilke og hvordan.

Ulempen med bruk av case-studie og kvalitativ informasjonsinnhenting som en del av hoveddesignet, kan være at det er mindre pålitelig enn metoder som spørreundersøkelser og eksperimentell metode og at metoden er lite egnet til statistisk generalisering (Yin, 2014).

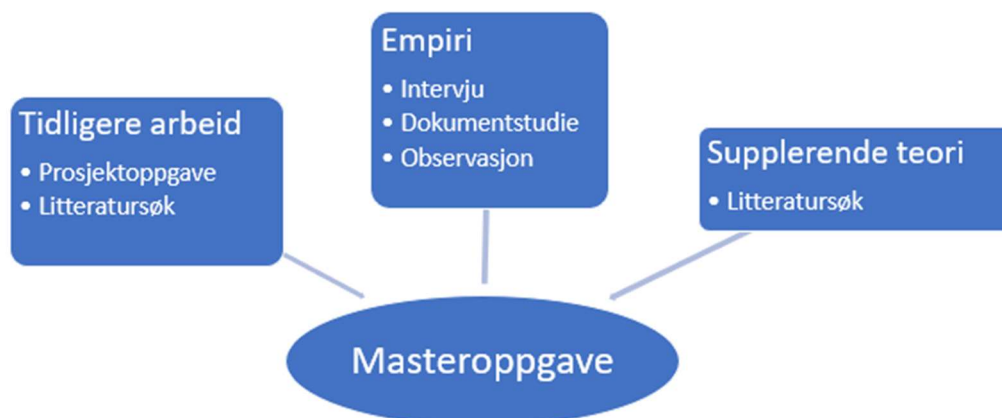
Arbeidet med prosjektoppgaven ga kunnskap og innsikt innen temaet MMI, dermed vil det være naturlig å videreføre en del av det teoretiske grunnlaget til masteroppgaven. Det vil likevel være nødvendig å supplere med mer teori og litteratur for å få nok informasjon til masteroppgaven

I Tabell 4 er det listet opp de valgte metodene for informasjonsinnhenting som kan passe til å besvare de forskjellige forskningsspørsmålene.

Tabell 4: Metoder for informasjonsinnhenting tilknyttet forskningsspørsmålene.

Forskningsspørsmål	Metode for datainnhenting
1. Hvordan fungerer systemet i dagens praksis?	Dokumentgjennomgang Intervju Observasjon
2. Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI?	Litteratursøk Intervju Observasjon
3. Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?	Intervju Observasjon Dokumentgjennomgang
4. Hvilke faktorer kan bidra til at prosjektprosessen blir mer effektiv med bruk av MMI i BIM-modeller?	Litteratursøk Intervju Observasjon

Sammen med arbeidet fra prosjektoppgaven, utgjør litteraturstudiet og case-studien forskningsdesignet for masteroppgaven, som vist i Figur 3, og målet er å besvare forskningsspørsmålene og at hensikten med oppgaven skal oppnås.



Figur 3: Grafisk fremstilling av forskningsdesignet

De forskjellige metodene kan ha svakheter, men ved å benytte triangulering, som betyr å bruke forskjellige metoder og kilder, kan man forsøke å kompensere for svakhetene ved og avdekke feil eller ufullstendigheter i funnene, eventuelt kontrollere at funnene er riktige (Olsson, 2011; Yin, 2014).

2.4 Litteraturstudie

Litteraturstudiet startet i forbindelse med prosjektoppgave i emnet *TBA4531 Prosjektledelse, fordypningsprosjekt* ved NTNU høsten 2019, og hadde til hensikt å finne relevant litteratur som kunne brukes i prosjektoppgaven og senere masteroppgave. Det er i tillegg gjort flere litteratursøk for å finne supplerende teori etter at arbeidet med masteravhandlingen startet og problemstilling og forskningsspørsmål ble endelig formulert. Litteraturstudiet til prosjektoppgaven og teorien derifra har vært med på å legge grunnlaget for videre søk og utarbeiding av forskningsspørsmål til denne oppgaven.

I tillegg til å finne aktuell litteratur, som kan benyttes til analyse og refleksjon over funn fra øvrig informasjonsinnhenting, vil et litteraturstudie øke bevisstheten rundt tidligere forskning innen temaet (Timmins og McCabe, 2005). Litteratursøket skal bidra til å finne litteratur som forklarer den empiriske diskusjonen og forskningsresultat, det har ikke som hensikt å presentere nåværende status for dagens forskning (Krumsvik, 2013).

2.4.1 Søkeprosedyre

Litteraturstudiet er utført med søkeprosedyre og teknikker som inspirert av (Olsson, 2011), (Timmins og McCabe, 2005) og kurs i litteratursøk med (Lohne, 2019). Dermed er kildene som er tatt opp til evaluering i hovedsak basert på fagfelleverderte artikler som er funnet via søk i databaser eller ved hjelp av «snøballmetoden» (Lohne, 2019). Snøballmetoden går ut på å følge referanser i allerede innsamlet litteratur, det er såkalt bakover snowballing. I tillegg er også tidligere masteroppgaver og artikler som ikke er fagfellevurdert, men som virker relevant til temaet, tatt i betraktning for å få bedre innsikt innen temaet. Et forslag til en stegvis modell for litteratursøk som anbefalt av Timmins og McCabe (2005) er presentert i Figur 4.

Stages in the search process

Identify a topic of interest and spend time identifying keywords



Using keywords conduct a search (electronic and/or manual) of relevant literature



Review all references sourced and retrieve a copy of relevant references



Read all relevant material sourced and identify new references through citations



Organize all material in preparation for analysis and integration in the review

Figur 4: Stegene i søkeprosessen (Timmins og McCabe, 2005)

Søkeprosedyren i litteraturstudie til denne oppgaven hadde disse stegene:

1. Definere søkeord som er relevant for problemstillingen og som samsvarer med temaet for oppgaven som for eksempel: «MMI», «BIM» og «LoD».
2. Opprettet søk i søkemotorene Google Scholar, Scopus og Oria (Norsk universitetssøkemotor, tidligere BIBSYS) med de definerte søkeord. For å øke sannsynligheten for relevante funn så ble flere av søkeordene oversatt til engelsk. Kombinerte flere søkeord og la inn filter på søkeordene for å avgrense søkene. Søkerord med beskrivelse og oversettelsene er listet opp i

Tabell 5. Kombinasjoner og antall treff er listet opp i Tabell 6.

3. Leste overskrifter og abstrakt og la relevante funn i tabell i *Excel* og referanseprogrammet *EndNote*. Leste deretter igjennom de mest relevante funnene, basert på relevans og kvalitet. Kvaliteten ble rangert i følgende rekkefølge: vitenskapelig artikkel, konferanseartikkel, masteravhandling og offentlig rapport (Lohne, 2019).
4. Vurderte så kvaliteten på kildene, som gikk videre fra groveselekteringen, ut ifra ei TONE-vurdering. Kriteriene i ei TONE-vurdering (HVL, 2019) er presentert i Tabell 7. Bruke også disse dokumentene til å finne andre referanser, som førte til flere relevante kilder og troverdige forfattere, den såkalte snøballmetoden (Lohne, 2019).

Tabell 5: Oversikt over søkeord, med beskrivelse og oversettelse

Søkeord	Beskrivelse	Oversettelse
MMI	Modellmodenhetsindeks	Model maturity index
BIM	Bygningsinformasjonsmodell	Building information modeling
LoD	Level of Development	
Modellmodenhet		Model maturity
Modenhetsmodell		Maturity model
Prosjekteringsprosess		Design process
Prosjekteringsstyring		Design management
Endringsledelse		

Som beskrevet i punkt 2 i fremgangsmåten, måtte søkene avgrenses slik at mengden litteratur å se igjennom ble overkommelig og at resultatet av søket var mest mulig relevant og egnet til bruk i litteraturstudiet. Resultatet av søkene etter at filtrere eller kombinasjonen av søkeord ble lagt til, er også en viktig faktor for hvilken litteratur som ble valgt til å ta med videre i litteraturstudiet.

Tabell 6: Kombinasjoner av søkeord, med funksjoner for kombinasjoner, og antall treff i de forskjellige søkemotorene og databasene

Kombinasjoner	Antall treff				
	Oria			Scopus	Google Scholar
	Ingen filter	Tittel	Fagfelle-vurdert		
(MMI or (Model maturity index)) AND (BIM OR (building information modeling))	100	0	24	17	2400
(Level of Development) AND (BIM OR (building information modeling))	507 476	18	343 064	1 714	4 710 000
(Model maturity) AND (BIM OR (building information modeling))	53 907	11	22 244	163	331 000
(Maturity model) AND (construction)	137 485	63	65 760	694	642 000
(Prosjektering) AND (bygg)	351	37	18	0	5 290
(Design process) AND (construction) AND (BIM)	14 598	18	5 506	2 558	64 500
(Design management) AND (construction) AND (BIM)	15 061	52	4 745	2 429	60 800

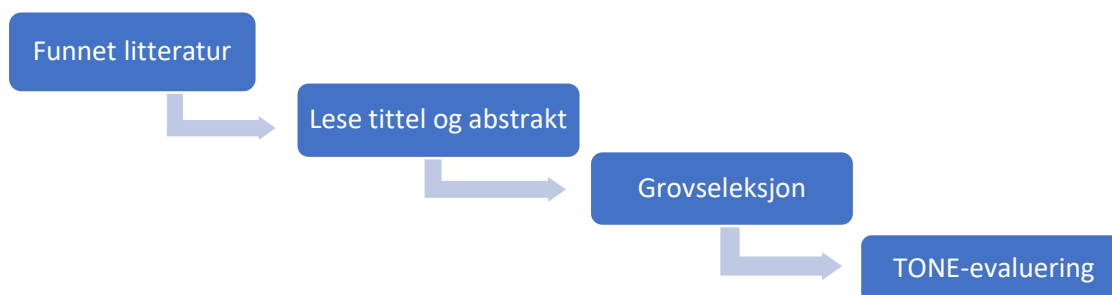
Litteratursøket i de ulike databasene ga ulike resultater. Litteraturen som er valgt ut til å ta med videre i evalueringsprosessen er lagret i en resultatmatrise. Kilder som ble funnet med «snøballmetoden» (Lohne, 2019), ble søkt direkte opp i enten Oria eller Google Scholar. I alt ble det funnet 68 kilder som var relevant for temaet i masteroppgaven.

Vurderingen av om litteraturen som ble funnet var relevant, som punkt 3 i prosedyren består av, ble tatt ved å lese tittel og abstrakt til funnene i søket. Tittel ble vurdert først på faktorene relevans og kvalitet, deretter abstrakt. Relevans baseres på hvor godt temaet i litteraturen stemmer overens med det jeg er ute etter, og kvalitet er en kjapp vurdering på hvor troverdig funnet er, dette ble grundigere vurdert i TONE-vurderingen. Det var likevel viktige faktorer for om funnene skulle tas med videre i litteratursøket, dette for å unngå at litteraturstudiet var basert på tilfeldige funn.

2.4.2 Evaluering av litteratur

Litteraturen som fremsto god, og dermed ble tatt med videre til det siste steget i Figur 5, ble grundigere kvalitetsvurdert. For å vurdere kvaliteten på funnene ble det benyttet kriterier fra TONE-prinsippet. Fremgangsmåte og kriterier er inspirert av *Høgskulen på Vestlandet*, kriteriene er presentert i Tabell 7. Funn som ikke hadde god nok kvalitet i forhold til kriteriene, ble ikke tatt med videre og heller ikke brukt som teorigrunnlag i oppgaven.

Grovselekteringen bidro til å danne et førsteinntrykk og i tillegg en kvalitetssikring av litteraturen før den ble tatt i bruk. Det ble benyttet troverdige vitenskapelige søkemotorer og databaser, noe som kan være med på å øke sannsynligheten for at litteraturen som er funnet har god kvalitet med tanke på at stoffet er kvalitetssikret før det legges inn i databasene (Olsson, 2011).



Figur 5: Stegene i evaluering og utvelgelse av litteratur

Funn som ikke hadde god nok kvalitet i forhold til kriteriene, ble ikke tatt med videre og heller ikke brukt som teorigrunnlag i oppgaven, men grovselekteringen og gode plattformer for å finne litteratur forhindret at mange dårlige funn ble tatt med til TONE-evaluering.

Tabell 7: Kriteriene i TONE-prinsippet (HVL, 2019).

Kriterie	Beskrivelse
Troverdighet	Det handler i første omgang om den som har forfattet teksten sin troverdighet. Kan vedkommende knyttes til en respektert institusjon. Dernest handler det om hvorvidt utgiveren er anerkjent.
Objektivitet	Et viktig utgangspunkt vil være å avklare om det finnes potensielle interessekonflikter. For eksempel enkeltpersoner, bedrifter eller organisasjoner, med tilknytning til avsender, som kan ha interesse av at informasjonen presenteres på en spesiell måte.
Nøyaktighet	Det henger nøye sammen med hvilken målgruppe informasjonen er ment for. Jo mer informasjonen retter seg mot ekspertbrukere, desto høyere krav må det stilles til presisjonsnivå.
Egnethet	I hvilken grad er den aktuelle informasjonen egnet for de formålene den skal brukes til.

Styrker og svakheter

Temaet for oppgaven er relativt smalt, dermed er det begrenset mengde med litteratur. Det vil være en svakhet ved litteraturstudiet. Det at problemstillingen tar for seg et fenomen som det ikke er forsket så mye på, medfører også at det gjør det vanskeligere å finne litteratur som motbeviser eventuelle påstander. Det vil være en svakhet ved metoden om søket begynner for snevert, og dermed ikke finner nok relevant litteratur (Olsson, 2011). En svakhet ved metoden kan i tillegg være at vurdering og analyse av funn er basert på egne tolkninger

En styrke ved denne metoden for informasjonsinnhenting er at litteraturstudie kan få avdekket god litteratur som er relevant for problemstillingen og som kan danne et godt teorigrunnlag for forskningen i oppgaven. Begynner forskningen med et bredt litteratursøk kan man finne generell, men fortsatt relevant informasjon (Olsson, 2011).

Det kunne med fordel ha vært utført søk i flere databaser for å øke sannsynligheten for flere relevante funn og benyttet færre avgrensinger for å treffe et bredere spekter av litteratur.

2.5 Case-studie

Case-studien til denne masteravhandlingen, bestod av å gjennomføre intervju, dokumentgjennomgang og observasjon underveis i detaljprosjekteringa på Vestbyen Trafostasjon i Trondheim. Prosjektet består av å bygge ny trafostasjon, tiltakshaver for prosjekter er Tensio og Veidekke AS avd. Trondheim er totalentreprenør. Kontraktssummen til prosjektet er på 61 MNOK, og det skal være ferdigbygd i mai 2023. I detaljeringsprosjekteringsfasen er det involvert 12 aktører, inkludert tiltakshaver og totalentreprenør. Totalentreprenøren har valgt å benytte MMI i prosjektet og det er grunnen til at det er valgt til case-studiet i denne oppgaven.

Det er tatt seks intervjuer som har tilknytning til case-prosjektet, det er deltatt på fem prosjekteringsmøter og et MMI-planleggingsmøte. Detaljer i prosjektet som faller inn under kraftsensitiv informasjon i prosjektet er taushetsbelagt. Dette har ikke påvirket resultatinnhenting, og det har ikke ført til at relevant informasjon for temaet i oppgaven har blitt utelatt.

2.5.1 Intervju

Det finnes forskjellige måter å gjennomføre et intervju på, det kan velges mellom strukturerte, semi-strukturerte og ustrukturerte (Larsen, 2017). Strukturerte intervju følger en fast plan og har ikke oppfølgingsspørsmål, mens ustrukturerte er mer en fri samtale rundt problemstillingen eller temaet til studien. Semistrukturerte blir da en mellomting, der det er mulig å stille oppfølgingsspørsmål til den faste strukturen.

For denne studien er det valgt å benytte semi-strukturerte, som også kan kalles dybdeintervju, fordi det er godt egnet for å studere meninger, holdninger og erfaringer (Tjora, 2017). Semi-strukturerte intervju er også godt egnet for datainnsamling i en case-studie (Yin, 2014). Det vil da også være en mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål for å få mer utfyllende svar og unngå misforståelser (Larsen, 2017). Det vil gjøre det enklere å sikre god validitet på intervjuene. Det er viktig å ta i betraktning at validiteten i intervju kan påvirkes hvis det oppstår misforståelser eller feil i transkriberingen.

For å oppnå så høy reliabilitet som mulig på dataene som er innhentet fra intervju, er det anbefalt å ha en fast intervjuguide (Olsson, 2011). Det bidrar til fast struktur og en kan enklere sammenligne informasjonen. Intervjuguiden for intervjuene i denne studien er lagt ved som Vedlegg 1. Det vil påvirke reliabiliteten til intervjuene hvis intervjuguiden endres underveis for å eventuelt dekke problemstillingen bedre.

Intervjuene var planlagt å vare i 45-60 minutter. En viktig forutsetning for å lykkes med et intervju kan være å oppnå en avslappet stemning der informanten føler at det er greit å snakke åpent, hvor det er lov å tenke høyt og hvor digresjoner er tillat (Tjora, 2017).

Innledningsvis i intervjuene ble informasjon om oppgaven og problemstilling presentert, i tråd med anbefalinger fra Olsson (2011). Informasjon om hvordan opplysningene skal behandles ble også presentert. Det velges å benytte en struktur på intervjuene som er inspirert av (Tjora, 2017) med oppvarmingsspørsmål, refleksjonsspørsmål og avrundingssspørsmål. Samme spørsmål til hver informant vil være med på å øke reliabiliteten til datainnhenting. Oppvarmingsspørsmålene skal være enkle, konkrete spørsmål som ikke krever at intervjuobjektet må reflektere i så stor grad. Refleksjonsspørsmålene er kjernen i intervjuet der man presenterer hovedspørsmål med oppfølgingsspørsmål der målet er å utdype om temaet man ønsker å forske på. Til slutt vil avrundingssspørsmål bli stilt for å avslutte intervjuet på en naturlig måte.

Valg av intervjuobjekt (som også da blir datakildene) vil være med på å danne avgrensingen av informasjonsinnhenting siden det vil kun være refleksjonene og erfaringene til de som intervjues som kommer frem. Det er derfor viktig at intervjuobjektene har de nødvendige forutsetninger til å formidle innsikt innen temaet og forskningsspørsmålene (Busch, 2013). Intervjuobjektene som ble valgt ut er listet opp i Tabell 8. Det er først og fremst aktører i prosjekteringsgruppa, som har benyttet MMI, som er intervjuet. Men som beskrevet i underkapittel 2.3, ble det sett på som nødvendig å intervju personer utenfor prosjekteringsgruppa i case-prosjektet. Dette for å hente inn informasjon fra aktører som er bedre kjent med begrepet og systemet MMI, som da kan bidra til et bredere datagrunnlag og å gi svar på forskningsspørsmålene med.

Det ble benyttet lydopptak av intervjuene for å ikke gå glipp av informasjon som blir presentert. Lydopptaket ble deretter transkribert og sendt til informantene for godkjenning. De transkriberte intervjuene er ikke lagt ved, men kan fås ved forespørsel.

Tabell 8: Intervjuobjekter

Intervjuobjekt	Selskap	Stilling	Gjennomføringsform
Kim Sørensen 1. gang	Voll Arkitekter	Arkitekt	Intervju
Kim Sørensen 2. gang	Voll Arkitekter	Arkitekt	Videosamtale i Teams
Nina Løkken 1.gang	Siv.Ing Danielsen	RIB	Intervju
Nina Løkken 2.gang	Siv.Ing Danielsen	RIB	Videosamtale i Teams
Frode Drægebø	Norconsult	BIM-koordinator	Videosamtale i Teams
Stian Aga	Veidekke	Prosjekteringsleder	Videosamtale i Teams
Arne Inge Kolstad	Sweco	RIE	Videosamtale i Teams
Tom Paulsen	Veidekke		Videosamtale i Teams

2.5.2 Observasjon

Observasjonene i denne studien har vært å delta i prosjekteringsmøter i Vestbyen Trafostasjon, møtene har foregått hver 14. dag. Det ble også gjort observasjon i utarbeidelsen av innholdet i MMI-nivåene, som var et møte innad hos entreprenøren i desember 2019, før detaljprosjekteringen startet. Observasjonene gir nyttig innsikt i hvordan systemet MMI fungerer i praksis, og hvordan aktørene forholder seg til det.

En fordel med observasjon er at det er mulig å studere det aktørene gjør og dermed se hvordan dagens praksis er (Tjora, 2017). En grunn til at observasjon er en god datainnsamlingsmetode er fordi at man ikke har noe annet valg enn å kun «lytte til hva verden forteller oss» (Dingwall, 1997), hentet fra (Tjora, 2017). Siden tilgangen til å gjøre observasjoner og tilgangen til gode situasjoner er enkel, med tanke på samarbeidsbedriften for oppgaven, er det også en grunn i seg selv til å benytte denne metoden. Tid for observasjon og type situasjon er avgjørende for om observasjonsdata kan brukes til å besvare problemstillingen. Denne metoden kan være med å bidra til at forskningen får triangulære observasjoner ved å se hvordan aktørene utøver seg i situasjonen i praksis, og dermed kontrollere opp imot annen empiri.

Ved bruk av denne metoden er det viktig å være klar over problemet med å påvirke og å bli påvirket av situasjonen (Tjora, 2017). Om observatøren er ofte til stede i situasjonen, kan det være med på å forhindre problemet. Derfor er det en fordel at det i denne studien, var mulighet til å observere hvert prosjekteringsmøte i tidsperioden som forskningen foregikk. Det ga muligheten til at aktørene kunne bli vant til at undertegnede var til stede. En annen svakhet med metoden er at det kan være et problem å forstå detaljene i hva som foregår i situasjonen. Faguttrykk og fremmedord kan derimot noteres, for så å finne ut hva de står for til neste observasjon. Det er viktig å ha strukturerte notater etter denne metoden for datainnsamling, for analysen av observasjonsdata kan være krevende (Tjora, 2017).

Observasjoner og refleksjoner knyttet til det som ble sett og hørt i møtene ble notert underveis i møtene, en metode for observasjon som er den vanligste ifølge Tjora (2017). Det er da ikke fokusert på komplett feltnotering, men at det blir notert det som blir sett på som «kritiske hendelser» av undertegnede. Det gjør at de observasjonene som ble notert, ble vurdert som relevante allerede underveis i møtene. Observasjonene ble deretter

systematisert og analysert i sammenheng med de andre dataene som ble hentet inn, og de ble forsøkt koblet til forskningsspørsmålene.

2.5.3 Dokumentstudie

Som støtte til de andre kvalitative datainnsamlingsmetodene, er det benyttet en dokumentstudie (Olsson, 2011). Dokumentstudie kan både bekrefte og forsterke funn fra andre kilder (Yin, 2014). Dokumentstudie baserer seg i hovedsak på dokumenter som har andre formål enn forskning (Tjora, 2017). Før, underveis og i etterkant av resten av datainnsamlingen er det gått igjennom prosjektdokumenter som fremdriftsplaner, MMI-veiledere og prosjektpresentasjoner for å øke forståelsen for funnene. BIM-modeller er også studert for å få innsikt innen temaet. De dokumentene som er vurdert til å være relevant for temaet, er hentet og gjennomgått fra case-prosjektets SharePoint.

En fordel med dokumentstudie er at reliabiliteten vil være god for metoden med tanke på at det er dokumenter fra det spesifikke prosjektet. Validiteten kan også antas å være god nok når det er reelle prosjektdokumenter som er benyttet. En svakhet ved metoden er hvis det brukes mye tid på å studere dokumenter som ikke er relevant for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Et tiltak for å unngå den svakheten, er å gjøre grundig utvelgelse av dokumenter. Dokumentene som ble benyttet til å svare på forskningsspørsmålene er gjengitt med skjermbilder i resultatkapitlet.

2.6 Analyse av informasjon

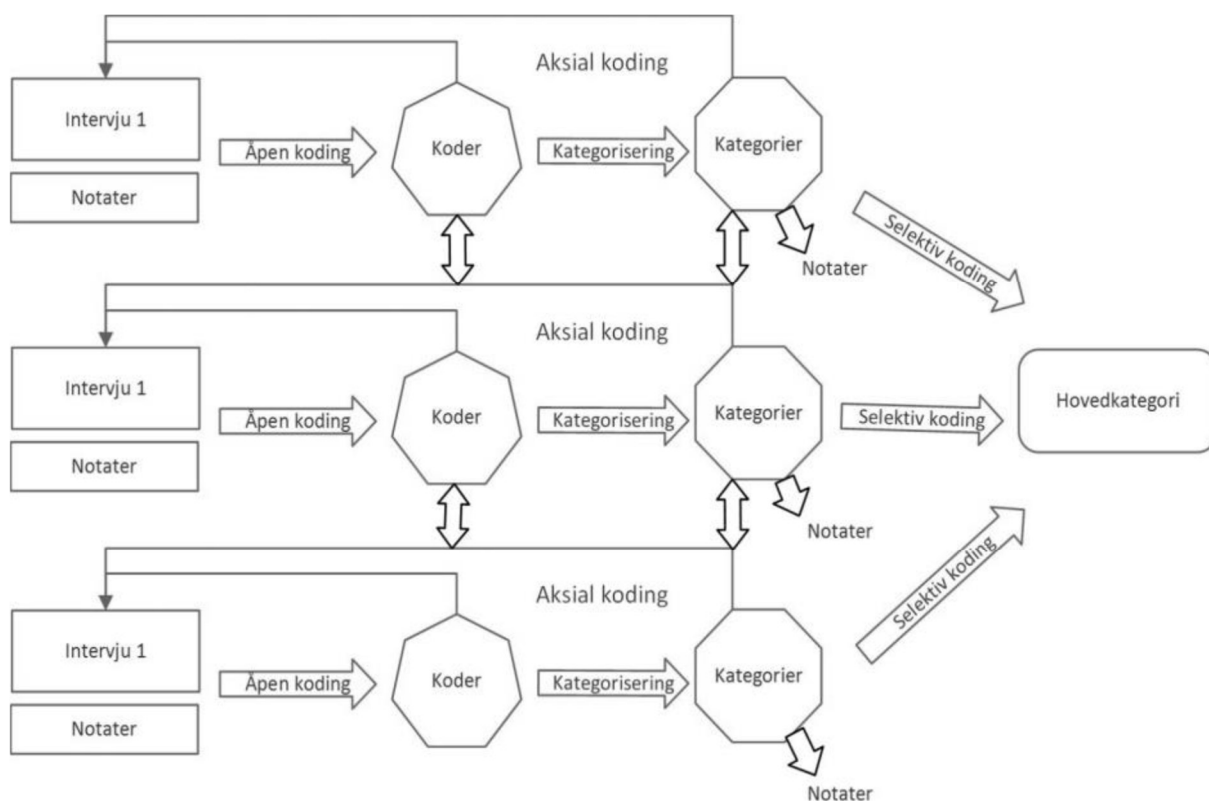
Dette delkapitlet dreier seg om analysen av datagrunnlaget som ble innhentet ved bruk av intervju. Refleksjon rundt analysen av empirien som er innhentet til studien er viktig for å sikre god kvalitet på oppgaven, og kvalitative data er ofte utfordrende å analysere fordi de kan være ustrukturerte og motsigende (Busch, 2013). Kvalitativ dataanalyse har som mål å viderefremme forskning uten at det skal være nødvendig for leseren å gå igjennom generert data (Tjora, 2017).

Til dataanalyse er det anbefalt å ha empiriske data i form av tekst, som for eksempel transkribert intervju, som er mulig å kode i detalj, og innenfor kvalitativ forskning finnes det mange forskjellige metoder for koding (Tjora, 2017). Det er ofte tre steg i håndtering av data (Tjora, 2017; Knotten *et al.*, 2017), som består av:

1. Åpen koding, ta for seg teksten og linje for linje for så å sortere ut det viktigste som blir sagt
2. Aksial koding, sammenligner de åpne kodene fra første steg og kategoriserer det i grupper.
3. Selektiv koding, målet i dette steget er å finne hovedtemaet for forskningen

Metoden *The Constant comparative method* egner seg til case-studier (Postholm, 2010; Savin og Major, 2013), hentet fra (Knotten *et al.*, 2017). Den har vært til inspirasjon for analysen av informasjonen som ble innhentet med intervju til denne oppgaven. Metoden går ut på å sammenligne hendelser for å klassifisere data fra innhentet empiri. Hendelsene blir sammenlignet med tanke på likheter og ulikheter. Fremgangsmåten i *The Constant comparative method* er presentert i Figur 6.

En svakhet ved kvalitativ dataanalyse kan være å opprettholde reliabiliteten, men å ha en bevissthet rundt valg av analysemetode kan være med å demme opp for dette.



Figur 6: Grafisk fremstilling av fremgangsmåte i *The Constant Comperative Method*, basert på forslag fra (Savin og Major, 2013; Knotten et al., 2017).

Ved å bruke dataprogrammer til å analysere de transkriberte kan det skape transparens mellom empiri og analyse (Tjora, 2017). For dataanalysen av empirien fra intervjuene, ble det i denne oppgaven benyttet programmet NVivo. Stegene i analysen av informasjonen fra intervjuene er veldig lik fremgangsmåten i Figur 6. Svar og utsagn fra intervjuobjektene ble beskrevet i koder, der kodene skildret teksten veldig konkret. Kodene ble deretter sortert i kategoriene «Generelle resultat» og «Prosjektspesifikke resultat» for å få en grov oversikt, som da ble to hovedkategorier. Det at hovedkategoriene ble opprettet før underkategoriene avviker litt fra fremgangsmåten i *The Constant comperative method*. Kodene ble så kategorisert i underkategoriene som bestod av forskningsspørsmålene. Til slutt ble det dannet mapper innad i underkategoriene, som hadde utgangspunkt i informasjonen og kodene som lå inne i hvert forskningsspørsmål. Et eksempel på oppdeling innad i forskningsspørsmålene er vist i Figur 7. De forskjellige kategoriene og antall koder i hver kategori er presentert i Figur 8.

2 - Hva ønsker organisasjonen å oppnå	6	80
1 - Visualisering	6	26
2 - Avklaringer	5	18
3 - Iterasjoner og omarbeid	6	22
4 - Kommunikasjon og samarbeid	6	14

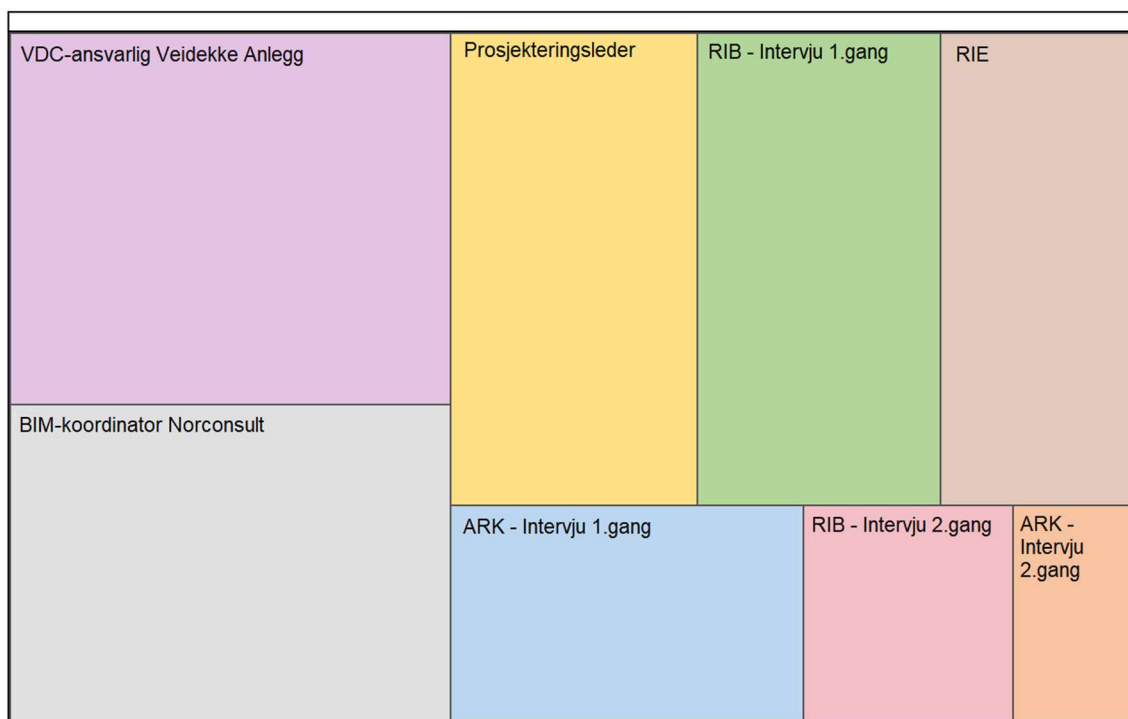
Figur 7: Oppdeling innad i forskningsspørsmålene i analyseprogrammet NVivo

Inndelingen av resultatkapitlet er basert på grupperingene av koder i underkategoriene, som det er vist eksempel på for generelle opplysninger under forskningsspørsmål 2 i Figur 7. I alt ble det 575 koder fra intervjuene.

Nodes		Search Project		
Name	Files	References		
1 - Generelle opplysninger	7	449		
1 - Hvordan fungerer systemet	6	154		
2 - Hva ønsker organisasjonen å oppnå	6	80		
3 - Hvilke barrierer hindrer MMI å fungere som tiltenkt	6	95		
4 - Suksessfaktorer	7	120		
2 - Case-spesifikke opplysninger	7	126		
1 - Hvordan fungerer systemet	7	70		
2 - Hva ønsker organisasjonen å oppnå	1	7		
3 - Hvilke barrierer hindrer MMI å fungere som tiltenkt	6	48		
4 - Suksessfaktorer	1	1		

Figur 8: Antall koder i NVivo i tilknytning til hvert forskningsspørsmål

Analyseprogrammet kan produsere visualiserende figurer for informasjonen som blir lagt inn. Figur 9 skildrer hvor stor del de forskjellige intervjuobjekt har bidratt i kategoriene.



Figur 9: Figur fra NVivo som viser hvor stor andel av kodene som kommer fra de forskjellige intervjuene

3 Teori

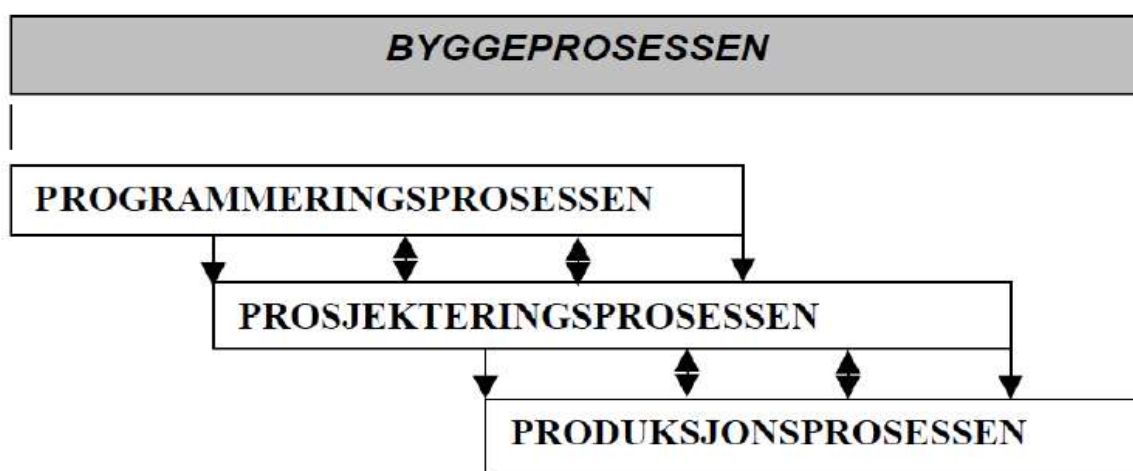
Teorikapitlet presenterer tidligere forskning og litteratur som legger det teoretiske grunnlaget for arbeidet med oppgaven. Det er benyttet faguttrykk og terminologi innen temaet som ikke er forklart, dette på grunn av at en slik oppgave er rettet mot kunnskapsrike lesere (Busch, 2013). Det er likevel hentet inn og presentert teori som er utenfor problemstillingen, men som er grunnleggende og beskrivende for å svare på forskningsspørsmålene og problemstillingen. Underkapitlene presenterer først teori om prosjekteringsprosessen, deretter om modenhetsmodeller, endringsledelse, bygningsinformasjonsmodeller og modellstatus.

3.1 Prosjekteringsprosessen

3.1.1 Prosjekteringen

Prosjektering kan ses på som en fellesbetegnelse for prosessen der arkitekter, rådgivende ingeniører og de prosjekterende hos entreprenør utformer tegninger og beskrivelser for utførelse av prosjektet (Westgård, Arge og Moe, 2010). I byggeprosessen så befinner prosjekteringsprosessen seg i et tidsperspektiv mellom programmeringsprosessen og produksjonsprosessen, som vist i Figur 10. Aktørene som bidrar i prosjekteringsprosessen kalles prosjekterende. Hovedfunksjonen til de prosjekterende er å utvikle prosjektet og komme med bidrag av ulike former, slik at det oppfyller de kravene som stilles for prosjektet (Eikeland, 2001; Westgård, Arge og Moe, 2010). For prosjekteringsleder er det viktig å ha en oversikt over aktører, roller og interessenter i prosjekteringsprosessen for å forstå intensiver og argumentasjon hos hver enkelt, spesielt i beslutningsprosesser som gjøres i løpet av prosessen (Eikeland, 2001).

Produktet av prosjekteringsprosessen bør være leveranser/løsninger som det er mulig å bygge i produksjonsfasen, og produktet er ofte definert som 3D-modell, tegninger og informasjon som dekker alle fag som er involvert i prosjektet (Westgård, Arge og Moe, 2010). Arbeidet som gjøres av de prosjekterende tidlig i prosjekteringsfasen er viktig for å oppnå et suksessfullt prosjekt (El. Reifi og Emmitt, 2013).



Figur 10: Sammenhengen mellom prosesser (Eikeland, 2001).

Prosjekteringsprosessen kan igjen deles opp i skisse-, for-, detalj- og produksjonsprosjektering, som vist i Figur 11, hvor de ytre rammene og produksjonsgrunnlaget blir mer og mer spesifikt for hver fase. Fasene bygger på arbeid som er gjort i fasen før, og produktet blir mer detaljert. Antall aktører som er involvert i prosessen øker også for hver fase (Westgård, Arge og Moe, 2010). I skisse- og forprosjektering utarbeides rammene og vilkårene for bygget. Det er i detaljprosjekteringen det prosjekteres og velges løsninger som skal gi detaljert informasjon om hvordan produktet fra forprosjekteringen skal bli et konkret bygg, da skal ikke prosjektets ytre rammer eller form endres. I produksjonsprosjekteringen blir det utarbeidet detaljløsninger og eventuelt utført nødvendig omprosjektering for å realisere et byggbart bygg (Westgård, Arge og Moe, 2010).

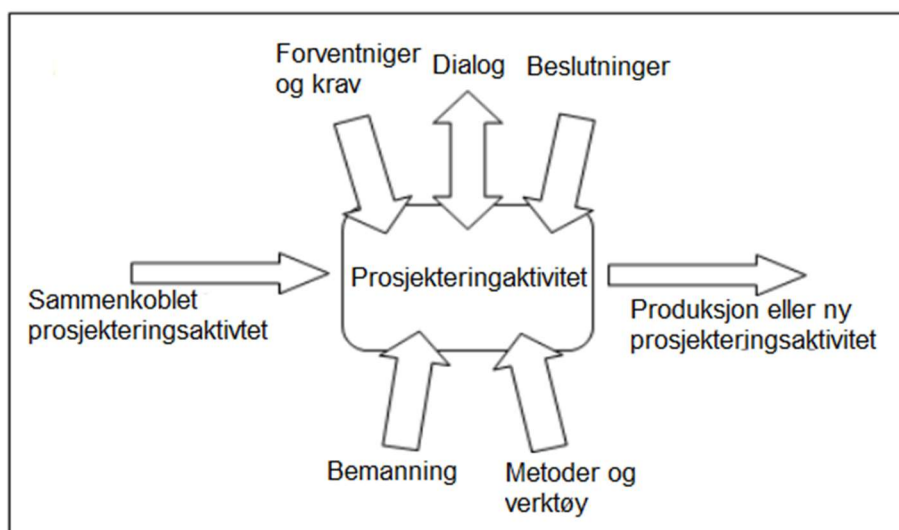


Figur 11: Fasene i prosjekteringen, inspirert av (Westgård, Arge og Moe, 2010)

Detaljprosjekteringen blir ofte betraktet som den viktigste og mest omfattende delen i prosjekteringsprosessen. Det er i denne delen de prosjekterende utarbeider arbeidstegninger, og eventuelle BIM-modeller, for det som skal utføres i produksjonsprosessen. I detaljprosjektering har grensesnittene mellom de forskjellige fagene og elementene vært en utfordring, noe som kan skyldes at de rådgivende ingeniørene ikke har sett helheten i prosjektet. I dagens praksis er det ofte normalt at detaljprosjektering og produksjon utføres parallelt (Svalestuen, 2017).

3.1.2 Aktiviteter og avhengigheter

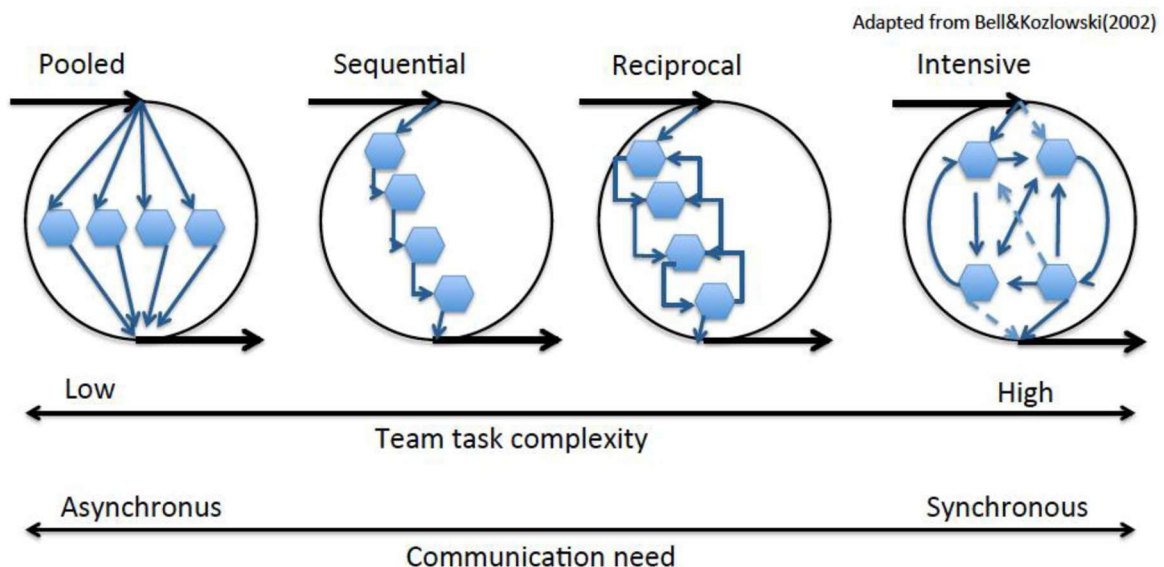
Prosjekteringsprosessen består av prosjekteringsoppgaver/aktiviteter som må tilføres koordinering, forventninger og krav, dialog, metoder og verktøy, beslutninger og mannskap. De forutsetningene er avgjørende for at aktiviteten kan betegnes som sunn (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010). Figur 12 viser hvordan en aktivitet i prosjekteringsprosessen kan illustreres.



Figur 12: Illustrasjon av prosjekteringsaktivitet og hvilke forutsetninger den må oppnå for å bli sunn (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010).

Prosjekteringsprosessen er ofte delt opp i flere steg og faser, og den inneholder repeterende aktiviteter som ofte er avhengig av hverandre. Det at aktivitetene er avhengige betyr at aktivitet A må ha informasjon fra aktivitet B for å bli fullført, samtidig må aktivitet B ha informasjon fra A. Det at aktiviteten er både repeterende og avhengig er ulikt produksjonsprosessen, der aktivitetene er sekvensielle og heller ikke iterative. Avhengigheter mellom aktiviteter kan variere i prosessen og det er forskjellige definisjoner på avhengigheter, som vist i Figur 13 (Knotten *et al.*, 2015). Avhengighetene ble først delt opp i sammenslåtte, sekvensielle og gjensidige av Thompson (1967), senere ble også intensive aktiviteter lagt til av Bell og Kozlowski (2002), hentet fra (Knotten *et al.*, 2015). Som det kommer frem av figuren, øker kompleksiteten når avhengighetene beveger seg fra grupperte (pooled) til intensive, samtidig som det kreves synkron kommunikasjon når avhengighetene blir intensive. Synkron kommunikasjon er en samtale der alle deltakerne i samtalen er til stede.

I prosjekteringsprosessen kan det på et tidspunkt oppstå flere typer av de nevnte avhengighetene samtidig. Noe som betyr at noen aktiviteter kan være grupperte samtidig som andre er sekvensielle, grupperte eller intensive. Det er vanlig at aktivitetene i prosjekteringen blir gjensidige etter hvert som kompleksiteten synker. Deretter vil aktivitetene i større grad bli sekvensielle utover i prosjekteringen (Knotten *et al.*, 2015)



Figur 13: Sammenhengen mellom aktiviteter, hentet fra (Knotten *et al.*, 2015).

Håndteringen og koordineringen av avhengighetene mellom aktiviteter i prosjekteringsprosessen er en av de største utfordringene for en prosjekteringsleder (Westgård, Arge og Moe, 2010). Det å være klar over og forstå avhengighetene er viktig for å håndtere de utfordringene som er knyttet til dem (Kalsaas og Sacks, 2011), hentet fra (Knotten *et al.*, 2015).

De forskjellige typene av avhengigheter krever forskjellige definisjoner av arbeidsroller, organisasjonsstruktur, stabilitet av prosjekteringsgruppede medlemmer og koordinasjon. Intensive avhengigheter mellom aktiviteter krever større grad av samarbeid og mer samkjørt kommunikasjon. Oppgaver med høy kompleksitet vil ha behov for at prosjekteringsgruppen jobber kontinuerlig sammen i en transparent organisasjonsstruktur med tydelige definerte roller og ansvar (Svalestuen *et al.*, 2018). Kortere tid mellom aktivitetene vil føre til en høyere grad av parallellitet, noe som medfører at de

prosjekterende får et større behov for å vite hvor i prosjektet de er og hvilke krav som stilles (Mejlænder-Larsen, 2016).

3.1.3 Iterasjoner

Prosjekteringsprosess har høy usikkerhet og krever iterasjoner av arbeidsoppgaver for at prosjekterende og kunde oppnår bedre forståelse mellom hverandre og for det felles målet de jobber imot (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2016). Prosessen for å utvikle et byggeprosjekt er både kreativ, iterativ og innovativ (Knotten *et al.*, 2015). Iterasjonene i prosjekteringen er en av grunnene til at prosessen fremstår som kompleks, samtidig som at iterasjonene er viktig for verdiskapingen i prosjektet (Ballard, 2000). Det skiller da mellom positive og negativ iterasjoner. Ballard (2000) beskriver positive iterasjoner som de omgjøringene som skaper verdi, altså gjør prosjektet bedre, mens negative bruker ressurser uten å skape verdi.

Iterasjoner av arbeid kan skyldes uklare definisjoner eller dårlig planlegging av prosjekteringsaktiviteter. Det kan også komme av at rammene til prosjektet endres eller påvirkes av påtvingende faktorer som setter nye krav eller begrenser formen av prosjektet (Koskela, Huovila og Leinonen, 2002).

I Lean-teori omtales omarbeid og negative iterasjoner som sløsing (Parry og Turner, 2006; Ballard, 2000). Omarbeid kan være nødvendig selv om det er riktige aktiviteter som er utført. Det kan da være at de er utført på feil informasjonsgrunnlag og at de dermed må gjøres om igjen når riktig informasjon blir fastsatt (Koskela, 1992). Prosjekteringsprosessen inneholder ofte mye sløsing (El. Reifi og Emmitt, 2013). Forskning viser at det er prosjekteringsgrupper som har estimert at over halvparten av prosjekteringen kan gå med til negative iterasjoner. Tiltak for å redusere dette kan være å omstrukturere og omorganisere prosjekteringsprosessen, forandre styringsmåten på prosjekteringen og eventuelt omprosjekttere (Ballard, 2000).

Abou Ibrahim og Hamzeh (2017) peker på at visualisering av planlegging og kontroll av prosjekteringsprosessen kan bidra til en strømlinjeformet informasjonsflyt og redusere sløsing og omarbeid. Kvaliteten på produktet fra prosjekteringen kan økes av det. Riktig implementering av BIM er også et tiltak som kan bidra til mindre sløsing, endringer og feil i prosjekteringen (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2016).

3.1.4 Prosjekteringsledelse

Prosjekteringsledelse kan defineres som å utføre planlegging, organisering og styring av mennesker, informasjonsflyt og aktørenes kunnskap for å oppnå konkrete prosjektmål (Knotten, Lædre og Hansen, 2017). Prosjektleder og prosjektgruppen har ansvar for prosjektmålene som prosjektet måles opp mot, disse målene bør være realistiske og realiserbare (Rose, 2013).

Knotten, Lædre og Hansen (2017) poengterer at prosjekteringsledelse er en kompleks oppgave der planleggingen er en sentral del for at prosjektet skal oppnå kundens mål i løpet av produksjonsfasen. I prosjekteringsledelse er spørsmålet hvordan prosjekteringen skal ledes, ikke hvordan man skal prosjektere (Gray og Hughes, 2001), hentet fra Bølviken, Gullbrekken og Nyseth (2010). Det varierer også fra prosjekt til prosjekt hvor mye ledelse som kreves (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010).

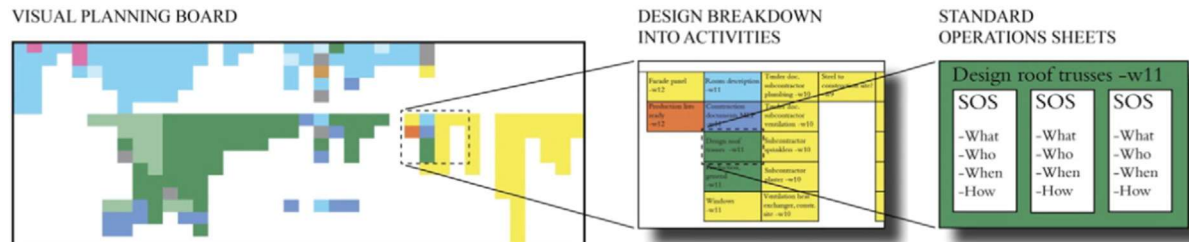
Arbeidsoppgaver innen prosjekteringsledelse er knyttet til ledelse og koordinering av aktørene i prosjekteringsprosessen, som da kan være arkitekt (ARK), ulike rådgivende ingeniører (RIB, RIE, RIV), bygningsmyndigheter, byggherre og delvis underentreprenører

(UE) og leverandører. Det er viktig at denne prosessen ledes og koordineres effektivt basert på byggets utforming og rammebestemmelser (Olsen, Jermstad og Eriksen, 2013). Det er prosjekteringsleders ansvar å følge opp fremdriften i prosessen, for eksempel ved å fastsette rutiner for rapportering av fremdrift (Westgård, Arge og Moe, 2010).

3.1.5 Fremdriftsplanlegging -og styring

På grunn av mange iterasjoner, komplekse oppgaver og avhengighetene i prosjekteringsprosessen, er det viktig med god planlegging (Hamzeh, Ballard og Tommelein, 2009). Fremdriftsplanlegging i prosjekteringsprosessen har lenge basert seg, slik som Koskela, Ballard og Tanhuanpää (1997) beskriver det, på en hovedplan som kalles tegningsleveranseplan. I leveranseplanen er det beskrevet når de forskjellige prosjekterende skal ha tegninger ferdig og klar til levering. Tegningsleveransen settes opp i samsvar med hovedfremdriftsplanen og følges opp på prosjekteringsmøtene som er en gang i uken eller annenhver uke. Hyppigheten av prosjekteringsmøter kommer an på kompleksiteten til prosjektet.

Tidsplanleggingen i prosjekteringen kan ses på som en sentral oppgave for prosjekteringsledelsen (Meland, 2000). En teknikk for å planlegge fremdrift og tidspunkt for leveranser, som også visualiserer planen og avhengighetene, er det som kalles lappeteknikk. Lappeteknikk går ut på at de prosjekterende henger opp lapper, som skal representere aktiviteter/leveranser i prosessen, i fellesskap på en tavle i et rom, eksempel på hvordan en tavle kan være er vist i Figur 14. Denne teknikken kan føre til en optimalisert plan som er felles for hele organisasjonen. Ved at planer og mål blir visualisert i fellesskap, vil forståelsen for arbeidsoppgaver og avhengigheter øke. I tillegg sannsynligheten for at aktørene overholder målene bli større (Jansson, Viklund og Lidelöw, 2016).



Figur 14: Eksempel på oppsettet til lappeteknikk (Jansson, Viklund og Lidelöw, 2016)

For å sikre en forutsigbar fremdrift kan det opprettes en milepælplan som definerer prosjektaktiviteter ved milepæler der både fremdrift og kvalitet er representert. Fremdriften kan med det styres, og hvis prosjektdisiplinene følger milepælplanen kan det redusere unødvendige designendringer. En milepæl bør være et vesentlig punkt eller hendelse i prosjektet (Mejlænder-Larsen, 2015). Milepælplanen gjenspeiler mål som er knyttet til fremdrift og kvalitet i en prosjektplan og er ikke en prosjektplan i seg selv. Milepælene for detaljprosjekteringen representerer punkt der ferdighetsgrad/modenhet er vurdert og koordinert (Mejlænder-Larsen, 2019).

Både under planlegging og oppfølging er det vanlig å benytte tid, kostnad og arbeidsomfang som styringsvariabler. Da kan fremdriftsstyringen bidra med god styringsinformasjon for å se eventuelle avvik av den planlagte fremdriften av tid og kostnad (Rolstadås, 2011). Rolstadås (2011) beskriver også at fremdriftsstyring kan føre til god samhandling og kommunikasjon internt i prosjektet. Det å ha en veldefinert plan er en avgjørende faktor for å oppnå effektiv prosjektstyring, en gevinst ved det kan være at informasjonsbehovet til aktørene i prosessen blir tilfredsstilt (Rose, 2013). Jobben som

gjøres for å planlegge prosjekteringsfasen påvirker i stor grad om prosjektet vil bli fullført innenfor prosjektmålene og de parameterne som er satt (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2018).

3.1.6 Fremdriftsmåling

Tradisjonelt har fremdrift i prosjekteringen vært målt ved å kontrollere produksjon av tegninger og dokumenter i detaljeringsprosjekteringen, det er en praksis som er nesten kun avhengig av tegningskontroll som rapporteringsverktøy (Eldin, 1991). Ved å bare bruke tegningslister for å måle framdriften får ikke organisasjonen en reell kontroll over utviklingen og utarbeidingen av prosjektdokumenter, siden det kun vil vise framgangen på det som er lagt inn på tegningslisten. Tegningslister er viktig for fremdriftsplanlegging, men ofte ikke tilstrekkelig for fremdriftsstyring og oppfølging mener Eldin (1991).

De metodene som er vanligst for å måle fremdrift er ifølge Fleming og Koppelman (2010):

- Prosent fullført estimat
- Prosent fullført med milepælporter
- Fast formel 25/75, 50/50, 75/25, osv.
- Milepæler med veide verdier

Informasjon om fremdrift er ofte innsamlet med hensyn på individuelle erfaringer eller subjektive vurderinger, det er sjelden grunnet i objektive metoder eller kriterier. Det vil kunne påvirke nøyaktigheten og objektiviteten til måling og styring av fremdrift (Chin *et al.*, 2004).

På grunn av at fremdrift kontrolleres opp imot de parameterne som ble utarbeidet under planleggingen av prosessen, vil måling og kontroll av fremdrift også være avhengig av hvor god fremdriftsplanleggingen har vært. Det er dermed viktig med gode metoder for planlegging (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2018). Det kan være uklart hvor man er i forhold til fremdrift i et prosjekt selv om man kontrollerer det som er gjort opp imot prosjektplanen (Rose, 2013).

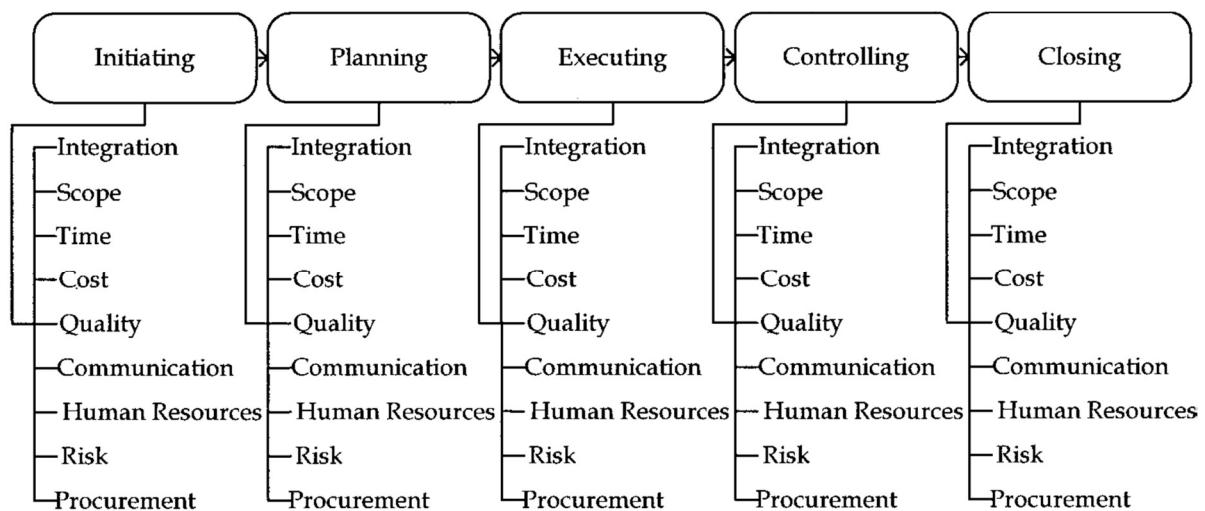
3.2 Modenhetsmodell

Modenhetsmodeller og konsept for å måle modenhet har blitt tatt i bruk i byggebransjen for å kartlegge forbedring i prosjektgrupper og organisasjoner (Crawford, 2007). Det er et system for å håndtere prosesser er viktig for å unngå å være avhengig av nøkkelpersoner og deres evne til utføre ting bedre enn hva omstendighetene tilsier. Derfor ble det laget systemer som tok for seg hele prosessen, der målet var å øke effektiviteten i prosjektledelse. Metodene for modenhetsmodeller ble opprinnelig først utarbeidet i software-industrien (Kwak og Ibbs, 2002; Crawford, 2007). Kompleksiteten i prosjektledelse kan sammenlignes med den som oppstår i utviklingen av et software-prosjekt, derfor kan system fra den bransjen videreføres til byggebransjen. I bygg- og anleggsbransjen ble modenhetsmodeller implementert for å forsøke å trinnsvis utnytte informasjonsteknologien som er tatt i bruk i bransjen (Crawford, 2007).

Modenhetsmodeller er en av metodene som skal være med på å håndtere kompleksiteten som har oppstått i byggeprosjektene de siste tiårene (Domingues, Sampaio og Arezes, 2016). En modenhetsmodell kan bli definert som et sett med forskjellige nivå, som til sammen beskriver hvor godt utviklet, eller modent, et prosjekt eller en organisasjon er i forhold til forventet framdrift (Röglinger og PÖPPELBUß, 2011). I løpet av årene har det blitt utviklet og tatt i bruk mange forskjellige modenhetsmodeller for å forbedre effektiviteten til prosjektledelsen (Kwak og Ibbs, 2002).

Det er essensielt at organisasjonen ønsker forbedring, for at system med modenhetsmåling skal kunne bli implementert vellykket (Crawford, 2007). Crawford (2007) beskriver at modenhetsnivåene er små steg istedenfor store hopp, og det kreves at områder og kategorier som skal måles må brytes ned i mindre deler. En god modell for måling av modenhet skal føre til en strategisk plan for å forbedre organisasjonen. Noen av problemene som det er viktig å være klar over når en organisasjon skal forbedres er manglende informasjon og underlag for prosjektleder før beslutninger, usikkerhet rundt tidspunkt for ferdigstilling av oppgaver og mangel på felles forståelse av forventninger (Crawford, 2007).

En foreslått modenhetsmodell, som består av fem nivå, er utviklet med inspirasjon fra flere forskjellige industrier og er først og fremst utviklet med tanke på prosjektledelse i organisasjoner (Kwak og Ibbs, 2002). Modellen og de fem nivåene skal være til hjelp slik at organisasjonen skal bli bevisst på egen effektivitet, og dermed også øke effektiviteten. Nivåene er presentert i Figur 15.



Figur 15: Nivåene i en modenhetsmodell for prosjektledelse utarbeidet av Kwak og Ibbs (2002)

Alle modenhetsmodeller har et begrenset antall nivåer av modenhet som beskriver hvordan modenheten til objektet utvikler seg, vanligvis i sammenheng med at det blir utført designiterasjoner (Domingues, Sampaio og Arezes, 2016). Modenhetsmodeller må ikke bli sett på som system som kan løse alle problemene i en prosess poengterer Crawford (2007). Det kan fort oppstå feil som påvirker virkningsgraden av modenhetsmodellene. Potensialet i en strukturert modenhetsmodell kan ligge like mye i at det settes fokus på effektivisering, prioritere oppgaver og en kultur i endring, som at det ligger i å fastsette modenhet for hvordan status er på et gitt tidspunkt (Crawford, 2007).

3.3 Endringsledelse

En endring i en organisasjon kan betegnes som innføring av nye oppgaver, rutiner eller intensiver. Det kan også være en forandring sammenlignet med tidligere praksis av en spesifikk oppgave, justering av rutiner eller sammenslåing av oppgaver (Jacobsen, 1998). I en endringsprosess kan også erfarne folk begå større feil, dette kan skyldes mangel på erfaring med organisasjonsforbedring (Kotter, 2007). For å håndtere en endringsprosess, presenterer Kotter (2007) faktorer som det er viktige at organisasjonen tar hensyn til. De åtte stegene er følgende:

1. Skape en trang til endring
2. Etablere en kraftig endringsgruppe
3. Forme en visjon
4. Formidle visjonen
5. Skape engasjement og fjerne barrierer
6. Planlegg og skap kortsiktige seiere
7. Styrke forbedringer og få til mer forandring
8. Forankre de nye fremgangsmåtene

De fire første stegene skal forsøke å oppløse dagens praksis, mens de fire siste er for implementeringen av de nye metodene eller verktøyene. Det er viktig å tydeliggjøre hva som er positivt for involverte aktørene ved å innføre endringen. Dette på grunn av at organisasjonen er avhengig av en kollektiv drivkraft blant de involverte for å lykkes med endringsprosessen. Det kan ta flere år fra at den fremtidige visjonen blir til naturlig praksis, altså å gjennomføre endringen, men det er viktig at organisasjonen opprettholder drivet for å gjennomføre endringen gjennom hele prosessen (Kotter, 2007).

Motiverte mennesker er en viktig faktor for å oppnå en vellykket endring. Ved mangel på motivasjon er det mulig at aktørene ikke føler for å hjelpe til, eller ser på innsatsen som kreves for å gjennomføre endringen som bortkastet (Kotter, 2007). Ved å beskrive og kommunisere hvorfor noe gjøres, kan det inspirere ansatte til å bli med på det. Mange vet hva de gjør, men ikke alle er beviste på hvorfor (Sinek, 2009).

For å hindre at det danner seg barrierer mot endringen er det viktig å legge til rette for nødvendig kursing og tilegning av kunnskap og ferdigheter. Et godt utviklet internt system er å foretrekke presenter Kotter (2007). Larson (2003) beskriver at tilegning av ferdigheter skjer via trening, og det er en vesentlig del i en endringsprosess fordi opparbeiding av ferdigheter danner det fundamentale grunnlaget for å gjennomføre målet med endringen senere. Ferdigheter er en av de fem forutsetningene som Larson (2003) presenterer for at en endringsprosess skal være vellykket. Forutsetningene som bør ligge til grunn er å ha en visjon, ferdigheter, insentiver, ressurser og handlingsplan. Det er størst sannsynlighet for å lykkes om alle forutsetningene er til stede.

Andre suksessfaktorer for å lykkes med en implementering/ending er at den nye praksisen utvikles i samarbeid mellom konsulentene og hovedfirmaet. Det å vise til suksess fra noen som har tatt i bruk den nye praksisen tidligere er også en viktig faktor (Torp, Knudsen og Rønneberg, 2018).

For å forebygge usikkerhet og uvitenhet, som kan være en rot til motstand mot endringen, er det viktig å tydeliggjøre og avklare nye roller, ansvarsområder og oppgaver tidligst mulig i endringsprosessen (Saksvik, Nytro og Tvedt, 2008).

3.4 Bygningsinformasjonsmodeller, BIM

Bygningsinformasjonsmodeller, som forkortes til BIM (Building Information Modelling), har blitt tatt i bruk i stor grad i bygg- og anleggsbransjen og kan brukes som et verktøy i prosjekt- og prosjekteringsledelse i tillegg til geometrisk modellering av prosjektets utforming (Bryde, Broquetas og Volm, 2013). BIM kan defineres både som en prosess og et verktøy, og består av prosedyrer, prosesser og teknologier som tilsammen blir en metodikk for å håndtere prosjekt-design og prosjektinformasjon gjennom hele byggets livsløp (Penttilä, 2006). Begrepet BIM vil i denne oppgaven være definert som et

dataverktøy for å samle informasjon og visualisere geometriske modellelementer og objekter i 3D.

Eastman *et al.* (2011) beskriver BIM som modelleringsteknologi med tilhørende prosesser for å produsere og analysere bygningsmodeller. BIM skal gjøre det mulig å konstruere en nøyaktig virtuell modell av prosjektet. I forhold til tradisjonell prosjektering blir det ved bruk av BIM tilført informasjon inn i BIM-modellen, noe som fører til at kommunikasjonen kan gå via modellen.

BIM blir sett på som den mest lovende utviklingen i bygg- og anleggsbransjen. Påstanden har bakgrunn i at BIM bidrar til teknologi, virtuelle modeller og digitalisering knyttet til alle fasene i prosjektets livssyklus (Azhar, 2011; Eastman *et al.*, 2011). I de siste årene har det skjedd et teknologisk skifte der BIM har blitt implementert i bygg- og anleggsbransjen (Knotten, 2018).

3.4.1 Bruksområder

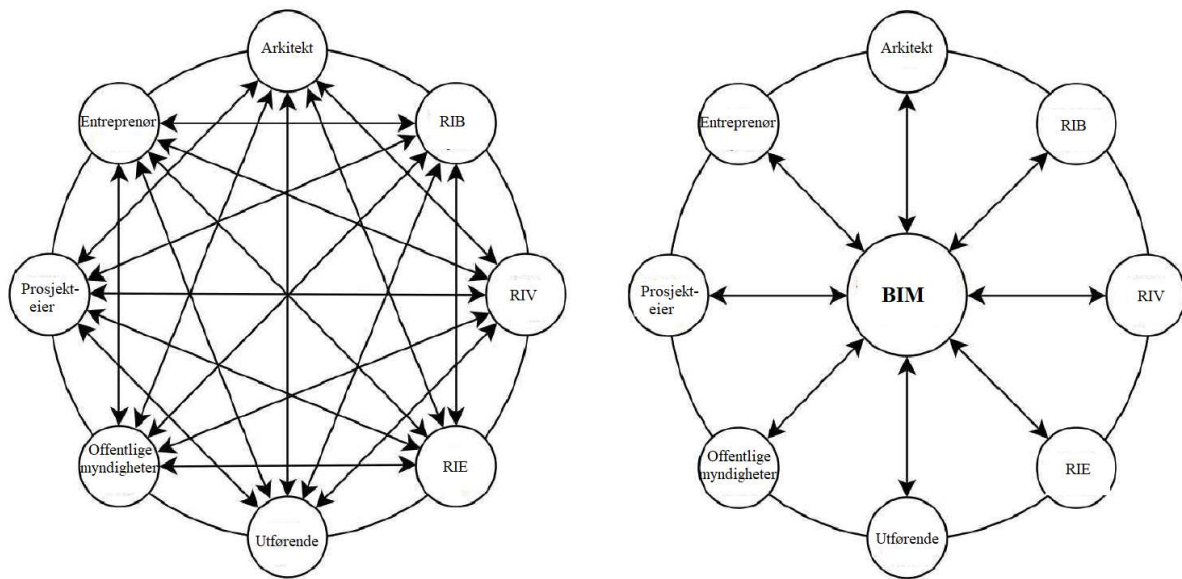
Utviklingen til BIM har gått i retning fra å anvendes som et verktøy for visualisering av geometrisk informasjon, til å benyttes som et verktøy der all relevant informasjon til prosjektets livsløp fra konsept til ferdig bygget, ligger inne. I dagens praksis kan det være både geometrisk informasjon og strukturerte data med tilhørende informasjon i BIM-modellen. BIM-modellen kan også benyttes til deling av prosjekteringsinformasjon for ulike interessenter i prosjekteringsprosessen og produksjonsprosessen (Zou, Tang og Goh, 2013).

En BIM-modell har mange bruksområder, de er for eksempel visualisering, kollisjonskontroller, tverrfaglig koordinering av geometri, konstruksjonsgjennomgang, kalkulasjon og mengdeberegninger. En BIM-modell kan også tas i bruk for tid – og kostnadsplanlegging (4D og 5D) og LCA-analyser (Knutsen, 2014). Azhar (2011) nevner at det er enkelt å produsere tegninger fra 3D-modellen.

Visualisering av prosjektet er kanskje det viktigste som BIM bidrar til. I tid – og kostnadsplanlegging kan BIM-modellen visualisere viktige aspekter, for eksempel avhengigheter mellom fagdisiplinene, ved å benytte teknikker for 4D og 5D (Eastman *et al.*, 2011). Det gjør det mulig å enklere få forståelse for produktet og hele produktets livssyklus (Azhar, 2011). Visualiseringen hjelper de prosjekterende til å se for seg hva som skal bygges i et simulert miljø.

Når informasjon lagres i BIM-modellen, kan modellen benyttes til deling av prosjekteringsinformasjon for alle aktørene som er involvert i prosessen. Det muliggjør at tilbakemeldinger kan komme raskere fram og gi bedre samhandling, som gjør det enklere å ta bærekraftige designbeslutninger (Zou, Tang og Goh, 2013).

Dersom ikke alle aktørene som er med i prosessen benytter seg av modellen, slik at noe av kommunikasjonen og informasjonen formidles på utsiden BIM-modellen, vil ikke potensialet til BIM bli oppnådd (Svalestuen *et al.*, 2018). I Figur 16 er det illustrert hvordan kommunikasjon går tradisjonelt, og når det benyttes BIM som felles plattform, inspirert av Van Berlo *et al.* (2012).



Figur 16: Kommunikasjon via BIM, basert på (Van Berlo et al., 2012).

Der BIM benyttes for å samle og behandle informasjon, er det viktig at aktørene som benytter modellen har relevant og tilstrekkelig kunnskap tilknyttet modellene. I tillegg må kunnskapen være intuitiv å tilegne seg og informasjonen enkle å finne (Mejlænder-Larsen, 2016).

3.4.2 BIM i prosjektering

Ved å ta i bruk BIM i byggeprosjekter kan det hjelpe til å formidle mye mer informasjon enn vanlige tegninger, i tillegg setter det nye krav til prosjektering og samhandling (Fløisbomm et al., 2018). BIM samler mye informasjon på ett sted, det kan medføre at det til tider er vanskelig å forstå presisjonen og nøyaktigheten til prosjektets utforming. Det kan være vanskelig å bestemme framdriften i prosjekteringen når BIM-modellen benyttes til mange formål samtidig, som for eksempel kostnadsberegning, planlegging, ytelsessimulering, kontrollering og visualisering. (Hooper, 2015). Hvis BIM implementeres riktig, kan det bidra til en strømlinjeformet prosjekteringsprosess som fører til mindre sløsing, endringer og feil (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2016).

En tverrfaglig og helhetlig modell kan være med på å gjøre beslutninger tydeligere, og at beslutningene kan tas tidligere i utviklingen av prosjektet (Westgård, Arge og Moe, 2010). BIM er også et godt verktøy for asynkron kommunikasjon (Knotten et al., 2015). Bruken av BIM kan øke forståelsen for komplekse problem, i tillegg til at BIM som verktøy kan gjøre det enklere å finne løsningen på de problemene (Moum, 2008), hentet fra (Knotten et al., 2015).

Det skiller mellom lukket og åpen BIM, der lukket BIM er når de prosjekterende konstruerer modellen hver for seg i egne programmer og hvor produktet ikke deles før det lastes opp som revisjoner i felles modell (Eastman et al., 2011). Åpen BIM er derimot at de prosjekterende utarbeider modellen i samme program og filformat, og ofte inne i samme modell.

Hvis BIM brukes for deling av informasjon, gir det muligheter for raskere tilbakemeldinger og bedre samhandling (Zou, Tang og Goh, 2013). Raskere tilbakemeldinger og bedre samhandling gjør det igjen enklere å ta bærekraftige designavgjørelser for

beslutningstakerne. Ved å ta i bruk BIM som informasjonsdatabase, vil det også medføre et utvidet arbeid- og ansvarsområde for de prosjekterende, og det vil være behov for mer kommunikasjon og samarbeid (Zou, Tang og Goh, 2013).

I prosjekteringsprosessen kan BIM benyttes til kollisjonskontroller for å sjekke om det er objekter som går igjennom hverandre, det vil gjøre bearbeidingen av grensesnitt enklere (Azhar, 2011). Ved å utføre kollisjonskontroller med jevne mellomrom kan man forebygge feil og mangler i modellen, og i tillegg bidra til kontinuerlig forbedring (Forbes og Ahmed, 2010).

Der BIM brukes i store prosjekter vil det være behov for en felles kommunikasjonsstruktur for hele prosjektet på grunn av at arbeid i BIM-modeller er avhengig av kommunikasjon mellom de involverte aktørene (Hollermann, Melznerand og Bargstadt, 2012). Det er en stor fordel at BIM kan benyttes som en felles plattform som bidrar til mer samarbeid og felleskap, samt bedre arbeidsflyt (Azhar, 2011; Eastman *et al.*, 2011).

3.5 Modellstatus

Prosjektering og design kan grunnleggende betegnes til å være det å gå fra antakelser til gradvis mer presis informasjon, og det er mange utfordringer med å prosjektere i BIM. En av de utfordringene er at det er vanskelig å vite hva som faktisk er til å stole på i modellen (Hooper, 2015). Modellmodenhet, som er det samme som informasjonsmodenhet, skal fungere som et kommunikasjonsspråk mellom aktørene i prosjektet for å fastsette hvor ferdig ting er, altså hvor modent objektene i BIM-modellen er (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2018).

En av grunnene til å være bevist på modellstatus er at når de prosjekternde benytter BIM i prosjektene brukes ofte objekter fra et bibliotek. Slike objekter kan være svært detaljerte og fremstå med en høyere ferdiggrad enn de egentlig er i forhold til selve prosjekteringsprosessen, som vil si at modellen ser ut til å ha høyere modellstatus enn hva som er reelt. Næringen trenger derfor et felles standardisert kodespråk. En benevnelse som kommuniserer ferdiggraden av objektene på en entydig måte kan være løsningen, beskriver Fløisbomm *et al.* (2018).

Detaljeringsgrad og informasjonsmengde vil ofte være satt opp mot hverandre og omtalt under begrepet informasjonsmodenhet. Informasjonsmodenhet ser også etter å beskrive informasjonens egenskaper; nøyaktighet, presisjon og fullstendighet etter hvert som prosjektet utvikler seg. (Zou, Tang og Goh, 2013). Det må derfor være metoder for å fastsette denne informasjonsmodenheten. Både MMI og LoD har som formål å representere modenheten til objekter i en BIM-modell og begge begrepene blir omtalt om hverandre i dette underkapitlet.

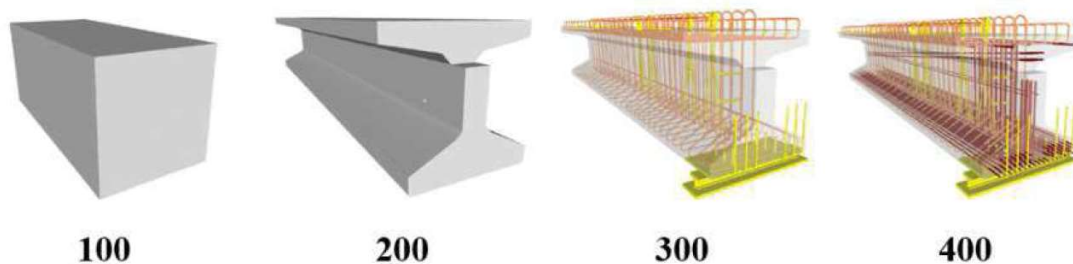
3.5.1 Level of development, LoD

Konseptet ble først presentert av Vico Software i 2004 som Level of Detail sammen med et leveranseskjema (MPS) og potensiell implementering (Garcia *et al.*, 2018). I ettertid har det blitt utviklet og presentert mange forskjellige versjoner av konseptet (Hooper, 2015). LoD er et konsept under utvikling og det vil fortsatt være mulighet til å legge til ny forskning for å forbedre rammeverket som LoD består av (Ruikar *et al.*, 2018).

Det vil være mest hensiktsmessig å implementere LoD i prosjekter som benytter BIM (Hooper, 2015). LoD har som formål å beskrive hvor utviklet de forskjellige objektene i en

BIM-modell basert på nivåer. Nivåene for LoD-spesifikasjonen er definert ut fra veiledende standard utarbeidet av BIM-Forum (BIMForum, 2019). Nivåene, som er presentert i Figur 17, er som følger:

- **LOD 100:** Modellelementet kan være grafisk representert i modellen med et symbol eller en annen generisk representasjon.
- **LOD 200:** Modellelementet er grafisk representert i modellen som et generisk system, objekt eller montering med omtrentlige mengder, størrelse, form, plassering og orientering.
- **LOD 300:** Modellelementet er grafisk representert i modellen som et bestemt system, objekt eller montering i form av mengde, størrelse, form, plassering og orientering.
- **LOD 350:** Modellelementet er grafisk representert i modellen som et bestemt system, objekt eller montering i form av mengde, størrelse, form, plassering, orientering og grensesnitt med andre byggesystemer.
- **LOD 400:** Modellelementet er grafisk representert i modellen som et bestemt system, objekt eller montering i form av størrelse, form, plassering, kvantitet og orientering med detaljering, fabrikasjon, montering og installasjonsinformasjon.

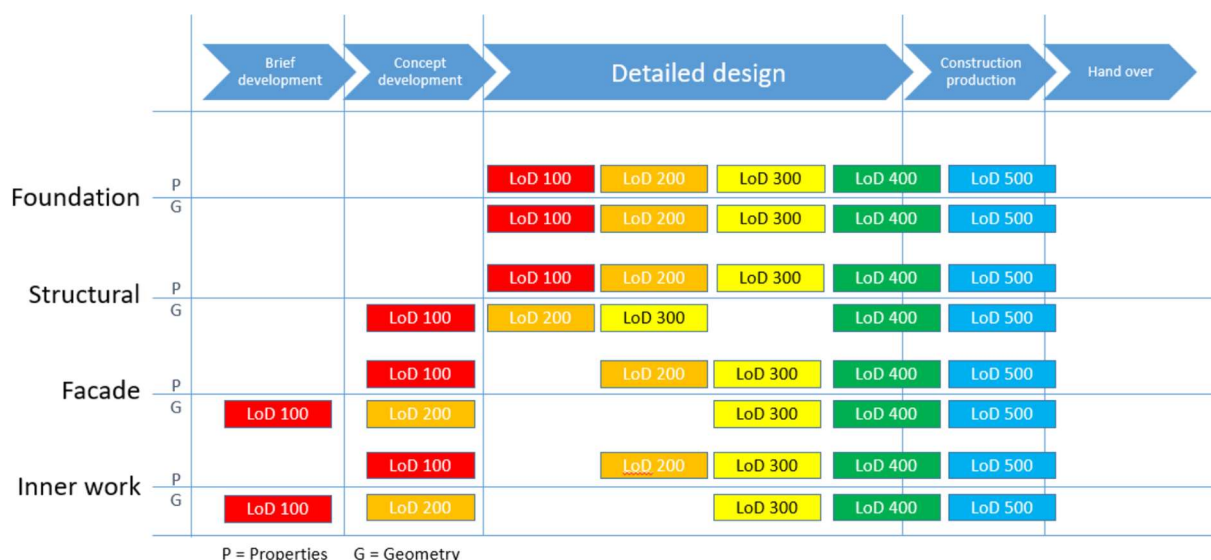


Figur 17: Grafisk presentasjon av LoD-verdier, (BIMForum, 2019)

I konseptet LoD skiller det mellom geometri og egenskaper. Geometri kan da beskrives som det vi ser i modellen og egenskaper er informasjon knyttet til bygningselement i modellen, mens volum og material er eksempel på egenskaper. En modell kan være godt utvikla geometrisk uten å inkludere noen egenskapsinformasjon. I et slikt tilfelle har modellen høy geometrisk LoD-nivå og lavt LoD-nivå på egenskaper (BIMForum, 2019).

LoD kan også bli sett på som et verktøy i BIM for å knytte sammen informasjonsleveranser, med tilhørende beskrivelser, og kontraktsavtaler og ansvar (Hooper, 2015).

En foreslått modell for tidspunkt de forskjellige LoD-verdiene skal være oppfylt, er presentert i Figur 18.



Figur 18: Forslag for tidspunkt for de forskjellige LoD-verdiene, (Grytting et al., 2017)

3.5.2 Modellmodenhetsindeks, MMI

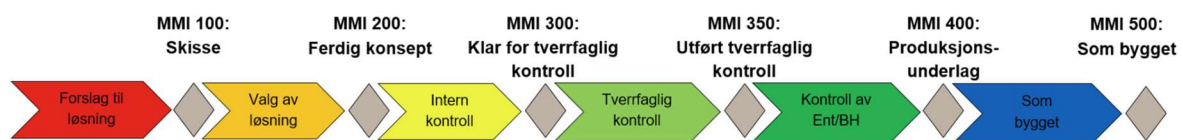
Konseptet MMI, eller Modellmodenhetsindeks (eng. Model Maturity Index), er veldig likt LoD (Level of Development), og har derfor mange av egenskapene som er beskrevet i 3.5.1. Det kan for eksempel være en løsning som forbedrer kommunikasjonen mellom aktørene og dermed strukturer prosjekteringsprosessen til en viss grad (Hooper, 2015). MMI ble utviklet i 2017 av CII for å måle modenhet og fremdrift i en prosjekteringsprosess som benytter BIM-modell, slik at man kan synliggjøre kvalitet og modenhet til objektene i modellen (Eray et al., 2018).

Systemet MMI beskriver modningsgraden til objekter i en BIM-modell ved bruk av tallkoder, både med hensyn til geometri og informasjonsinnhold. Det skal først og fremst være metodikk for kommunikasjon i prosjekteringsprosessen poengterer, Fløisbomm et al. (2018). Ved å sette tidspunkt i fremdriftsplanen for når objekter i hele eller deler av konstruksjoner skal ha en gitt verdi av MMI, kan man styre prosjekteringsforløpet på en måte som harmoniserer mer med de verktøy som er tilgjengelig gjennom bruk av BIM. (Fløisbomm et al., 2018).

Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA), Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) og Arkitektbedriftene definerer et forslag til MMI-nivå i publikasjonen *MMI-Modellmodenhetsindeks* (Fløisbomm et al., 2018). En oversikt over hva som kreves på hver verdi er lagt ved som Vedlegg 2. I kulepunktene under er MMI-gradene presentert med de prosjekteringsaktivitetene som fører frem til MMI-verdiene. I Figur 19 er MMI-gradene presentert som milepæler i prosjekteringsfasen.

- **MMI 100, Skisse:** Prosessen frem mot MMI 100 innebærer å etablere ett eller flere forslag til løsning. Objekter ved MMI 100 er å anse som et skissegforslag. Dette innebærer at det kan være modellert flere alternative forslag til løsninger og at det kan skje større endringer i design på kort tid. I prosessen frem mot MMI 200 velges løsninger og konsepter.
- **MMI 200, Ferdig konsept:** Objektene er å anse som gjennomarbeidet med tanke på design av konseptuell løsning. Det forutsettes at det ikke forekommer større endringer i konseptene som påvirker andre fag etter MMI 200.

- **MMI 300, Klar for tverrfaglig kontroll:** Ved MMI 300 skal objektene være koordinerte innen enkeltdisipliners modeller. Objekter relevant for tverrfaglig koordinering skal være modellert og ikke være i konflikt med andre objekter i samme disiplin. Objektene skal ha riktig størrelse og plassering.
- **MMI 350, Utført tverrfaglig koordinering:** Ved oppnådd MMI 350 skal objektene være tverrfaglig koordinert med hensyn til alle objekter i tilgrensende disipliner. Tverrfaglig koordinering vil ofte være en iterativ prosess, først ved slutført koordinering mellom alle tilgrensende disipliner oppnår objektene denne statusen.
- **MMI 400, Produksjonsunderlag:** Status som produksjonsunderlag forutsetter at objektene er kontrollert og godkjent for bygging. Eventuelle konflikter eller innspill til endring av design sendes til prosjekterende disipliner for gjennomgang. Ved utsjekk av alle tilbakemeldinger, er objektet klar for produksjon, MMI 400.
- **MMI 500, Som bygget:** Avhengig av krav til «som bygget»-dokumentasjon oppdateres modellene i henhold til denne statusen av de prosjekterende.



Figur 19: MMI-verdiene som milepæler for prosjekteringsprosessen, (Fløisbomm *et al.*, 2018)

Når modenhetsspesifikasjoner benyttes til å reflektere utviklingen i prosjekteringen ved milepæler, kan det fortsatt være utfordrende å fastsette den faktiske fremdriften i prosjekteringsprosessen i det tverrfaglige miljøet. Ved å sammenligne de planlagte modenhetsnivåene med faktiske modenhetsnivå, kan MMI benyttes til å vurdere planleggingskvalitet og produktiviteten til de prosjekterende. (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2018). Modenheten til hver grad kan være ulik de faste standardene, basert på størrelsen og kompleksiteten til prosjektet (Borrmann *et al.*, 2014).

3.5.3 Muligheter innen bruken av MMI

For å strukturere beslutninger i prosjekteringsfasen, som kan være utfordrende med tanke på den litt kaotiske prosessen med iterasjoner og hele tiden litt usikkerhet (Ballard, 2000), kan MMI være en løsning. Konseptet MMI kan forbedre kommunikasjonen mellom aktørene, og dermed strukturere prosjekteringsfasen i en viss grad (Hooper, 2015).

Ved å sette en modenhetsstatus til objekter vil det være enklere å kontrollere om de prosjekterende holder tidsplanen, og aktørene kan vite hvilken informasjon i BIM-modellen de kan stole på (Svalestuen *et al.*, 2018; Hooper, 2015).

En annen mulighet ligger i at prosjekteiere enklere kan kontrollere beslutningsprosessen, få bedre forståelse for det ferdige utformede produktet og i tillegg ta beslutninger uten at det er stor risiko for at de fører til store endringer (Grytting *et al.*, 2017).

De store omgjøringene i modellen bør bli gjort ved en lav grad av modenhet, og antall iterasjoner og omarbeid må derfor minske i takt med at det settes høyere grad av modenhet på objektene i modellen. Det kan hjelpe de rådgivende ingeniørene å utføre

omgjøringer og iterasjoner i riktig rekkefølge, noe som også vil bidra til en mer strukturert prosess (Svalestuen *et al.*, 2018)

Det kan garanteres en viss kvalitet på informasjonen som ligger i modellen hvis det lages en spesifikk sjekkliste for gradene av LoD og en leveringsplan for når det skal leveres i modellen (Hooper, 2015).

Hvis elementer i modellen låses etter at det endres grad MMI, kan det bidra til mindre med negative iterasjoner (Grytting *et al.*, 2017). Det er også mulig å bruke MMI som et tidlig faretegn for å unngå mange arbeidstimer, i tillegg kan du se modellens fremdrift (Hooper, 2015).

Hooper (2015) presenter disse punktene som mulige fordeler med modellmodenhet:

- Kontrollere modellstatus opp imot planlagt modell.
- En mulighet for kvalitetskontroll i modellen
- Maksimere automatiseringen og unngå arbeidskrevende iterasjoner
- Benytte som milepæler i prosjekteringen

Det kommer frem av Fløisbomm *et al.* (2018) at MMI er et system som er godt egnet for planlegging av prosjekteringsleveranser. Kodene i systemet benyttes da av hver disiplin til å planlegge sine egne leveranser i soner av prosjektet og signalisere behov for BIM-leveranser fra andre fagdisipliner. På den måten er det enklere å planlegge BIM-leveranser med samme modenhet i samme områder til samme tid. Eksempel på hvordan det kan brukes i tidsplanlegging vises i Figur 20

Ukenr.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Milepæler											MMi 300		MMi 350		MMi 400	
Entreprenør																
Arkitekt																
RIB																
RIV																
RIE																
BIM																

Figur 20:MMI benyttet i prosjekteringsplanlegging, (Fløisbomm et al., 2018)

3.5.4 Utfordringer innen bruken av MMI

En av utfordringene som pekes på i «*Automated model progression scheduling using level of development*», er lite engasjementet for å ta i bruk dette verktøyet. Begrenset engasjement begrunnes med mangel på forståelse for hva LoD er. Det bør forsøkes å få til en fast ramme for LoD for å unngå frustrasjon rundt dette kodespråket, det kan for eksempel være å lage en spesifikk sjekkliste for gradene og en leveringsplan for når det skal inn i modellen(Hooper, 2015).

I «*Use of LoD decision plan in BIM-projects*» presenteres det følgende utfordringer knyttet til LoD (MMI) (Grytting *et al.*, 2017):

- Mangel av kommunikasjon mellom fagfeltene i detaljprosjekteringen kan føre til feil merking av modenhet på objektene i BIM-modellen.
- Modellen utvikles på feil nivå, noe som fører til negative iterasjoner og omgjøringer.
- Mangel på tillit til modellen på grunn av at noen av objektene er kun midlertidig plassert som erstatning for det ferdige objektet.
- Mangel på initiativ til å holde leveringsplanen.

Det er viktig at informasjonen som er tilknyttet modellene er både relevant og brukbar med tanke på prosjektgjennomføringen. Og det er derfor uheldig hvis lettvinde løsninger blir brukt for å få levert i riktig tid, istedenfor at det blir utviklet et godt rammeverk for modellmodenhet (Hooper, 2015).

Det er også en utfordring at prosjekterende ikke vil dele informasjon eller fastsette høyere grad av modenhet, i frykt for at entreprenøren vil ta i bruk data som ikke er ferdig (Svalestuen *et al.*, 2018).

4 Resultat

I dette Kapitlet presenteres informasjon som er innhentet gjennom arbeidet med denne masteravhandlingen. Funnene er fra åtte intervjuer og informasjonsinnhenting i form av dokumentgjennomgang og observasjon i case-prosjektet til oppgaven. Case-prosjektet til oppgaven er, som beskrevet i kapittel 2.5, Vestbyen Trafostasjon i Trondheim.

Kapitlet er strukturert slik at funnene presenteres i forbindelse med hvert forskningsspørsmål. Strukturen i underkapitlene har opphav i innhentet informasjon og inndelingen er lik underkategoriene som ble dannet i NVivo. Det gjør at inndeling avviker noe fra spørsmålene i intervjuguiden, da den ikke ble fulgt slavisk i de siste intervjuene. Det kommer av at noen av spørsmålene i intervjuguiden ble etter hvert sett på som mindre hensiktsmessige.

4.1 Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis

I dette underkapitlet blir det lagt fram generelle funn fra den innhentede empirien som tilhører det første forskningsspørsmålet: Hvordan fungerer systemet i dagens praksis? Resultatene er både fra det som ble definert som generelle funn, og det som ble sortert som prosjektspesifikke funn. I analyseprogrammet NVivo ble det opprettet 224 koder fra intervjuene i tilknytning dette underkapitlet.

4.1.1 Fremdriftsplanlegging og oppfølging

I starten av entreprenørens prosjekteringsprosess, planlegges det når arbeid fra de prosjekterende skal leveres. Arbeidsleveranser som er planlagt til et gitt tidspunkt, knyttes opp mot MMI i fremdriftsplanene i de prosjektene der MMI benyttes. Dette utgjør tegningsleveranseplanen, og ideelt sett skal da arbeidet leveres både som IFC-filer inn i modell og som PDF-tegninger. Ved større bygg må tegningsleveransene deles opp i mindre kontrollsoner, som kan være forskjellige etasjer eller bygningsdeler. Leveransene gjøres på det prosjektets plattform for fildeling, også kalt projekthotellet. For å avdekke avhengighetene mellom aktørene i prosessen bør tegningsleveransene settes i system. Det poengteres som svært viktig at alle avhengighetene er avklart for at fremdriftsplanen kan bli sett på som komplett. Både intervju og observasjon viser at en forskjell blant de prosjekterende er at arkitekt og RIB ofte prosjekterer i bygningsdeler, mens tekniske fag nesten utelukkende prosjekterer i system som kan strekke seg over flere bygningsdeler eller hele bygget, noe som må tas hensyn til i oppdelingen av eventuelle kontrollsoner.

I case-prosjektet er det benyttet lappeteknikk for å planlegge avhengigheter og tidspunkt for arbeidsleveranser. Lappeteknikken ble gjennomført på oppstartssamlingen med utgangspunkt i når prosjekteringen skulle være ferdig, og resultatet av planleggingen er lagt ut på prosjektets SharePoint. Det fortelles at det er et litt spesielt prosjekt med tanke på at det er en periode mellom ferdig prosjektering og oppstart av produksjon. Det er ikke valgt å bryte prosjektet ned i flere kontrollsoner siden bygget er lite nok til å prosjektere alt i en sone.

Den viktigste milepælen, og det som blir sett på som en suksessfaktor for prosjekteringen, er å ha klart underlag og arbeidstegninger før produksjonen starter. I tillegg til tegninger har rådgiverne en del dokumentasjon de må levere inn. Informantene påpeker at

tidsrommet for prosjektering ofte er for smalt, slik at arbeidsleveransene blir veldig tett. Dette resulterer ofte i en ekstra stressfaktor.

I case-prosjektet legges det opp til at arbeid skal leveres både som IFC-filer, som skal inn i modell, og PDF-tegninger samtidig. Siden det er besluttet å ta i bruk MMI i dette prosjektet, blir MMI-verdiene inkludert i fremdriftsplanen og hver arbeidsleveranse er et nytt MMI-nivå.

I dagens praksis er oppfølgingen av fremdriftsplanen ofte basert på tillit til at de rådgivende utfører som planlagt, og måloppnåelse kontrolleres på prosjekteringsmøtene. Det fortelles at fremdriftsplanen ofte blir et levende dokument, noe på grunn av at det er krevende å planlegge prosjekteringen i detalj, men hvis aktørene er litt fleksibel, bruker planen og sluttdato å være tilstrekkelig tilpasset prosjektet. En del av planleggingen innebærer at avklaringer blir gjort opp imot offentlige krav og myndigheter. Før detaljprosjekteringen starter, er det nødvendig at godkjennelser og avklaringer er ferdig utført. Det kan påvirke og utsette hele prosessen hvis ikke avklaringer er gjort før detaljprosjektering skal starte, kommer det fram i intervju.

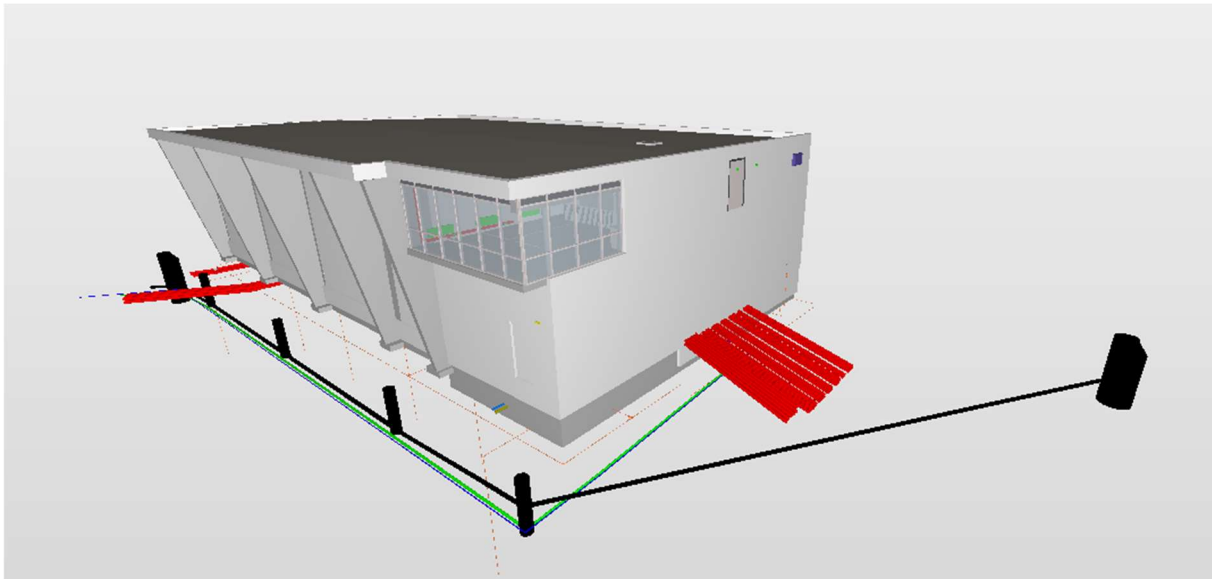
I hvert prosjekteringsmøte for Vestbyen Trafostasjon, blir fremdriftsplanen tatt frem, der MMI-verdiene står som punkter, og vurdert i forhold til faktisk fremdrift. Det kommer frem tidlig i prosessen at de prosjekterende er avhengig av å ha underlag, altså en 100-modell, fra arkitekt. Endringer som har blitt gjort, eller forandring i forutsetninger, har blitt tatt opp i prosjekteringsmøtene, der eventuelle løsninger har blitt diskutert i plenum. Det har også blitt diskutert hvordan de eventuelle endringene og utsettelsene påvirker fremdriftsplanen og frister for ny MMI-grad.

Noen av informantene som er prosjekterende har ikke tro på at MMI kan være et system som bidrar til større grad av styring av arbeidsleveranser i prosjekteringen. Samtidig blir MMI pekt på et system som vil gjøre planlegging og oppfølging av fremdrift mer effektivt.

4.1.2 Bruk av BIM -Sammensatt modell

Vestbyen trafostasjon har hatt en sammensatt BIM-modell. Informantene forteller at de har brukt BIM i alle prosjekter i flere år, og det er normalt at prosjekter benytter seg av prosjektering i BIM-modell i dagens praksis. Det beskrives som et godt verktøy for visualisering av prosjektets geometri. «*BIM brukes allerede i stor grad til visualisering*», fortelles det i intervju. I case-prosjektet har BIM-koordinator satt sammen IFC-filene fra de prosjekterende og delt modellen av bygget på SharePoint. De prosjekterende skal i utgangspunktet levere fra seg tegningsfiler når de er ferdig utarbeidet i henholdt til MMI-nivået filene skal ha, men flere av fagene har levert skissemodell mens skissene fortsatt har blitt gjennomarbeidet og endret.

Den sammensatte modellen har blitt tatt opp og vist i prosjekteringsmøtene, og den har blitt benyttet for å diskutere løsninger i plenum. Et utklipp fra Solibri med fasaden til bygget i den sammensatte modellen er vist i Figur 21. Det å få visualisert problemer har stor effekt, mener flere av informantene.

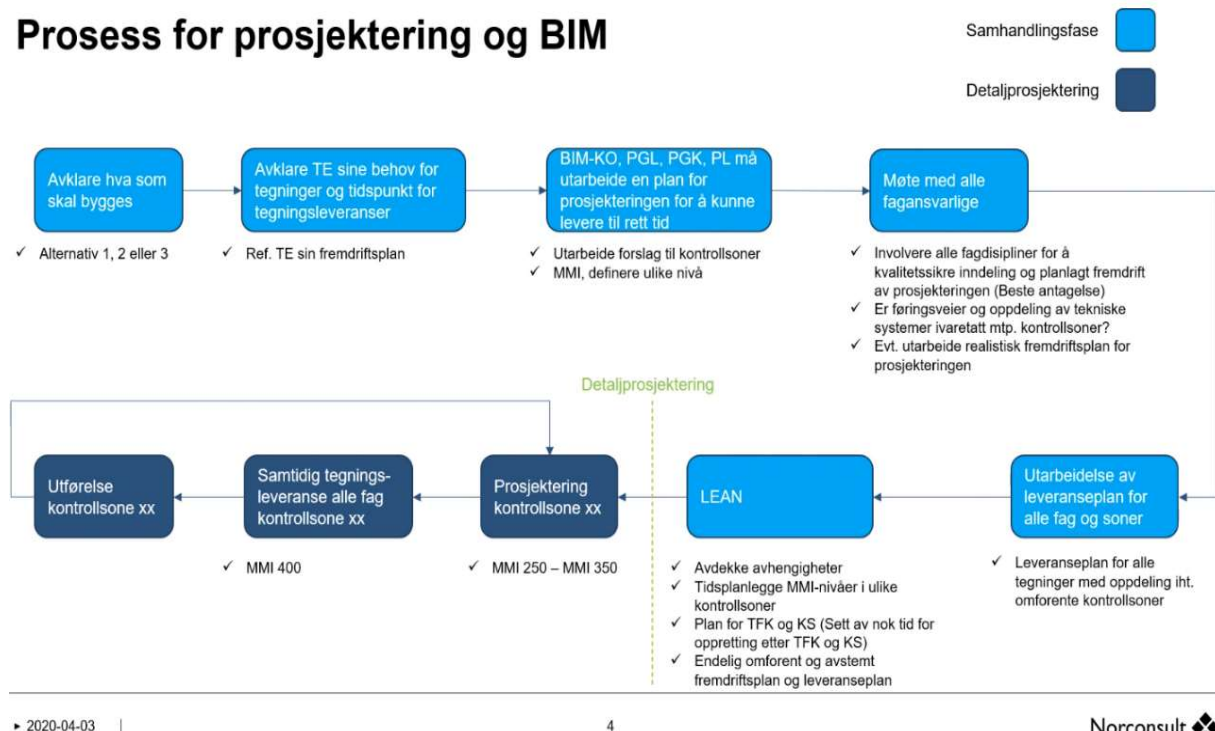


Figur 21: Utklipp fra den sammensatte modellen av bygget i case-prosjektet, funnet i gjennomgang av prosjektfiler i SharePoint

4.1.3 Fremgangsmåte for MMI

MMI beskrives til å være ganske likt LoD, som er et kjent begrep for flere av informantene, men LoD er mer basert på informasjon på hvert objekt. I Norconsult baseres MMI-systemet seg på at en liten gruppe setter seg ned i tidligfasen i prosjektet og finner ut hva som må til for å greie å levere et ferdig resultat til sluttdatoen, og hvilken tid som kreves. Deretter må tidsplanen avklares med de fagansvarlige, slik at avhengigheter, tidspunkt og avsatt tid stemmer for de forskjellige arbeidsleveransene. Hele prosessen er illustrert i Figur 22.

Prosess for prosjektering og BIM



Figur 22: Fremgangsmåte for MMI i Norconsult, presentert i intervju med BIM-kordinator.

Det kommer frem i intervju at det kan ansees å være to typer fremgangsmåter for merking av MMI. Det første er at MMI kodes som en egenskap til objekter, eller hele kontrollsoner, i IFC-filene. Det er vanlig at de forskjellige MMI-verdiene representeres med fargefilter i den sammensatte modellen. MMI-verdier som kodes som egenskap til objekter anses som den mest vanlige måten å benytte MMI på. Den andre metoden er å benytte MMI til merking på planlagte arbeidspakker eller på hele leveranser av IFC-filer, da med at det er et eget kontrollfelt i SharePoint som tilhører filleveransen. Veidekke Anlegg benytter det sistnevnte alternativet. En oversiktlig marking av MMI på filer og arbeidsleveranser skal gjøre det enkelt å ta i bruk MMI i prosjekter, fortelles det. Figur 23 viser et utklipp for hvordan det ser ut i SharePoint når det er mulig å merke filene med MMI. Det beskrives som en løsning som kan fungere på både store og små prosjekter.

Navn	Opprettet av	Endret	Versjon	Revisjon	MMI	Kommentar
01_Documents	Abdufatah Al-Shammeri	13. februar	1.0			
Temp	Øyvind Svaland	18. februar	1.0			
UVB-02-X-22100_Combined model Navisworks R...	Tom Paulsen	for 6 dager siden	4.0			
UVB-02-X-22100_Combined model Navisworks.n...	Tom Paulsen	25. februar	8.0		MMI 100	Leveranse til milepæl 7 - Denne er forsinket
UVB-02-X-22101_Combined Kontrakt grunnlag N...	Tom Paulsen	25. februar	2.0			
UVB-02-X-22102_Combined Del-2 grunnlag Navi...	Tom Paulsen	25. februar	2.0			
UVB-02-X-22103_Combined UDK27 grunnlag Na...	Tom Paulsen	25. februar	2.0			
UVB-02-X-22105_4D model Km53 ,600-54,140 Sy...	Abdufatah Al-Shammeri	1. april	2.0			

Figur 23: Struktur i SharePoint som inkluderer MMI-merking av fil-leveranser, presentert i intervju

MMI-nivåer som benyttes kan variere fra prosjekt til prosjekt, men utgangspunktet for nivåene som brukes er veilederen fra EBA, RIF og Arkitektbedriftene (som er presentert i kapittel 3.5.2 i denne oppgaven). Norconsult har valgt å dele opp 200-serien i flere nivåer, som vist i Figur 24. Også på prosjekt hos Veidekke Anlegg er det flere nivåer mellom MMI-grad 200 og 300. Det kommer frem i intervju at 200-serien av nivåer er veldig viktig i prosessen og det kan derfor være smart å dele den opp i flere nivåer. Oppdeling av 200-serien kan være smart på grunn av at det er da gruppa utfører det meste av prosjekteringen, og flere nivåer kan være gustig jo mer komplekst prosjektet. Det praktiseres at modellen i utgangspunktet skal være ferdig prosjektert på nivå 300, og at man da jobber seg trinnvis mot grad 300 og felles kollisjonskontroll. RIB forteller at når RIB-modellen når nivå 300, så skal tegningene sendes til de som skal på byggeplass for å få kontrollert at løsningene er byggbare.

Nivåer – MMI

- ▶ MMI 100 – Skisse - modell
- ▶ MMI 200 – Ferdig konsept - modell
- ▶ MMI 250 – Låst posisjon – instans / objekt
- ▶ MMI 270 – Låst geometri – instans / objekt
- ▶ MMI 290 – Klar for egen/intern kontroll - sone
- ▶ MMI 300 – Klar for tverrfaglig kontroll – sone
- ▶ MMI 350 – Utført tverrfaglig kontroll – sone
- ▶ MMI 399 – Ferdig prosjektert og kontrollert – ikke for produksjon - sone
- ▶ MMI 400 – Produksjonsunderlag – sone
- ▶ MMI 500 – Som bygget – modell

2020-04-03



Figur 24: MMI-nivåer presentert i intervju

4.1.4 MMI i case-prosjektet

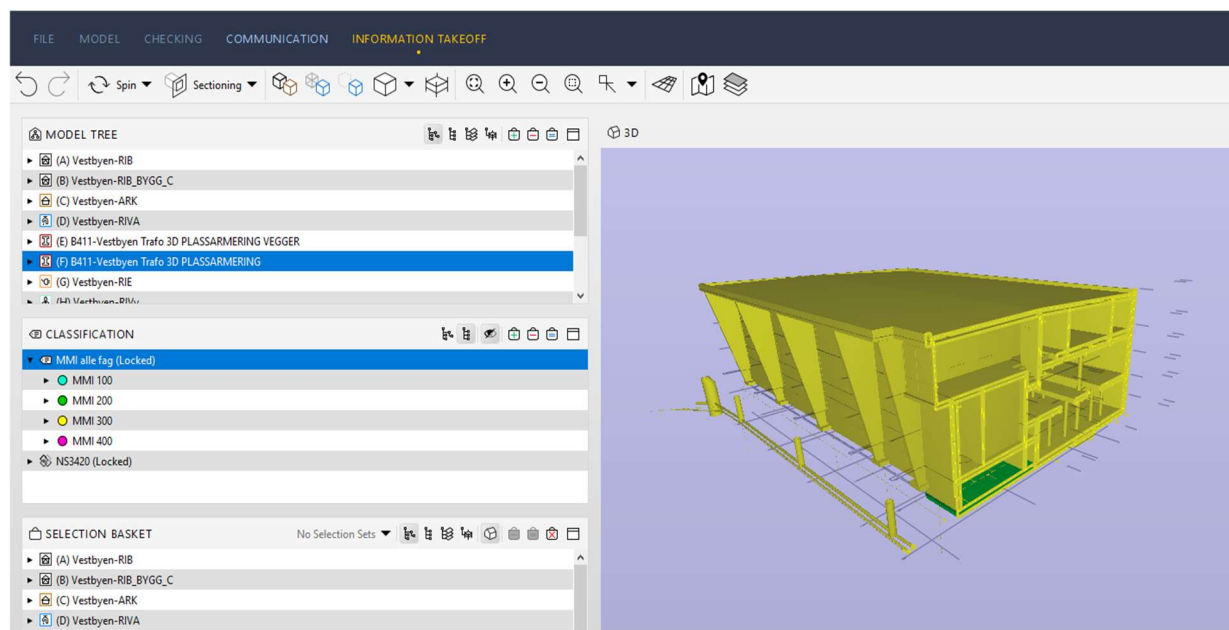
På oppstartssamlingen til prosjekteringsgruppa ble MMI-systemet gjennomgått og forklart slik at de prosjekterende fikk innsyn i hva systemet gikk ut på, og hva som de forskjellige MMI-nivåene innebar. Oversikten over innhold til de forskjellige nivåene er vist i Figur 25, og ble utarbeidet av entreprenøren før oppstartssamlingen. Informantene forteller også at entreprenøren var rundt til de forskjellige prosjekterende og fortalte om systemet før prosjekteringen startet.

	100	200	300	350	400	500
	Skisse	Ferdig konsept	Klar for tverrfaglig kontroll	Utført tverrfaglig koordinering	Ferdig tegningsgrunnlag	Som bygget/FDV
AFK	1. Elementer for visualisering lagt inn. 2. Sammenstilling av felles referansepunkt av alle fag	1. Valgt konsept med alle elementer som skal være med i modellen som for eksempel: yttervegger, innervegger, dører, vinduer, porter, glassalu m.m. 2. romfunksjoner er modellert	1. Ferdig sjikt modellert 2. Modell tverrfaglig sammenstilles 3. Objektene inneholder riktige mengdeuttak og all ann relevant info som skall inn i modell. Eks. Bram, lyd etc..	1. Alle kollisjonermodellavvik rettet 2. Geometri er låst	1. Produksjonsrettet informasjon lagt til modell.	
RIB	1. Elementer for visualisering av bæresystem 2. Sammenstilling av felles referansepunkt av alle fag	1. Valgt konsept. 2. Rette dimensjoner på bæresystem	1. utsparing lagt inn i modell 2. Objektene inneholder riktige info og geometri for mengdeuttak og kollisjonskontroll	1. Alle kollisjonermodellavvik rettet 2. Geometri er låst	Produksjonsrettet informasjon lagt til modell	
EL	1. Elementer for visualisering lagt inn. 2. Sammenstilling av felles referansepunkt av alle fag	1. Valgt konsept for tekniske innstallasjoner 2. Hoved fremføringer av kabelbruer	1. utsparing lagt inn i. utsparing lagt inn i modell 2. Objektene inneholder riktige info og geometri for mengdeuttak og kollisjonskontroll modell	1. Alle kollisjonermodellavvik rettet 2. Geometri er låst	1. Produksjonsrettet informasjon lagt til modell.	
RØR	1. Elementer for visualisering lagt inn. 2. Sammenstilling av felles referansepunkt av alle fag	1. Valgt konsept for tekniske innstallasjoner 2. Dimensjoner på hovedføringer modellert 3. Bunnledninger klar for VA	1. utsparing lagt inn i. utsparing lagt inn i modell 2. Objektene inneholder riktige info og geometri for mengdeuttak og kollisjonskontroll modell	1. Alle kollisjonermodellavvik rettet 2. Geometri er låst	1. Produksjonsrettet informasjon lagt til modell.	
VENT	1. Elementer for visualisering lagt inn. 2. Sammenstilling av felles referansepunkt av alle fag	1. Valgt konsept for tekniske innstallasjoner 2. Dimensjoner på hovedføringer modellert	1. utsparing lagt inn i. utsparing lagt inn i modell 2. Objektene inneholder riktige info og geometri for mengdeuttak og kollisjonskontroll modell	1. Alle kollisjonermodellavvik rettet 2. Geometri er låst	1. Produksjonsrettet informasjon lagt til modell.	
VA	1. Elementer for visualisering lagt inn. 2. Sammenstilling av felles referansepunkt av alle fag	1. Valgt konsept for tekniske innstallasjoner	1. utsparing lagt inn i modell 2. Objektene inneholder riktige info og geometri for mengdeuttak og kollisjonskontroll modell	1. Alle kollisjonermodellavvik rettet 2. Geometri er låst	1. Produksjonsrettet informasjon lagt til modell.	
LARK	1. Terreg og objekter for visualisering lagt inn. 2. Sammenstilling av felles referansepunkt av alle fag			1. Alle kollisjonermodellavvik rettet 2. Geometri er låst		

Figur 25: Forslag til innhold i de forskjellige MMI-nivåene, tilsendt etter observasjon av planleggingsmøte.

MMI er et nytt begrep for alle som er intervjuet i tilknytning til case-prosjektet. Det blir omtalt som et ganske enkelt system å sette seg inn i, og tilsynelatende lite ekstraarbeid å få merket objektene i modellen med MMI-verdier. I prosjektet Vestbyen Trafostasjon er det benyttet MMI-nivå fra 100-400 uten oppdeling med flere nivåer imellom hver hundregrad. I prosjekteringsmøtene omtales arbeidsleveranser og MMI-nivåene som modell. For eksempel beskrives leveransen i tilknytning MMI-nivå 200 som 200-modellen.

De forskjellige MMI-nivåene har fått hvert sitt fargefilter i den sammensatte modellen, som vist i Figur 26, det kommer også frem av gjennomgangen av modellen at en del arbeid er levert uten MMI-koding og vises derfor ikke i modellen når MMI-filteret er på.



Figur 26:MMI-nivåer som filter for å vise hva som har hver grad i modellen

4.1.5 Samarbeid og kommunikasjon

I dagens praksis foregår det meste av avklaringer og kommunikasjon via mail eller telefon, og informantene mener kommunikasjonen fungerer bra mellom fagfeltene. Mange av detaljene blir avklart i prosjekteringsmøtene, der de prosjekterende som er relevant for møtet blir innkalt, og problemer blir tatt opp og diskutert i de møtene.

Kommunikasjonen i case-prosjektet har i stor grad foregått på mail og i prosjekteringsmøtene, forklarer informantene. Prosjekteringsgruppa diskuterer i første prosjekteringsmøte hvilke plattformer de skal benytte for kommunikasjon, og det nevnes at det er mange forum å snakke i. I prosjektet har det blitt forsøkt å bruke flere programmer, som SharePoint, Dalux og Interaxo, for kommunikasjon, fildeling og aksjonslister. Systemene er nye for de fleste. I starten av prosjekteringsprosessen er det større usikkerhet knyttet til systemer for planlegging og andre arbeidsverktøy, som Dalux og Interaxo, enn hva det er for å starte med MMI. Det ble avtalt i prosjekteringsmøte at det skal benyttes IFC-filer for å utføre kollisjonskontroll.

En av informantene påpeker at det er viktig at aktører fortsatt må ta ansvar for egne handlinger, og at man skal være forsiktig med å innføre systemer som gjør at brukeren føler seg nedgradert og uten handlingsrom.

Byggherre forteller i prosjekteringsmøte at han har tilgang på den sammensatte modellen, men bør varsles om det er noe manglende underlag fra byggherres side.

Det kommer til å være papirtegninger som arbeidsbeskrivelse på byggeplass lenge fremover, sies det i flere av intervjuene. Modellen blir mindre til å stole på hvis den endres og omgjøres gjennom hele produksjonsfasen. Det fortelles at det da bare blir 2D-tegningene (plantegninger) som anses til å være troverdige. Det er en faktor som bidrar til at det fortsatt vil være 2D-tegninger på byggeplass og en ekstra grunn til at det er viktig å ha modellen ferdig til produksjonsstart. Det fortelles at bransjen ikke har vært klar for 3D-tegninger enda. «Jeg tror ikke vi kommer så langt at man kan stole blindt på modell» sier en av informantene.

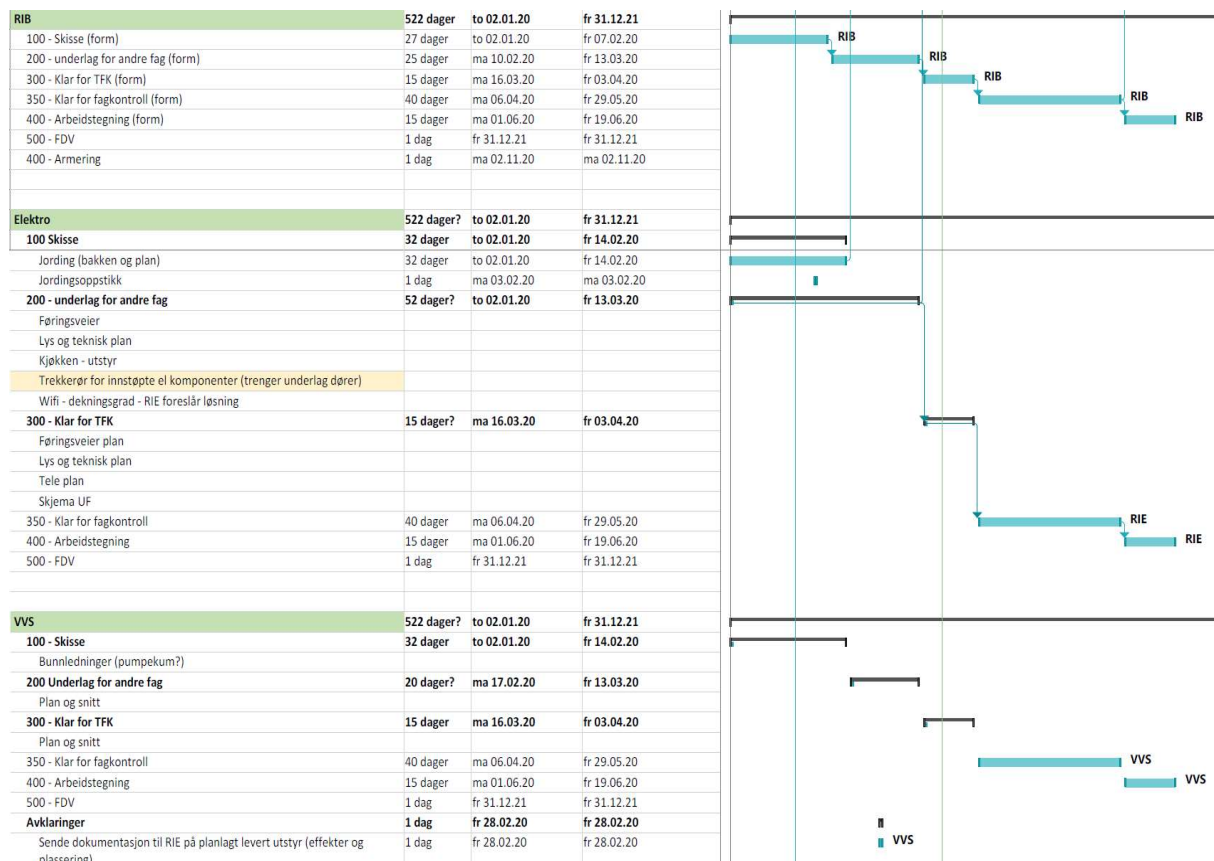
4.1.6 Avhengigheter

Avhengigheter er stort sett kjent blant aktørene, fortelles det i intervju, det har ikke vært behov for noe system for å avklare dem. På Vestbyen Trafostasjon har det i tillegg vært en kravanalyse der de prosjekterende har fått ytret hva de trenger fra andre fag. «*Det kan være fint for å få avklart alt, spesielt rundt det tekniske*», forteller prosjekteringsleder.

I fremdriftsplanen til prosjektet, som er presentert i Figur 27, er det lagt opp til at RIB og tekniske fag skal levere på samme tidspunkt. I prosjekteringsmøte blir det presisert at det bør være forskjellig tid for MMI-grader til de forskjellige fagene på grunn av avhengigheter. I møtene oppsummeres det hva som skal til for at fagene kan nå nytt nivå. Det blir beskrevet som viktig at det er avklart underlag før det jobbes videre, for eksempel må høyder til forskjellige rom og dimensjoner på vegger avklares.

Avhengigheter og manglende avklaringer fører til noen utsettelse, det diskuteres derfor om fristene for innlevering av nye MMI-nivå må flyttes eller om prosjekteringsgruppa skal hente inn den tapte tiden. Flere av tidsfristene blir flyttet, mens noen blir fastholdt. Den endelige kollisjonskontrollen må vente til alle fagene har fått levert 300-modell. Når RIE leverer fra seg arbeid er det til riktig tid, men i intervju ble det poengtert at det ble for tidlig fordi noe må endres etter levering.

Det beskrives at det ligger en utfordring i å finne ut hvem som må avklare og legge ut underlag først, dette på grunn av at underlaget kanskje må endres i utarbeidingen av andre fagfelts underlag, det blir litt som høna og egget. Det påpekes at det da må tas en risikovurdering om hva som skjer om man jobber videre på uferdig underlag. Mangel på forståelse mellom fagdisiplinene er noe som kan generere utfordringer i prosjekteringen. Hvis aktørene kun fokuserer på egne leveranser, kan det føre til utfordring i implementeringen av MMI også. Utsettelse og endringer underveis påvirker mest aktører som er avhengig av andre underlag for å bli ferdig. De med mange avhengigheter lider derfor mest hvis underlaget de er avhengig av først kommer tett opp imot sluttdato. Det fortelles at på et tidspunkt må alle ha nivå 300 samtidig, for det er da alt skal være ferdig og klart til kollisjonskontroll.



Figur 27: Fremdriftsplan for prosjektet hentet fra dokumentgjennomgang

For at de tekniske fagene skal få utført jobben sin, er de avhengige av underlag fra RIB og arkitekt. Det er usikkert om de har benyttet seg av MMI-verdiene for å se om tegningene er ferdige, eller om de har jobbet videre på uferdig underlag. Gjennom intervju kommer det fram at flere av informantene ikke føler at MMI-systemet har fungert og bidratt noe spesielt i prosjektet, og at det kanskje ikke har blitt benyttet fullt ut. Det har fungert litt som en vanlig kollisjonskontroll, og ingen av informantene har benyttet systemet for å se hvor langt de andre fagene har kommet i arbeidet sitt.

4.1.7 Arbeidsleveranser

Arbeidsleveransene, i form av filer som skal inn i BIM-modellen, har blitt gjort i SharePoint på Vestbyen Trafostasjon. Dokumentgjennomgang viser hvordan oppsettet for mappene for levering er case-prosjektet, oppsettet for levering av IFC-filer som skal inn i modell er vist i Figur 28.

Observasjon av prosjekteringsmøtene og intervju avdekker at det ikke er helt avklart på forhånd hva som skal leveres inn i tilknytning til de forskjellige nivåene. Størst usikkerhet er knyttet til innholdet på leveringen som tilsvarer nivå 200. I prosjekteringsmøtene har flere aktører nevnt at de er usikre på om 200-modellen kan levers til rett tid, basert på hvor mye som eventuelt skal være med på den leveringen. Nivå 100 blir omtalt som litt for detaljert, noen av de prosjekterende mener at nivå 100 og 200 blir mye av det samme.

Navn	Endret	Endret av	Filstørrelse	Versjon
Utsparinger elektro_Vestbyen-RIE.ifc	for 5 dager siden	Kolstad Arne Inge	36,3 kB	2.0
Vestbyen-ARK.ifc	for 3 dager siden	Kim Sørensen	5,23 MB	4.0
Vestbyen-ARK_BYGG_C.ifc	16. april	Kim Sørensen	670 kB	4.0
Vestbyen-PREFAB_GYGG_C.IFC	18. mars	Stian Aga	171 kB	1.0
Vestbyen-RIB.ifc	8. mai	Nina Løkken	960 kB	10.0
Vestbyen-RIB_BYGG_C.ifc	25. mars	Nina Løkken	502 kB	3.0
Vestbyen-RIE.ifc	for 5 dager siden	Kolstad Arne Inge	7,34 MB	12.0

Figur 28: Oppsett i mappe for fil-levering i SharePoint

I tilknytning til usikkerheten rundt innholdet til de forskjellige MMI-nivåene, blir følgende fortalt i intervju: «Jeg tror det kan gjøre ganske mye hvis man setter seg ned og ser hva det er som skal være på de forskjellige nivåene. For eksempel at 200-nivå skal være sånn og sånn, det tror jeg kan gjøre ganske mye ved at det blir en felles forståelse for systemet. Da får du en forventningsavklaring på hva de forskjellige nivåene skal inneholde. Det kan jo være prosjekttilpasset, men generelt så er det noen forventninger til hva de ulike nivåene skal inneholde som går igjen fra prosjekt til prosjekt. I henhold til bransjen vil kanskje 90% av innholdet i nivåene være definert likt i alle prosjekt.»

Det blir beskrevet at det underveis i prosessen kreves mange avklaringer, blant annet fra byggherre, for å få levert 200-modell til riktig tid. Det blir diskutert på prosjekteringsmøte om hvem som skal legge inn arbeid først for å unngå arbeidsiterasjoner.

Dokumentgjennomgang viser at arkitekt har klart å levere arbeidsleveranse med MMI-nivå 200 til riktig tid, men at andre fag må ha utsatt tid for å bli helt ferdig. På prosjekteringsmøtene et stykke ut i prosessen er det fortsatt en del som må avklares for å bli ferdig. Når 300-modell fra ARK og RIB leveres, er det flere ting som fortsatt ikke avklart.

Det kommer frem i intervju at prosjekt som benytter arbeidspakker i tilknytning til prosjektnedbrytningsstruktur, oppnår en fordel med MMI-merking i tilknytning til arbeidspakkene. Arbeidspakkene består av arbeid for en gitt sone, og kan bruke disse arbeidspakkene til mer enn bare merking av MMI. De kan for eksempel benyttes til fremdriftsplaner i kalkyle og oppdeling av fakturering. I større prosjekter kan arbeidspakkene forenkle avtaleinngåelse med rådgivere og leverandører i tilknytning til pakkene. En av informantene mener at det å dele opp større prosjekter i arbeidspakker, bidrar det til at størrelse på prosjektet ikke har noe å si for om det er mulig å ta i bruk MMI.

4.2 Hva ønsker organisasjonen å oppnå med MMI

I dette delkapitlet presenteres resultatene som kommer inn under forskningsspørsmål 2: Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI? Det er da utsagn i intervju det er lagt mest vekt på, men også system for MMI som er funnet i dokumentanalysen og funn fra observasjonsstudiet. I underkapitlet presenteres det hva som generelt kan bli bedre ved å ta i bruk MMI i prosjekter, og hva som er forventet å oppnå med MMI i case-prosjektet. Det ble laget 87 koder i NVivo i tilknytning dette delkapitlet.

4.2.1 Effektiv oppfølging

Prosjekteringsleder ser for seg en mer effektiv oppfølging av fremdriften med MMI-systemet. Det er også ønskelig at det skal bidra til en større grad av kontroll for alle aktørene som er involvert i prosjekteringsprosessen i prosjektet, da også inkludert byggherre. «Det kan bli enklere å holde oversikt hvor langt man er kommet i prosjekteringa» kommenterer en av rådgiverne i prosjektet.

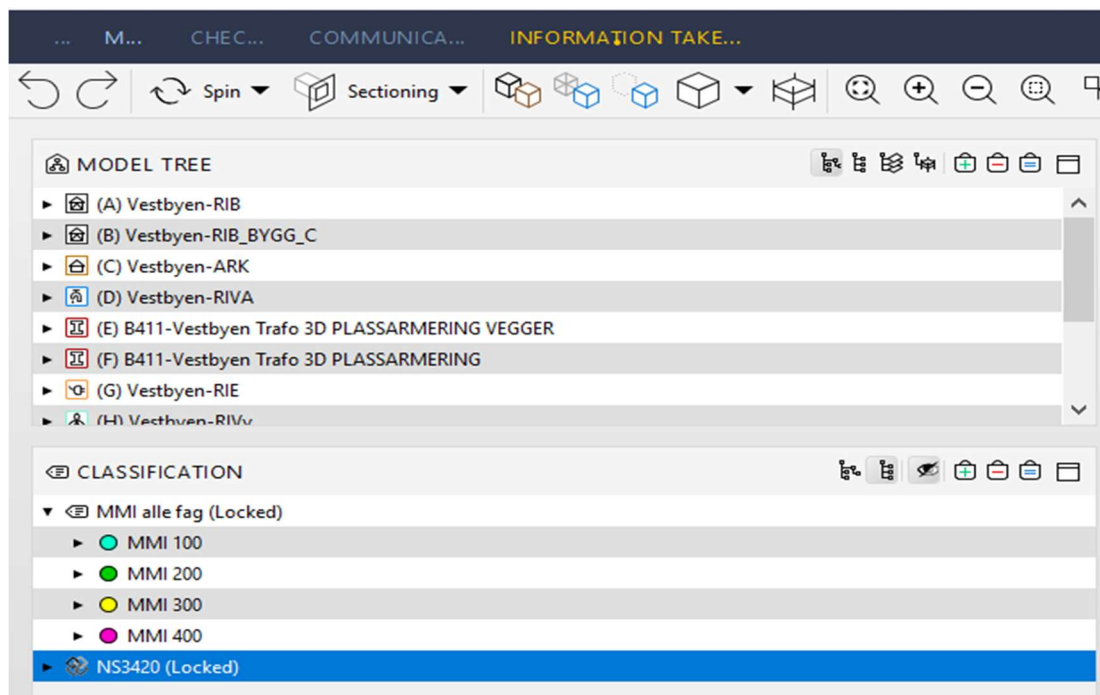
En utfordring i tradisjonell prosjektering er at det kan være vanskelig for prosjektleder å holde kontroll på prosjektering hvis det blir for store leveranser, og at alle leveransene kommer for tett opp imot sluttdato for prosjekteringsprosessen. Det kan være vanskelig å se hvor langt de andre fagene har kommet i prosjekteringa, blir det sagt. Det risikeres også at ting kontrolleres flere ganger når det ikke blir benyttet kontrollsoner. Dette er utfordringer som beskrives som mulig å løse med MMI, og dermed en fordel organisasjonen kan oppnå med systemet.

MMI skal visualisere i BIM-modellen hva som er ferdig prosjektert eller ikke, og informanter beskriver at det vil gi en god og kjapp oversikt over fremdrift. Det kan bidra til at det blir enklere å se problemområder, slik at prosjekteringsgruppa kan gjøre tiltak tidligere og løse problemene på oversiktlig måte. Informantene peker på at det vil være en stor fordel å få tydeliggjort hva som faktisk er ferdig prosjektert, og at dette vil gjøre det enklere å holde kontroll på prosessen.

Det er likevel viktig at det ikke blir for stort detaljfokus, et mål med MMI er å unngå at hvert objekt må merkes. For høyt detaljfokus blir beskrevet som tilfelle for LoD, i den sammenheng kan MMI være litt mer overordnet. Det bør kanskje kun settes koder på objekter som det er sjekklister og skjema for, foreslås det.

I prosjektmøtene som har blitt observert, blir det oppsummert hva som er gjort og levert i tilknytning til MMI-nivåene i BIM-modellen. Forhåpentligvis kan det bidra til større bevissthet rundt arbeidsleveransene, blir det sagt i intervju.

Observasjon og dokumentgjennomgang viser at entreprenøren ønsker å få arbeidsleveranser levert med MMI-verdi i henhold til fremdriftsplanen. Hele prosjekteringsgruppa omtaler dette som noe som kan gjøre prosessen mer oversiktlig. I den sammensatte modellen er det lagt inn fargefilter for de forskjellige MMI-verdiene, som vist i Figur 29, slik at hele organisasjonen kan se hvor langt man er kommet om alle legger til MMI-verdi som egenskap til objektene i IFC-filene.



Figur 29: Fargefilter for å vise MMI-verdiene til objektene i den sammensatte modellen

Det fortelles at timeføring tilknyttet endringer, som er basert på tillit i dagens praksis, er noe som kan gjøres mer oversiktlig med MMI. Det blir ikke dokumentert hvor mange timer som faktisk brukes på omarbeid knyttet til endringer i underlag, «*Det fungerer bra, men er en litt tynn strategi sett fra et entreprenørperspektiv*» sier en av informantene. Dokumentasjon tilknyttet omarbeid og revisjoner er noe som kan inkluderes i MMI-systemet siden det fanger opp endringer på en grei måte.

4.2.2 Avklaringer

MMI kan enkelt visualisere og avklare om noen ting i modellen ikke er ferdig enda, slik at det da er mulig å ta en risikovurdering og bli bevisst på hva som skjer om prosjekteringsgruppa går videre med den mangelen. Systemet skal være beskrivende for når ting må gjøres og hvorfor det skal gjøres. Samtidig skal produksjonen få god oversikt over hva som er ferdig og ikke. I en BIM-modell kan ting se mer ferdig ut enn hva det egentlig er, på grunn av at man henter ting fra et objektbibliotek. MMI vil kunne demme opp for problemet med den forvirringen, mener flere av informantene. Det kan fungere som dokumentasjon på hva som er gjort i forbindelse med kontraktsavklaringer, noe som gir en enorm verdi med tanke på konflikter og styring.

4.2.3 Unngå iterasjoner og omarbeid

Flere av informantene peker på at et mål med MMI er å unngå runddansen med omarbeid og negative iterasjoner. Med en god fremdriftsplan og MMI ønsker man å få tydeliggjort konsekvensene av endringer som oppstår underveis, slik at det kanskje kan være mulig unngå endringer som fører til utsettelse. Det vil være et fint verktøy for å konstatere at noe er ferdig, og at det da ikke kan endres igjen. I intervju beskrives utfordringen med at ting kontrolleres flere ganger, når det ikke blir benyttet kontrollsoner, er en utfordring som kan løses med MMI.

4.2.4 Kommunikasjon og samarbeid

MMI gjør det svært tydelig hvem som er skyldig i forsinkelser og uplanlagte endringer, noe som kan bidra til at de prosjekterende leverer enda mer i henhold til fremdriftsplan. Dette er på godt og vondt, kommer det fram i intervju, da det kan bli litt som en offentlig gapestokk. Det vil komme veldig tydelig fram i modellen om ting ikke er levert til den tiden det skal, noe som i utgangspunktet beskrives som positivt.

For prosjekteringsleder er målet at MMI skal gjøre det enklere og mer effektivt å følge opp prosjekteringen. Det at systemet synliggjør hvor man er i prosessen kan bidra til at prosjekteringsgruppa er forberedt og har avklart det som trengs til neste beslutningsprosess. Flere av informantene forteller at de tror det er entreprenør og prosjekteringsleder som vil oppnå mest med MMI-systemet.

Det vil være en fordel å få sett skissetegningene til de prosjekterende så tidlig som mulig, og MMI kan ufarliggjøre arbeidsleveranser ved at rådgiverne slipper å bli ansvarliggjort for noe som ikke er merket som arbeidstegning.

De forskjellige MMI-nivåene kan også brukes i kommunikasjon med produksjon, for eksempel at aktører i produksjonsprosessen må vurdere om underlaget er byggbart når det når nivå 350. Ved at det blir lavere terskel for å gi fra seg uferdig underlag, er det ønskelig å få skisser man kan benytte til avklaringer og bestillinger hvor man ikke er avhengig av detaljene.

Et formål med MMI er man håper å unngå et ensidig fokus på eget fag, slik at det kan bli et enda bedre samarbeid i prosjekteringsgruppa.

4.3 Barrierer som hindrer MMI å fungere som tiltenkt

Delkapitlet presenter funn i forskningen som omhandler forskningsspørsmål 3; Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?

Funnene er basert på utsagn i intervju. Det var 143 koder fra intervjuene som ble dannet i NVivo som danner grunnlaget for dette underkapitlet.

4.3.1 Dårlig system for å håndtere MMI

Uten et godt og oversiktlig system vil det være krevende å få implementert MMI. Vilkårlig informasjon rundt om i Solibri-modellen er ikke noen god måte å styre på, forteller en av informantene. Uten parametersett, og når filene begynner å bli for store og uten kontrollsoner, vil det være vanskelig å benytte MMI til styring av prosjekteringsprosessen. «*Det kreves en del systematisering for at dette her skal bli riktig*» forteller en av informantene.

Hvis man møter situasjoner som systemet ikke håndterer, for eksempel at alle må være ferdig prosjektert for å kunne fastslå at det ikke blir endringer, kan det være en faktor som fører til at MMI ikke fungerer optimalt og som planlagt. Avhengighetene mellom fagene er også vesentlig. Hvis det er noe som ikke er klart fra et fag, kan det godt påvirke de andre fagene. Om ikke avhengighetene er avklart før prosjekteringen starter, kan det bli en barriere for å få tatt i bruk MMI.

Det vil bli vanskeligere å få implementert MMI om ikke systemet for håndtering av MMI tilrettelegges slik at det enkelt kan benyttes på større prosjekter. Det blir sagt i intervju at tilliten til systemet må forbedres hvis det skal være mulig å benytte det på større

prosjekter. Hvis systemet krever at man må legge inn, og eventuelt endre MMI-verdi på hvert objekt, da vil systemet i mange tilfeller møte motstand fra brukerne.

Oppdelingen av nivåer bærer preg av det er mye jobb å få modellen på 200-nivå, sier noen av informantene. Noen av brukere ser ikke nytten av nivå 200, og arbeidsleveransene er veldig svevende før 300-modell. I intervju blir det sagt at *«Det vi har diskutert er at vi vil hoppe over et av nivåene fordi vi ser ikke helt poenget i å gi ut en 200-modell på grunn av at den skissen er såpass levende»*. Innhold og oppdeling av nivåer blir derimot beskrevet som en av de barrierene som er enkelt å gjøre noe med.

Det er usikkerhet rundt merking av verdi når det må gjøres endringer, må MMI-verdien til objekter degraderes for så å jobbe alle stegene på nytt? Det beskrives som en bekymring i tilknytning til MMI-systemet. I spørsmålet om hvordan utfordringen som er tilknyttede degradering av MMI i forbindelse med endringer kan løses, blir det foreslått at det da må tas en vurdering på hva det gjelder og hvor stor endringen er. Det vil nok sitte langt inne å degradere MMI-verdien til objekter og fil-leveranser.

I store prosjekter kan det være mer krevende å dele inn i kontrollsoner som er fornuftige, uttrykker noen av informantene. Oppdelingen av fornuftige kontrollsoner er noe som blir sett på som en barriere blant flere av informantene, hvis det ikke er gjort en god jobb på det punktet vil det være vanskeligere å ta i bruk MMI. Det vil være betydelig lettere å holde oversikt på mindre prosjekter. Noen mener derimot at størrelse på prosjektet ikke har noe å si for om implementeringen lykkes eller ikke. *«Jeg tror kanskje dette prosjektet med trafostasjonen blir for lite for å få noe utbytte av det.»*, blir det også sagt i intervju.

4.3.2 Nye systemer

Det å merke med modenhet har vært nytt for informantene, og noen påpeker at det har vært en del av utfordringen. En annen barriere for å få tatt i bruk MMI, har vært at det er flere nye systemer som skal tas i bruk i dette prosjektet. Observasjon og intervjuer viser at det blir for mange plattformer å forholde seg til i et prosjekt.

Det å ta i bruk nye systemer er tungt og fører generelt til ekstra jobb i starten, men det påpekes i intervju at det er eneste måte å utvikle seg på. Det kan være en utfordring å være godt nok forberedt og ha klare formeninger om hvordan systemene skal brukes.

Det at ting ser ferdig ut på MMI 100, blir også beskrevet som en utfordring med modellen. Noen av informantene synes det blir for mye fokus på modell og ikke på det som skal bygges i virkeligheten.

4.3.3 Endringer

Endringer som fører til omarbeid, blir sett på som en av de større barrierene for at systemet skal bli implementert vellykket. *«Endringer som kommer før objektene er låst er en smal sak. De endringene som kommer etter at det er merket med MMI-verdi som tilsier låst objekt blir en tyngre sak i gruppa, spesielt hvis det ikke er et varslingssystem og en plan for hvordan det skal håndteres.»*, fortelles det i intervju. Det beskrives som lett å miste å oversikten hvis det oppstår mange endringer, spesielt i kompliserte prosjekter med mange fag.

Det fortelles i intervju at en kan aldri helgardere seg mot uforutsette endringer som oppstår underveis i et prosjekt. Prosjekteringsgruppa kan for eksempel ikke vite helt sikkert hva som skuler seg i bakken der det skal bygges. Det er vesentlig at forutsetningene som det er mulig å få avklart før prosjektering starten, bør være klare.

I case-prosjektet har det vært en del endringer underveis som skyldes avklaringer med byggherre. Dette har ført til at MMI-systemet ikke har fungert helt som planlagt med tanke på omarbeid etter fastsatt MMI-grad, og noen har blitt nødt til å gjøre det samme arbeidet flere ganger, viser innhentet informasjon.

Det har oppstått omgjøringer av modell i løpet av prosjekteringsprosessen. Noen av endringene er begrunnet i at ting har blitt avklart etter at det er tegnet. Andre endringer skyldes at det har vært tid til å gjøre om ting for å få et bedre resultat siden det ikke har vært noe tidspress fra oppstart av produksjon, antydes det i intervju. Når de prosjekterende har foretatt endringer på ferdig underlag, har praksisen vært at de har varslet entreprenøren om det som er gjort.

I prosjektet har det blitt gjort mange endringer på BIM-modellen etter at den har blitt levert med ny MMI-grad, også etter at det har blitt levert som 300-modell. RIB har for eksempel endret på noen dimensjoner. En grunn til noen av endringene kan være at det ikke har vært noe tidspress, blir det foreslått. For noen av fagene har det likevel blitt travelt på slutten for å få levert grad 300.

Det er ofte de samme problemene som går igjen fra prosjekt til prosjekt, sier flere av informantene. Endringer og arbeidsiterasjoner blir sett på som en utfordring i prosjekteringsprosessen blant informantene. Stort sett forsøkes det å unngå de store endringene, men noe vil dukke opp uansett. Flere av informantene sier at det er ganske vanlig at noe må gjøres på nytt etter at det egentlig er ferdig prosjektert.

4.3.4 Mangel på informasjon og kunnskap

Hvis det ikke er tilstrekkelig med informasjon om systemet tilgjengelig for brukerne, vil det gjøre det verre å få tatt i bruk MMI. Et minimum av informasjon må til slik at de fagansvarlige fra rådgiverne vet hvilken jobb de må gjøre i tilknytning til MMI. Noen av informantene er bekymret for at det vil kreve for mye datakunnskap å gjennomføre alt, slik at systemet blir større enn faget.

Det har vært litt sparsommelig med informasjon om MMI-systemet i case-prosjektet, ytrer en av informantene. Det ble informert muntlig om systemet i starten, men det har ikke vært å oppdrive noe om de forskjellige nivåene senere i prosjektet. Det er ikke mulig å finne noe informasjon om MMI på prosjektets SharePoint, noe som gjør det litt verre for brukerne å ta i bruk systemet.

Det ble påpekt tidlig i prosessen at det skal bli spennende å se hvordan det blir å fungere i praksis, og at det ikke er helt spesifisert hva som inngår i de forskjellige nivåene av MMI. Det var også litt usikkerhet rundt filtreringen i den sammensatte modellen tidlig i prosessen. I intervju poengteres det at utover i prosjekteringsprosessen skulle det kanskje vært en mer konkret gjennomgang om hva som eventuelt henger igjen av prosjektering og ikke er avklart og hvorfor. Gjennomgangen kunne vært i tilknytning til MMI-modellen.

I intervju om case-prosjektet kommer det fram at de forskjellige fagene ikke vet om de andre fagene har benyttet MMI-merkingen i den sammensatte modellen til å se hvor langt prosjekteringen har kommet. Det er heller ikke noe informasjon om aktørene benytter systemet eller ikke.

Det sies i intervju at om ikke rådgivergruppen har tilstrekkelig teknisk kunnskap, vil det være krevende å få MMI til å fungere som tiltenkt. Rådgiverne bør ha de ferdighetene som kreves for å utføre det tekniske som er knyttet til MMI-koding. Ellers vil det bli svært mye ekstra arbeid for BIM-koordinator, og det kan gjøre at aktørene er mindre villig til å ta i

bruk systemet fullt ut. Mangel på kunnskap om hvordan man skal utføre koding og merking i programvare beskrives som en barriere for å innføre MMI. «*De som gjør innkjøp har ikke nok fokus på det tekniske, det er ofte det faglige som gjelder*». Det kan være tvil om det er noe poeng å ta i bruk systemet om det ikke er tilstrekkelig teknisk kunnskap blant brukerne.

Det er viktig at de som har rollen som BIM-koordinator har nok kunnskap om prosjekteringsprosessen. Det er ofte litt personavhengig hvor godt nye ting blir tatt imot og hvor villig aktører er å ta i bruk nye systemer, kommer det frem i intervju. Det kan ta litt tid før alle i bransjen er innforstått med systemet, derfor kan det oppstå misforståelser.

4.3.5 Merarbeid

Det at MMI fører med seg ekstra arbeid er en bekymring blant de prosjekterende. Flere er skeptiske hvis endringer fører til at de prosjekterende eventuelt må begynne å ta igjen merkinger og gjøre opp igjen arbeid, og informantene lurer på hvordan man skal forholde seg til systemet når det skjer. Om det blir mye merarbeid er samtidig basert på hva man legger opp til, sies det i intervju. Det må ikke legges opp til at det skal kodes på objektnivå. Det kan virke som litt mye ekstraarbeid for noen, men det poengteres at MMI er et viktig verktøy. En utfordring er at det ofte kommer nye systemer som det tar mye tid å sette seg inn i, det går med mye tid på det istedenfor faglige ting.

Noe som blir sett på som en barriere er at det vil kreve en del mer organisasjonsarbeid for å henge med på alle systemene til enhver tid. Det stilles spørsmålsteget ved om aktørene må oppdatere modellen kontinuerlig om det kommer endringer. Det fortelles at flere er skeptiske til mengden merarbeid som kommer av at MMI blir tatt i bruk og jobben som kreves for å hele tiden holde seg oppdatert på modell. Men det er overkommelig om det er gode systemer for merking, poengteres det. Noen av informantene mener at MMI er det som kommer til å gjelde for planlegging og styring av prosjekteringsprosessen fremover, da er det bare å lære seg systemet og ta det i bruk. Det blir beskrevet at eventuelt merarbeid henger sammen med omfanget prosjekteringsgruppa legger opp til. Alle objekter trenger ikke å merkes med MMI forteller an av informantene.

4.3.6 Mangel på felles forståelse

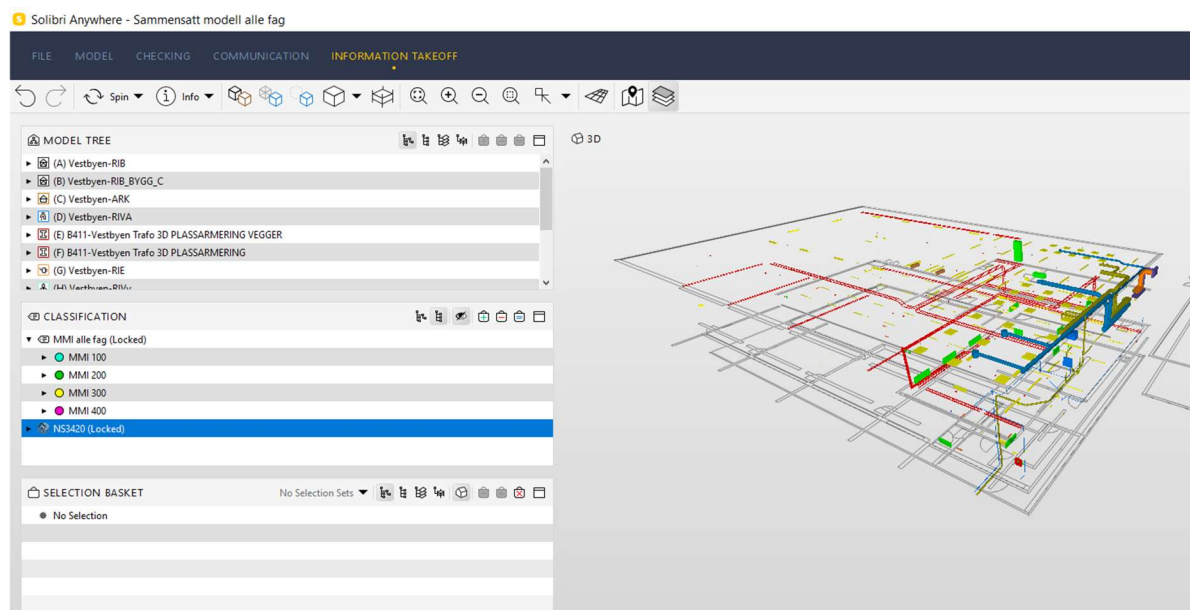
En av utfordringene som beskrives, er å få alle til å respektere systemet. For noen aktører har det ikke like store konsekvenser om de ikke benytter MMI, det vil påvirke andre fag i den retning at de heller ikke kan benytte seg fullt ut av systemet. Organisasjonen er avhengig av at alle følger systemet. Det vil være uheldig for systemet hvis rådgivere sitter og holder igjen uferdig underlag, fortelles det.

MMI ikke hatt like stor betydning for alle aktørene i case-prosjektet og ser det som liten verdi å ta i bruk systemet. For arkitekt blir MMI sett på som: «*noe som ikke er så viktig for meg, egentlig*». På grunn av at prosjektet er såpass lite, forteller flere av informantene i intervju at systemet ikke har tilført noe stor verdi.

En barriere for brukerne vil være hvis det ender opp med at brukeren føler seg nedgradert med tanke på at noen andre skal sitte å se på hva som blir gjort, sies det. Andre tanker rundt systemet er at det er uheldig hvis skyldspørsmål blander seg inn i prosjekteringsprosessen.

Gjennomgang av den sammensatte modellen i caseprosjektet viser at ikke alle har levert fra seg IFC-filer som inneholder merking, noe som gjør det vanskeligere for de resterende

aktørene å benytte seg av systemet. Et utklipp fra sammensatt modell er vist i Figur 30, der objektene som ikke er merket vises.



Figur 30: Objekter i prosjektets sammensatte modell som ikke er merket med MMI

Fremdriftsplanen i Vestbyen Trafostasjon er satt opp slik at tekniske fag skal levere 300-modell samtidig som RIB. Samme innleveringsfrist for flere fag har vært utfordrende å følge opp for de tekniske fagene, poengteres det i intervju. Alle filene har heller ikke vært oppdatert til enhver tid.

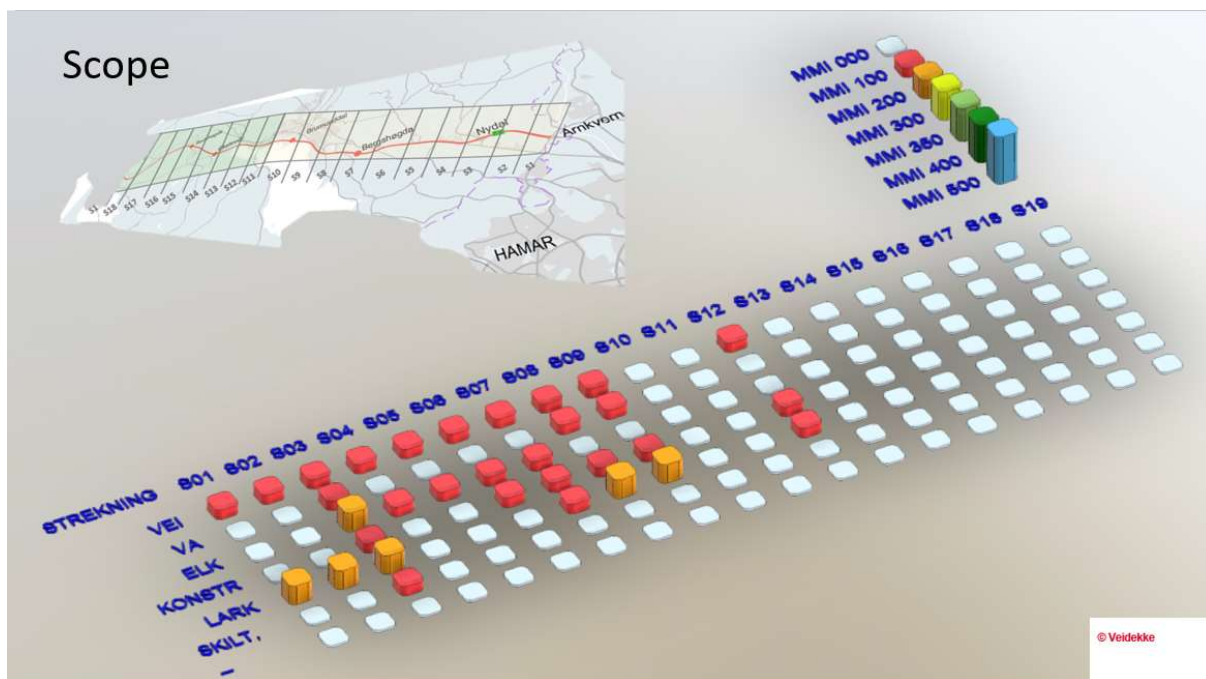
Flere av informantene tror ikke det blir mulig å stole blindt på en 3D-modell, og at det uansett må ut på byggeplass som plantegninger. Det vil gjøre at man ikke kan benytte MMI-systemet fullt ut og som tiltenkt, mener noen av informantene.

4.4 Suksessfaktorer

Delkapitlet presenterer funn som har blitt beskrevet som suksessfaktorer for MMI og implementeringen av MMI. Resultatene omhandler forskningsspørsmål 4: Hva kan ses på som suksessfaktorer i bruken av MMI? Funnene fra intervju resulterte i 121 koder i NVivo i tilknytning dette delkapitlet.

4.4.1 System for å håndtere MMI

I intervju blir det presentert at MMI kan bli et mye bedre styringssystem om de prosjekterende merker arbeidsleveransene med en ferdiggrad. Det vil være en suksessfaktor med tanke på at det vil bli ganske mange arbeidsleveranser og filer å holde styr på i et prosjekt. MMI-merking av arbeidsleveranser vil gjøre ting enklere og blir beskrevet som en av suksessfaktorene for å ta i bruk MMI. En viktig del av det kan være å ha system for å visualisere kodingen Hvis det er programmer som utfører den visualiseringen automatisk, ville det gjort at MMI fungerer enda bedre. I intervju blir det presentert en figur, vist i Figur 31, for hvordan Veidekke Anlegg har valgt å visualisere ferdiggrad på arbeidsleveranser, figuren kan beskrives som fremdrift i tilknytning til de planlagte arbeidspakkene. For at systemet som vises i figuren skal være gjennomførbart, bør kodingen være standardisert.



Figur 31: Visualisering av MMI-grad og fremdrift til de forskjellige fagene i henhold til arbeidspakkene, presentert i intervju

Det blir beskrevet som populært hos byggherre med visuell framstilling av fremdrift i henhold til de forskjellige arbeidspakkene. Systemer som viser hva som står for tur i prosjekteringen, og hva som det bør fokuseres på, er noe som kan bidra til at MMI kan bli verdifullt. Det fortelles at det kan være smart å dele opp 200-serien i flere bolker, for det er mye som skal gjøres i den perioden. Da kan MMI brukes som milepælleleveranser underveis.

For å håndtere endringer underveis, har det fungert med en egen kode; 999-hold, for å gjøre om arbeid i modell for Veidekke Anlegg. MMI-systemet må også legges opp til at det klarer å håndtere endringer som kommer mellom nivå 350 til 400, slik at systemet er levedyktig gjennom hele prosessen. God håndtering av endringer handler mer om god dataflyt og kommunikasjon, enn MMI, blir det sagt i intervju. Når det oppstår endringer etter at objekter er låst, vil det være gunstig å ha et system for å varsle når ting må endres i modell og tilhørende rutiner for hvordan endringene skal håndteres.

Muligheten for kommentarfelt på arbeid fra de prosjekterende, er noe som det er fornuftig å få videreført fra vanlige tegninger og inn i modellfiler. Det bør inkluderes i systemet og kan være en av suksessfaktorene.

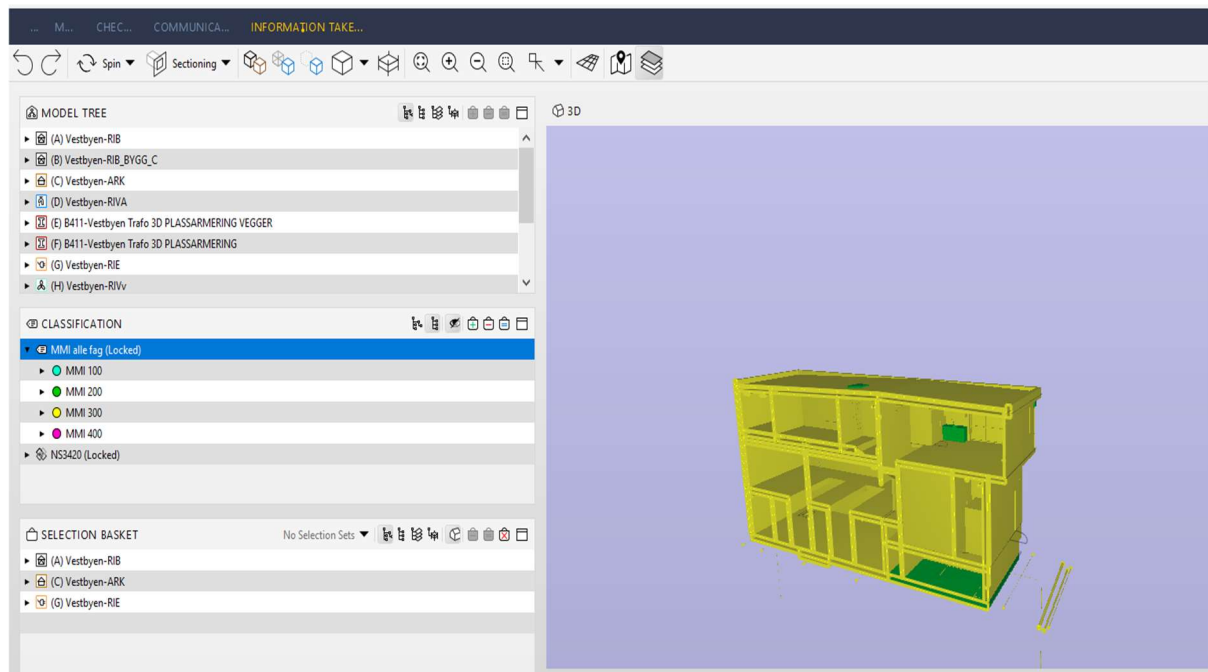
Systemet bør være gjennomført og ordentlig, poengteres det av flere informanter. «Det kan være lett å hoppe på MMI som et verktøy, uten at man har et system eller teknikk for å følge det opp.»

4.4.2 Enkelt og intuitivt rammeverk for MMI

Det blir presisert i flere intervjuer at det må gjøres enkelt i starten for at det skal være mulig å ta i bruk MMI. Det må gjøres så enkelt at aktørene ikke behøver ekstra kunnskap for å legge inn MMI-verdier, og at alle kan forstå det og ta det i bruk. En mulighet som blir beskrevet som enkel og som fungerer bra, er det å kun ha MMI på fil-leveranser inn i SharePoint, som vist i Figur 23. MMI må ha oppsett som er både enkelt å bruke og som visualiserer godt slik at også byggherre lett kan følge med på fremdrift.

For at det ikke skal bli for mye ekstraarbeid tilknyttet MMI på hvert prosjekt, bør systemet standardiseres i den grad det er mulig. Innhold i de forskjellige MMI-nivåene kan det derimot være fornuftig å sette for hvert prosjekt, slik at ikke systemet bidrar til unødvendig med jobb.

På prosjekteringsmøte ble fargekodene i den sammensatte modellen beskrevet som nyttige i visualiseringen av prosjekterings fremdrift. I Figur 32, er et utklipp fra programmet Solibri som viser et snitt i bygget der fargefiltrene vises. Fargefilter på objektene, beskrives som en enkel måte å vise resultatet av MMI-merkingen på.



Figur 32: Sammensatt modell med fargefilter som viser modenhet til objekter i sammensatt modell

4.4.3 Felles forståelse

Entreprenøren må ta MMI i bruk aktivt for at det skal bli implementert vellykket, slik at det ikke blir slik at det kun er et system mellom rådgivere og BIM-koordinator. Det kan gjøre at alle de prosjekterende oppnår en felles forståelse for verdien til systemet, fordi det fortelles at alle må være tro mot systemet for at MMI skal fungere. Fordeler med MMI, må synliggjøres, slik at alle kan få en forståelse, blir det foreslått i intervju.

Fagene må låse objektene slik at de ikke kan endres i ettertid, prosjekteringsgruppa må også ha metoder for å kontrollere at ting ikke fjernes etter at objekter er låst. På det viset kan man slippe diskusjoner rundt det, og systemet kan benyttes til revisjonskontroll.

Det må være en felles forståelse for hva de forskjellige MMI-nivåene innebærer. Det er smart å avklare innhold i nivåene og innleveringstidspunkt med de fagansvarlige før endelig fremdriftsplan blir satt. Alle fagdisipliner bør involveres for å se at de er ivaretatt og at inndeling av kontrollsoner er gjennomførbar, det kan også føre til at flest mulig avhengigheter blir avdekket tidlig i prosessen. Det vil være viktig å kommunisere ut hva de prosjekterende trenger for å nå neste nivå, slik at de unngår manglende underlag til neste MMI-nivå.

Det vil kreve mye oppfølging for at MMI skal fungere som planlagt, og det er i stor grad prosjektledelsen som må følge opp og ha ambisjon om å skape en felles forståelse og få tatt i bruk systemet. Det bør være bestemt på forhånd at organisasjonen skal gå fullt inn for å få implementert MMI i prosjektet.

På Vestbyen Trafostasjon har det vært en aktiv byggherre, noe som har gjort ting enklere og beskrives som en mulig suksessfaktor når MMI skal tas i bruk i prosjekter. Både byggherre og prosjekterende drar nytte av å enkelt se hvor langt i prosjekteringsprosessen prosjektet har kommet.

4.4.4 Informasjon og kunnskap

Informantene forteller at en veileder som alle kan følge, vil være gunstig. Veiledere og beskrivelser for hvordan man kan merke MMI i forskjellige programmer, bør utarbeides og i tillegg være tilgjengelig for alle i prosjekteringsgruppa.

Det vil alltid ta tid å omstille seg til nye systemer og en innkjøringsfase må til uansett, blir det sagt. Når brukerne oppnår tilstrekkelig kunnskap om systemet, vil ting bli betydelig lettere. Det er derfor viktig å ha bemanning i prosjekteringsgruppa som klarer å håndtere det tekniske rundt å legge inn MMI, det må vurderes fra prosjekt til prosjekt. BIM-koordinator med kunnskap om prosjekteringsprosessen blir nevnt som en suksessfaktor for MMI. Det fortelles at det er viktig med prosjekteringsledere som har god innsikt i hele prosessen og kunnskap om avhengigheter i prosjekteringa.

Informasjon er vesentlig for å få innført nye systemer. Det fortelles at entreprenøren må beskrive hvorfor de forskjellige MMI-nivåene bør leveres til de bestemte tidsfristene. Ved å beskrive bruksområdene til arbeidet og informasjonen som de prosjekterende leverer fra seg, kan det inspirere og gi forståelse for å ta i bruk MMI fullt ut. Tabeller, som for eksempel den i Figur 33, er gode måter å informere prosjekteringsgruppa om systemet på. Det å få illustrert verdien av systemet for alle som skal ta i bruk det, blir beskrevet som en stor suksessfaktor.

En metode for å få tatt i bruk MMI, er å informere og gå igjennom grundig hva systemet går ut på. Målet er da å oppnå en tverrfaglig forståelse for hvorfor dette er et nyttig verktøy. Når alle parter er grundig informert, kan prosjektledelsen stille de som ikke følger systemet til ansvar.

MMI	Disiplin (pr sone)				
		Lark	ARK	RIB	RIE
100 Skisse konsept	Levere	Konsept situasjonsplan, 3D Prinsipp tegninger	Plassering bygg, størrelser, arealer 3D Prinsipp tegninger	Notat som beskriver løsningene med mengder, usikkerheter og evt fravik fra funksjonsbeskrivelsen. Fundament prisnipper og bæresystem, beregninger	Notat som beskriver løsningene med mengder, usikkerheter og evt fravik fra funksjonsbeskrivelsen. Effektkbehov, sentrale innstallasjoner 3D
	På grunn av	Visualisere og beslutte ift funksjonsbeskrivelse. Løsningsvalg/beslutninger. Forberede kalkulasjon og innkjøp. Grunnlag for andre fag. Første utkast til målpris	Visualisere og beslutte ift funksjonsbeskrivelse. Løsningsvalg/beslutninger. Forberede kalkulasjon og innkjøp. Grunnlag for andre fag. Første utkast til målpris	Visualisere og beslutte ift funksjonsbeskrivelse. Løsningsvalg/beslutninger. Forberede kalkulasjon og innkjøp. Grunnlag for andre fag. Første utkast til målpris	Visualisere og beslutte ift funksjonsbeskrivelse. Løsningsvalg/beslutninger. Forberede kalkulasjon og innkjøp. Grunnlag for andre fag. Første utkast til målpris
200 Prosjektering	Levere	Situasjonsplan med besluttet arealdisponering og løsningsvalg. Materialvalg og detaljering og avklaringer. Grensesnitt	Omførent planløsning og fasadeløsninger	Bæresystemer grovt dimensjonert	Føringsveier, større innstallasjoner
	På grunn av	Grunnlag for andre fag. Endelig målpris. Innkjøp	Grunnlag for andre fag. Kalkulasjon og innkjøp	Grunnlag for andre fag. Kalkulasjon og innkjøp	Grunnlag for andre fag. Kalkulasjon og innkjøp
250 Del leveranser	Levere (7/11)	Detaljprosjektere, inkludert grensesnitt, etter gitte forutsetninger. Beskrivelse med mengder og usikkerheter og evt fravik fra funk beskrivelse Tverrfaglig kontroll. BIM på "1/50" nivå	Detaljprosjektere, inkludert grensesnitt, etter gitte forutsetninger. Beskrivelse med mengder og usikkerheter og evt fravik fra funk beskrivelse Tverrfaglig kontroll. BIM på "1/50" nivå	Detaljprosjektere, inkludert grensesnitt, etter gitte forutsetninger. Beskrivelse med mengder og usikkerheter og evt fravik fra funk beskrivelse Tverrfaglig kontroll. BIM på "1/50" nivå	Detaljprosjektere, inkludert grensesnitt, etter gitte forutsetninger. Beskrivelse med mengder og usikkerheter og evt fravik fra funk beskrivelse Tverrfaglig kontroll. BIM på "1/50" nivå
	På grunn av	Endelig målpris	Endelig målpris	Riktig mengder på armering, areal forskaling, innstøpningsgods, bolter, membraner etc. Grensesnitt Endelig målpris	Endelig målpris
300 Klar for tverrfaglig kontroll	Levere	Løsninger detaljprosjekttert. Riktig BIM ift mengdeuttak og visualisering	Løsninger detaljprosjekttert. Riktig BIM ift mengdeuttak og visualisering	Løsninger detaljprosjekttert	Løsninger detaljprosjekttert
	På grunn av	Forberede produksjon			
350 Tverrfaglig kontroll	Levere	Tverrfaglig kontroll - ICE. Utarbeide produksjonsunderlag	Tverrfaglig kontroll - ICE. Utarbeide produksjonsunderlag	Tverrfaglig kontroll - ICE. Utarbeide produksjonsunderlag	Tverrfaglig kontroll - ICE. Utarbeide produksjonsunderlag
	På grunn av	Klargjøring for produksjon	Klargjøring for produksjon	Klargjøring for produksjon	Klargjøring for produksjon

Figur 33: Tabell med begrunnelse for hvorfor hvert fag må levere arbeid i enhold til MMI-grad og fastsatte tidspunkt, presentert i intervju

I intervju presenteres en tabell, vist i Figur 33, som kan prosjektilpasses for større prosjekt, eller standardiseres for mindre prosjekt.

Innhentet informasjon beskriver at en veileder for MMI kan være en av de tingene som gjør implementeringen lettere, denne veilederen kan tilpasses hvert prosjekt i tillegg. Veilederen må ikke ses på som en fasit, men vil gjøre det mye enklere å komme i gang med MMI i prosjektet. Den kan også utvikles fra prosjekt til prosjekt, men mange av problemene som en veileder kan håndtere, går igjen fra prosjekt til prosjekt.

5 Diskusjon

I dette kapitlet blir forskningsspørsmålene diskutert med grunnlag i det som er presentert i kapitlene Teori og Resultat.

5.1 Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis

5.1.1 Fremdriftsplanlegging- og oppfølging

Situasjonene som er skildret fra informantene viser at fremdriftsplanleggingen for detaljprosjekteringen i dagens praksis gjøres med lappeteknikk. Formålet med fremdriftsplanleggingen beskrives likt i innhentet empiri og teori, der målet er å komme frem til en optimalisert plan som er felles for hele organisasjonen. Jansson, Viklund og Lidelöw (2016) påpeker at når fremdriftsplaner utarbeides i fellesskap, og de involverte aktørene får visualisert planer og mål, kan forståelsen for arbeidsoppgavene og avhengighetene øke. Det tyder på at lappeteknikken som benyttes kan være god for å få avdekket avhengighetene og inkludert aktørene som senere skal benytte den. Funn i litteratur sier ikke noe om viktigheten av å få avdekket alle avhengighetene i det fremdriftsplanen utarbeides med MMI-nivåer. Men det blir poengtert i intervju at det er vesentlig for suksessen av MMI, at alle avhengighetene er forsøkt avdekket før endelig fremdriftsplan fastsettes.

Resultatkapitlet viser at MMI blir inkludert i fremdriftsplanene ved at milepæler og arbeidsinnleveringer representeres med MMI-verdier. I teorikapitlet blir milepæler beskrevet til å representere både fremdrift og kvalitet, og det bør være et vesentlig punkt eller hendelse. Den beskrivelsen kan passe godt med å benytte MMI-nivåene som milepæler i fremdriftsplanen, da hvert nivå skal ha en beskrivelse av innhold og i tillegg visualisere fremdriften. Beskrivelsen av innhold på de forskjellige MMI-nivåene kan ses på som kvaliteten på leveransen, med tanke på at leveransen må ha tilsvarende kvalitet som det forhåndsbestemte innholdet i MMI-nivået. Inkludering av MMI-nivåer inn i framdriftsplan kan være med på å danne en veldefinert plan, og en veldefinert plan blir beskrevet som en suksessfaktor for effektiv prosjektstyring av Rose (2013). Også i teori legges det fram at MMI i fremdriftsplaner er gunstig, Fløisbomm *et al.* (2018) forteller at MMI er et system som er godt egnet for planlegging av prosjekteringsleveranser. Et godt forslag for hvilke MMI-verdier som kan fungere som milepæler til gitte tidspunkt i prosjekteringsprosessen, er figuren til Grytting *et al.* (2017), presentert som Figur 18 i teori.

Oppfølgingen av fremdrift i prosjektering har i case-prosjektet, som er Vestbyen Trafostasjon, foregått ved at det i prosjekteringsmøtene har blitt gjennomgått hva som er levert inn av tegninger. Som det legges fram i resultatkapitlet, er MMI benyttet i en viss grad for å få en bevissthet på hvor langt man har kommet i prosjekteringa. Prosjekteringsleder beskriver at han igjennom prosjekteringsmøtene har fått en oversikt hvor langt prosjekteringen har kommet. Dette minner om tradisjonell fremdriftsmåling, som presentert i teorikapitlet, der kun kontroll av tegninger og dokumenter blir beskrevet som ikke tilstrekkelig i mange tilfeller (Eldin, 1991). En grunn til at kontroll av innleverte tegninger har fungert som fremdriftsoppfølging i case-prosjektet, kan være at det er et mindre prosjekt som det er overkommelig å få oversikt over uansett.

Selv om IFC-filene med MMI-verdier har blitt lagt ut i en sammensatt modell, slik at det har vært mulighet til å se fremdrift med MMI, har ikke det blitt benyttet til fremdriftsoppfølging i like stor grad som det har blitt benyttet tradisjonell fremdriftsmåling i prosjektet. Potensialet innen bruk av MMI i fremdriftsplanlegging- og oppfølging, slik som det er beskrevet i teori, er dermed ikke fullt utnyttet i case-prosjektet.

Det er ikke nødvendigvis størrelsen på prosjektet som kan være en grunn til at MMI ikke blir benyttet i fremdriftsoppfølgingen. Det kommer frem av BIM-modellen til prosjektet at ikke alle prosjekterende har levert arbeid med MMI-merking. Når ikke alle fag leverer arbeid med MMI-merking, blir det ikke mulig å benytte MMI for å kontrollere fremdriften til alle fag i BIM-modellen. Manglende merking kan ses på som en barriere og blir diskutert mer i delkapittel 5.3.3.

5.1.2 Avhengigheter

I Vestbyen Trafostasjon legger fremdriftsplanen opp til at arbeid fra flere av fagfeltene skal leveres med samme modenhet til samme tid. Det tyder på at det vil bli kort tid imellom aktivitetene. Teorikapitlet presenterer at tidspress vil medføre et større behov hos de prosjekterende for å vite hvor langt i prosjektet de er og hvilke krav som stilles (Mejlænder-Larsen, 2016). Flere av aktivitetene som er beskrevet i fremdriftsplanen til prosjektet kan defineres til å ha det teorien presenterer som repeterende og intensive avhengigheter, da flere av aktivitetene krever informasjon fra flere av de andre fagfeltene for å bli ferdig.

Det beskrives som uheldig at flere av fagene skal levere med samme MMI-grad samtidig, fordi de tekniske fag må ha litt lengre tid siden de jobber videre på grunnlaget fra RIB. Med tanke på at noen aktiviteter må bygge videre på underlag fra andre, vil noen av avhengighetene betegnes som sekvensiell. Innhentet litteratur bekrefter at flere typer avhengigheter kan foregå samtidig i prosjekteringsprosessen. Resultatdelen presenterer at noen informanter ikke føler at MMI har tilført noe for å forenkle utfordringene som er tilknyttet avhengigheter. Det er da snakk om utfordringer som at noen fag har ventet på avklaringer som skal ha blitt gjort i andre fagfelt. En grunn til at MMI ikke har bidratt til å forenkle prosessen rundt avhengigheter, kan være at ikke alle har tatt i bruk kodespråket MMI i prosjektet og at aktørene ikke har benyttet MMI-filtrene i den sammensatte modellen for å se hvor langt de andre fagene har kommet.

5.1.3 Fremgangsmåte for MMI

Det er avgjørende at prosjekt som skal ta i bruk MMI benytter en BIM-modell og har en sammensatt modell der alle prosjekterende får lagt inn sine modellfiler. Som informantene forteller og innhentet litteratur viser, er det normalt å benytte BIM i prosjekteringa i dagens praksis. Derfor kan det anses som naturlig at et prosjekt har en BIM-modell, og oppstart med BIM blir ikke sett på som en del i fremgangsmåten for MMI.

I prosjekt der det er besluttet at det skal tas i bruk MMI, viser både teori og resultat at det må utarbeides en plan for hva hvert MMI-nivå skal inneholde. Innhold i MMI-nivåene er en beskrivelse på hvor nøyaktig og modent arbeidet som leveres inn med den merkingen skal være. Innholdsbeskrivelsen for MMI-nivåene i Vestbyen Trafostasjon viser også at de forskjellige nivåene utgjør en beskrivelse for hva som skal være lagt i BIM-modellen. Resultatdelen viser at utgangspunktet for MMI-nivåene som benyttes i dagens praksis er den utgitte veilederen fra bransjeorganisasjonene EBA, RIF og Arkitektbedriftene. Veilederen er omtalt i teorikapitlet og beskrivelse av de forskjellige nivåene er vedlagt oppgaven i Vedlegg 2. Funnene som presenteres i empirien bærer preg av at MMI er et

nytt system og at aktørene har lite erfaring med bruken av det, det er derfor litt usikkerhet til både innholdet i MMI-nivåene og fremgangsmåten for systemet.

Utgivelsen fra bransjeorganisasjonene er noe generell, og tar kun for seg hvor moden modellen skal være på MMI-nivåene. Derfor vil det være nødvendig å spesifisere hvor mange nivåer, og hva de skal inneholde, fra prosjekt til prosjekt. Som det blir presentert i resultatdelen, kan store deler av innholdet i MMI-nivåene videreføres fra prosjekt til prosjekt. Det trenger dermed ikke å bli så mye ekstraarbeid å få utarbeidet en innholdsbeskrivelse av MMI-nivå for hvert prosjekt. Innholdsbeskrivelsen for hva som skal inngå i nivåene og avklaringer for å unngå usikkerhet rundt nivåene, vil være en stor del av hvor suksessfull implementering av MMI i prosjektet er. Dette blir diskutert i delkapittel 5.4.2.

Funn i innhentet empiri viser at det varierer hvor mange nivå av MMI som benyttes i prosjekter som har tatt i bruk MMI. I Tabell 9 er det listet opp hvor mange nivåer som benyttes i de forskjellige prosjektene som informantene beskriver. I tillegg er antall nivåer som er funnet i litteratur, presentert. Beskrivelsen for hver hundreserie fra 100 til 500 er lik for alle tilfellene, det er oppdelingen av hver kategori som er forskjellig.

Tabell 9: Sammenligning av antall MMI-nivåer

Organisasjon:	Vestbyen Trafostasjon	Veidekke Anlegg	Norconsult	MMI-veileder fra EBA, RIF og Ark.bed.
MMI-nivåer:	100- Skisse	100- Konsept/skisse	100- Skisse	100- Skisse
	200- Ferdig konsept	200- Løsning akseptert	200- Ferdig konsept	200- Ferdig konsept
	300- Klar for tverrfaglig kontroll	300- Løsning detaljprosjektet	250- Låst posisjon (objekt)	300- Klar for tverrfaglig kontroll
	350- Utført tverrfaglig koordinering	350- Tverrfaglig kontrollert	270- Låst geometri (sone)	350- Utført tverrfaglig koordinering
	400- Produksjons- underlag	999- Hold, ikke godkjent for bygging	290- Klar for internkontroll (sone)	400- Produksjons- underlag
	500- Som bygget/FDV	400- Produksjons- underlag	300- klar for tverrfaglig kontroll (sone)	500- Som bygget
		500- Som bygget	350- Utført tverrfaglig kontroll (sone)	
			399- Ferdig prosjektet og kontroller (sone)	
			400- Produksjons- underlag (sone)	
			500-Som bygget (modell)	

Som Tabell 9 viser, har noen av organisasjonene vesentlig flere MMI-nivåer enn kun hver hundre grad. Det kan gi en bedre oversikt på fremdrift og en større grad av kontroll for prosjektleder, men vil kreve at de prosjekterende må endre MMI-verdi flere ganger. Endring av MMI-verdi blir omtalt som en bekymring blant flere i innhentet empiri, flere nivåer av MMI kan derfor møte motstand blant brukerne. Da er det viktig å merke seg at noen av nivåene gjelder objekter, og noen gjelder hele soner. Det kan gjøre det lettere å gjennomføre merkingene. Tabellen viser at Veidekke Anlegg har valgt å opprette et nivå for objekter som ikke er avklart, som det ikke bør jobbes videre på, med navn 999- hold. Nivået blir sett på som en løsning for å unngå degradering av MMI-verdier, og er et punkt som kan tas videre med som en løsning på utfordringen med uavklarte punkt i prosjekteringsprosessen.

I Resultat blir det presentert flere forskjellige meninger og erfaringer i tilknytning til antall nivåer av MMI i et prosjekt. En av informantene i case-prosjektet erfarer at det ikke er så stor nytte i 200-nivå, siden det har vært en svevende overgang mellom nivåene fra MMI-grad 100 til 300 og at skissen er levende og endres mye på nivå 200. En annen mening er at 200-serien av nivåer er viktig og at oppdeling med flere nivåer på 200-tallet kan være smart, for det er da detaljprosjekteringen er på det mest intense. En årsak til at det er forskjellige meninger kan være at arbeidsmengden som skal gjøres mens modellen har en MMI-verdi på 200, varierer ut ifra hvor komplekst prosjektet er. Vestbyen Trafostasjon er et mindre prosjekt og beskrives som lite komplekst, derfor kan prosjekteringa på 200-serien være overkommelig uten oppdeling i flere nivåer og overgangen mellom nivåene kan være mer flytende. I større prosjekt kan oppdeling av 200-serien være en nødvendighet for å håndtere kompleksiteten til prosjektet.

Endringer som kommer inn underveis i detaljprosjektering vil gjøre det vanskeligere å fastsette ting på 200-nivå, noe som resultatkapitlet beskriver har skjedd i case-prosjektet, Modellen vil i tilfeller med endringer underveis ligne mer på en skissetegning, selv om det egentlig jobbes på høyere nivå enn 100-skisse. Det kan være en grunn til at prosjekterende på Vestbyen trafostasjon ikke ser poenget med 200-modellen. På større prosjekter kan det være mer nytte av 200-seriene og oppdeling av den for å håndtere kompleksiteten til prosjektet, kommer det frem i resultatkapitlet. Oppdeling i flere nivåer er en påstand som støttes i teorikapitlet av Crawford (2007), der det blir beskrevet at modenhetsnivåene bør være små steg istedenfor store hopp, og det kreves at områder og kategorier som skal måles, må brytes ned i mindre deler.

Resultatkapitlet viser at i fremdriftsplanleggingen, må arbeidsleveransen planlegges i kontrollsoner eller arbeidspakker for større prosjekt. Det vil bli kaotisk å prosjektere alt samtidig og fil-leveransene vil bli for store. Fremgangsmåten for MMI inkluderer dermed fornuftig oppdeling av kontrollsoner, soner som må fungere for alle fag. Dette har ikke blitt gjort i Vestbyen Trafostasjon fordi det har vært overkommelig å prosjektere alt som en sone, men informantene forteller at det vil være nødvendig for større prosjekter.

Fremgangsmåten for merking av MMI gjøres på flere måter i dagens praksis, viser innhentet informasjon. Merking med tallkoder fra 100 til 500 er felles for funn i teori og empiri, men det varierer hva det er som merkes med MMI-verdi. Merking på objekter i BIM-modellen, i form av at det legges inn som informasjon i IFC-filene, beskrives som det mest vanlige i resultatene. Så lenge det er mulig å merke hele soner med MMI på en gang og brukerne har den tekniske kunnskapen som kreves, er dette et system som anses som enkelt å gjennomføre blant informantene. At brukerne må ha tilstrekkelig med teknisk

kunnskap for at det skal gå lett, kan ses på som en barriere og blir diskutert mer i 5.3.4. Den andre fremgangsmåten for merking av MMI, er å ha et eget felt for å markere MMI i tilknytning filleveransen i SharePoint. Merking av fil-leveranser er mindre arbeidskrevende og enklere å gjennomføre, men det blir upresis merking hvis ikke objektene skal ha samme MMI-verdi. Det kan likevel være en løsning å foretrekke, da det å gjøre benyttelse av MMI enkelt kan anses som en suksessfaktor i resultatkapitlet. Enkel fremgangsmåte blir diskutert som en suksessfaktor i kapittel 5.4.1.

5.1.4 Samarbeid og kommunikasjon

I dagens praksis foregår mesteparten av kommunikasjon mellom aktørene på mail eller i prosjekteringsmøter, viser resultatkapitlet. Utfordringer og problemer som oppstår underveis i detaljprosjekteringa blir diskutert og forsøkt løst i prosjekteringsmøter. I tilfeller der designutfordringer skal løses, benyttes BIM-modellen for å visualisere problemområder. Løsning av komplekse problemer med kommunikasjon imellom aktørene i fellesskap, kan ses på som det Knotten *et al.* (2015) beskriver som synkron kommunikasjon i teorigrunnlaget. Flere av prosjekteringsmøtene har forgått på Teams, det kan også anses som synkron kommunikasjon siden alle aktører er til stede digitalt.

Teorikapitlet viser at prosjekter som benytter BIM kan ha kommunikasjon og informasjonsdeling via BIM-modellen. I case-prosjektet blir modellfiler fra de prosjekterende delt, slik at andre aktører kan jobbe videre med de filene som underlag. Resten av informasjonsdelingen går via prosjektets SharePoint, på SharePoint er informasjonen tilgjengelig for alle involverte aktører. Dermed kan man sammenligne kommunikasjon og informasjonsdeling i prosjektet med Figur 16 i Teori, hvor det illustreres at kommunikasjonen kan være tilgjengelig for alle via en felles plattform.

Innhentet litteratur peker på at modellmodenhet skal fungere som et kommunikasjonsspråk mellom aktørene i prosjektet for å fastsette hvor langt prosjekteringen har kommet og modenheten til objektene i BIM-modellen er (Abou-Ibrahim og Hamzeh, 2018). Også Fløisbomm *et al.* (2018) mener at MMI skal være en metodikk for kommunikasjon i prosjekteringsprosessen. I Vestbyen Trafostasjon har ikke modellen blitt vist med MMI i prosjekteringsmøtene, men informantene mener at synliggjøring av MMI-verdier kan formidle problemområder på et tidlig stadium. Kommunikasjon ved hjelp av MMI-verdier blir dermed en mulighet som ikke er benyttet i case-prosjektet.

Underlag som blir utarbeidet i prosjekteringsprosessen blir videreformidlet til produksjon enten via modell eller plantegninger. Som det presenteres i Resultat, skal produksjonsarbeidere se på 300-modell for å kontrollere at løsningene er byggbare. Det kan anses som kommunikasjon med produksjon ved hjelp av MMI, og systemet blir derfor nyttig for kommunikasjon imellom prosjekteringsprosess og produksjonsprosess. Kommunikasjonen være nyttig med tanke på at det blir beskrevet i både teori og resultat, at prosjekteringen som foregår parallelt med produksjon kan være hektisk og ofte med for kort tid til å gjennomføre prosjekteringsaktivitetene.

5.2 Hva organisasjonen ønsker å oppnå med MMI

5.2.1 Effektivisering av prosjekteringsprosessen

Både teori og resultat i masteroppgaven viser at et mål med MMI, er å effektivisere arbeidsoppgaver i prosjekteringsprosessen. Det blir beskrevet i resultatet at prosjekteringsleder ser for seg en mer effektiv oppfølging av fremdriften i prosjekteringen ved å ta i bruk MMI i prosjektet. Synspunktet støttes i Teori hvor både Eray *et al.* (2018) og Hooper (2015) presenterer at modenhet på objekter i BIM-modell kan benyttes til å effektivt måle fremdrift i prosjekteringsprosessen. Målet om å effektivisere oppfølgingen av fremdrift, begrunnes med at fargefilter på MMI-verdiene i sammensatt modell vil gjøre det enklere å få en rask oversikt over hvor langt de forskjellige prosjekterende har kommet i prosessen. Effektivisering blir også omtalt i teorikapitlet av Crawford (2007), der det kommer frem at potensialet i en strukturert modenhetsmodell kan ligge like mye i at det settes fokus på effektivisering, prioritere oppgaver og en kultur i endring, som at det ligger i å fastsette modenhet for hvordan status er på et gitt tidspunkt.

I motsetning til tradisjonell prosjektering, der leveransene beskrives som store og med levering rett til sluttdato, beskrives MMI i Resultat som et system som kan gjøre arbeidsleveransene mer oversiktlige. Det kan derfor antas at organisasjonen ønsker å løse utfordringer i tradisjonell prosjektering, som uoversiktlige arbeidsleveranser, ved å ta i bruk MMI-systemet. Fløisbomm *et al.* (2018) mener også at MMI er et system som er godt egnet for planlegging av prosjekteringsleveranser. Det vil fortsatt kun være mulig å se fremdriften på innlevert arbeid, da den sammensatte modellen kun viser det som hver enkelt aktør har levert. For kontinuerlig oppfølging vil det dermed være nødvendig med jevne arbeidsleveranser og at alle leverer med korrekt MMI-merking.

Det beskrives i teori som prosjekteringsleders ansvar å følge opp fremdriften i prosessen, for eksempel ved å fastsette rutiner for rapportering av fremdrift (Westgård, Arge og Moe, 2010). Ansvar og arbeidsoppgaven kan være en av tingene man kan ta hånd om med MMI. Resultatkapitlet viser at flere av informantene tror det er entreprenør og prosjekteringsleder som vil ha desidert størst nytte av MMI-systemet. Det vil derfor være viktig å vise til fordeler som alle aktørene i prosjekteringsprosessen vil dra nytte av.

I Vestbyen Trafostasjon, er det valgt å implementere MMI som milepæler inn i fremdriftsplanen for detaljprosjekteringen. MMI-verdiene i fremdriftsplanen, beskriver også hva skal innleveres på det tidspunktet gjennom innholdsbeskrivelse av MMI-nivåene. Den utarbeidede fremdriftsplanen kan tolkes til å være det prosjektorganisasjon ønsker å oppnå av arbeidsleveranser. Derfor vil det være rimelig å anta at ved å ta i bruk MMI i fremdriftsplanen, ønsker organisasjonen å gjøre forventningene tydeligere for aktørene i prosjekteringsprosessen. Forventningene som tydeliggjøres kan for eksempel være hva som skal leveres inn til de forskjellige tidspunktene, og det kan oppnås med å benytte innholdet i MMI-nivåene til arbeidsleveransebeskrivelser.

I innhentet litteratur presenteres det også at det er mulig å oppnå bedre prosjekteringsledelse med MMI-verdier i fremdriftsplanen. Ved å sette tidspunkt i fremdriftsplanen for når objekter i hele eller deler av konstruksjoner skal ha en gitt verdi av MMI, kan man styre prosjekteringsforløpet på en måte som harmoniserer mer med de verktøy som er tilgjengelig gjennom bruk av BIM, beskriver Fløisbomm *et al.* (2018).

Det beskrives at alle større prosjekter i bransjen benytter BIM i prosjekteringsprosessen, i den sammenheng kan MMI være et verktøy som organisasjoner ønsker å benytte for å

oppnå større utnyttelse av BIM-modellen. I Teori så presenterer Knutsen (2014) at en BIM-modell har mange bruksområder, og både Teori og Resultat viser at MMI er et verktøy og system som kan bidra til å utnytte potensialet i en BIM-modell. Visualisering av prosjektet er kanskje det viktigste som BIM bidrar til, også i tid – og kostnadsplanlegging (Eastman *et al.*, 2011). Den påstanden bekreftes i resultatdelen, og flere av informantene tror at MMI kan oppnå god visualisering av avhengighetene i prosjektering i tillegg. Det blir foreslått at visualisering av hva som er ferdig prosjektert, kan bidra til å oppnå at problemområder blir identifisert tidligere. Det er ikke funnet noe teori som bekrefter den påstanden, og det vil mest sannsynlig kreve mye erfaring både innen MMI og prosjektering, for å kunne oppnå tidligere indentifisering av problemområder ved bruk av MMI.

Som det presenteres i Teori, benyttes BIM til visualisering allerede, og MMI vil derfor ikke tilføre så mye i visualisering av problemer. Organisasjonen kan oppnå fordeler innen visualisering av fremdrift i prosjekteringen, som tidligere diskutert.

5.2.2 Tydelige avklaringer

Tydeliggjøring og visualisering av hva som er ferdig prosjektert, beskrives både i teorigrunnlaget og innhentet empiri som en fordel organisasjonen kan oppnå. Ved å sette modenhet på objekter i BIM-modell vil det bli enklere å forstå for aktørene hvilken informasjon i modellen de kan stole på (Svalestuen *et al.*, 2018). Informasjon som legges fram i resultatkapitlet presenter at mange aktører kan dra nytte av avklaringer som tydeliggjøres av MMI-systemet, alt fra byggherre til produksjon. Teori bekrefter utsagnet med litteratur av Grytting *et al.* (2017). En annen mulighet ligger i at prosjekteiere kan enklere kontrollere beslutningsprosessen, få bedre forståelse for det ferdige utformede produktet og i tillegg ta beslutninger uten at det er stor risiko for at de fører til store endringer (Grytting *et al.*, 2017). Dokumentgjennomgang av BIM-modellen til Vestbyen Trafostasjon viser at det har lagt opp til leveranse av arbeid i henhold til seks MMI-nivåer. Det kan tyde på at organisasjonen ønsket modenhet på objektene på et tilstrekkelig detaljert nivå til at MMI kunne brukes til avklaringer i flere faser av prosjekteringsprosessen. Funnene i empirien viser at planen om å benytte MMI for avklaringer imellom fagene, ikke har blitt en realitet. Det kan være flere grunner til at det ikke har fungert som planlagt, en årsak kan være at ikke alle fagene har merket arbeidsleveranser med MMI-verdier.

MMI kan bidra til at produksjonen kan få konstatert hva de kan sette i gang av bygging, i de tilfellene der prosjektering og produksjon foregår parallelt. Fastsetting av hva som er ferdig prosjektert, kan bidra til at organisasjonen oppnår tydeligere avklaringer i både prosjekterings- og produksjonsfasen.

En utfordring som blir presentert av informantene i Resultat og som kan bli løst med MMI, er forvirringen med at BIM-modellen ser mer ferdig ut enn hva den egentlig er. Utfordringen skyldes at det ofte brukes ferdiglagde objekter på et objektbibliotek og da kan aktørene anta at ting er ferdig prosjektert. Muligheten til å få oppløst forvirring rundt objekter og avklart kvaliteten på informasjonen i modellen, blir også nevnt i teori. Hooper (2015) presiserer at BIM samler mye informasjon på ett sted, det kan medføre at det til tider er vanskelig å forstå presisjonen og nøyaktigheten til prosjektets utforming. Det kan trekkes fram fra innhentet informasjon at et mål med MMI er å unngå for stort detaljfokus, målet er å få merking av modenhet på hele soner istedenfor at det skal være på hvert objekt.

5.2.3 Mindre iterasjoner og omarbeid

Et mål, som ønskes å oppnå med MMI, er å unngå omarbeid og det som blir beskrevet som negative iterasjoner. Modenhet på objekter i BIM-modellen skal tydeliggjøre om de kan endres, objektene skal ikke endres hvis de har fått en MMI-verdi som tilsier at de er låst. Det kan da bli en større terskel for omgjøring og organisasjonen kan unngå unødvendige arbeidsiterasjoner. I teori finner vi argumentasjon for påstanden. Hvis elementer i modellen låses etter at det endres grad MMI, kan det bidra til mindre med negative iterasjoner (Grytting *et al.*, 2017).

Det kan likevel oppstå utenforstående endringer som må gjøres, selv om MMI-verdien konstaterer at det er ferdig prosjektert, viser funn i innhentet empiri. Slike endringer blir diskutert mer i 5.3.2, men om de oppstår, kan MMI være et hjelpemiddel i den situasjonen også. MMI bidrar til å definere hvor mye arbeid som er lagt ned, i tilfelle det kommer en byggherrestyrt endring. Med MMI kan det bli enklere å argumentere for kostnader som den eventuelle endringen medfører. Det vil også være rimelig å anta at når en utenforstående endring dukker opp, kan de prosjekterende raskt få en oversikt over hvor mange objekter de må endre eller degradere. Det kan dermed bli lettere å tidfeste hvor langt tid omarbeidet vil ta. Ved at MMI kan gjøre det enkelt for prosjekteringsgruppa å visualisere for utenforstående hvor langt prosjekteringen har kommet, kan det bli en høyere terskel for å komme med endringer. Dermed kan det antas at MMI bidrar til færre endringer.

Timeføring av rådgivere i tilknytning til endringer, beskrives som noe organisasjonen kan få mer oversikt over med MMI. Den oversikten kan oppnås ved at endringer lett kan dokumenteres når aktørene må inn å endre MMI-verdi på objektene i modellen. Dokumentasjonen som da vil være mulig å oppnå, vil være en fordel som alle aktørene i prosjekteringsprosessen. Hvis endringen kommer mens de prosjekterende jobber i et nivå, vil det være vanskeligere å dokumentere endring, men samtidig blir det ikke behov for å degradere MMI-verdien til de aktuelle objektene.

5.2.4 Kommunikasjon og samarbeid

MMI blir av Fløisbomm *et al.* (2018), beskrevet til å først og fremst å være metodikk for kommunikasjon i prosjekteringsprosessen. Da refereres det til at systemet gjør det enkelt å kommunisere ut til de andre deltakerne i prosjekteringsprosessen, hva som er ferdig prosjektert og hva som kan stoles på av informasjon. Det kan gjøre det lettere for rådgivere å planlegge sine leveranser, og det blir enklere å etterspørre informasjon fra de andre fagene. Aktørene i prosjektet kan også se utviklingen til prosjekteringen på en enkel måte. Dermed kan det fungere for kommunikasjon imellom prosjekteringsgruppa og produksjonsaktører, da ved å tydeliggjøre hva er ferdig prosjektert og kan bygges.

Entreprenør kan se hvor eventuelle forsinkelser har oppstått og kan med det oppnå en større grad av kontroll på hvem som leverer arbeid i henhold til fremdriftsplanen. Synliggjøring av hvem som er skyldig i utsettelse, kan bidra til at aktørene i prosjekteringsprosessen yter ekstra for å holde fremdriftsplanen. Som det presenteres i resultatkapitlet, kan synliggjøringen være på godt og vondt. En av informantene beskriver at det da vil fungere som en offentlig gapestokk om man ikke leverer arbeid. Organisasjon risikerer da at det kan oppstå konflikter i prosjekteringsgruppa, noe som ikke er ønskelig å oppnå.

Et formål med MMI, som beskrives i resultat, er at prosjekteringsgruppa håper å unngå et ensidig fokus på eget fag, slik at det kan bli et enda bedre samarbeid i prosjekteringsgruppa. Det blir påpekt flere ganger i informasjonsinnhenting, at

avhengigheten mellom de prosjekterende er kjent for de det gjelder. Likevel vil det være rimelig å anta at ikke alle i prosessen har den samme innsikten i avhengigheter og prosjekteringsprosess, en MMI-plan kan derfor bidra til å formidle forventninger som aktørene har til de andre i prosessen. MMI-planen kan gjøre både forventninger og avhengigheter eksplisitte og tydeliggjøre rekkefølge for arbeidsleveranser. Det kan også bli enklere for rådgiverne å kommunisere ut hvorfor og hvilken informasjon de behøver for å oppnå modenhetsnivåer på deler av BIM-modellen.

5.3 Barrierer som hindrer MMI å fungere som tiltenkt

5.3.1 Dårlig system for å håndtere MMI

Resultatkapitlet viser at en barriere som hindrer MMI å fungere som tiltenkt, er hvis det ikke er et godt forberedt og planlagt system som ligger til grunn for implementeringer. Et uoversiktlig og lite intuitivt system vil skape frustrasjon blant brukerne og gjøre det verre å få tatt i bruk MMI-systemet. Hooper (2015) poengterer i Teori at det er uheldig hvis det blir brukt lettløst løsninger for å få levert i riktig tid, istedenfor at det blir utviklet et godt rammeverk for modellmodenhet. En fremdriftsplan som inkluderer MMI og sjekklister med innholdsbeskrivelse av de forskjellige MMI-nivåene, kan være en del av rammeverket som må utarbeides for å benytte MMI. Det vil være viktig at rammeverket er utarbeidet slik at MMI ikke blir vilkårlig informasjon rundt om i den sammensatte modellen. Systemet må være oversiktlig slik at det ikke krever mye arbeid for å holde seg oppdatert på modellen. Dette begrunnes med at arbeidet som kreves for å holde seg oppdatert blir sett på som en barriere blant informantene i resultatkapitlet.

Hvis det ofte dukker opp situasjoner i prosjekteringsprosessen som systemet ikke håndterer, vil det føre til negativitet rundt innføringen av MMI i prosjekter. I empirien beskrives det at situasjoner med intensive avhengigheter er utfordrende med tanke på MMI-merking. I slike situasjoner er de prosjekterende avhengige av underlag fra hverandre på samme modenhetsnivå, for å selv få levert fra seg underlag. Utfordringen er da hvem som skal levere fra seg først. Dette er en utfordring som ville ha oppstått i prosjektering uten MMI også, men barrieren knyttes til hvordan aktørene skal merke leveransene i de tilfellene. Et tiltak for å unngå denne utfordringen kan være at fremdriftsplanen legger opp til flere delinnleveringer. Det krever at avhengighetene som skaper utfordringen er kjent når fremdriftsplanen settes opp. Alternativet er at de prosjekterende kommuniserer mens de jobber på samme modenhetsnivå for å få utvekslet informasjon kontinuerlig.

Utfordringer som er tilknyttet hvordan MMI-systemet skal håndtere prosjekt med forskjellig størrelse, er mye omtalt i innhentet empiri. Bekymringene som ytres baserer seg på oppdeling av arbeid på større prosjekt og unødvendig merarbeid på små prosjekter. Konseptet MMI må derfor være enkelt nok til å ta i bruk i små prosjekter og utfyllende nok til å håndtere store og komplekse prosjekter.

Størrelse på prosjekt blir ikke omtalt i litteraturen som er funnet, annet enn at modenhetsmodeller skal gjøre det enklere å håndtere komplekse prosjekter. Store prosjekter kan betegnes som komplekse. Det vil derfor være rimelig å anta at riktig bruk av MMI kan bidra til bedre håndtering av store prosjekter. En barriere som må håndteres er oppdelingen av soner i større prosjekt. Det blir presentert at de prosjekterende utfører prosjekteringen forskjellig, noen i bygningsdeler og noen i system som strekker seg over hele bygget, det må tas hensyn til i oppdelingen av soner. Et tiltak for å unngå barrieren vil være å forsøke å dele opp soner der bygningsdelene og tekniske system strekker seg over samme område. Hvis det blir for stor sone, eller det ikke er mulig å gjennomføre, må

de delene av systemet som går utenfor sonen henge litt i lufta inntil prosjekteringen kommer til sonen. En annen mulighet kan være å kun merke MMI på arbeidspakker i SharePoint. De nevnte arbeidspakkene beskrives som en enkel løsning som kan benyttes på både store og små prosjekter.

Hvis rammeverket rundt MMI bidrar til unødvendig ekstraarbeid i små prosjekter ved at det ikke kan tilpasses mindre prosjekter, beskrives det som en barriere for å ta i bruk MMI. Barrieren kan begrunnes med at brukerne ikke vil se nytten av systemet sammenlignet med arbeidet de må legge ned. I Resultat så kommer det frem at dette kan være tilfellet i Vestbyen Trafostasjon, da det blir ytret at prosjektet er for lite til å få utbytte av MMI. Et innviklet system som medfører merarbeid blir beskrevet som en bekymring blant flere av informantene i innhentet informasjon. Spesielt hvis systemet baseres på at de prosjekterende må gå inn på hvert objekt for å endre MMI-merking. En løsning på den utfordringen vil være å få utarbeidet et enkelt system for håndtering av MMI der merking av objekter er lite arbeidskrevende.

5.3.2 Endringer

Endringer som kommer underveis i prosjekteringsprosessen og håndteringen av endringene, blir omtalt som barrierer i innhentet informasjon. Det blir sett på som en utfordring hvordan systemet skal håndtere MMI-merking av låste objekter som må endres. For å håndtere denne barrieren kan tiltaket være å enten lage en egen MMI-verdi for objekter som det ikke bør jobbes videre på, som 999-verdien til Veidekke Anlegg, eller degradere modenheten til objektene. Hvis det ikke er et varslingsystem som kan kommunisere ut til de andre prosjekterende når det blir foretatt endring på låste objekter, kan barrieren som oppleves i tilknytning endringer bli enda større.

Endringer i prosjekteringsprosessen er noe som mest sannsynlig ikke vil forsvinne, blir det poengtert i resultatkapitlet. Påstanden støttes i Teori ved at Abou-Ibrahim og Hamzeh (2016) påpeker at prosjekteringsprosess har høy usikkerhet og krever iterasjoner av arbeidsoppgaver. Iterasjonene er nødvendig for at prosjekterende og kunde oppnår bedre forståelse mellom hverandre og for det felles målet de jobber imot. Det vil derfor være vesentlig å se på hvilke endringer, eller arbeidsiterasjoner, som blir gjort i løpet av prosessen.

Teorikapitlet presenterer både positive og i negative iterasjoner, og i tillegg kan det komme utenforstående endringer fra for eksempel byggherre eller brukere. Positive iterasjoner skal gjøre produktet bedre, det bør derfor være rom for slike iterasjoner. Løsningen for å inkludere positive iterasjoner kan være at de må gjøres på et lavt modenhetsnivå eller før arbeidet leveres slik at ikke andre fag jobber videre på underlag som endres. I case-prosjektet har det vært positive iterasjoner, og de begrunnes med at det har vært tilstrekkelig med tid i prosjekteringa til å forbedre produktet. Det har ført til at det har blitt gjort endringer etter at de prosjekterende egentlig har levert fra seg arbeidet, noe som i utgangspunktet er en barriere for at MMI skal fungere som tiltenkt. Vestbyen Trafostasjonen er et relativt lite komplisert prosjekt. Dette kan være en grunn til at endringer etter MMI-verdi 200 har gått fint.

Omarbeid eller negative iterasjoner av arbeid kan skyldes uklare definisjoner eller dårlig planlegging av prosjekteringsaktiviteter. Det kan også komme av at rammene til prosjektet endres eller påvirkes av påtvingende faktorer som setter nye krav eller begrenser formen av prosjektet, beskriver Koskela, Huovila og Leinonen (2002) i teorikapitlet. Dette er ikke

faktorer som MMI kan påvirke, men utfordringer som det bør tas hensyn til i utarbeidingen av hvordan MMI skal brukes i prosjektene.

Situasjonene som bekymrer flere av informantene og kan ses på som barrierer, innebærer at MMI blir sett på som sårbart for endringer som oppstår i prosjekteringsprosessen. En annen vinkling på situasjonene kan være at systemet kan være nyttig i håndtering av endringer. De prosjekterende vil kunne se konsekvensene av en endring umiddelbart ved at de kan se hvor mange objekter som må degraderes, og det kan bli enklere å se omfanget av endringen.

5.3.3 Mangel på felles forståelse

Både empiri og teori peker på at det er viktig at alle aktørene i prosessen respekter og benytter systemet som innført. Informasjon fra case-prosjektet viser at dersom ikke alle forstår nytten av systemet, og dermed ikke benytter MMI, vil det gå utover bruken til de andre aktørene også. Det vil dermed utgjøre en stor barriere for å benytte MMI som tiltenkt. Hooper (2015) påpeker også at mangel på forståelse kan begrense engasjementet for å ta i bruk modenhet i BIM-modeller. Det er en barriere som blir beskrevet til å gjelde generell bruk av BIM også. Dersom ikke alle aktørene som er med i prosessen benytter seg av modellen, slik at noe av kommunikasjonen og informasjonen formidles på utsiden BIM-modellen, vil ikke potensialet til BIM bli oppnådd (Svalestuen *et al.*, 2018). Påstanden kan relateres til MMI og kan settes i sammenheng med situasjonen i case-prosjektet der noen av aktørene ikke har merket leveringene med MMI. Dermed har det blitt vanskelig for resten av prosjekteringsgruppa å benytte MMI som tiltenkt i prosjektet.

Tiltak mot barrieren som er tilknyttet felles forståelse vil basere seg på å få alle til å oppnå en forståelse for nytten av MMI-systemet. Det vil inkludere både informasjon og kunnskap til brukerne, men tiltaket krever også at entreprenør viser at de benytter systemet. Slik kan organisasjonen unngå at de rådgivende i prosjekteringsprosessen føler at det ekstra arbeidet som de legger ned for å ta i bruk systemet ikke blir benyttet til noe fornuftig. Det vil utgjøre en barriere om aktørene føler at MMI er et system de blir påtvunget. Den barrieren kan også oppstå om det ikke er en felles forståelse for verdien av konseptet MMI.

I delen om endringsledelse i teorikapitlet blir det presentert at mangel på motivasjon kan føre til at aktørene ikke føler for å hjelpe til, eller ser på innsatsen det kreves for å gjennomføre endringen som bortkastet (Kotter, 2007). Det kan kobles til utsagnet om at mangel på felles forståelse utgjør en barriere ved at motivasjon oppstår ved en felles forståelse for hva systemet gir av fordeler. Det vil uansett være krevende å ta i bruk nye systemer, flere av informantene i Resultat peker på nye systemer som barriere. Før systemet er innkjørt og brukerne har oppnådd en felles forståelse, vil det være behov for en tilvenningsperiode.

Hvis ikke alle aktørene tror at det vil bli mulig å stole på informasjonen i BIM-modellen, vil det gjøre det verre å få MMI til å fungere som tiltenkt. I resultatdelen kommer det fram at ikke alle informantene ser for seg at det blir mulig å stole fullt på BIM-modellen. Det kan være en faktor som fører til at det blir vanskeligere å oppnå en felles forståelse for fordelene som kan MMI kan tilføre. En mulighet er at aktørene vil stole mer på modellen jo mer de blir tilvendt MMI-systemet, slik kan barrieren anses som lett å gjøre noe med.

En utfordring knyttet til mangel på felles forståelse i teorikapitlet, er at de prosjekterende ikke vil dele informasjon, eller fastsette høyere grad av modenhet. Manglende forståelse gjelder da for både prosjekteringsprosessen og andres behov, og barrieren baseres på frykt for at entreprenøren vil ta i bruk data som ikke er ferdig (Svalestuen *et al.*, 2018).

5.3.4 Mangel på informasjon og kunnskap

Manglende informasjon om hvordan og hvorfor MMI-systemet skal implementeres er en stor barriere for å ta i bruk MMI. I Teori påpekes det at noen av problemene som det er viktig å være klar over når en organisasjon skal forbedres, er manglende informasjon og underlag for prosjektleder før beslutninger, usikkerhet rundt tidspunkt for ferdigstilling av oppgaver og mangel på felles forståelse av forventninger (Crawford, 2007). MMI kan bli sett på som en forbedring, derfor er det viktig å merke seg disse problemene og forstå hvorfor de kan oppstå som barrierer. Også i empirien blir manglende informasjon beskrevet som en faktor som kan gjøre det verre å få tatt i bruk MMI. I Vestbyen Trafostasjon har det ikke vært informasjon om MMI tilgjengelig underveis i prosessen, det kan være en årsak til at det blir beskrevet at systemet ikke har fungert optimalt i prosjektet.

Det må beskrives hvordan MMI skal implementeres før brukerne skal ta i bruk systemet. I tillegg må dette være tilgjengelig informasjon underveis i prosessen. Hvis ikke brukerne har tilstrekkelig kunnskap om hvordan systemet brukes, vil det være svært vanskelig å få implementert systemet. Informasjon kan for eksempel være tilgjengelig for brukerne via et dokument på prosjektets SharePoint, dokumentet vil fungere som et tiltak mot informasjonsbarrieren. Det kommer frem i resultatkapitlet at det i case-prosjektet er usikkerhet tilknyttet innholdet i de forskjellige MMI-nivåene. Usikkerheten kan knyttes til at de prosjekterende ikke har benyttet systemet før, og at det ikke har informasjon om MMI i prosjektets SharePoint. En veileder som inneholder innholdsbeskrivelse av de forskjellige MMI-nivåene, vil være nyttig for å unngå usikkerhet til nivåene. Det har ikke ligget noe informasjon om MMI på case-prosjektets SharePoint, noe som kan være grunnen til usikkerheten. Usikkerhet og uvitenhet blir omtalt som rot til motstand mot endring av Saksvik, Nytro og Tvedt (2008) i innhentet litteratur. Derfor vil det være viktig å begrunne hvorfor MMI-systemet skal tas i bruk, og hvilke fordeler systemet har.

Brukerne av MMI må også ha tilstrekkelig kunnskap til å utføre det tekniske i tilknytning til systemet. Som Bølviken, Gullbrekken og Nyseth (2010) beskriver i Teori, krever prosjekteringsaktiviteter blant annet bemanning. Denne bemanningen blir beskrevet som en faktor i om metoder og verktøy kan fungere, og kunnskapsnivået til aktørene vil derfor være en vesentlig del av om MMI fungerer. I resultatkapitlet henvises det til at rådgiverne bør ha tilstrekkelig teknisk kunnskap, hvis ikke vil det være krevende å ta i bruk systemet. Funnet kan knyttes til utsagn i litteraturen der det beskrives at det er viktig at aktørene som benytter BIM-modellen har relevant og tilstrekkelig kunnskap tilknyttet modellene. Funnet litteratur beskriver at for å hindre at det danner seg barrierer mot endringen er det viktig å legge til rette for nødvendig kursing og tilegning av kunnskap og ferdigheter (Kotter, 2007). Et tiltak kan være å kontraktsfeste at de prosjekterende må ha tilstrekkelig med teknisk kunnskap for å bli med i prosjektet, men det vil ikke automatisk gi alle aktører kunnskap om MMI. Kursing og tilrettelegging av teknisk kunnskap vil derfor fortsatt være viktig for prosjektorganisasjonen.

5.4 Suksessfaktorer

5.4.1 Enkelt og intuitivt rammeverk for MMI

En suksessfaktor for at MMI skal kunne tas i bruk vellykket og som presenteres i resultatkapitlet, er at systemet må være enkelt og intuitivt å benytte. Med enkelt å benytte så menes det at fremgangsmåten for å merke MMI må være enkel å forstå. Så lenge

brukerne ikke behøver ekstra kunnskap eller ferdigheter vil implementeringen gå lettere. Et lett forståelig system kan derfor anses som en suksessfaktor. Innhentet litteratur nevner ikke noe om enkel og intuitiv implementering av MMI, og tiltak for å oppnå den suksessfaktoren må derfor utarbeides.

En mulighet er at det vil bli vesentlig lettere for aktørene i prosjekteringsprosessen å ta i bruk MMI gang nummer to. Da vil systemet være kjent og det vil være lettere å forstå. Flere av informantene i empirien til oppgaven forteller at ting vil gå lettere når systemet brukes flere ganger. Det enkleste vil være om innholdet i MMI-nivåene er mest mulig lik fra prosjekt til prosjekt, dette for å unngå at det virker som et nytt system for hvert prosjekt. MMI-systemet må likevel prosjektilpasses for at det kan bli ansett som enkelt, slik at det ikke fører til unødvendige arbeidsoppgaver for mindre prosjekter, eller at det ikke dekker bredt nok for større og mer komplekse prosjekter. Det bekreftes i resultatkapitlet at det er mulig å ha store deler av innholdet i MMI-nivåene likt og standardisert. Mye av innholdet kan gjentas og systemet kan da håndtere de fleste prosjekter, selv om de er unike.

For å utnytte suksessfaktoren med å gjøre det enkelt før MMI er kjent og innarbeidet, er en mulighet å forenkle systemet i starten. Forenkling av systemet i starten kan for eksempel innebære å ikke inkludere alle MMI-nivåene. I Resultat blir det foreslått at ikke alle objektene trenger å merkes med MMI. Hvordan systemet skal håndtere fargefilter for MMI-verdiene når ikke alle objektene er merket, må i så fall planlegges på forhånd. Brukerne av MMI i case-prosjektet presenterer også at det kunne vært en mulighet å droppe noen av nivåene, da de opplever at nivåene fra 100 til 300 er litt svevende. Færre nivåer kan gjøre MMI-systemet mindre avskrekkende i starten, deretter kan alternativet være å legge til nivåer når systemet er mer innarbeidet og forståelsen for MMI er større blant brukerne. Det presiseres i Resultat at på et tidspunkt må alle være klar for kollisjonskontroll og alle må ha nådd samme modenhet, derfor må det uansett være et nivå for tverrfaglig kontroll som alle de prosjekterende er på samtidig. Både i Resultat og Teori omtales dette nivå som MMI 300.

Innhentet empiri viser at en annen mulighet for å gjøre implementeringen av MMI enkel er å kun merke modenhet på arbeidsleveranser. Arbeidsleveransene kan være deler av prosjektet, som er brutt ned til arbeidspakker, og merkingen kan gjøres ved at det er et eget felt for å markere i SharePoint. Det vil da bli enklere for brukere av systemet å merke med MMI. Merkingen vil derimot ikke bli like presis som å merke hvert enkelt objekt. Systemet vil derimot ikke bli sett på som enkelt hvis brukerne må merke hvert enkelt objekt. Det beskrives som viktig at det er mulig å merke hele soner samtidig. Med mulighet til å merke hele soner, blir ikke merking av MMI sett på som et problem. For å gjøre systemet enkelt å bruke kan det bli nødvendig å akseptere litt mindre presis merking.

5.4.2 System for å håndtere MMI

Et godt system for å håndtere MMI vil utgjøre en suksess i bruken av MMI i BIM-modeller. Fra empirien kan det trekkes ut at et ordentlig og gjennomarbeidet system vil være viktig for å følge opp MMI. Teorien i oppgaven støtter opp under påstanden med at en god handlingsplan og et godt utviklet internt system, er faktorer som bidrar til en vellykket endringsprosess. Det vil være naturlig å sammenligne innføringen av MMI med en endringsprosess. Derfor vil funnene i litteraturen være i samsvar med utsagnet. En god handlingsplan og et godt utviklet system vil kreve god og gjennomført planlegging og forberedning for å ta i bruk MMI. Abou-Ibrahim og Hamzeh (2018) beskriver at jobben som gjøres for å planlegge prosjekteringsfasen påvirker i stor grad om prosjektet vil bli

fullført innenfor prosjektmålene. Det vil inkludere planleggingen av MMI og om systemet vil fungere. Det må derfor ikke tas for lett på planleggingen av rammeverket for MMI. Det er også rimelig å anta at prosjekter som benytter MMI, vil få gevinst av en god planlegging av systemet utover i prosessen. En fordel med å bruke tid på å utvikle et godt system og en god plan i starten av prosjektet, kan være at det er da prosjektorganisasjonen har mest tilgjengelig tid. Utover i prosjektforløpet viser både teori og empiri at det blir mer hektisk. Når ting blir mer hektisk, kan et bra system bidra til at aktører ser gevinsten av konseptet MMI.

For å utnytte et godt planlagt system som en suksessfaktor kan en mulighet være å utarbeide et system som visualiserer MMI-verdier og fremdrift i prosjekteringen tydelig. Et system som automatisk presenterer modenhet til leveringer fra de forskjellige fagene på de forskjellige kontrollsonene, vil være en suksess. Systemet som Veidekke Anlegg benytter for å vise MMI-verdi på arbeidspakkene, beskrives som populært blant både byggherre og prosjekterende. Derfor kan en visualisering lik den som er presentert i Figur 31 i 4.4.1, være en god løsning. Forberedningen som kreves kan være å utarbeide et slikt system som er koblet opp imot SharePoint, og som kan brukes på alle prosjekter som MMI skal brukes i. Fra Veidekke Anlegg sitt system blir også MMI-verdien 999- Hold nevnt som en suksessfaktor som kan være verdt å ta med til videre bruk av MMI. Verdien 999 skal benyttes ved endringer der objektene ikke må brukes som underlag for videre arbeid.

Et system som alle kan forstå og bruke vil være viktig for å unngå at organisasjonen er avhengig av nøkkelpersoner. Det blir presentert i teorikapitlet at et formål med modenhetsmodeller er å unngå å være avhengig av nøkkelpersoner og deres evne til utføre ting bedre enn hva omstendighetene tilsier (Kwak og Ibbs, 2002; Crawford, 2007).

5.4.3 Felles forståelse

En felles forståelse av hvilke fordeler som MMI kan tilføre prosjektet og hvorfor det er gunstig å ta i bruk systemet, vil gjøre innføringen av konseptet lettere. Som beskrevet i 5.3.3, er mangel på felles forståelse en barriere. Felles forståelse vil derfor være en forutsetning for å lykkes med bruken av MMI, men det kan også beskrives som en suksessfaktor. Det kan bli en suksessfaktor ved at forståelsen fører til motiverte brukere, og motiverte mennesker er en viktig faktor for å oppnå en vellykket endring (Kotter, 2007).

En måte for å oppnå felles forståelse er å begrunne hvorfor systemet tas i bruk. I Teori presenteres det at ved å beskrive og kommunisere hvorfor aktørene må gjøre noe, kan det inspirere ansatte til å bli med på det (Sinek, 2009). Synliggjøring av fordeler blir i resultatkapitlet nevnt som en mulighet for å oppnå en felles forståelse. Fordeler som det kan henvises til er mer oversiktlig fremdrift, mindre forpliktene å gi fra seg arbeid med lav MMI-verdi, unngå at ting blir kontrollert mange ganger og tydeliggjøring av hva som er ferdig. Fordelene blir tydeligere om det kan vises til tidligere prosjekter som har oppnådd fordelene, eller at aktørene har erfart det selv. I case-prosjektet til oppgaven, Vestbyen Trafostasjon, har ikke de nevnte fordelene utpekt seg noe spesielt, og noen av informantene mener at MMI ikke har kommet så mye til nytte i prosjektet. Det vil bli vanskeligere å oppnå en felles forståelse for MMI hvis det blir mange situasjoner der brukerne ikke ser nytten av systemet.

For implementering av MMI vil det være avgjørende at brukerne ser nytten i systemet. Hvis aktørene ser nytten av systemet og blir hørt i planleggingen av bruken, vil de bidra med enda større kompetanse inn i prosjektet. Det vil gi mulighet for en felles forståelse om alle aktørene som skal benytte seg av systemet får bidra med erfaring i utarbeidelsen

av fremgangsmåten til MMI. I teorigrunnlaget til oppgaven presenterer Torp, Knudsen og Rønneberg (2018) at for å lykkes med en implementering/endring, vil det være en suksessfaktor om den nye praksisen utvikles i samarbeid mellom konsulentene og hovedfirmaet. Det vil være mest realistisk at konsulentene først kan komme med erfaringer og meninger i utarbeidingen av fremdriftsplanen, før den tid er det sjelden at de rådgivende ingeniørene er deltakende i prosjektet. Det vil likevel være rimelig å anta at rammeverket for MMI kan tilpasses aktørenes ønsker, selv om ønskene kommer etter at entreprenøren har planlagt fremgangsmåten for MMI for gjeldende prosjekt.

Det vil bli lettere å oppnå en felles forståelse om entreprenøren viser at MMI-systemet blir brukt, slik at det ikke bare blir et system mellom rådgivere og BIM-koordinator, blir det påpekt i empirien. Det må være en forståelse for hvilken informasjon de prosjekterende trenger for å utvikle modellen, og entreprenør må også vise initiativ til å ta i bruk systemet. Samtidig må det være en forståelse for at modenhetsmodeller ikke må bli sett på som et system som kan løse alle problemene i en prosess (Crawford, 2007).

I teorigrunnlaget til oppgaven presenteres meninger som kan relateres til at en felles forståelse for MMI-systemet vil utgjøre en suksessfaktor. Utsagnene er at man er avhengig av en kollektiv drivkraft blant de involverte for å lykkes med endringsprosessen (Kotter, 2007). Det vil være essensielt at organisasjonen ønsker forbedring for at systemet skal kunne bli implementert vellykket (Crawford, 2007). Flere av faktorene, som Kotter (2007) ser på som åtte suksessfaktorer og som det er viktig at organisasjonen tar hensyn til i endringsledelse, kan relateres til felles forståelse. Faktorene som kan knyttes til felles forståelse er: Skape en trang til endring, forme en visjon, formidle visjonen, skape engasjement og fjerne barrierer og planlegge og skape kortsiktige seiere. For å oppnå disse faktorene vil det kreve at prosjektledelsen er bevisst på faktorene og at det blir lagt ned en innsats for å utføre dem.

5.4.4 Informasjon og kunnskap

God informasjon og aktører med tilstrekkelig kunnskap vil gjøre implementeringen og bruken av MMI i BIM-modeller enklere. Både teori og empiri viser at de to punktene kan være suksessfaktorer for MMI. Ferdigheter og kunnskap blir trukket fram i litteraturen av Kotter (2007), som suksessfaktorer. Også i empirien mener noen av informantene at når brukerne av systemet får tilstrekkelig kunnskap, vil ting gå betydelig lettere. I resultatkapitlet så presenteres det at en BIM-koordinator med god kunnskap, både teknisk kunnskap og innsikt i prosjekteringsprosessen, vil være en suksessfaktor. I tillegg må kunnskapen være intuitiv å tilegne seg og informasjonen enkel å finne for brukerne (Mejlænder-Larsen, 2016).

For å oppnå kunnskap og ferdigheter hos brukerne vil god informasjon være et fornuftig grep. Beskrivelse av hvordan systemet skal utføres og i tillegg en veileder med innholdsbeskrivelse av MMI-nivåene, blir nevnt i resultat som et mulig tiltak i empirien. For at alle aktørene skal få god nok kunnskap vil det igjen være behov for et godt forarbeid. Hvis ikke aktørene har, eller evner å oppnå, kunnskapen som kreves for å utføre merkingen eller for å forstå systemet, vil kunnskap bli en barriere i stedet for en suksessfaktor. Ved å beskrive og formidle informasjon om hvorfor MMI skal implementeres, kan det bidra til at aktørene investerer mer tid i bruken av MMI. Ofte er det positivt å få en begrunnelse i hvorfor ting må gjøres. Derfor kan god informasjon om hvorfor MMI tas i bruk føre til at aktørene ønsker å tilegne seg kunnskapen som kreves.

En mulighet for å formidle informasjonen som forklarer hvorfor MMI er gunstig å ta i bruk, er å utarbeide en tabell som har et eget felt for begrunnelse i tilknytning hvert MMI-nivå. I resultatkapitlet blir et eksempel på en slik tabell presentert, der det er en begrunnelse for hvorfor hvert fag skal levere de forskjellige arbeidsleveransene som utgjør en MMI-verdi. En slik tabell kan i stor grad standardiseres, noe som bidrar til at det blir mindre forarbeid i forbindelse med MMI på hvert prosjekt. For spesielle, eller mer komplekse prosjekter, kan tabellen med innhold og begrunnelser tilpasses i samarbeid med brukerne. Da vil informasjonen bli mer relevant og dermed utgjøre en enda større suksessfaktor. Oppsettet til tabellen er noe som kan inkluderes i en veileder for bruken av MMI.

5.5 Oppsummering av diskusjon

Delkapitlet skal beskrive og begrunne det som blir ansett som det viktigste i diskusjonen. Oppsummeringen som forankres i tidligere diskusjon danner, grunnlaget for punktene som blir tatt med i det skjemaet som skal vise funn for å oppnå målet med oppgaven. Skjemaet er lagt ved oppgaven som Vedlegg 3. De viktigste punktene for videre bruk av MMI blir nevnt som faktorer i Tabell 10, det begrunnes med at punktene kan anses som faktorer i bruken og implementeringen av MMI. Begrunnelse for hvorfor det er en viktig faktor, og tiltak i tilknytning faktoren, blir deretter presentert i tabellen. Det blir sett på som viktig med en diskusjon og begrunnelse for hvorfor disse punktene er valgt ut, punktene er derfor omtalt før tabellen. Deretter blir et forslag til rekkefølge av steg for å ta i bruk MMI presentert. Et tema som har blitt mye diskutert i de foregående delkapitlene er informasjon om MMI-nivåene og begrunnelse for hvorfor de forskjellige nivåene eksisterer. Det er derfor til slutt laget en tabell med forslag til oppsett for innholdsbeskrivelse av de forskjellige MMI-nivåene der det inkluderes begrunnelse for hvorfor de prosjekterende må levere fra seg arbeid i henhold til nivået. Tabellen er basert på funn i teori og empiri og kan være et tiltak som gir en felles forståelse og motiverte brukere. Oppsummeringen av diskusjon utgjør grunnlaget for skjemaet som er lagt ved som Vedlegg 3, som er en del av målet med oppgaven.

5.5.1 Dagens praksis og fordeler organisasjonen ønsker å oppnå med MMI

Dagens praksis og fordeler som organisasjonen ønsker å oppnå med MMI er med på å danne grunnlaget for punktene som skal gjøre det lettere å bruke systemet senere. Fremgangsmåte for MMI i dagens praksis er med på å avdekke både barrierer og suksessfaktorer til systemet, og diskusjonen viser at å inkludere MMI i fremdriftsplanen er et enkelt tiltak. Empiri viser at systemet ikke har fungert optimalt i case-prosjektet. Case-prosjektet kan dermed ikke benyttes til å henvise til konkrete positive resultat fra tidligere prosjekt, men det kan trekkes fram flere erfaringer som kan tas med for videre bruk av MMI. I den sammenheng kan det tas med at MMI-systemet er nytt for brukerne i prosjektet, noe som kan bidra til at implementeringen blir mindre vellykket. Det at systemet er nytt kan være en grunn til at funn i dagens praksis av MMI viser flere utfordringer enn fordeler med systemet. Den innhentede informasjonen kan være særtilfeller i case-prosjektet og trenger ikke å være dekkende for hele bransjen.

Fordeler som organisasjonen ønsker å oppnå med MMI kan brukes som begrunnelse for hvorfor MMI kan gjøre prosjekteringsprosessen bedre og mer effektiv og hvorfor systemet bør tas i bruk. Begrunnelsen for hvorfor systemet skal tas i bruk, anses som viktig for å oppnå en felles forståelse og motiverte brukere. Fordelene som anses som mest avgjørende er de som virker enklest å gjennomføre og utgjør størst forskjell sammenlignet med tradisjonell praksis. Fra diskusjonen om hva organisasjonen ønsker å oppnå, trekkes

det derfor frem tydelig avklaring og visualisering av hva som er ferdig prosjektert, effektiv fremdriftsoppfølging og nyttig dokumentasjon i tilknytning endringer og utsettelse. Dette er fordeler som alle aktørene i prosjekteringsprosessen, og til dels i produksjonsprosessen, kan dra nytte av i samarbeidet som utgjør prosessen. Det er viktig å presentere fordelene som alle kan få med MMI for å få aktører, som kanskje i utgangspunktet er skeptiske til å ta i bruk systemet, til å se nytten av MMI. For å formidle ut disse fordelene og for å få implementert det nye systemet, er god og tilgjengelig informasjon viktig.

5.5.2 Faktorer for videre bruk av MMI

For videre bruk av MMI er suksessfaktorer og barrierer som det anses som smart å ta hensyn til når systemet skal tas i bruk. Å gjøre ting enkelt blir omtalt som en suksessfaktor. Derfor oppsummeres de viktigste funnene i en tabell, etter diskusjon og begrunnelse for dem, for å gjøre det oversiktlig og enkelt å ta hensyn til disse faktorene når en organisasjon skal benytte MMI. Felles forståelse og begrunnelse for hvorfor vil være svært viktig for alle faktorene, og denne oppsummering kan bidra oppnå en mer vellykket bruk av MMI. Felles for alle barrierene er at det kreves gode forberedelser og planlegging for å unngå dem.

Barrierer

Mange av barrierene som er diskutert, er tilknyttet generelle utfordringer i prosjekteringsprosessen. De generelle utfordringene er ikke noe som oppstår på grunn av MMI, men systemet må likevel håndtere disse utfordringene for at det skal være levedyktig. Barrierene som presenteres her, er tilknyttet MMI og ikke generelle utfordringer i prosjekteringsprosessen.

Dårlig system for håndtering av MMI

Hvis det ikke ligger et godt system til grunn for bruken av MMI, vil det utgjøre en vesentlig barriere. Barrieren omtales mye i empirien til oppgaven og blir derfor sett på som et viktig punkt i bruken av MMI. For å unngå barrieren er det utfordringer knyttet til oppdeling av kontrollsoner, hvordan systemet skal håndtere prosjekter med forskjellig størrelse og hvordan systemet håndterer endringer. Tiltak mot utfordringene kan være å unngå for høyt detaljeringsnivå, forsøke å standardisere fremgangsmåten for MMI og ha en egen verdi som objektene kan merkes med hvis det oppstår endringer.

Mangel på felles forståelse

Funn som knyttes til mangel på felles forståelse trekkes frem som en barriere. Diskusjonen peker spesielt på at hvis ikke alle prosjekterende benytter seg av systemet, vil det bli vanskelig for de resterende i organisasjonen å ta i bruk MMI og benytte seg av fordelene som systemet kan føre til. Barrieren kan oppstå hvis brukerne ikke ser nytten av systemet, et tiltak vil derfor være å vise til fordeler som gjør MMI bedre enn tradisjonell praksis for alle de prosjekterende. Det vil også være nødvendig at entreprenøren bruker systemet aktivt, slik at de resterende aktørene forstår nytten av arbeidet de må legge ned for å ta i bruk et nytt system.

Mangel på tilgjengelig informasjon

Mangel på tilgjengelig informasjon om hvordan og hvorfor MMI implementeres i prosjektet trekkes fram som et viktig punkt fordi det er en barriere det er enkelt å gjøre noe med. Diskusjonen viser at det vil ha stor effekt om aktørene i prosjekteringsprosessen har lett tilgang til god informasjon om systemet, manglende informasjon kan bidra til usikkerhet rundt systemet og dermed lite engasjement for å ta i bruk MMI. Det enkle tiltaket mot

barrieren er å opprette en mappe på prosjektets SharePoint, der informasjonen kan legges ut tilgjengelig for alle i prosjektet.

Mangel på kunnskap

Manglende kunnskap kan føre til at ikke alle aktørene får til å ta i bruk systemet og anses derfor som et viktig punkt i innføringsfasen av MMI. Et tiltak for å unngå barrieren kan være å vise oppstarten av prosjekteringen hvordan merkingen av MMI skal gjøres. Et tiltak vil være kursing og tilegning av kunnskap innad i prosjektorganisasjonen. Hvis det kontraktsfestes at aktørene må ha tilstrekkelig kunnskap, vil ikke det automatisk gi alle tilstrekkelig med kunnskap.

Suksessfaktorer

Engasjerte brukere

Engasjerte og motiverte brukere av MMI trekkes fram som et punkt i diskusjonen med stor betydning. Ved å skape en felles forståelse og engasjement for å ta i bruk MMI i prosjektet, vil implementering gå betydelig lettere. Tiltak for å oppnå suksessfaktoren kan være å utforme hvordan MMI skal benyttes i prosjektet i samarbeid med brukerne. Aktører som føler at deres meninger har betydning vil bidra til en mer vellykket implementering. Hvis systemet brukes aktivt av entreprenøren, blir det også beskrevet som noe som kan gi mer engasjerte brukere.

Tilvenningsperiode

Det ses på som et viktig punkt at aktører som skal ta i bruk systemet er klar over at det vil være behov for en tilvenningsperiode for alle nye systemer. Kunnskap og erfaring vil tilegnes ved bruk av systemet, derfor kan en tilvenningsperiode beskrives som en suksessfaktor for videre bruk. Selv om ikke det er så mange konkrete fordeler å henvise til fra case-prosjektet i oppgaven, kan erfaringer videreføres til neste gang systemet skal brukes.

Forenkle i starten

Ved å forenkle fremgangsmåten for MMI i prosjekter der systemet er nytt for de fleste brukerne, kan implementeringen bli mer vellykket. En mulighet for å oppnå suksessfaktoren, er å ikke benytte like mange nivåer i innkjøringsfasen til MMI. Det vil bli en del av forarbeidet til prosjekteringslederen å finne et forslag til passende antall MMI-nivåer i prosjektet, så kan resten av brukerne bekrefte forslaget før systemet skal tas i bruk i detaljprosjekteringen. Samtidig bør systemet for merking av modenhet på objektene være så enkelt som mulig. Da er en mulighet å kun benytte merking av arbeidsleveranser i SharePoint. Det er viktig å presisere at forenklingene kan gjøre at systemet ikke fungerer like bra som tiltenkt, derfor må organisasjonen være forsiktig med å gjøre for store forenklinger.

Inkludere MMI i fremdriftsplanlegging

Det å inkludere MMI i fremdriftsplanen trekkes fram som en viktig suksessfaktor fordi det er enkelt å gjennomføre med lappeteknikken som allerede danner grunnlaget for fremdriftsplanleggingen i dagens praksis. MMI i fremdriftsplanen vil også tydeliggjøre forventningene til aktørene ved at MMI-nivåene brukes som milepæler. I forhold til tradisjonell praksis vil en MMI-verdi beskrive ganske spesifikt hva som skal være utført til det tidspunktet. Det krever at MMI-nivåene for prosjektet er tydelige og fornuftig formulert.

Tabell 10: Oppsummering av de viktigste punktene i diskusjon for å ta i bruk MMI.

Faktor	Begrunnelse	Tiltak- Forslag til løsninger
Barrierer		
Dårlig system for håndtering av MMI	Utfordringer knyttet til oppdeling av kontrollsoner, hvordan systemet skal håndtere prosjekter med forskjellig størrelse og hvordan systemet håndterer endringer blir beskrevet som barrierer	Unngå for høyt detaljeringsnivå. Merking av MMI kan være på arbeidsleveranser i SharePoint eller objekter som det i utgangspunktet finnes sjekklister for. Egen MMI-verdi (999) for objekter som må endres etter låsing.
Mangel på felles forståelse	Alle aktørene må benytte seg av systemet. MMI vil ikke fungere om ikke alle forholder seg til systemet.	Beskrive fordeler og vise til hvor enkelt MMI kan benyttes. Entreprenør må bruke systemet aktivt slik at resterende aktører ser nytten av innsatsen de må legge ned.
Mangel på tilgjengelig informasjon	Det må til enhver tid være tilgjengelig informasjon som beskriver innhold og fremgangsmåte for MMI. Enkelt å gjøre noe med.	Opprette en mappe i SharePoint med informasjon om MMI-nivåene, fremgangsmåte og begrunnelse.
Mangel på kunnskap	Manglende kunnskap kan føre til at ikke alle aktørene evner å ta i bruk systemet.	Kursing og tilegning av kunnskap før systemet tas i bruk. Vise hvor enkelt merking av MMI kan utføres.
Suksessfaktorer		
Engasjerte brukere	Engasjerte og motiverte brukere av MMI gjør implementering betydelig lettere.	Vise til fordeler med MMI i forhold til tradisjonell prosjektering. Utarbeide hvordan MMI skal benyttes i prosjektet i samarbeid med brukerne.
Tilvenningsperiode	Alle må være klar over at det vil være behov for en tilvenningsperiode for alle nye systemer.	Ta i bruk systemet. Benytte erfaringer fra tidligere prosjekt for å unngå feil.
Forenkle i starten	Lettere å komme i gang hvis det gjøres noen forenklinger av MMI-systemet mens det er nytt for brukerne	Benytte færre nivåer inntil systemet er kjent for brukerne. Merk: for store forenklinger kan medføre at systemet ikke fungerer som tiltenkt.
Inkludere MMI i fremdriftsplanlegging	Lett å kombinere med dagens fremdriftsplanlegging og tydeliggjør forventninger på en enkel måte.	Benytte MMI-verdier som milepæler i prosjekteringen. Ha gode beskrivelser for innholdet i MMI-nivåene.

Fordelene med MMI i forhold til tradisjonell prosjektering, som det kan antas at alle aktørene i prosjekteringsprosessen vil dra nytte av er:

- Tydelig avklaring og visualisering av hva som er ferdig prosjektert
- Effektiv fremdriftsoppfølging
- Nyttig dokumentasjon i tilknytning endringer og utsettelse, tydeliggjør konsekvensen av samarbeid.

5.5.3 Fremgangsmåte for bruk av MMI

Basert på diskusjonen foreslås det følgende fremgangsmåte for en organisasjon som ønsker å implementere MMI:

1. Beslutte at MMI skal benyttes i prosjektet og bestemme seg for å ta det i bruk aktivt gjennom hele prosjektet.
2. Planlegge hvor detaljert organisasjonen skal benytte MMI i prosjektet. Hvordan merking av MMI og antall nivåer må fastsettes.
3. Gi ut informasjon til aktørene i prosjekteringsprosessen om hvordan og hvorfor MMI skal benyttes i prosjektet.
4. Utarbeide innholdsbeskrivelse for MMI-nivåene, gjerne i samarbeid med brukerne. Viktig at informasjonen om nivåene blir tilgjengelig for alle aktørene etter innholdet er fastsatt.
5. Benytte MMI-verdiene i framdriftsplanleggingen. Inkludere nivåene som milepæler i prosjektet.
6. Ta i bruk MMI og forsøk å dra nytte av fordelene tydelig avklaring og visualisering, effektiv fremdriftsoppfølging og nyttig dokumentasjon i tilknytning endringer og utsettelse.
7. Følg opp bruken av systemet og forsikre at alle benytter systemet.

For å få gjennomført punktene i den foreslåtte fremgangsmåten vil det være viktig med en god ledelse av prosessen. Prosjektledelsen bør argumentere for hvorfor og hvordan MMI skal tas i bruk i prosjektet.

5.5.4 Innholdsbeskrivelse av MMI-nivåer med begrunnelse

Tabell 11 viser et forslag til oppsett for utarbeidelse av MMI-nivåer til prosjekter som ønsker å ta i bruk MMI. Tabellen er utformet for å illustrere hvordan begrunnelse kan inkluderes i innholdsbeskrivelsen av nivåene. I diskusjonen til oppgaven blir begrunnelse omtalt som en viktig faktor til å oppnå engasjement og felles forståelse. Aktører i prosjekter vil ofte vite hvorfor ting må gjøres. Forslaget er inspirert av funn i resultatkapitlet der Figur 33 viser hvordan Veidekke Anlegg har valgt å inkludere begrunnelse sammen med hva som skal gjøres. Hvis oppsettet standardiseres kan det bidra til minst mulig ekstraarbeid for prosjektorganisasjonene, men det vil være en fordel hvis det det prosjektilpasses i samspill med brukerne i prosjektet.

Tabell 11: Forslag til oppsett med innholdsbeskrivelse av MMI-nivå som inkluderer begrunnelse.

MMI-nivå		Fag: Her har hvert fag i prosjekteringen eget felt		
		ARK	RIB	
100: Skisse	<i>Hva skal leveres</i>	Hvilket arbeid må leveres for at faget skal oppnå denne verdien		
	<i>Hvorfor må det leveres</i>	Hvorfor er det nødvendig at informasjonen blir levert på dette tidspunktet		
200: Detalj-prosjektering	<i>Hva skal leveres</i>			
	<i>Hvorfor må det leveres</i>			
250 – Del-leveranser	<i>Hva skal leveres</i>			
	<i>Hvorfor må det leveres</i>			
300: Klar for tverrfaglig kontroll	<i>Hva skal leveres</i>			
	<i>Hvorfor må det leveres</i>			
350: Kollisjonskontroll utført	<i>Hva skal leveres</i>			
	<i>Hvorfor må det leveres</i>			
999: Hold	MMI-verd i som benyttes hvis det oppstår endringer etter at objektene er låst			
400: Produksjonsgrunnlag	<i>Hva skal leveres</i>			
	<i>Hvorfor må det leveres</i>			
500: Som bygget	<i>Hva skal leveres</i>			
	<i>Hvorfor må det leveres</i>			

6 Konklusjon

Masteroppgavens problemstilling og mål var å finne ut om en bedrift vil oppnå fordelene med MMI som tidligere forskning viser til ved å ta i bruk systemet, og hvordan organisasjonen eventuelt skal oppnå disse fordelene. Fordelene som tidligere forskning viser til blir presentert i teorigrunnlaget for oppgaven i kapittel 3. Problemstillingen besvares gjennom delkapitlene som er et svar på forskningsspørsmålene til oppgaven. I tillegg var målet med oppgaven å utarbeide et skjema med funn i oppgaven. Dette skal gjøre det lettere å ta i bruk MMI i senere prosjekter. Skjemaet er utarbeidet med grunnlag i svarene på forskningsspørsmålene, kapittel 5.5 utgjør begrunnelsen for punktene i skjemaet og Tabell 10 oppsummerer de viktigste punktene i diskusjonen. Skjemaet er lagt ved som Vedlegg 3.

Til slutt i dette kapitlet presenteres forslag til videre arbeid med forskningen som er gjort i tilknytning denne masteroppgaven.

6.1 Hvordan fungerer MMI-systemet i dagens praksis?

Funnene i oppgaven viser at MMI-systemet har blitt tatt i bruk i prosjekter i bygg- og anleggsbransjen, men bruken kan betegnes til å være i startgropen. Det er fortsatt et nytt system for flesteparten av aktørene og flere av utfordringene som beskrives i dagens praksis, kan knyttes til at brukerne ikke har erfaring med MMI.

I prosjekt som bruker MMI benyttes veilederen fra bransjeorganisasjonen, presentert i Vedlegg 2, som utgangspunkt for innhold i MMI-nivåene. MMI inkluderes i fremdriftsplanleggingen og benyttes som milepæler i fremdriftsplanen for prosjekteringen. MMI i fremdriftsplanen fungerer bra og er enkelt og oversiktlig. Funnene i oppgaven viser at MMI ikke blir benyttet fullt ut i oppgavens case-prosjekt. Ikke alle leverer med MMI-merking, og det benyttes kun i mindre grad til fremdriftsoppfølging og avklaringer. Bruken av MMI i dagens praksis bærer preg av at det fortsatt er et nytt system, derfor er det usikkerhet knyttet til innhold i MMI-nivåer og bruken av systemet. Det kan være årsak til at MMI ikke har fungert optimalt i case-prosjektet. Hvordan det fungerer i dagens praksis utenom case-prosjektet, kan avvike fra funn i forskningen.

6.2 Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI?

I oppgaven presenteres punktene under som de største fordelene med MMI for alle aktørene i prosjekteringsprosessen. Fordelene kan beskrives som det organisasjonen ønsker å oppnå med MMI, og utgjør svaret på forskningsspørsmål 2.

- Tydelig avklaring og visualisering av hva som er ferdig prosjektert
- Effektiv fremdriftsoppfølging
- Nyttig dokumentasjon i tilknytning endringer og utsettelse

I tillegg besvares forskningsspørsmålet med oversiktlig fremdriftsplanlegging og tydelige beskrivelser av hvilket arbeid som skal leveres inn, større terskel for å komme med endringer som fører til omarbeid og enkel identifisering av hvorfor utsettelse har oppstått.

6.3 Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?

I oppgaven trekkes det frem fire punkter som anses som de viktigste faktorene. Mangelfull og dårlig planlegging av hvordan systemet skal implementeres i prosjektet kan bidra til flere av barrierene vil oppstå. Felles for alle punktene er at god planlegging og forberedelser vil være en del av tiltaket mot barrierene. De fire barrierene er:

- Dårlig system for håndtering av MMI
- Mangel på felles forståelse
- Mangel på tilgjengelig informasjon
- Mangel på kunnskap

Flere barrierer som er funnet og som er med på å svare på forskningsspørsmålet, er hvis det kommer endringer etter at objekter anses som låst, systemet fører til unødvendig mye ekstraarbeid for brukerne og hvis brukerne ikke ser nytten av systemet. Barrierene kan resultere i at ikke alle de prosjekterende tar i bruk systemet, funn i empiri viser at da vil ikke MMI fungere for resten av prosjekteringsgruppa og systemet vil ikke fungere som tiltenkt.

6.4 Hva kan ses på som suksessfaktorer i bruken av MMI?

I denne studien trekkes det frem fire suksessfaktorer ses på som de viktigste for å besvare det siste forskningsspørsmålet. Suksessfaktorene som presenteres baseres på funn i intervju og litteratur, samtidig som funn i case-prosjektet har bidratt med erfaringer av ting som kan forbedres og fungere. De fire punktene som anses å svare best på forskningsspørsmålet er:

- Engasjerte brukere
- Tilvenningsperiode
- Forenkle i starten
- Inkludere MMI i fremdriftsplanlegging

Samtidig kan tiltak for å unngå barrierene som nevnes som svar på forskningsspørsmål 3 beskrives som suksessfaktorer. Dermed vil god planlegging, et godt system for håndtering av MMI, felles forståelse og tilstrekkelig med informasjon og kunnskap være suksessfaktorer for implementering og videre bruk av MMI.

6.5 Forslag til videre arbeid

Arbeidet med oppgaven avdekker at MMI er et system som er nytt for de fleste og at det er lite erfaring med bruken av det i bransjen. Videre arbeid baseres på at systemet må tas i bruk for å se tydeligere hva det er som fungerer og ikke. Fordelene som tidligere forskning viser til er oppnåelig, men det krever god planlegging av hvordan systemet skal benyttes. Det vil være relevant å studere videre om funnene i oppgaven gjelder for flere prosjekter som tar i bruk MMI, eller om det er spesifikt for oppgavens case-prosjekt. Et mål for videre arbeid må være å gjøre systemet bedre, basert på brukernes erfaringer i prosjekter der MMI tas i bruk. Det kan også være fornuftig om videre arbeid tar for seg om skjemaet i Vedlegg 3 bidrar til enklere bruk av MMI.

Funn i forskningen til denne oppgaven viser at en viktig faktor for bruk av MMI, er at systemet må være enkelt. Det vil derfor være gunstig for videre bruk av MMI at det utarbeides et standardisert rammeverk som passer for store og små prosjekter. Rammeverket bør baseres på erfaringer i bruk, forslag til innholdsbeskrivelse av nivåer kan benyttes som utgangspunkt i utarbeidelsen for MMI-nivåer for prosjektene. Videre arbeid kan fokusere på å automatisere systemet slik at det kan visualisere fremdrift i prosjekteringen basert på modenhet direkte, det vil redusere tidsbruk knyttet til systemet for entreprenør. Et automatisert system som fungerer vil gjøre bruken av MMI enklere og er en mulighet for at prosjekter som benytter MMI vil oppnå fordeler sammenlignet med tradisjonell prosjektering.

I oppgaven blir det nevnt at MMI kan være et system som fungerer bra for avklaringer av hva som er ferdig prosjektert, da også som kommunikasjon til aktører i produksjonsprosessen. Det vil derfor være interessant om videre arbeid med forskningen ser på hvor stor nytte disse aktørene kan få av MMI.

Referanser

- Abou-Ibrahim, H. og Hamzeh, F. (2016) Enabling lean design management: An LOD based framework, *Lean Construction Journal*, 2016, s. 12-24.
- Abou-Ibrahim, H. og Hamzeh, F. (2018) MANAGING DESIGN PROJECTS: METHODS AND POSSIBLE IMPROVEMENTS USING BIM.
- Abou Ibrahim, H. og Hamzeh, F. (2017) Design Management: Metrics And Visual Tools: Zenodo. doi: 10.5281/zenodo.1067494.
- Andersen, B. og Langlo, J. (2016) Productivity and performance measurement in the construction sector, i *Proceedings of the CIB World Building Congress*.
- Azhar, S. (2011) Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry, *Leadership and management in engineering*, 11(3), s. 241-252.
- Ballard, G. (2000) Positive vs negative iteration in design, i *Proceedings Eighth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-6, Brighton, UK*. s. 17-19.
- Bedrick, J. (2013) A level of development specification for BIM processes, *AECbytes Viewpoint*, 68.
- Bell, B. S. og Kozlowski, S. W. (2002) A typology of virtual teams: Implications for effective leadership, *Group & organization management*, 27(1), s. 14-49.
- BIMForum (2019) Level of Development (LOD) Specification part 1 & Commentary. Tilgjengelig fra: <https://bimforum.org> > LOD-Spec-2019-Part-I-and-Guide-2019-04-29.
- Borrmann, A. et al. (2014) Synchronous collaborative tunnel design based on consistency-preserving multi-scale models, *Advanced Engineering Informatics*, 28(4), s. 499-517. doi: 10.1016/j.aei.2014.07.005.
- Bryde, D., Broquetas, M. og Volm, J. M. (2013) The project benefits of Building Information Modelling (BIM), *International Journal of Project Management*, 31(7), s. 971-980. doi: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001.
- Busch, T. (2013) *Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter*. Bergen: Fagbokforl.
- Bølviken, T., Gullbrekken, B. og Nyseth, K. (2010) Collaborative design management, i *Proceedings of the 18th annual conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel*.
- Chin, S. et al. (2004) A project progress measurement and management system, *work*, 50, s. 50.
- Crawford, J. K. (2007) *Project management maturity model*. Taylor & Francis.
- Dingwall, R. (1997) Accounts, interviews and observations, *Context and method in qualitative research*, s. 51-65.
- Domingues, P., Sampaio, P. og Arezes, P. M. (2016) Integrated management systems assessment: a maturity model proposal, *Journal of Cleaner Production*, 124, s. 164-174.
- Eastman, C. M. et al. (2011) *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.
- Eikeland, P. (2001) Samspillet i byggeprosessen–Teoretisk analyse av byggeprosesser, *Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, available at: <http://samspill.interconsult.com>*.
- El. Reifi, M. og Emmitt, S. (2013) Perceptions of lean design management, *Architectural Engineering and Design Management*, 9(3), s. 195-208.
- Eldin, N. N. (1991) Management of engineering/design phase, *Journal of Construction Engineering and Management*, 117(1), s. 163-175.
- Eray, E. et al. (2018) A conceptual framework for tracking design completeness of Track Line discipline in MRT projects, i *ISARC. Proceedings of the International*

- Symposium on Automation and Robotics in Construction*. IAARC Publications, s. 1-7.
- Fleming, Q. W. og Koppelman, J. M. (2010) *Earned value project management*. Project Management Institute.
- Fløisbomm, H. W. et al. (2018) MMI- Modell Modenhets Indeks. Tilgjengelig fra: <https://www.eba.no/globalassets/dokumenter/mmi-utvalget/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf>.
- Forbes, L. H. og Ahmed, S. M. (2010) *Modern construction: lean project delivery and integrated practices*. CRC press.
- Fulford, R. og Standing, C. (2014) Construction industry productivity and the potential for collaborative practice, *International Journal of Project Management*, 32(2), s. 315-326.
- Garcia, G. et al. (2018) Model maturity risk index framework for tracking progress in model-based engineering, i *Construction Research Congress 2018*. s. 42-52.
- Gray, C. og Hughes, W. (2001) *Building design management*. Routledge.
- Grytting, I. et al. (2017) Use of LoD Decision Plan in BIM-projects.(Level of Development)(Building Information Modelling)(Author abstract) (b. 196, s. 407). doi: 10.1016/j.proeng.2017.07.217.
- Hamzeh, F. R., Ballard, G. og Tommelein, I. D. (2009) Is the Last Planner System applicable to design?—A case study, i *Proceedings of the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC*. s. 13-19.
- Hollermann, S., Melznerand, H. og Bargstadt, J. (2012) BIM-A challenge for communication between parties involved in construction: eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction (ECPM ...
- Hooper, M. (2015) Automated model progression scheduling using level of development, *Construction Innovation*, 15(4), s. 428-448. doi: 10.1108/CI-09-2014-0048.
- HVL, H. p. V. (2019) *TONE-vurdering*. Tilgjengelig fra: <http://www.digitalferdighet.no/produsere/finne-informasjon/tone-vurdering> (Hentet: 09.10.2019 2019).
- Jackson, B. J. (2020) *Construction management JumpStart: the best first step toward a career in construction management*. John Wiley & Sons.
- Jacobsen, D. I. (1998) Motstand mot forandring, eller: 10 gode grunner til at du ikke klarer å endre en organisasjon, *Magma*, 1(1), s. 9-25.
- Jansson, G., Viklund, E. og Lidelöw, H. (2016) Design management using knowledge innovation and visual planning, *Automation in Construction*, 72, s. 330-337.
- Kalsaas, B. T. og Sacks, R. (2011) Conceptualization of interdependency and coordination between construction tasks, i *Proceedings of the 19th International Group for Lean Construction (IGLC) Conference*.
- Knotten, V. et al. (2015) Design management in the building process-a review of current literature, *Procedia Economics and Finance*, 21, s. 120-127.
- Knotten, V. et al. (2017) Learning across disciplines-Use of the Constant Comparative Method, i *9th Nordic Conference on Construction Economics and Organization 13-14 June, 2017 at Chalmers University of Technology, Göteborg, SWEDEN*. s. 273.
- Knotten, V., Lædre, O. og Hansen, G. K. (2017) Building design management—key success factors, *Architectural Engineering and Design Management*, 13(6), s. 479-493.
- Knotten, V. (2018) Building design management in the early stages.
- Knutsen, E. (2014) *BIM-Koordinering*, Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Koskela, L. (1992) *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford university Stanford.
- Koskela, L., Ballard, G. og Tanhuanpää, V.-P. (1997) Towards lean design management, i *Proceedings of the 5th annual conference of the International Group for Lean Construction*. s. 1-13.
- Koskela, L., Huovila, P. og Leinonen, J. (2002) Design management in building construction: from theory to practice, *Journal of construction research*, 3(01), s. 1-16.

- Kotter, J. (2007) Leading change: Why transformation efforts fail, *Harvard business review*, 86, s. 97-103.
- Krumsvik, R. J. (2013) *Innføring i forskningsdesign og kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforl.
- Krumsvik, R. J. (2014) *Forskningsdesign og kvalitativ metode : ei innføring*. Bergen: Fagbokforl.
- Kwak, Y. H. og Ibbs, C. W. (2002) Project management process maturity (PM) 2 model, *Journal of Management in Engineering*, 18(3), s. 150-155.
- Larsen, A. K. (2017) *En enklere metode : veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. 2. utg. utg. Bergen: Fagbokforl.
- Larson, A. (2003) *Demystifying Six Sigma: a company-wide approach to continuous improvement*. AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Lohne, J. (2019) Scoping literature review.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2015) Using BIM to follow up milestones in a project plan during the design phase, *Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations*, 149, s. 97.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2016) Improving Transition from Engineering to Construction Using a Project Execution Model and BIM.
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2019) A three-step process for reporting progress in detail engineering using BIM, based on experiences from oil and gas projects, *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Meland, Ø. H. (2000) Prosjekteringsledelse i byggeprosessen: suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko.
- Moum, A. (2008) *Exploring relations between the architectural design process and ICT: Learning from practitioners' stories*. Fakultet for arkitektur og billedkunst.
- Olsen, A. S., Jermstad, O. og Eriksen, L. S. (2013) Prosjekt eringsprosess i byggeprosjekter. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/68157437-Proby-prosjekterings-prosess-i-byggeprosjekter.html> (Hentet: 28.03.20).
- Olsson, H., Sörensen, S. og Bureid, G. (2003) *Forskningsprosessen : kvalitative og kvantitative perspektiver*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Olsson, N. (2011) *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir akademisk.
- Parry, G. og Turner, C. (2006) Application of lean visual process management tools, *Production planning & control*, 17(1), s. 77-86.
- Penttilä, H. (2006) Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 11(29), s. 395-408.
- Poldrack, R. A. (2020) *Statistical Thinking for the 21st Century*. Tilgjengelig fra: <http://statstinking21.org/> (Hentet: 27.02.20 2020).
- Postholm, M. B. (2010) *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Universitetsforl.
- Rolstadås, A. (2011) *Praktisk prosjektstyring*. 5. utgave, Tapir Akademiske Forlag, Trondheim.
- Rose, K. H. (2013) A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)—Fifth Edition, *Project management journal*, 44(3), s. e1-e1.
- Ruikar, K. et al. (2018) A Grounded Theory Based Framework for Level of Development Implementation Within the Information Delivery Manual, *International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM)*, 7(1), s. 30-48. doi: 10.4018/IJ3DIM.2018010103.
- Röglinger, M. og PÖPPELBUß, J. (2011) What makes a useful maturity model?: A framework for general design principles for maturity models and its demonstration in business process management.
- Saksvik, Nytro og Tvedt (2008) Sunn endring i organisasjoner, *TIDSSKRIFT-NORSK PSYKOLOGFORENING*, 45(3), s. 295.
- Saunders, M. et al. (2009) *Business research methods*, *Financial Times, Prentice Hall: London*.
- Savin, B. og Major, C. H. (2013) *Qualitative research: the essential guide to theory and any practice*: London (UK): Routledge.

- Schade, J., Olofsson, T. og Schreyer, M. (2011) Decision-making in a model-based design process, *Construction management and Economics*, 29(4), s. 371-382.
- Sinek, S. (2009) *Start with why: How great leaders inspire everyone to take action*. Penguin.
- Suresh, S. et al. (2016) Impact of knowledge management on construction projects, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Management, Procurement and Law*, 170(1), s. 27-43.
- Svalestuen, F. (2017) *Prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledelse. Forelesningsnotat TBA4127 - Prosjekteringsledelse*.
- Svalestuen, F. et al. (2018) Planning the building design process according to Level of Development.
- Thompson, J. D. (1967) *Organizations in action: social science bases of administrative theory*. McGraw-Hill.
- Timmins, F. og McCabe, C. (2005) How to conduct an effective literature search, *Nursing standard*, 20(11), s. 41-47.
- Tjora, A. H. (2017) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. utg. utg. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Torp, O., Knudsen, J. B. og Rønneberg, I. L. (2018) Factors affecting implementation of Lean Construction, i *Proceedings of The 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Indian Institute of Technology Madras.
- Van Berlo, L. et al. (2012) Collaborative engineering with IFC: new insights and technology, i *9th European Conference on Product and Process Modelling, Iceland*.
- Westgård, H., Arge, K. og Moe, K. (2010) Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: Byggekostnadsprogrammet.
- Yin, R. K. (2014) *Case study research : design and methods*. 5th ed. utg. Los Angeles, Calif: SAGE.
- Zou, R. R., Tang, L. og Goh, M. (2013) Assessment of information maturity during design, operation and maintenance stages within BIM use environment, i *DS 75-6: Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design (ICED13), Design for Harmonies, Vol. 6: Design Information and Knowledge, Seoul, Korea, 19-22.08. 2013*. s. 041-052.

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Vedlegg 2: MMI-nivåer

Vedlegg 3: Skjema med faktorer og fremgangsmåte for videre bruk av MMI

Vedlegg 1: Intervjuguide

Intervjuguide

Varighet: 45-60 min

Introduksjon (5 min)

- Om meg: Siste året på 5.-åring master på Bygg- og miljøteknikk med prosjektledelse som spesialisering. Skriver prosjektoppgave i samarbeid med Veidekke. Ble introdusert for temaet av veileder i Veidekke. Intervjuer er en del av informasjonsinnhenting til forskningen.
- Problemstilling og formål med oppgaven: Muligheter og utfordringer med MMI. Målet med oppgaven er å forsøke og utarbeide en veileder for bruk av MMI, slik at suksessfaktorer kan bli videreført til senere prosjekt. Det kan bidra til å synliggjøre en eventuell effekt ved bruk av dette konseptet.
- Forskningsspørsmål:
 - **FS1:** Hvordan fungerer systemet i dagens praksis?
 - **FS2:** Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI?
 - **FS3:** Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?
 - **FS4:** Hvilke faktorer kan bidra til at prosjektprosessen blir mer effektiv med bruk av MMI i BIM-modeller?
- Bakgrunn for oppgaven
 - BIM har blitt tatt i bruk i stor grad i bygg- og anleggsbransjen og kan brukes som et verktøy i prosjekt- og prosjekteringsledelse i tillegg til geometrisk modellering av prosjektets utforming. Spesielt i prosjekteringsfasen, som ofte består av omgjørelser og itererende prosesser, kan strategier som MMI være til god hjelp for å strukturere og kontrollere leveringer av arbeid og informasjon.
- Formelt om intervjuet
 - Ønske om anonymitet kan oppfylles.
 - Tar lydopptak for å gjengi best mulig det som blir sagt viss det er i orden?
 - Transkribert intervju sendes i etterkant for godkjenning.

Overgangsspørsmål – deltakers bakgrunn (5 min)

- Hva er din rolle i prosjektet?
- Hvor lenge har du vært i din stilling?
- Hvilken erfaring har du med BIM?
- Er du kjent med begrepet MMI?

Nøkkelspørsmål (30-45 min)

1. Dagens praksis

FS1: Hvordan fungerer systemet i dagens praksis?

- Har du benyttet systemet før?
- Blir det laget og brukt framdriftsplaner?
 - Hva inngår i framdriftsplanene?
- Hvilke metoder blir benyttet for kommunikasjon mellom fagfeltene i prosjekteringen?
- Blir det laget tidsplaner for levering av arbeid og informasjon?
 - Blir de fulgt?
 - Planlegges leveransene opp imot informasjon inn i BIM-modell?
 - Hvor tett er det mellom planlagte arbeidsleveranser?
 - Hvordan avdekkes avhengigheter mellom forskjellige fagfelt?
 - Fungerer metoden?
- Hvordan måles fremdrift i prosjekteringen i dagens praksis?
 - Hvordan kan det bli lettere å definere hvor langt prosjektet har kommet i prosessen?
- Hvordan kontrolleres fremdrift i prosjekteringsfasen i dagens praksis?
 - Fungerer dagens system for kontroll?
 - Hvordan blir MMI fulgt opp under prosjekteringen?
- Gjøres det mange iterasjoner i en vanlig prosjekteringsprosess innenfor ditt fagfelt?

2. Forventninger

FS2: Hva ønsker organisasjonen å oppnå med å ta i bruk MMI?

- Hva oppnår man ved bruk av MMI?
- Hva er de største utfordringene når prosjektet går inn i prosjekteringsfasen?
 - Er det utfordringer knyttet til samarbeid mellom aktørene i prosjekteringen? (Hvilke?)
- Hvem er dette verktøyet mest egnet for?
 - Hvor mye får rådgiverne konsulenter ut av dette?
- Hvordan kan prosjekteringen struktureres med dette verktøyet?
- Hvilke utfordringer i prosjekteringsfasen kan løses med dette systemet?
 - Kan beslutninger tas raskere?
 - Kan avhengigheter mellom disiplinene avdekkes?
- Hvordan kan det bli lettere å definere hvor langt prosjektet har kommet i prosessen?
- Hvordan kan MMI et system som bidrar til mer effektivitet i prosjekteringsfasen?

3. Barrierer

FS3: Hvilke barrierer hindrer at MMI fungerer som tiltenkt?

- Hvilke utfordringer ser du ved å ta i bruk et nytt system?
- Hvor mye arbeid er det for hver enkelt aktør å ta i bruk dette systemet?
- Hvordan oppleves detaljeringsgraden som er tilknyttet MMI?
- Hvilke barrierer ser du på som enkle å gjøre noe med?
- Hvilke barrierer ser du på som en stor belastning tilknyttet systemet?

4. Suksessfaktorer

FS4: Hvilke faktorer kan bidra til at prosjektprosessen blir mer effektiv med bruk av MMI i BIM-modeller?

- Hvordan påvirker MMI samarbeidet og kommunikasjonen i prosjektet?
- I hvilken grad har størrelsen på prosjektet noen betydning for om systemet fungerer?
 - Hvordan kan det fungere på større prosjekter?
 - Tiltak som må gjøres ut ifra størrelse på prosjektet?
- Hvordan kan detaljeringsnivået for dine arbeidsoppgaver holdes på et overkommelig nivå?
- Hva er det som påvirker prosessen?
- Hvilke tiltak kan gjøres for at MMI skal fungere?

Oppsummering (ca. 10 min)

- Oppsummere funn
- Felles forståelse for funn
- Eventuell ekstra informasjon, noe som bør legges til?
- Har du noen spørsmål?

Vedlegg 2: MMI-nivåer

	100	200	300	350	400	500
	Skisse	Ferdig konsept	Klar for tverrfaglig kontroll	Utført tverrf. koordinering	Produksjonsunderlag	Som bygget
Geometri	Objektene er modellert for å fremstille forslag til konsept i form av volumobjekter for å grafisk fremstille plassbehov for løsningen. Objektene er å betrakte som en skisse selv om det er modellert med tilsynelatende nøyaktig og detaljert geometri.	Alle objektene nødvendig for å definere konseptene er modellert og grafisk fremstilt som generiske systemer med omtrentlige mengder, form, størrelse og plassering.	Alle objektene relevant for tverrfaglig kontroll er modellert. Objektene er fremstilt og klassifisert i BIM-modellen som bestemte systemer, med riktig mengde, størrelse, form og plassering.	Alle objektene er modellert. Objektene er fremstilt og klassifisert i BIM-modellen som bestemte systemer, med riktig mengde, størrelse, form og plassering.	Alle objektene er modellert. Objektene er grafisk fremstilt og klassifisert i BIM-modellen som bestemte systemer, med riktig størrelse, form, plassering og orientering. Detaljert med tanke på utførelse.	Objektene er grafisk fremstilt og klassifisert i BIM-modellen, og tilsvarer deres respektive komponent i det fysiske bygget/konstruksjonen. Objektene har riktig størrelse, form, plassering og orientering med detaljert utførelse.
Informasjon	Utøver merking med MMI, stilles ingen krav til informasjon på objektene.	Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. prosjektets krav til dette.	Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. material og komposittresept fremgår. Objektene har utfylt egen-skapsinformasjon iht. prosjektets krav.	Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. material og komposittresept fremgår. Objektene har utfylt egen-skapsinformasjon iht. prosjektets krav.	Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. material og komposittresept fremgår. Objektene inneholder informasjon relatert til produksjon. Dette spesifiseres av utførende i samarbeid med prosjekterende og oppdragsgiver.	Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. material og komposittresept fremgår. Objektene inneholder informasjon om FDV-dokumentasjon herunder produsent, leverandør etc. Dokumentasjon skal enten utfylles som egne datafelter i BIM-objektene eller leveres som separate dokumenter som kan kobles til objekttyper med produktyperferanse. Dette spesifiseres av utførende i samarbeid med prosjekterende og oppdragsgiver.

Vedlegg 3: Skjema med faktorer og fremgangsmåte for videre bruk av MMI

Faktorer for bruk av MMI

Faktor	Begrunnelse	Tiltak- Forslag til løsninger
Barrierer		
Dårlig system for håndtering av MMI	Utfordringer knyttet til oppdeling av kontrollsoner, hvordan systemet skal håndtere prosjekter med forskjellig størrelse og hvordan systemet håndterer endringer blir beskrevet som barrierer	Unngå for høyt detaljeringsnivå. Merking av MMI kan være på arbeidsleveranser i SharePoint eller objekter som det i utgangspunktet finnes sjekklister for. Egen MMI-verdi (999) for objekter som må endres etter låsing.
Mangel på felles forståelse	Alle aktørene må benytte seg av systemet. MMI vil ikke fungere om ikke alle forholder seg til systemet.	Beskrive fordeler og vise til hvor enkelt MMI kan benyttes. Entreprenør må bruke systemet aktivt slik at resterende aktører ser nytten av innsatsen de må legge ned.
Mangel på tilgjengelig informasjon	Det må til enhver tid være tilgjengelig informasjon som beskriver innhold og fremgangsmåte for MMI. Enkelt å gjøre noe med.	Opprette en mappe i SharePoint med informasjon om MMI-nivåene, fremgangsmåte og begrunnelse.
Mangel på kunnskap	Manglende kunnskap kan føre til at ikke alle aktørene evner å ta i bruk systemet.	Kursing og tilegning av kunnskap før systemet tas i bruk. Vise hvor enkelt merking av MMI kan utføres.
Suksessfaktorer		
Engasjerte brukere	Engasjerte og motiverte brukere av MMI gjør implementering betydelig lettere.	Vise til fordeler med MMI i forhold til tradisjonell prosjektering. Utarbeide hvordan MMI skal benyttes i prosjektet i samarbeid med brukerne.
Tilvenningsperiode	Alle må være klar over at det vil være behov for en tilvenningsperiode for alle nye systemer.	Ta i bruk systemet. Benytte erfaringer fra tidligere prosjekt for å unngå feil.
Forenkle i starten	Lettere å komme i gang hvis det gjøres noen forenklinger av MMI-systemet mens det er nytt for brukerne	Benytte færre nivåer inntil systemet er kjent for brukerne. Merk: for store forenklinger kan medføre at systemet ikke fungerer som tiltenkt.
Inkludere MMI i fremdriftsplanlegging	Lett å kombinere med dagens fremdriftsplanlegging og tydeliggjør forventninger på en enkel måte.	Benytte MMI-verdier som milepæler i prosjekteringen. Ha gode beskrivelser for innholdet i MMI-nivåene.

Fremgangsmåte for implementering av MMI

1. Beslutte at MMI skal benyttes i prosjektet og bestemme seg for å ta det i bruk aktivt gjennom hele prosjektet.
2. Planlegge hvor detaljert organisasjonen skal benytte MMI i prosjektet. Hvordan merking av MMI og antall nivåer må fastsettes.
3. Gi ut informasjon til aktørene i prosjekteringsprosessen om hvordan og hvorfor MMI skal benyttes i prosjektet.
4. Utarbeide innholdsbeskrivelse for MMI-nivåene, gjerne i samarbeid med brukerne. Viktig at informasjonen om nivåene blir tilgjengelig for alle aktørene etter innholdet er fastsatt.
5. Benytte MMI-verdiene i framdriftsplanleggingen. Inkludere nivåene som milepæler i prosjektet.
6. Ta i bruk MMI og forsøk å dra nytte av fordelene tydelig avklaring og visualisering, effektiv fremdriftsoppfølging og nyttig dokumentasjon i tilknytning endringer og utsettelse.
7. Følg opp bruken av systemet og forsikre at alle benytter systemet.

