



Digitalt veikart for Martin M. Bakken AS

Sigve Wahl Evensen

Master i Bygg- og miljøteknikk
Innlevert: juni 2018
Hovedveileder: Olav Torp, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Digitalt veikart for Martin M. Bakken AS	Dato: 01. 06. 18		
	Antall sider 126		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Stud.techn. Sigve Wahl Evensen			
Faglærer/veileder: Eilif Hjelseth			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Lars – Erik Knippa			

Ekstrakt: Digitalisering er en megatrend som påvirker byggebransjen. Martin M. Bakken er en tradisjonell byggentreprenør som ønsker å ta del i utvikling å digitalisere seg og sine prosesser. Problemformuleringen for prosjektarbeidet er hvordan Martin M. Bakken kan bruke digitalisering for å nå sine mål.

Basert på intervjuer, en omfattende litteratur studie og sesjoner, presenterer prosjektarbeidet et digitalt veikart som gjør det mulig å systematisere digitaliseringen slik at MMB kan ta rasjonelle beslutninger og videre utarbeide en digital strategi.

Det digitale veikartet er en prosess og et produkt. Digitalt veikart som prosess er en struktur som setter mål for digitaliseringen i senter av digitaliseringsprosessen. Videre beskrives mulighetsrommet for digital utvikling som beskriver hvordan 58 arbeidsprosesser Martin M. Bakken utøver i prosjekter kan digitaliseres, hvilken gevinst som kan oppnås og hvilken muliggjørere/forutsetning som må være til stede. Mulighetsrommet støttes av et prosesskart som viser den teknologiske utviklingen i mulighetsrommet. Basert på et klart mål for digitaliseringen og informasjon om alle mulige løsninger, kan MMB ta rasjonelle beslutninger for hvilke digitale steg bedriften skal gjennomføre. Digitalt veikart som produkt er en digital strategi som samler alle de viktigste elementene fra digitalt veikart som prosess, slik at det er mulig å kommunisere den digitale strategien. Den digitale strategien kan på den måten danne rammen for digitaliseringsprosessen og opptre som en retningsgiver i beslutningssituasjoner.

Stikkord:

1. DIGITALISERING
2. BIM
3. DIGITALT VEIKART
4. ENTREPRENØR
5. DIGITAL STRATEGI

Sigve Wahl Evensen

Trondheim, 01. 06. 2018

FORORD

Masteroppgaven er skrevet i forbindelse med emnet Prosjektledelse TBA 4910, våren 2018. Prosjektarbeidet avslutter en 2 – årig sivilingeniørutdannelse i Bygg – og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Prosjektarbeidet utgjør 30 studiepoeng.

Temaet for prosjektarbeidet er digitalisering i byggebransjen, sett fra en entreprenør sitt perspektiv. Motivasjonen for det valgte temaet er relevans og aktualitet. Byggebransjen, som i utgangspunktet er ganske konservativ og har slitt med manglende utvikling, er på vei inn i en digitaliseringsprosess som vil endre arbeidsprosesser og forretningsmodeller. Digitalisering er høyaktuelt og vil være høyaktuelt i mange år fremover.

Prosjektarbeidet ble til – og er gjennomført i samarbeid byggentreprenør Martin M. Bakken AS på Hedmark. Martin M. Bakken er en mellomstor entreprenør som eies av Backe AS. Det som er spennende med Martin M. Bakken med tanke på den digitale utviklingen, er for det første at Martin M. Bakken er en relativt tradisjonell entreprenør. Det betyr at det er mange entreprenører som kan kjenne seg igjen i Martin M. Bakken sin situasjon. For det andre har de et ønske om å ligge i front av digitaliseringen, noe som vitner om vilje til å ta digitaliseringen på alvor. For det tredje har de økonomiske muskler og kompetanse om digitalisering gjennom Backe, men allikevel så stor styringsrett over egen virksomhet at de kan styre sin egen utvikling. For det fjerde er MMB så «liten» at de har en stor fleksibilitet med tanke på endring og utvikling av bedriften. Det er vanskeligere å endre et firma med 1000 personer enn et firma med 100 personer.

Prosjektarbeidet har vært spennende og lærerikt, men til tider omfattende og tidskonsumerende. Før prosjektarbeidets oppstart var forfatterens kunnskap om digitalisering i byggebransjen meget begrenset. Det førte til en bratt læringskurve og til tider en følelse av å drukne i informasjon. Prosjektarbeidets relevans var i disse tider en stor og viktig motivasjonsfaktor.

Det må rettes en stor takk til Martin M. Bakken som har stilt med kontor, teknisk infrastruktur, kaffe og godt selskap. Spesielt rettes en takk til driftssjef Lars – Erik Knippa, for god oppfølging av prosjektarbeidet. Det må også rettes en takk til veileder Eilif Hjelseth for gode råd og godt engasjement.



Sigve Wahl Evensen

Trondheim

SAMMENDRAG

Innledning. Digitalisering er en megatrend som påvirker samfunn og bransjer. Digitalisering endrer praksis og forretningsmodeller, hvilket innebærer store muligheter, men også store utfordringer. Byggebransjen har historisk sett slitt med manglende utvikling og beskrives som konservativ. Det betyr at det digitale steget byggebransjen skal gjennomføre blir ekstra utfordrende. Martin M. Bakken er en byggentreprenør på Hedmark som ønsker å ta del i den digitale utviklingen. Martin M. Bakken har gjennomført noen digitale steg, men er å regne som en tradisjonell entreprenør. Problemformuleringen som prosjektarbeidet har tatt utgangspunkt i, har derfor vært «*hvordan kan Martin M. Bakken bruke digitalisering for å nå sine mål*». Prosjektarbeidet skulle løses ved å systematisere digitaliseringsprosessen hos Martin M. Bakken i et digitalt veikart. Prosjektarbeidet skulle ikke beslutte hvilke digitale steg Martin M. Bakken skal gjennomføre, men lage en struktur som gir grunnlag for at bedriften selv kan ta gode beslutninger for digitalisering og senere utarbeide en digital strategi.

Metode. Prosjektarbeidet har anvendt ulike metoder. For å lage strukturen til det digitale veikartet ble det gjennomført enkle intervjuer. Det ble brukt semistrukturerte intervjuer og en kvantitativ undersøkelse for å lage et mål for digitaliseringen. For å etablere et mulighetsrom for digital utvikling ble det gjennomført sesjoner med MMB og et omfattende litteraturstudie.

Resultat. Prosjektarbeidet resulterte i en struktur som deler digitalt veikart i en prosess og et produkt. Digitalt veikart som prosess viser hvilken tilnærming Martin M. Bakken kan ha, for å ta rasjonelle beslutninger angående digitalisering av bedriften. Digitalt veikart som prosess setter mål for digitaliseringen i senter av digitaliseringsprosessen. Målet for digitaliseringen bygger oppunder bedriftens mål og sørger for at digitalisering i seg selv ikke blir målet, men heller et verktøy for at bedriften skal være bedre rustet for å innfri sine forretningsmål også i fremtiden. Martin M. Bakken har i dag ikke har noen formelt mål for digitaliseringen. Prosjektarbeidet presenterer derfor et mulig mål for digitaliseringen, som tar utgangspunkt i bedriftens strategiske - og operative mål. Digitalt veikart som prosess, presenterer et mulighetsrom for digital utvikling. Mulighetsrommet beskriver hvordan de fleste arbeidsprosesser Martin M. Bakken utøver i prosjektsammenheng kan digitaliseres, hvilke gevinst som kan oppnås og hvilke muliggjørere som må være på plass. Basert på et klart mål for digitaliseringen og informasjon om alle muligheter for digitalisering, kan Martin M. Bakken gjøre rasjonelle beslutninger for hvilke digitale steg bedriften skal ta.

Digitalt veikart som produkt er en digital strategi som Martin M. Bakken kan utarbeide på bakgrunn av de valgene som gjennomføres i digitalt veikart som prosess. Den digitale strategien samler alle de viktigste elementene fra prosessen og gjør det mulig å kommunisere strategien til andre. Den digitale strategien blir dermed en veiviser i Martin M. Bakken sin digitaliseringsprosess og en retningsgiver i beslutningssituasjoner.

ABSTRACT

Introduction. Digitalization is a big trend that influences societies and industries. Digitalization is changing practice and business models, it creates great opportunities, but also great challenges. In a historic perspective, the construction industry has struggled with lack of innovation and can be classified as conservative. Martin M. Bakken is a contractor located in Hedmark, who would like to take part in the digital development in the building industry. Martin M. Bakken has already taken some digital steps towards a digital future, but is still in the category of traditional contractors. The problem to be addressed in this paper, is therefore “*how can Martin M. Bakken use digitalization to reach their goals*”. The problem had to be solved by systemizing the digitalization process in Martin M. Bakken in a digital road map. The idea was to create a structure of information which gives Martin M. Bakken the ability to make good decisions and create a digital strategy for the company later on.

Method. The project used different research methods. “Simple” interviews were conducted to create the structure for the digital roadmap. In a next step it was used semi structured interviews and a quantity survey to make a goal for the digitalisation. Based on some informative sessions with Martin M. Bakken and an extensive literature study it was gathered information about how Martin M. Bakken can digitalize the processes they conduct in a building project.

Results. The research resulted in a structure which divide the digital road map into a process and a product. The digital roadmap as a process describes how Martin M. Bakken can approach the digitalization process. Such as making rational decisions regarding the digitalization of the firm. The digital roadmap as a process places “the goal for digitalization” in the centre of the (digitalization) process. The “goal for digitalization” is supporting the goal of the firm, and makes sure that the digitalization itself, doesn’t become the goal. Today Martin M. Bakken does not have a formal “goal for digitalization”. The research paper therefor presents a possible goal for digitalization, which is based on Martin M. Bakkens strategic – and operative goal. The digital roadmap as a process presents a room of possible digital development, called “room of possibilities”. The room of possibilities describes how almost all the working processes that Martin M. Bakken conduct in a building project can be digitalized. It also describes which benefits that can be gained and which prerequisites that need to be in place. Based on a clear goal for the digitalization and information about all possible digital development, Martin M. Bakken can make rational decisions regarding which digital steps the firm should conduct.

The digital roadmap as a product, is a digital strategy that Martin M. Bakken can develop based on the decisions made in digital roadmap as a process. The digital strategy gathers all the most important elements form the process and makes it possible to communicate the strategy to others. In that way, the digital strategy can become a guide for Martin M. Bakkens through the digitalization process and a “place to seek answers” in difficult decisions.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
INNHALDSFORTEGNELSE	IV
FIGURLISTE	V
TABELLISTE	VI
1 INNLEDNING	1
1.1 PROBLEMSTILLING	1
1.2 MÅLSETNING	1
1.3 TEMATISK AVGRENSING	2
1.4 BEGRENSINGER FOR PROSJEKTARBEIDET	3
1.5 DISPOISJON	3
2 BAKGRUNNSINFORMASJON OG BAKENFORLIGGENDE ÅRSAKER FOR PROSJEKTARBEIDET	4
2.1 DIGITALISERING I BYGGEBRANSJEN	4
2.2 MARTIN M. BAKKEN	6
3 METODE	9
3.1 VALG AV FORSKNINGSMETODE	9
3.2 INDUKTIV OG DEDUKTIV TILNÆRMING	9
3.3 KVALITATIV OG KVANTITATIV METODE	10
3.4 UTARBEIDELSE AV STRUKTUREN FOR DET DIGITALE VEIKARTET	11
3.1 LITTERATURSTUDIET	11
3.2 KVANTITATIV SPØRREUNDERØKELSE	14
3.3 SESJONER	16
3.4 INTERVJUER	17
3.5 ETISKE UTFORDRINGER I PROSJEKTARBEIDET	18
4 TEORI	19
4.1 MÅL	19
4.2 RASJONELLE BESLUTNINGER	20
4.3 HVA ER DIGITALISERING	20
4.4 DIGITALISERING I BYGGEBRANSJEN	20
4.5 VDC – VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION	21
4.6 ICE I VDC	23
4.7 MÅLING I VDC	25
4.8 PROSESS - OG PPM I VDC	25
4.9 BIM	26
4.10 BRUKSOMRÅDER FOR BIM	32
4.11 PAS 1192 – 6, SPESIFIKASJON FOR HMS - OG RISIKOSTYRING	57
4.12 KONTRAKTINNGÅELSE MED BYGGHERREN	59
4.13 LOD BESLUTNINGSPLAN	60
4.14 OFFENTLIG SAKSBEHANDLING/SØKNADSPROSESS	61
4.15 KONTRAHERING AV UNDERENTREPRENØRER	61

5	RESULTAT	63
5.1	DIGITALT VEIKART FOR MMB - STRUKTUR.....	63
5.2	MÅL MED DIGITALISERINGEN	65
5.3	MULIGHETSROM FOR DIGITAL UTVIKLING.....	72
5.4	VALG AV DIGITALE STEG	93
5.5	DIGITALT VEIKART SOM PRODUKT - DIGITAL STRATEGI FOR MMB	94
6	DISKUSJON.....	97
6.1	HVA ER BEHOVET FOR ET DIGITALT VEIKART?	97
6.2	DIGITALT VEIKART, EN STRUKTUR FOR Å SETTE DIGITALISERINGEN I SYSTEM	98
6.3	MÅL FOR DIGITALISERINGEN	99
6.4	MULIGHETSROMMET FOR DIGITALISERING	104
6.5	VALG AV DIGITALE STEG PÅ BAKGRUNN AV INFORMASJONEN I DET DIGITALE VEIKARTET	108
6.6	DIGITAL STRATEGI PÅ BAKGRUNN AV INFORMASJONEN I DET DIGITALE VEIKARTET	109
7	KONKLUSJON	110
7.1	ANBEFALINGER FOR VIDERE ARBEID	111
	REFERANSELISTE	112

FIGURLISTE

FIGUR 1 – BIM MATURITY MODELL (NEDERST) (BSI, 2013b) OG MODENHETSTRAPP FOR BAE - NÆRINGEN (ØVERST) (BNL, 2017)	5
FIGUR 2 – FILTER FOR KVALITETSSIKRING AV LITTERATUR.....	12
FIGUR 3 – SPØRREUNDERSØKELSE FOR DIGITAL MODENHET (EVENSEN, 2017)	14
FIGUR 4 – HOVEDELEMENTER I VDC (BANGLO, 2017)	21
FIGUR 5 – RAMMEVERK FOR BIM (NEPAL ET AL., 2014)	27
FIGUR 6 – BIM SOM PROSESS (AZHAR ET AL., 2015)	30
FIGUR 7 – BIM SOM EN RIK KOMMUNIKASJONSKANAL (SVALESTUEN ET AL., 2017).	34
FIGUR 8 – CLOUD BIM (CHUANG ET AL., 2011).....	35
FIGUR 9 – INFORMASJONSLEVERANSESYKLUSEN (BSI, 2013b)	37
FIGUR 10 – MULIGGJØRERE OG ANVENDELSE AV EN BIM 4D MODELL (ZHOU ET AL., 2015).....	43
FIGUR 11 – PROSESSEN FOR Å LAGE EN BIM 4D MODELL (TULKE & HANFF, 2007)	45
FIGUR 12 – SAMMENHENG MELLOM DETALJGRAD I BIM 3D MODELL OG FREMDRIFTSPLAN (IVERSEN, 2013).	46
FIGUR 13 – RAMMEVERK FOR KONSTRUKSJON OG BRUK AV 5D BIM (LU ET AL., 2016).....	49
FIGUR 14 – MULIG GEVINST OG FORUTSETNINGER FOR BRUK AV 3D SKANNER OG IMAGE - BASED MODELLING (ALIZADEHSALEHI & YITMEN, 2016).	54
FIGUR 15 – STRATEGI FOR HMS OG RISIKO (BSI, 2018).....	58
FIGUR 16 – LOD BESLUTNINGSPÅN (GRYTTING ET AL., 2017)	61
FIGUR 17 – STRUKTUREN FOR DIGITAL VEIKARTET FOR MMB.....	64
FIGUR 18 – MMB SIN DIGITAL MODENHET SAMMENLIGNET MED EN GJENNOMSNITTLIG STOR ENTREPRENØR	70
FIGUR 19 – MÅLHIERARKI FOR DIGITALISERINGEN	72
FIGUR 20 – PROSESSKART FOR MULIGHETSROMMET	FEIL! BOKMERKE ER IKKE DEFINERT.
FIGUR 21 – VALG AV DIGITALE STEG I DIGITALT VEIKART SOM PROSESS	93
FIGUR 22 – ILLUSTRASJON AV DIGITAL STRATEGI FOR MMB. INSPIRERT AV BNL (2017)	96

TABELLISTE

TABELL 1 – BESKRIVELSE AV DE ULIKE DIGITALE NIVÅENE BNL (2017).....	5
TABELL 2 – KVALITATIV OG KVANTITATIV METODE, HENTET FRA A. A. AARNES (2017).....	10
TABELL 3 – ANVENDTE METODER I PROSJEKTARBEIDET	11
TABELL 4 – SEMISTRUKTURERTE INTERVJUER SOM ER GJENNOMFØRT	17
TABELL 5 – POP MODELLEN (GRINDLAND, 2017)	21
TABELL 6 – SPESIFIKKE EFFEKTER AV VDC (HUSBY, 2017).	22
TABELL 7 – MÅLEVERKTØY FOR BYGGEPROSJEKTER.....	25
TABELL 8 – LOD DETALJERINGSGRAD FOR BIM MODELL, HENTET FRA BIMFORUM (2017).....	28
TABELL 9 – DETALJNIVÅ FOR ULIKE KALKULASJONSMETODER (WOOD ET AL., 2014).	40
TABELL 10 – AUTOMATISERTE METODER FOR OVERVÅKING AV PROSJEKTET (ALIZADEHSALEHI & YITMEN, 2016)	53
TABELL 11 – BRUKSOMRÅDER FOR BIM MODELLEN UTE PÅ BYGGEPLASSEN (KJØBLI, 2013)	56
TABELL 12 – INNLEDENDE FAKTORER FOR UTARBEIDELSEN AV DIGITALE VEIKARTET.....	63
TABELL 13 – ANTALL ARBEIDSPROSESSER SOM BLE KARTLAGT I PROSJEKTARBEIDET.....	72

1 INNLEDNING

“Byggebransjen er verdens mest konservative bransje, utenom prester!”

- Jan Myhre, Prosjektdirektør i Digibbygg

Prosjektarbeidet omhandler digitalisering i byggebransjen. Digitalisering er en megatrend som ikke bare påvirker byggebransjen, men redefinerer samfunn og næringer (BNL, 2017). Byggebransjen er historisk sett en konservativ bransje og så langt har ikke byggebransjen klart å hente ut gevinster som følge av den digitale utviklingen i samfunnet (BNL, 2017).

1.1 PROBLEMSTILLING

Martin M. Bakken AS (heretter kalt MMB) er en tradisjonell entreprenørbedrift med lang og solid historie på Østlandet. Byggebransjen er i rask utvikling gjennom blant annet økende digitalisering og nye hjelpemidler for gjennomføring av prosjekter. MMB ønsker å være med på denne utviklingen og digitalisere gjennom implementering av nye verktøy og prosesser. Problemformuleringen som prosjektarbeidet tar utgangspunkt i er derfor, hvordan kan MMB bruke digitalisering for å nå sine mål.

Ettersom MMB er å betegne som en tradisjonell entreprenørbedrift, finnes det mange bedrifter som kan kjenne seg igjen i MMB sin situasjon. Det betyr at rapporten, selv om den tar utgangspunkt i MMB, kan være av interesse for alle bedrifter som kan relatere seg til MMB og den digitale utviklingen i bransjen.

1.2 MÅLSETNING

Hovedmålet med prosjektarbeidet er å hjelpe Martin M. Bakken AS med å nå sine mål og opprettholde sin posisjon, gjennom digitalisering. For å oppnå hovedmålet, skal digitalisering av MMB settes i system. Sekundærmålet til prosjektet er derfor å utarbeide en struktur for å systematisere digitalisering hos MMB. Strukturen skal vise hvordan MMB kan gå fram for å vurdere ulike digitale steg og være informerende om hvilke muligheter som finnes. Strukturen kan beskrives som et digitalt veikart og skal gi beslutningstakere et bedre grunnlag for å ta gode beslutninger som angår digitalisering av bedriften. Strukturen for hvordan digitalisering kan systematiseres vil gå under navnet *digitalt veikart for MMB*

Gjennom å sette MMB sine mål med digitalisering, nåsituasjon og muligheter i system, er det et sekundærmål at rapporten skal være informativ om MMB sine muligheter og bransjens utvikling, slik at MMB har et godt utgangspunkt for å senere utarbeide en digital strategi for bedriften.

MMB har i dag ingen formaliserte mål for digitaliseringen. Et sekundærmål er derfor å komme med et forslag til et mål for digitaliseringen som støtter oppunder bedriftens mål. Målet skal kunne brukes som en retningsgiver i beslutningssituasjoner og sikre at digitaliseringen ikke blir et mål i seg selv, men at digitaliseringen blir et verktøy for bedriftens måloppnåelse.

Prosjektarbeidet krever god kunnskap om digitalisering i byggebransjen – og av entreprenører. Det er derfor et sidemål at prosjektarbeidet og rapporten skal gi god og relevant kunnskap om utviklingen som skjer i bransjen og hva det innebærer for entreprenører. Dette er kunnskap som vil være høyst relevant også etter prosjektarbeidets slutt, både for MMB, forfatteren og leseren av rapporten.

1.3 TEMATISK AVGRENSING

Temaet er avgrenset til å gjelde digital utvikling av eksisterende prosesser. Det betyr at prosjektarbeidet tar utgangspunkt i digitalisering av de arbeidsoppgaver og prosesser som MMB utfører i dag. Det er mye fokus i litteraturen og bransjen generelt om at digitaliseringen kommer til å endre forretningsmodeller og verdikjeden i byggebransjen. Denne transformasjonen er ikke tatt med i prosjektarbeidet fordi den ligger så langt fram i tid og så mange digitale steg frem, at ingen riktig vet hvordan det vil bli.

Prosjektarbeidet er i stor grad basert på forskning, studier og teori. Det betyr at prosjektarbeidet ser «bakover i tid» for å kartlegge hvordan en MMB kan digitalisere seg i fremtiden. Det medfører at den aller siste digitale utviklingen kanskje faller utenom dette prosjektarbeidet, hvis den per dags dato ikke er inkludert i forskningstudier. Det er ikke helt usannsynlig ettersom den digitale utviklingen går meget fort.

Prosjektarbeidet skal ikke komme gjøre noen beslutninger og anbefalinger om hvilke digitale steg MMB skal eller ikke skal ta. Rapporten skal kun legge til rette for beslutningstakere, slik at de kan gjøre gode vurderinger selv.

Prosjektarbeidet tar ikke for seg implementering av digitale steg i bedriften. Det blir pekt på noen utfordringer, forutsetninger og muliggjørere for digitalisering, men det blir ikke beskrevet hvordan disse kan overkommes. Implementering handler mer om endringsstrategier og ledelse, hvilket er tatt ut av prosjektarbeidet på grunn av arbeidsomgangen.

1.4 BEGRENINGER FOR PROSJEKTARBEIDET

Prosjektarbeidet er gjennomført i tidsrommet Januar – Juni 2018. Det ble besluttet at prosjektarbeidet ikke skulle medføre «store kostnader» for reise, kost og losji.

Siden prosjektarbeidet i stor grad er basert på tidligere utførte studier, så er tilgangen på forskning og research en viktig forutsetning for god gjennomføring. Tilgangen på forskning og research er begrenset til de mulighetene som en student har gjennom NTNU. Dette er i realiteten ikke en stor begrensning, ettersom NTNU har tilgang på mye forskning og research gjennom sine databaser og søkemotorer.

1.5 DISPOSISJON

I kapittel 2 blir bakgrunnen for prosjektarbeidet presentert. Dette kapittelet presenterer to ting. Det presenteres bakgrunnsinformasjon som vil være relevant senere i rapporten og det belyses bakenforliggende årsaker til prosjektarbeidet. De bakenforliggende årsakene er med på å fortelle hvilket «hull» prosjektarbeidet er med på fylle.

I kapittel 3 presenteres metoden. Det innebærer hvilken tilnærming prosjektarbeidet hadde og hvilke metodikker som er benyttet. De ulike metodikkene presenteres i sin helhet og det vurderes validitet og reliabilitet. Tilslutt vurderes etiske utfordringer.

I kapittel 4 presenteres teorien som har vært viktig for prosjektarbeidet. De innebærer all teori som er relevant for resultatet til rapporten.

I kapittel 5 presenteres resultatet av prosjektarbeidet med tilhørende analyser. Det innebærer resultatet fra undersøkelsen som var nødvendig for å utarbeide det digitale veikartet sin struktur og resultatet fra undersøkelsene som ble utført for å fylle det digitale veikartet med informasjon.

I kapittel 6 diskuteres resultatet fra prosjektarbeidet opp mot teorien, målene til prosjektet og problemstillingen. Det pekes også på svakheter ved prosjektarbeidet og hva som kunne vært gjort bedre.

I Kapittel 7 oppsummeres det viktigste i en konklusjon og det vurderes om prosjektarbeidet har nådd sine målsetninger. Til slutt gis det anbefalinger for videre arbeid.

2 BAKGRUNNSINFORMASJON OG BAKENFORLIGGENDE ÅRSAKER FOR PROSJEKTARBEIDET

I kapittel 2 beskrives bakgrunnen for prosjektarbeidet og informasjon som vil være relevant senere i rapporten.

2.1 DIGITALISERING I BYGGEBRANSJEN

Digitalisering er identifisert som en av fem megatrender som påvirker byggebransjen, hvilket betyr at det vil påvirke bransjen enten man vil det eller ikke (BNL, 2017). Sammenlignet med andre næringer har ikke byggebransjen opplevd en like stor grad av effektivisering som følge av det teknologiske skifte. Bransjen har innsett at tradisjonell praksis må endres for at det skal være mulig å maksimere utbytte av digitale verktøy, prosesser og teknologi (Luth, Schorer, & Turkan, 2013).

For å sikre at byggenæringen digitaliseres på en helhetlig og effektiv måte har Byggenæringens landsforbund, heretter kalt BNL, utarbeidet et strategidokument med navn "Digitalt veikart for BAE – næringen". Digitalt veikart for BAE - næringen (2017) sier at hensikten med veikartet er å guide næringen fra nåsituasjonen til det man ønsker å være og på den måten sikre at hele bransjen «digitaliseres i samme retning». Veikartet sier at *digitalisering ikke er et mål i seg selv, men at det er et nyttig verktøy for å nå gitte mål*. Videre har BNL (2017) utarbeidet følgende visjoner for byggenæringen på nasjonal basis:

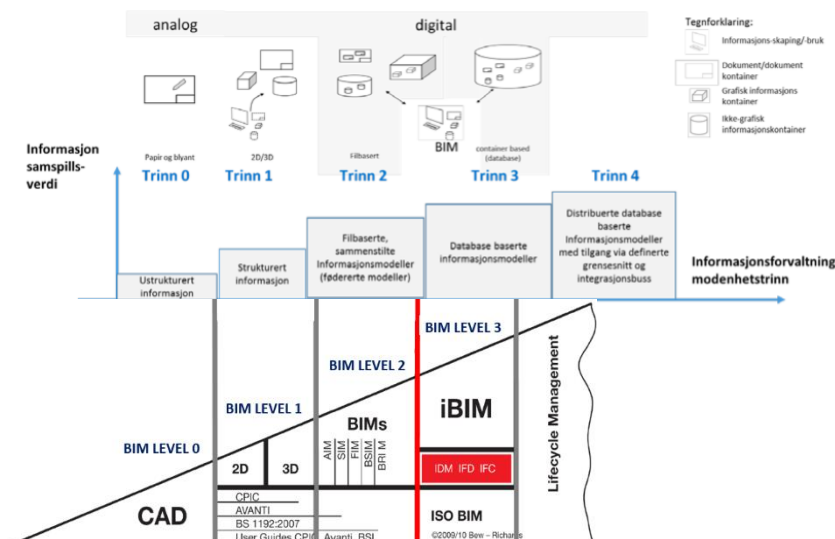
1. *Heldigitalisering skal sikre en konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring.*
2. *Gjennom heldigital planlegging, utførelse og drift med digitalt støttede arbeidsprosesser skal man ta ut effekter i form av billigere og bedre byggverk, reduserte klimagassutslipp, mer effektiv ressursbruk og økt eksport av produkter og tjenester.*

Det digitale veikartet beskriver fire mål som skal innfris innen år 2025 (BNL, 2017):

- 25% kostnadsreduksjon
- 50% lavere klimagassutslipp
- 50% raskere prosjektgjennomføring
- 50% økning i eksport av produkter og tjenester

Mye av det arbeidet som gjøres for å digitalisere norsk byggebransje, blant annet veikartet og målene som er satt, er inspirert av den britiske byggebransjen (Sandberg, 2018). I Storbritannia har British Standard Institution, heretter kalt BSI, utarbeidet veikart, veiledere og standarder for digitaliseringen som også er meget relevant for norsk byggebransje. Blant annet har BSI (2013b) laget BIM maturity Level – modellen for å illustrere utvikling av digital modenhet. BNL (2017) har laget en tilsvarende modell for Norge, som er basert på BIM maturity modellen fra Storbritannia. Som vist i Figur 1 er de to illustrasjonene overordnet helt like. Videre i dette prosjektarbeidet vil den

britiske BIM Maturity Level modellen anvendes for å beskrive utvikling av digital modenhet. Grunnen til at en britiske versjonen er valgt over den norske, er at mye av litteraturen som er anvendt er tett knyttet til den britiske versjonen.



Figur 1 – BIM Maturity Modell (nederst) (BSI, 2013b) og Modenhetstrapp for BAE - næringen (øverst) (BNL, 2017)

Utviklingene mellom de ulike nivåene er beskrevet i digitalt veikart for BAE –næringen (BNL, 2017). For å poengtere hvor nære den britiske - og den norske utviklingstrappene er hverandre, er det vært å nevne at beskrivelsen i digitalt veikart for BAE – næringen er hentet fra ISO 19650 (BNL, 2017). ISO 19650 er igjen en videreføring av PAS 1192 – 2, som er British Standard Institution (2013b) sin «uformelle standard» for informasjonshåndteringen i BIM Level 2 prosjekter. Tabell 1 viser hvordan digitalt veikart for BA – næringen beskriver de forskjellige nivåene i modenhetstrappen.

Tabell 1 – Beskrivelse av de ulike digitale nivåene BNL (2017)

	Teknologi	Samspill	Verktøy
BIM Level 0: Trinn 0	Papir og blyant	Samhandling gjennom møter	Linjal, kalkulator, blyant,
BIM Level 1: Trinn 1	Digitale linjer, tekst laget i 2D, 3D- CAD	Samhandling gjennom møter og digitale verktøy som mail	Mail, linja, kalkulator, Excel, MS - Project, telefon, Visualisering gjennom enkle programmer
BIM Level 2: Trinn 2	Modellering av (enkle) 3D modeller	Samhandling gjennom møter og 3D modellen, bruk av 3D modeller for visualisering, kollisjonskontroll, koordinering	3D visualisering, 4D (tid) BIM, 5D (kost) BIM, program for samhandling,

		av arbeid, planlegging av gjennomføringsfasen.	simuleringsprogrammer for ulike formål
BIM Level 3: Trinn 3	Modellering av 3D modeller med spesifikke krav til objekter: egenskaper, spesifikke krav for produsent,	Serverbasert kommunikasjon og sakshandtering, alle saker relateres til objekter i BIM. Modellen er en digital tvilling av ønsket bygg, og inneholder all nødvendig informasjon for bygging. Produksjonen gjøres på bakgrunn av modellen.	3D visualisering, 4D (tid), 5D (kost), 6D (livsløp), Avansert kontroll og analyser av modell. Simulering av hele byggets livsløp. Automatisk datainnsamling fra byggeplass.

Christiansen (2018) beskriver digitalt veikartet for BAE – næringen er et stjernekart. Et stjernekart er ment for å gi deg en retning, men det er alt for stort og generelt for at det er et godt verktøy i mindre «veikryss». En analogi kan være at et stjernekart kan fortelle deg hva som er nord, sør, øst, vest. Det er fint, men ikke spesielt nyttig hvis man skal gå gjennom Oslo og trenger en GPS. Digitalt veikart for BAE – næringen skriver at «tiltakene er gitt for næringen som helhet, ikke til enkelte sektorer eller organisasjoner. En naturlig videreføring av strategiarbeidet vil være å etablere lokale veikart på bedrifts- og bransjenivå (BNL, 2017)».

En bakenforliggende årsak til prosjektarbeidet kan sies å være digitalisering som en megatrend. Det digitale veikartet og spesielt setningen «En naturlig videreføring av strategiarbeidet vil være å etablere lokale veikart på bedrifts- og bransjenivå» kan beskrives som den første av to mer direkte årsaker til prosjektarbeidet.

2.2 MARTIN M. BAKKEN

MMB er en byggentreprenør med hovedkontor på Elverum, Hedmark. Per dags dato har MMB 106 antall ansatte, fordelt på 27 funksjonærer, 74 håndverkere og 5 lærlinger. MMB er en av Hedmarks største entreprenør og har en omsetning på ca. 0.5 millioner i 2017 (Knippa, 2018).

MMB ble opprettet i 1928 av byggmester Martin M. Bakken og Petter Plassbakk (Persheim, 2016). I 1979 ble MMB kjøpt opp av entreprenørselskapet Gunnar M. Backe sine eier etter at MMB hadde en økonomisk nedtur på 1970 – tallet. MMB og Backe ble organisert som to sidestilte selskaper i Backe Bygg AS, som var et nyetablert eierselskap (Persheim, 2016). Backe Bygg AS var en tidlig versjon av konsernselskapet Backe Gruppen. I 2016 endret Backe Gruppen navn til Backe og MMB er i dag et datterselskap i Backe (Backe, 2016).

2.2.1 Organisasjon og virke

MMB sin organisasjonsstruktur kan beskrives som flat, med korte beslutningsveier og lave terskler mellom nivåene. På prosjektnivå består egenproduksjonen til MMB hovedsakelig av tømmer – og

betongarbeid. Tømmer – og betongarbeiderne er organisert i arbeidslag, de jobber på akkord og hvert arbeidslag har en bas. Byggeplassene styres av formenn som har ansvar for organisering, koordinering og drift på byggeplassen. Prosjektene ledes av en prosjektleder som har ansvar for økonomi, kontrakter og fremdrift.

Primærmarkedet til MMB er Hedmark, spesielt i området Elverum og Hamar med omegn. Bedriften er organisert for å være allsidig og tilpassingsdyktig for de prosjektene de gjennomfører. Hovedvekten av prosjektene er yrkesbygg, boligbygg og rehabilitering. Bedriften gjennomfører alle entreprisereformer (Backe, U.å.).

MMB vektlegger samarbeid med byggherrer, arkitekter, rådgivere og leverandører (Backe, U.å.). Ettersom størrelsen på primærmarkedet til MMB ikke er veldig stort sammenlignet med for eksempel Oslo, så jobber bedriften ofte med de samme aktørene gang etter gang. Det betyr at man er avhengig av å ha et langsiktig forhold til aktører og evnen til samarbeide blir meget viktig.

2.2.2 Kultur

«Gjennom vår væremåte, åpenhet, ærlighet og faglig dyktighet utvikles en god bedriftskultur som fører til et godt omdømme med fornøyde kunder og samarbeidspartnere. Våre ansatte er selskapets viktigste ressurs!»

- Administrerende Direktør i MMB, Svein Tollersrud

MMB er kjennetegnet for solide grunnverdier, godt arbeidsmiljø, korte beslutningslinjer, samarbeid, stor fleksibilitet og løsningsorienterte holdninger (Backe, U.å.). Konsernsjef i Backe, Erik Gjelsvik uttalte i under Byggedagene i 2016¹ at den gode kulturen hos MMB er et av suksesskriteriene for de gode resultatene bedriften har og at den gode kulturen kommer av en bevisst satsing på egne ansatte og lite innleid personell (Persheim, 2016).

2.2.3 Backe

Persheim (2016) skriver at Backe ble etablert i 1946 av Gunnar Møystad Backe og er et familieeid selskap. Backe omsetter for ca. 3000 millioner, har ca. 1000 ansatte og er et av Norges største entreprenørfirmaer. Backe (2016) er organisert i fire forretningsområder, hvor entreprenørvirksomhetene er organisert under Backe Entreprenør. Det er per dags dato 12 entreprenører i Backe Entreprenør med geografisk spredning over Øst-Norge, Vest – Norge, Sør – Norge og Midt – Norge.

2.2.4 Digitalisering hos MMB

MMB er historisk sett en meget tradisjonell entreprenør. Digitalisering hos MMB, har som hos de fleste andre entreprenører i Norge, vært lite tilstedte. Eksempelvis fikk ikke MMB sin første data på

¹ Todagers konferanse arrangert av byggeindustrien, Byggenæringens landsforbund (BNL) og entreprenørforeningen – bygg og anlegg (EBA)

byggeplassene før i 2008 (Knippa, 2018). De siste årene har derimot MMB tatt av seg den konservative hatten og satt noen standpunkter om hvordan bedriften ønsker forholde seg til digitalisering.

Driftssjef i MMB, Lars – Erik Knippa (2018) sier at interessen for digitaliseringen og BIM startet i 2015. *«Stålleverandøren Armec begynte å sende 3D modeller for stålleveranser og vi så tidlig nytteverdien av disse 3D modellene. Etter hvert begynte vi å se mer til 3D modeller og digitalisering i media, man snakker med folk og gradvis fikk vi større interesse for det. Som oppsummering kan man si at interessen for digitalisering er skapt av påvirkning fra flere forhold. Kanskje mest av alt gjennom at vi har snust i temaet selv og at Backe har hevet sin interesse for digitalisering. Backe har ansatt egne folk som kun jobber med utvikling og her får vi mye input. De siste to årene har det pågått en prosess hvor vi gradvis har sett mer og mer nytte av BIM og gradvis spisset til hvordan vi ønsker å bruke BIM og 3D modeller»*. I dag opererer MMB med BIM 3D modeller på alle sine prosjekter.

MMB har det siste året tatt et tydelig standpunkt om hvordan de ønsker å forholde seg til digitalisering. MMB har troen på å være fremst i digitaliseringsrekken. Knippa (2018) sier at *«motivasjonen for dette standpunktet handler om å produsere rett første gang å gjøre jobben enklere for de som leder prosjektene. Det handler om å gjøre hverdagen mer forutsigbar, slik at man kan bruke tiden på de riktig tingene som er verdiskapende og mindre tid på ikke – verdiskapende arbeid»*. Når det gjelder hvem som er drivere for digitalisering her på innlandet, sier Knippa (2018) at ut ifra hvem MMB samarbeider med, er hvert enkelt rådgiverselskap en driver hver for seg. De ønsker å prøve det og ser nytten i det. *«Deretter har det vært oss i MMB som virkelig har tatt tak og prøver å sy det sammen og få til en helhet. Frem til nå har det ikke vært noen form for press fra byggherrene eller krav om BIM i konkurransegrunnlag. Det gjelder både for private og offentlige byggherrer. Dette tiltros for at offentlige byggherrer som forsvarsbygg sier at deres byggeprosjekter skal ha BIM modell. For de fleste byggeprosjektene vi har i dag, er det vår skyld at det er en BIM 3D modell der. Driverne på innlandet er derfor oss som entreprenør, sammen med konsulentene»*.

Oppsummert kan man si MMB sitt initiativ, ønske om digital utvikling og troen på å være lang fremme i digitaliseringsrekken er en viktig årsak til dette prosjektarbeidet.

3 METODE

” La oss overveie hvordan vi best bør velge tidspunkt og metode, så vi kan nå vårt mål”

- William Shakespeare

I kapittel 3. beskrives bakgrunnen for valg av metode, hvilke metoder som er anvendt i prosjektarbeidet og metodenes validitet og reliabilitet.

3.1 VALG AV FORSKNINGSMETODE

Everett and Furuseth (2012) definerer en metode som «*en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder*». Enhver metode har sine fordeler og ulemper. Spørsmålet ved valg av metode er derfor hvorvidt den valgte metoden bidrar til å belyse problemstillingen eller ikke (Everett & Furuseth, 2012). Begrunnelsen for valg av en metode, må derfor være at den vil gi gode data og gi grunnlag for å løse problemstillingen på god måte (Dalland, 2012).

Det er to forhold som må vurderes ved valg av metode. Det første er om prosjektarbeidet skal ha en induktiv eller deduktiv tilnærming. Det andre er om prosjektarbeidet skal anvende kvalitative eller kvantitative metoder for å samle informasjon.

3.2 INDUKTIV OG DEDUKTIV TILNÆRMING

Hellum (2015) skriver at hvorvidt man velger en induktiv eller deduktiv tilnærming handler om hvilken rekkefølge metodene for datainnsamling skjer og hva som er utgangspunktet for problem – eller hypoteseformuleringen.

Deduktiv forskning tar utgangspunkt i teori. Her utformes hypoteser basert på teori og forskningsopplegget går ut på å enten bekrefte eller avkrefte hypotesen mot empirien (Ulleberg, 2002). Målet ved deduktiv tilnærming er å teste allerede kjent teori og resultatet vil enten styrke eller forkaste den teorien hypotesen tar utgangspunkt i. Induktiv forskning er det motsatte av deduktiv forskning. Ved induktiv tilnærming er det observasjoner og spørsmål som danner utgangspunktet for problemstillingen. Forskningsopplegget går her ut på å samle empirisk data og deretter vurdere denne dataen opp mot teorien og videre danne ny teori (Ulleberg, 2002). Kort oppsummert kan man si at deduktiv tilnærming sjekker teori mot praksis, mens induktiv tilnærming tester praksis mot teori.

Prosjektarbeidet hadde en induktiv tilnærming. Utgangspunktet for problemstillingen var at MMB ønsket å se hvordan de kan bruke digitalisering for å forbedre sin hverdag. Bakgrunnen for dette var observasjoner gjort i hverdagen og ikke tidligere forskning. Ved å omformulerer problemstillingen, kan man si at MMB har en hypotese om at digitalisering kan forbedre deres hverdag.

Prosjektarbeidet går da ut på å teste hypotesen mot teorien og se om digitalisering kan forbedre MMB sin hverdag eller ikke.

3.3 KVALITATIV OG KVANTITATIV METODE

Vitenskapelige metoder for informasjonsinnsamling kan deles i kategoriene kvalitativ og kvantitativ metoder (A. A. Aarnes, 2017). Hvilken av de to metodene som er beste egnet for forskningsarbeidet, er avhengig av problemet man ønsker å løse og hva slags type informasjon som best belyser problemstillingen. Tabell 2. beskriver forskjellen mellom kvalitativ og kvantitativ metode.

Tabell 2 – Kvalitativ og kvantitativ metode, hentet fra A. A. Aarnes (2017)

	Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
Informasjon	Basert på tall og kvantifiserbart informasjon.	Muntlig eller tekst.
Antall respondenter eller studieobjekter	Stor bredde, med få opplysninger fra mange studieobjekter.	Dybde, med mange opplysninger fra få studieobjekter.
Validitet	Vurderes ut ifra om informasjonen kan svare på det man ønsker	Vurderes ut ifra om «informasjonskilden» er den rette til å besvare det man ønsker
Reliabilitet (pålitelighet)	Hvorvidt informasjonen er pålitelig kan vurderes ut ifra hvor etterprøvable den er.	Hvorvidt informasjonen er pålitelig vurderes ut ifra kildens pålitelighet.
Resultat	Informasjonen er generaliserbart, sannsynlighet og statistikk	Skaper helhetsforståelse. Overførbarheten må vurderes ut ifra sak.
Mål ved undersøkelsen	Man har et ønske om å forklare	Man har et ønske om å oppnå forståelse.
Typiske metoder	Spørreundersøkelser Telling og måling	Litteraturstudier Intervju Case Dokumentgjennomgang

Metodene som er brukt i prosjektarbeidet ble valgt på bakgrunn av hva som ble ansett som best med tanke på formålet med undersøkelsen. Tabell 3 viser hvilke metoder som er anvendt og for hvilket formålet.

Tabell 3 – Anvendte metoder i prosjektarbeidet

Formål med undersøkelsen	Metode
Utarbeide strukturen for hvordan digitalisering kan systematiseres. Strukturen til det digitale veikartet	Litteraturstudiet Enkle intervjuer
Utarbeide mål for digitaliseringen	Intervju Kvantitativ undersøkelse
Kartlegge prosesser som MMB utøver i byggeprosjekter og som potensielt kan digitaliseres	Sesjon
Kartlegge mulig digitalisering, gevinst og muliggjørere	Litteraturstudiet

3.4 UTARBEIDELSE AV STRUKTUREN FOR DET DIGITALE VEIKARTET

Det første steget i utarbeidelsen var å kartlegge innledende faktorer for et digitalt veikart. De innledende faktorene handler om hva veikartet skal inneholde av informasjon og hvordan informasjonen skal struktureres.

For å kartlegge faktorene ble det gjennomført enkle intervjuer med 2 personer som gjennom sin yrkesposisjon har relevant kompetanse. Det ble også deltatt på en generalforsamling for digitalt veikart for BA – næringen. Informasjonen som ble samlet inn ble analysert og delt i fire kategorier basert på hvordan de påvirket veikartet. Dette dannet rammen for utarbeidelsen av det digitale veikartet.

På bakgrunn av de innledende faktorene ble det utarbeidet et førsteutkast. Førsteutkastet er en informasjonsmodell som består av flere steg, hvor hvert steg går ut på å enten legge inn eller lese av informasjon. Førsteutkastet ble testet, analysert og revidert. Andreutkastet som også er den endelige strukturen presenteres i kapittel 5.

3.1 LITTERATURSTUDIET

Det er gjennomført to litteraturstudier i forbindelse med prosjektarbeidet, et innledende og et dyptgående. De to litteraturstudiene har samme metodikk for litteratursøking og kvalitetssikring av litteratur.

Det innledende litteraturstudiet ble gjennomført i forbindelse med et fordypningsprosjekt som ble utført høsten 2017 (Evensen, 2017). Formålet med fordypningsprosjektet og det innledende litteraturstudiet var for å gi forfatteren en innføring i den aktuelle tematikken. Det sørget for at forfatteren hadde en bedre helhetsforståelse av hva digitalisering i byggebransjen egentlig

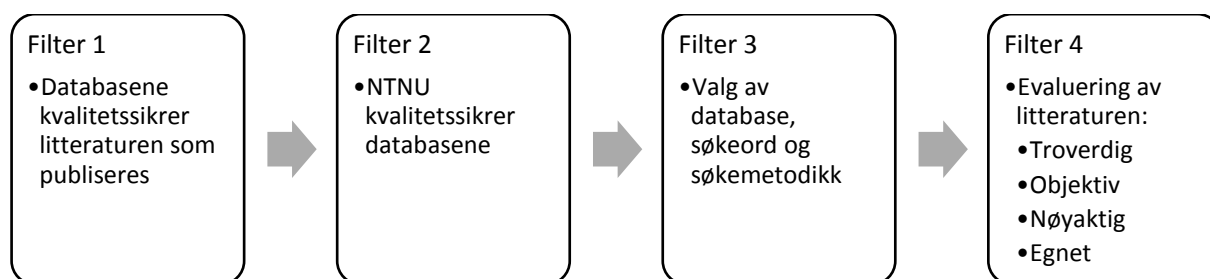
innebærer før prosjektarbeidet startet. Fordypningsprosjektet ble også brukt for å hente inn mye av teorien for dette prosjektarbeidet. Mye av litteraturen i denne rapporten vil derfor ha stor likhet med teorien i fordypningsoppgaven.

Det dyptgående litteraturstudiet ble gjennomført for å hente inn spesifikk informasjon til det digitale veikartet. Denne informasjonen var hovedsakelig rettet mot hvordan ulike prosesser som MMB utfører i prosjektsammenheng, kan digitaliseres.

3.1.1 Gjennomføring av litteraturstudiene

Utgangspunktet for et litteraturstudie er et litteratursøk. Et litteratursøk kan beskrives som en kvalitetssikringsprosess som har til hensikt å luke ut uønsket litteratur² (Kjosnes, 2017).

Kvalitetssikringsprosessen kan beskrives som en rekke filter. Figur 2 viser hvordan det er tenkt at de ulike filtrene kvalitetssikrer litteraturen i dette prosjektarbeidet. De ulike filtrene kvalitetssikrer ulike aspekter ved litteraturen slik at det kun er god, relevant og pålitelig litteratur som slipper gjennom litteratursøket.



Figur 2 – Filter for kvalitetssikring av litteratur

Filter 1 er databasene sin egen kvalitetssikring av litteratur. Før et litterært verk gjøres tilgjengelig gjennom en database eller en søkemotor, blir den evaluert av et panel. Panelene består av fagfolk, forskere og andre ressurspersoner som er kvalifisert til å avgjøre om kvaliteten på det litterære verket er tilfredsstillende og om det egner seg for den aktuelle databasen. Filter 2 er NTNU sin kvalitetssikring av databasene. Utgangspunktet for denne kvalitetssikringen er databasens seriøsitet, pålitelighet og motiver (Kjosnes, 2017). Filter 1 og 2 er gode filter for å øke troverdigheten til et litterært verk.

Filter 3 handler om valg av databaser og søkeord. Som utgangspunkt for litteratursøket ble det valgt to databaser/søkemotorer; Compendex – Engineer Village og Oria. Oria er NTNU sin egen søkemotor som søker i mange ulike databaser. Mens Compendex ble valgt på bakgrunn av den tematiske relevansen og brukergrensesnitt. I noen tilfeller er det benyttet litteratur som er funnet i referanselister eller gjennom andre kanaler. Når dette skjedde ble det kontrollert om litteraturen lå

² Uønsket litteratur er i denne sammenhengen litteratur som ikke er pålitelige eller relevant for det man søker

tilgjengelig i Oria. Hvis litteraturen ikke var tilgjengelig i Oria ble litteraturen evaluert med filter 4, før det enten ble forkastet eller anvendt. Google Scholar og EndNote ble brukt for behandling av kilder. Google er benyttet i for å innhente "enkel" informasjon som ikke regnes som vitenskapelig. Eksempel på dette er informasjon om forfattere, informasjon om Backe og MMB, BNL sitt digitale veikart, osv.

Hvilke søkerord, filter, trunkering og søkefrase som skulle brukes måtte vurderes ut ifra hvilken database som ble benyttet. De avgrensingene som ble brukt mest var * for å erstatte endelser, AND og OR ble brukt for å spesifisere søkeordene og «» for å angi fraser. Etersom databasene hovedsakelig inneholder engelsk litteratur, ble mesteparten av litteratursøket gjennomført på engelsk. For oversettelser ble oversettelsesprogrammet Clue benyttet. Filter 3 er et godt filter for å øke relevansen i litteratursøket (Kjosnes, 2017).

Filter 4 er evaluering av litteraturen gjennom kriteriene TONE. TONE står for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (Kjosnes, 2017). Troverdigheten til et litterært verk ble evaluert ved å vurdere forfatteren(e) og forlaget som publiserte. Nøyaktighet beskriver hvor saklig, oppdatert og spesifikk litteraturen er. Vurdering av objektiviteten er det vanskeligste forholdet å vurdere ettersom det krever en mer omfattende studie av litteraturens innhold. Objektiviteten er derfor ikke vurdert i stor grad. Vurdering av egnetheten går hovedsakelig ut på å vurdere alle forholdene som er presentert ovenfor. Spesielt ble det lagt vekt på troverdighet og relevansen. Konklusjonen for egnethet resulterte i en anvendelse eller forkasting av det litterære verket.

Det var kun litteratur som ble funnet gjennom referanselister som ble evaluert med TONE. Litteratur som ble søkt opp i Oria og Compendex ble vurdert til å ha tilfredsstillende kvalitetssikring gjennom filter 1, filter 2 og filter 3.

3.1.2 Validitet og reliabilitet

En stor del av det digitale veikartet er basert på informasjon om hvordan ulike prosesser kan digitaliseres. Det finnes mye informasjon om dette på internett som ikke er pålitelig og forskningsbasert.

All litteratur som er hentet inn gjennom Oria og Compendex anses å ha relativt god reliabilitet. Her har utfordringen vært å spesifisere søket godt for å luke ut informasjon som ikke er relevant og sikre god validitet. Det er forsket ganske mye om temaet digitalisering i byggebransjen, hvilket betyr at søkeordene, trunkeringen og frasene måtte være godt gjennomtenkte. Som en hovedregel ble det ikke begynt å lese gjennom litteraturene før det var mindre enn 15 artikler igjen. Validiteten for all litteratur som er hentet inn gjennom oria og Compendex anses derfor som bra.

Informasjon som er hentet inn gjennom Google og litteraturlister har blitt vurdert med TONE. Informasjon som er funnet gjennom Google er veiledere, standarder fra andre land og informasjon som av ulike grunner ikke er tilgjengelig gjennom Oria eller Compendex. Ved vurdering av denne informasjonen ble det lagt spesielt vekt på troverdigheten og motivet til de som publiserte informasjonen. Oppsummert vurderes validiteten og reliabiliteten til informasjon fra andre kilder

enn oria og compendex som å være ganske bra. Æren for det gis til TONE som er en meget enkel, men effektiv metodikk som gjorde det mulig å luke ut informasjon som i andre tilfeller ville kommet gjennom nåløyet.

3.2 KVANTITATIV SPØRREUNDERSØKELSE

En del av det digitale veikartet handler om MMB sin digitale nåsituasjon. For å beskrivelse den digitale nåsituasjonen til MMB på en enkel måte, ble det benyttet en kvantitativ undersøkelse.

Undersøkelsen er hentet fra fordypningsprosjektet «*Digitalisering i byggebransjen – digital nåsituasjon*», som ble gjennomført høsten 2017 (Evensen, 2017). I fordypningsprosjektet ble spørreundersøkelsen gjennomført på 10 av landets største entreprenører innenfor bygg. Målet var da å finne ut hvor digitalt moden landets store entreprenører var, sett i forhold til den digitale modenhetstrappen til BNL (2017). I dette prosjektarbeidet ble spørreundersøkelsen brukt for finne ut hvor digitalt moden MMB er, sammenlignet med 10 av landets største entreprenører. Ved å sammenligne svarene til en MMB med gjennomsnittet til de 10 store entreprenørene, vil man få en indikator på om MMB er mer eller mindre digital moden enn en gjennomsnittlig stor entreprenør

Utgangspunktet for spørreundersøkelsen sin utforming, var BNL (2017) sitt digitale veikart for BA - næringen. BNL (2017) deler digital modenhet i 5 trinn som beskrevet i kapittel 2.1. I all hovedsak gikk undersøkelsen ut på at respondenten fikk presentert 11 typiske områder i et byggeprosjekt og deretter skulle vurdere hvilket nivå han eller hun sin bedrift var på for de ulike områdene. Et utklipp fra undersøkelsen er presentert i Figur 3. For at respondenten skulle kunne vurdere hvilket nivå bedriften var på, ble det laget et «beskrivelsesdokument» som ble kalt modenhetsoversikten. Modenhetsoversikten beskriver særtrekk for de ulike trinnene og gjør at respondenten kjapt kan kjenne igjen hvilket nivå bedriften er på for de ulike områdene. Modenhetsoversikten er basert på beskrivelser i digital veikart for BA – næringen og har store likhetstrekk med Tabell 1.

	Trinn 0	Trinn 1	Trinn 2	Trinn 3	Trinn 4
Prosjektering 1: visualisering, mengder, kontroll, analyser					
Prosjektering 2: kommunikasjon, koordinering og samhandling					
Planlegging og oppfølging av fremdrift					
Planlegging og oppfølging av økonomi					
Planlegging av rigg og drift					
KS og avvikshandtering					
Informasjonsutveksling mellom utførelse og prosjektering					
Informasjonsutveksling mellom ulike aktører i utførelsen					
Befaringsarbeid					
FDV - dokumentasjon					
AS BUILD dokumentasjon					

Figur 3 – Spørreundersøkelse for digital modenhet (Evensen, 2017).

3.2.1 Gjennomføring av spørreundersøkelsen

Undersøkelsen ble gjennomført på de 10 store entreprenørene tirsdag 09. November 2017 på BM – dagen i Trondheim. Det var 60 bedrifter som deltok på BM – dagen og 10 av disse var entreprenører innenfor bygg.

Spørreundersøkelsen ble gjennomført ved at det ble tatt kontakt med entreprenøren og det ble fortalt om prosjektet. Det ble poengtert at målet ikke var å undersøke den enkelte bedriften, men entreprenørene samlet. I de tilfeller hvor personen ikke anså seg selv som egnet til å svare på spørsmålene, ble jeg videresendt til den bedriftsrepresentanten som var best egnet.

Spørreundersøkelsen startet med at vi kjapt gikk gjennom modenhetsoversikten, slik at respondenten skjønte hvor h*n burde se for å kjenne igjen sin bedrift. Deretter ble det forklart at svaret måtte baseres på et gjennomsnittlig prosjekt i bedriften og ikke pilotprosjekter. I de tilfeller respondentene anså det som vanskelig å velge mellom to trinn, ble krysset satt midt i mellom. Hver undersøkelse tok mellom 20 – 30 minutter.

Undersøkelsen ble gjennomført på MMB i forbindelse med en sesjonen. Deretter fulgte analyser og sammenligning med resultatet til de 10 store entreprenørene.

3.2.2 Validitet og Reliabilitet

Respondentene som besvarte undersøkelsen hadde mer enn god nok kunnskap om sitt firma til at de kunne besvare spørsmålene på en god måte. Det gjelder både representantene fra de 10 store entreprenørene og fra MMB.

Når undersøkelsen ble gjennomført på de 10 store entreprenørene, så var det i en setting hvor representantene ønsket å «selg» sitt firma som så bra som mulig. Dette kan ha medført at de utga firma for å være mer moderne enn hva den faktiske situasjonen er. Det ble poengtert at undersøkelsen ikke var ment å kartlegge et enkelt firma og at det derfor var poenngløst å «pynte på sannheten», men det er vanskelig å vurdere hvorvidt dette ble fulgt. Det er derimot ingen av svarene som skiller seg ut som unaturlig bra. Det er derfor vanskelig vite om respondentene var ærlige eller ikke.

Når det gjelder MMB sin besvarelse, så faller poenget med å «pynte på sannheten» bort fordi man ønsket å kartlegge nåsituasjonen. Et feilaktig svar her gjør ikke annet enn å redusere verdien for det digitale veikartet, hvilket MMB ikke er interessert i.

Oppsummert så vurderes reliabiliteten for den kvantitative spørreundersøkelsen som grei. Respondentene hadde god kunnskap for å besvare spørsmålene, men det er litt usikkert hvorvidt noen av de 10 respondentene kan ha «pyntet på sannheten».

I utgangspunktet var det ment at undersøkelsen skulle brukes for å kartlegge digital nåsituasjon for entreprenørene. Dessverre var forfatteren sitt kunnskapsnivå om digitalisering altfor dårlig på det tidspunktet som undersøkelsen ble laget. Digital modenhet handler om mye mer enn hva de 11

punktene dekker, hvilket betyr at undersøkelsen ikke gjør rede for en entreprenør sin digitale modenhet. Det undersøkelsen beskriver er hvilke digitale verktøy som brukes for ulike prosesser. Bruk av digitale verktøy kan knyttes til digital modenhet, men det forteller ikke nok om en bedrift til at man kan konkludere om digital modenhet. Undersøkelsen har derfor dårlig validitet når det gjelder kartlegging av digital modenhet.

På grunn av validitetsvurdering, ble det besluttet å ikke bruke undersøkelsen for å kartlegge hvilket nivå MMB sin digitale modenhet er på. I stedet ble undersøkelsen brukt for å sammenligne svarene til MMB med svarene til entreprenørene. Ved å anta at det er en sammenheng mellom digitale verktøy og digital modenhet, kan man bruke svarene til å vurdere om hvorvidt MMB er mer eller mindre digitalt moden enn en gjennomsnittlig stor entreprenør. Man bruker altså ikke undersøkelsen til å anslå hvilket nivå den digitale modenheten er på, men for å finne en indikasjon for hvem som er mest digitalt moden av MMB og en gjennomsnittlig stor entreprenør. For dette formålet har undersøkelsen ok validitet, hvis man gjør antakelsen at det er en sammenheng mellom digitale verktøy og digital modenhet. Det må poengteres at sammenligningen kun gir en indikator og er ikke en «sannhet».

3.3 SESJONER

Det har derfor blitt gjennomført sesjoner med MMB for å innhente nødvendig informasjon. For at sesjonene skulle være så effektive som mulig ble det definert sesjonsmål og en agenda. MMB representant på sesjonene var driftssjef Lars Erik Knippa.

Det ble gjennomført en sesjonen for å kartlegge hvilke prosesser MMB utøver i prosjektsammenheng. Det handlet kun om hvilke prosesser, men ikke hvordan de utøves. Den neste sesjonen handlet om å kartlegge MMB sine mål for digitalisering og gjennomføring av den kvantitative spørreundersøkelsen.

3.3.1 Validitet og reliabilitet

Driftssjef Lars – Erik Knippa er sannsynlig den personen i MMB som er best egnet for å kunne svare på de ulike tingene som sesjonene tok for seg. Reliabiliteten til sesjonene er derfor meget god.

Når det gjelder validiteten, så styres den av om sesjonene kartla den informasjonen som trenges for å kunne gjennomføre prosjektarbeidet. Det ble brukt god tid på å forberede sesjonene og det ble alltid gjort rede for hva målet for sesjonen var. Det førte til at sesjonene ble gjennomført effektivt og suksessfullt. Validiteten til sesjonene var derfor god.

3.4 INTERVJUER

Det er gjennomført seks intervjuer i prosjektarbeidet. To av intervjuene går under betegnelsen «enkle intervjuer», mens fire intervjuer går under betegnelsen «semistrukturerte intervjuer».

De to enkle intervjuene ble gjennomført som samtaler over telefon. Det var forberedt enkle intervjuguider, men samtalene ble ikke tatt opp. I stedet ble svarene notert fortløpende. Intervjuobjektene var personer som hadde erfaring og kunnskap om hva et digitalt veikart er og hvilke rammer det bør holde seg innenfor. Informasjonen ble analysert og kategorisert ved hjelp av fargekoder.

De fire semistrukturerte intervjuene tok mellom 30 og 80 minutter og gjennomføre. I forkant av hvert intervju ble det definert mål, hensikt intervjuet og det ble utarbeidet en intervjuguide. Intervjuguiden besto av en rekke spørsmål og temaer som intervjuet måtte innom. Intervjuguiden ble ikke fulgt slavisk, heller brukt som et nav for samtalen. Det ble lagt opp til at intervjuet skulle være en løs og lett samtale, hvor intervjuobjektet fikk mulighet til å komme med egne drøftinger.

Tabell 4 viser en oversikt over de fire semistrukturerte intervjuene som er gjennomført. Alle intervjuene ble gjennomført på intervjuobjektens arbeidsplass og intervjuene ble startet med en introduksjon om prosjektarbeidet og hva målet med intervjuet var. Det ble informert om at hvis det var ønskelig, var det mulig å inngå en konfidensialitetsavtale, men ingen av intervjuobjektene valgte å benytte seg av dette tilbudet. Intervjuene ble tatt opp, hvilket det ble informert om og deretter transkribert. Transkripsjonen ble analysert og kategorisert ved hjelp av fargekoder.

Tabell 4 – Semistrukturerte intervjuer som er gjennomført

Formålet med intervjuet	Intervjuobjekt og organisasjon	Organisasjonens tilknytning til MMB	Dato og sted
MMB sitt perspektiv på digitalisering	Lars – Erik Knippa , <i>Driftssjef i MMB</i>		Elverum, 19/02 – 18
	Olaf Sletner , <i>Prosjektleder hos Utstillingsplassen AS</i>	Fast byggherre	Hamar, 22/02 - 18
Utfylle det digitale veikartet	Mårten Skällenas , <i>Utviklings - og strategidirektør i Backe Entreprenør</i>	Setter rammer, bestemmer strategi og mål for MMB	Oslo, 27/02 - 18
	Cato Hoel , <i>Kategorisjef for BIM i Backe Entreprenør</i>		

Per Anders Bakke,

Eiendomssjef i Hedmark
fylkeskommune

Fast byggherre

Hamar, 01/03-18

3.4.1 Validitet og reliabilitet

For de semistrukturerte intervjuene, besto intervjuobjektene av representanter som var valgt på bakgrunn av organisasjonen de representerte. Organisasjonene var igjen valgt ut på bakgrunn av sin tilknytning til MMB. Utvalgskriteriet var hvorvidt en organisasjon hadde innflytelse over MMB og på den måten kan påvirke MMB i den ene eller andre retningen når det gjelder digitalisering.

Intervjuobjektene var valgt ut på bakgrunn av sin posisjon i organisasjonen de representerte. Intervjuobjektene var mer enn godt nok kvalifisert – og forberedt til å besvare de spørsmålene som ble stilt. Reliabiliteten til intervjuene vurderes derfor som god.

Validiteten i dette tilfellet er knyttet til i hvilken grad den informasjonen fra intervjuene, belyser de riktige tingene. Dette er i stor grad knytte til hvilke spørsmål som stilles. Det ble brukt mye tid på å utarbeide intervjuguider for å sikre at de spørsmålene man hadde før intervjuet, ble besvart. Dette sørget for at selv om intervjuene ble gjennomført semistrukturert, var det aldri vanskelig å vite om nødvendige temaer var belyst. Oppsummert så var intervjuobjektets reliabilitet meget god og intervjuene belyste de temaene som var ønsket. Validiteten for intervjuene regnes derfor som bra.

3.5 ETISKE UTFORDRINGER I PROSJEKTARBEIDET

Prosjektarbeidet var veldig teoretisk og har hatt få etiske utfordringer i prosjektarbeidet. Det var ingen av intervjuene som omhandlet sensitiv informasjon, men for sikkerhetsskyld var det forberedt konfidensialitetsavtaler i tilfellet noen av intervjuobjektene ønsket dette. Ingen følte behovet for at det var nødvendig.

4 TEORI

“ Practice should always be based upon a sound knowledge of theory”

- Leonardo Da Vinci

I kapittel 4 presenteres det teoretiske grunnlaget for prosjektarbeidet. Det innebærer teori som var nødvendig for å fylle det digitale veikartet med informasjon og teori som er med på å sette prosjektarbeidet i perspektiv.

4.1 MÅL

Et mål er en *beskrivelse av en ønsket fremtidig tilstand*. Jacobsen and Thorsvik (2013) presentere fire grunner til å bruke mål og strategier i bedrifter:

1. Mål og strategier kan ha en motiverende effekt på ansatte ved at det definerer en retning og det definerer hva bedriften prøver å oppnå.
2. Mål og strategier kan ha en styrende effekt på ansatte, ettersom det gir retningslinjer for arbeider, premisser i beslutningssituasjoner og rammer for atferd.
3. Mål og strategier kan fungere som en legitimitetsfaktor for omgivelsene, ettersom det konkret definerer hva bedriften anser som riktig og gode verdier.
4. Mål kan fungerer som evalueringskriterier for det arbeidet organisasjonen utøver.

Ved utforming av et mål, bør målets dimensjon vurderes. Det innebærer for det første å vurdere målets tidshorisont, som angir når målet skal være innfridd. En hovedregel er at jo lengre tidshorisont målet har, desto vagere og mer generelle blir de. Det betyr at et mål med lang tidshorisont er mindre egnet som retningsgiver i beslutningssituasjoner, enn et mål med kort tidshorisont (Jacobsen & Thorsvik, 2013). Det andre er hvor kontinuerlig målet skal være. Det innebærer i hvilken grad målet er oppnåelig eller ikke. Et kontinuerlig mål er mye mer komplekst enn et mål som har en tydelig definert slutt-tilstand, ettersom et kontinuerlig mål aldri vil oppnås (Jacobsen & Thorsvik, 2013).

En organisasjon kan operer med flere mål med ulik dimensjon. Ofte kan det være hensiktsmessig å illustrere målene i et målhierarki for å beskrive hvilke mål som underbygge hverandre. Elementer i et målhierarki kan være formål, visjon, hovedmål og delmål. Formålet definerer hva som er grunnen til bedriftens eksistens. Visjonen definerer hva som er en ideell situasjon. Hovedmål konkretiserer hva som må oppnås for å realisere visjonen, mens delmål er en operasjonalisering av hovedmålene (Jacobsen & Thorsvik, 2013).

4.2 RASJONELLE BESLUTNINGER

Kvaliteten på en beslutning, kan beskrives hvorvidt beslutningen er rasjonell eller ikke. Rasjonell betyr at beslutningen er fornuftig (Jacobsen & Thorsvik, 2013).

Rasjonalitetsmodellen beskriver beslutningsprosessen for en perfekt rasjonell beslutningstaker. Altså prosessen som danner grunnlaget for en rasjonell beslutning. Jacobsen and Thorsvik (2013) presenterer rasjonalitetsmodellen med følgende steg; 1. ha en klar forståelse av situasjonen og klare mål, 2. ha informasjon om alle mulige løsninger, 3. kan rangere alternativer, 4. velge det beste alternativet i forhold til målet.

4.3 HVA ER DIGITALISERING

Senter for digitalisering benytter følgende definisjon av digitalisering (Sannes, 2016):

Digitalisering er transformasjonen fra at IT er et støtteverktøy i virksomheten til at det er en del av dens DNA. Det betyr at forretningsmodell, organisasjon og prosesser er designet mht. å utnytte dagens og morgendagens verktøy.

Videre beskriver Sannes (2016) at denne definisjonen innebærer en radikal endring for de fleste bedrifter. En slik digital transformasjon krever at det utvikles digitale strategier som danner grunnlaget for fremtidig praksis og forretningsmodeller. Sannes (2016) påpeker at for at en digital transformasjon skal lykkes, må bedriften skaffe seg digitale ferdigheter. Digitale ferdigheter defineres som: Forretning – og teknologiforståelse x vilje og evne til transformasjonen. Dette betyr at digitalisering handler mer om organisasjon, menneske og prosesser, enn om teknologi og digitale verktøy (Sannes, 2016).

4.4 DIGITALISERING I BYGGEBRANSJEN

Byggenærings Landsforbund (2017) sier at digital transformasjon i BAE – næringen handler om å gå fra enkle digitale verktøy, til en samlet struktur for effektive og smarte beslutningsprosesser. Strukturen defineres som informasjonslogistikk, sømløs informasjonsflyt og en felles digitale plattform som bidrar til å skape gode byggverk og fornøyde oppdragsgivere (BNL, 2017).

Ding et al. (2014) undersøkte hvilken terminologi som er mest benyttet for å beskrive digitalisering av byggebransjen. De fant ut at BIM er den terminologien som best favner om konseptet digitalisering av byggebransjen og alt det innebærer. Watson (2011) sier at BIM representerer en tilnærming til konseptet digital bygning og digital prosjekt – og driftsfase. BIM står for Bygnings Informasjons Modell eller Bygnings Informasjons Modellering og representerer en prosess hvor man bruker digitale 3D – parametriske modeller for å utvikle, planlegge, utføre, drifte bygninger og fasiliteter (Azhar, 2011).

4.5 VDC – VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION

Center of Integrated Facility Engineering (CIFE) bruker følgende definisjon på VDC:

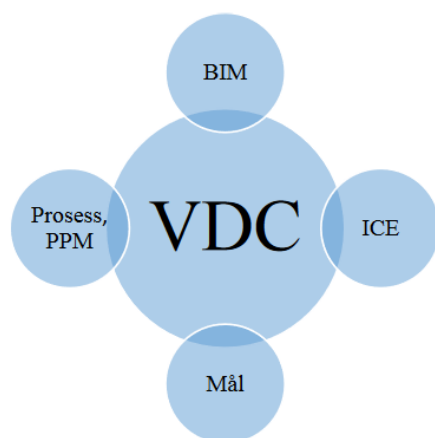
“The use of multi – disciplinary performance models of design – construction, including the product, Work Processes and Organization of the design – construction – operation team in order to support business objectives” (Kunz & Fisher, 2009)

Husby (2017) skriver at CIFE sin definisjonen kan brytes ned i tre elementer. *Produktet* er det som skal produseres, *organisasjon* er aktørene, menneskene og rollene involvert i prosjektet, mens *prosessen* beskriver metodikken brukes for å fremstille produktet. For å forklare innholdet i de tre elementene, presenterer Grindland (2017) POP – modellen (produkt, organisasjon, prosess).

Tabell 5 – POP modellen (Grindland, 2017)

	Produkt	Organisasjon	Prosess
Forklaring	Hva som skal prosjekteres og bygges	Hvem som er involvert	Proessen bak prosjektering og produksjon
Eksempel	BIM nD	ICE	BIM 4D, Involverende planlegging, evaluering og måling.

Banglo (2017) og Kunz and Fisher (2009) illustrere hvordan VDC er rammeverket for de ulike elementene i POP – modellen. Figur 4 viser hvordan Banglo (2017) illustrerer VDC og elementene i POP – modellen.



Figur 4 – Hovedelementer i VDC (Banglo, 2017)

4.5.1 Mulig gevinst ved VDC

VDC gjør at man utnytter BIM på en mye bedre måte, ved at man bruker prosesser som er tilrettelagt for BIM og de digitale mulighetene som finnes i BIM (Grindland, 2017). Husby (2017) gjennomførte en studie for å avdekke hvilken effekt VDC – metodikk har hatt på prosjekteringsfasen i prosjekter hos Skanska. Studien antyder at VDC generelt skaper en positiv effekt for følgende forhold:

- *Bedre samarbeidsklima og samspill*
- *Bedre underlag for å prosjektere.*
 - *Entydlig forståelse for leveranser andre aktører trenger og hvorfor de trenger det og hvilken detaljgrad modellene skal ha.*
- *Bedre tverrfaglig oversikt.*
 - *Alt synliggjøres*
 - *Tydlig hva som forventes av de andre aktørene.*
- *Kritiske aktiviteter løftes opp tidligere*
 - *Tidligere oversikt over omfanget av alle aktivitetene*
 - *Tydelige leveransedatoer produksjon fører til at diskusjoner tas tidligere.*
- *Aktører har større eierskap til prosjektet.*
 - *Aktører bidrar mer i prosjekteringen*
 - *Aktiviteter gjennomføres i større grad*

Husby (2017) poengterer at VDC er et relativt nytt konsept i Norge og at det derfor er vanskelig å si om alle de positive effektene kom som følge av VDC, eller av andre forhold. Tabell 6 viser spesifikke effekter knyttet til de fire elementene som Husby (2017) kartla i sin studie.

Tabell 6 – Spesifikke effekter av VDC (Husby, 2017).

VDC – Element	Opplevd effekt
Prosess, PPM (involverende planlegging/bakover planlegging)	<ul style="list-style-type: none"> - Godt visuelt verktøy - Bedre oversikt over prosjekteringsfasen - Synliggjør avhengigheter mellom aktiviteter - Synliggjør tidsperspektivet - Mer samlet fokus på fremdrift - Mer samkjørt hvor man jobber akkurat nå - Større eierskap og forpliktelser - Mer realistisk plan - Spørsmålsmatrisen synliggjør spørsmål - Synliggjør detaljer om hva som er forventet
ICE	<ul style="list-style-type: none"> - Større påvirkning på iterasjonsprosesser - Ser konsekvensene som avgjørelser har på produktet

Målinger	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre motivasjon - Ansvarliggjør aktører - Synliggjør hva som mangler og hvorfor .. - Synliggjør hva som mangler og hvorfor - Synliggjør kritiske aktiviteter - Synliggjør forbedringspotensialet
BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre visualisering - Bedre møtereferat i forhold til å inkludere 3D – modeller

4.6 ICE i VDC

ICE står for Integrated Concurrent Engineering og beskrives som en metode for samordnet prosjektering. Prosjekteringsarbeid generelt består av aktiviteter og prosesser som er til dels overlappende og avhengig av hverandre, hvilket fører til mye koordinering, mange beslutninger og venting på informasjon (Husby, 2017). ICE anerkjenner at prosjekteringen behøver mye koordinering og iterasjoner, og har til hensikt å effektivisere prosjekteringsfasen gjennom å redusere sløsing knyttet til aktiviteter og prosesser i prosjekteringsfasen (Chachere, Kunz, & Levitt, 2009). Målet med ICE er å kunne gjennomføre mer tverrfaglige og integrert prosjektering på en mer effektiv måte (Kunz & Fisher, 2009). Banglo (2017) skriver at ICE innebærer prosess, teknologi og mennesker og at samspillet mellom disse faktorene må være på plass. For å forklare samspillet sier Banglo (2017) at prosessene må bygge oppunder teknologien og menneskene som er tilknyttet prosjektet.

4.6.1 ICE som prosess

ICE som prosess handler om hvordan prosjekteringsarbeidet skal struktureres og er sterkt tilknyttet ICE møter. Kort fortalt kan et ICE møte forklares ved at prosjektets deltakere møtes fysisk for å prosjektere alt som krever tverrfaglig samhandling. Ved at alle aktører er fysisk samlet for å prosjektere, er ideen at man kan kommunisere og koordinere arbeidet på en mye mer effektiv måte, hvilket skaper et bedre tverrfaglig produkt. Banglo (2017) sier at ICE møter krever god planlegging og en tydelig agenda. Gjennomføringen av ICE møter kjennetegnes av tydelige mål, organisering og struktur, den fysiske sammensetningen, høy bruk av teknologi og lean – basert metodikker (Banglo, 2017). Ved bruk av ICE, deles informasjon gjennom en felles informasjonsplattform som sørger for at alle aktører har tilgang til samme informasjon. Alle ICE møter dokumenteres og evalueres gjennom den felles informasjonsplattformen og møtene evalueres for å sikre kontinuerlig forbedring. En metode for evaluering kan være DEEPAND³, som er et rammeverk for å analysere møte – effektivitet (Grindland, 2017).

³ DEEPAND: **D**escription – **E**xplanation – **E**valuation – **P**rediction – **A**lternative formulation – **N**egotiation – **D**ecision (Grindland, 2017)

4.6.2 Menneske i ICE

ICE møter er meget avhengig av at alle aktuelle møtedeltakere er til stede, kun har fokus på det aktuelle prosjektet, har beslutningsmyndighet og stiller forbedret (Husby, 2017). ICE møter har en generelt flat struktur og liten form for ledelse, det er derfor viktig at det utvikles en kultur hvor man respekterer hverandre, har åpne holdninger og aksept for faglig diskusjoner og konflikter (Banglo, 2017). For å gjennomføre et ICE møte, beskriver (Banglo, 2017) at man trenger en fasilitator, en møteleder og en referent.

Fasilitatoren skal lede ICE møtet og tilrettelegge for at ICE møtet går som planlagt. Fasilitatorens ansvar er å sørge for at møte flyter godt, overholder tidsskjemaet og at alle bidrar. Det er derfor viktig at fasilitatoren er med på planlegging, gjennomføring og dokumentering av ICE – møtet. Fasilitatoren er en nøytral part og kan opptre som megler i eventuelle konflikter (Banglo, 2017). Fasilitatoren bør ha datateknisk kompetanse og være godt kjent med ICE møterommet, slik at h*n kan løse datatekniske problemer. Fasilitatorrollen kan for eksempel være prosjekteringslederen eller en BIM koordinator (Jovik, 2012). *Møtelederen* har ansvaret for det faglige innholdet og målet med ICE møtet. Møtelederen er også ansvarlig for møteinnkalling (Banglo, 2017). Det trengs en *referenten* som er ansvarlig for dokumentasjon av beslutninger og løsninger. Fasilitatoren eller møtelederen kan inneha denne rollen hvis det er ønskelig, eller den kan besitte av en tredjeperson. Tildelingen av rollen bestemmes ofte av størrelsen på møtet og fordeling av ansvar (Banglo, 2017).

4.6.3 Teknologi i ICE.

Teknologi i ICE innebærer to ting. Det første er bruk av ulike BIM verktøy for kollisjonskontroll, koordinering, visualisering og kommunikasjon. Det andre er knyttet til den tekniske infrastrukturen hvor ICE møtene foregår. ICE møterom går ofte under navnet iRoom, Big Room, samhandlingsrom, BIM room (Banglo, 2017; Husby, 2017). ICE møter krever et godt utformet og planlagt møterom som tilrettelegger for samhandling, iterasjon, visualisering, samarbeid og deling av informasjon (Banglo, 2017). Jovik (2012) skriver at møterom som benyttes for ICE møter trenger;

- Flere (store) skjermer, smart Board, prosjektorer og programvarer for visualisering og sammenligning av ulike alternativer,
- Tilkoblingsmulighet for strøm og internett,
- Mindre, tilgjengelige møterom for spontane «småmøter» mellom enkelte deltakere.
- White Board og tavler
- Spørsmålsmatrise⁴

⁴ En tavle med ruteinndeling hvor hver aktør har sin egen rute. Tavlen brukes til å oppsummere ulike spørsmål og avklaringer

4.7 MÅLING I VDC

VDC er veldig fokusert på at arbeidet som gjøres er målrettet mot et ønsket formål og at arbeidet skaper verdi for prosjektet. Måling og evaluering gjennom prosessen er derfor et viktig elementer i VDC (Banglo, 2017). Litteraturen beskriver flere målemetoder som kan anvendes gjennom prosjektet. Tabell 7 oppsummerer de ulike målemetodene som er nevnt i litteraturen.

Tabell 7 – Måleverktøy for byggeprosjekter

Målemetode	Kilde
Tidsbruk	(Kunz & Fisher, 2009)
Budsjett	(Kunz & Fisher, 2009)
LOD nivå for BIM modellen	(Kunz & Fisher, 2009)
Kollisjonskontroller	(Kunz & Fisher, 2009)
Møteeffektivitet	(Kunz & Fisher, 2009)
Antall RFI ⁵	(Grindland, 2017)
Antall omarbeider	(Grindland, 2017)
Omarbeid	(Grindland, 2017)
Oppmøteprosent møter	(Grindland, 2017)
Sikkerhet og HMS	(Kunz & Fisher, 2009)
Kundetilfredshet	(Kunz & Fisher, 2009)
PPU – Prosent Planlagt Utført	(Kunz & Fisher, 2009)
DEEPAND	(Grindland, 2017)
Respons og behandlingstid for forespørslers om informasjon	(Kunz & Fisher, 2009)
Beslutningstid	(Kunz & Fisher, 2009)
Cii 10 10 – Benchmarking	(Sandberg, 2018)

4.8 PROSESS - OG PPM I VDC

Prosess og PPM (Product Production Management) handler om optimalisering av prosessen og er VDC sin tilknytning til Lean (Banglo, 2017). Kort oppsummer beskriver Grindland (2017) at prosess og PPM handler om at fem kjerneprinsipper som skal stå i sentrum for prosessen:

- *Identifisere og definer verdien kunden ønsker.*
- *Identifisere verdistrømmen som fører til den ønskede verdien. Behold stegene som skaper verdi og redusere ikke – verdiskapende aktiviteter.*
- *Sørg for at produktet flyter kontinuerlig i de verdiskapende prosessene.*
- *Etabler pull for planlegging av arbeid og produksjon.*
- *Kontinuerlig forbedring.*

⁵ RFI: request for information

Alle de ulike metodikkene og prinsippene som er relevante for VDC beskrives ikke detaljert i denne rapporten, bortsett fra at litteraturen sier det innebærer:

- Involverende planlegging, (Grindland, 2017; Husby, 2017)
- LPS – last Planner system (Grindland, 2017; Husby, 2017)
- Pull – prinsippet (Husby, 2017; Jovik, 2012)
- Vurdering av alle muligheter (Husby, 2017)
- LPDS – Lean Project Delivery system (Banglo, 2017; Husby, 2017)
- WBS – Work breakdown Structure (Banglo, 2017; Jovik, 2012)
- Kontinuerlig forbedring (Banglo, 2017)

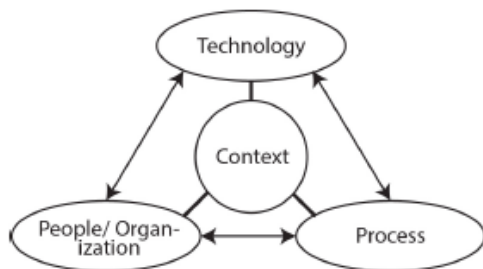
4.9 BIM

For noen er BIM teknologi, for noen er BIM en prosess, for andre er BIM en helt ny tilnærming for praksis og utvikling av profesjoner, hvilket krever helt nye løsninger for kontrakter og forholdet mellom prosjektets aktører (Aranda-Mena, Crawford, Chevez, & Froese, 2009). I litteraturen finnes det mange definisjoner på BIM. En definisjon som er mye anvendt er Eastman et al. (2011) sin definisjon. Eastman et al. Definerer BIM som:

***Bygnings informasjons Modelling** er utviklingen og bruken av en Software modell for å simulere utførelsen og driften av en bygning. En **Bygnings Informasjons Modell** er en datarik, objekt orientert, intelligent og parametrisk digital representasjon av bygningen. Fra modellen kan ulike aktører hente ut data og «views» som er hensiktsmessig for aktøren, som kan brukes for å analysere og generere informasjon som kan benyttes for å gjøre beslutninger, forbedre prosessen med å utvikle bygget og forbedre drift og vedlikehold.*

Grong (2013) bygger videre på definisjonen til Eastman et al (2011). Hun argumenterer for at BIM også innebærer ledelse og styring av prosesser og at M også kan stå for «management». Nepal, Jupp, and Aibinu (2014) mener det er en svakhet at det ikke finnes en allmenn akseptert definisjon av BIM. Det faktum at det er så mange perspektiver og definisjon om hva BIM faktisk er, gjør at det blir vanskeligere enn nødvendig for aktører å vite hva en overgang til BIM faktisk innebærer (Nepal et al., 2014).

Nepal et al. (2014) gjennomførte en studie for å kategorisere BIM. Bakgrunnen for studien til Nepal et al. (2014) var å finne et rammeverk for BIM, som kan brukes som en konseptuell basis for implementering av BIM i organisasjoner og prosjekter. Resultatet viser at det finnes BIM – rammeverk som inneholder alt fra to til ti kategorier. På bakgrunn av litteraturstudien og en evaluering av de ulike rammeverkene som ble funnet, ble det konstruert et nytt rammeverk for BIM. Rammeverket til Nepal et al. (2014) kan sees i Figur 5 og har fire kategorier; Teknologi, Prosess, Menneske/Organisasjon, Prosjekt kontekst.



Figur 5 – Rammeverk for BIM (Nepal et al., 2014)

4.9.1 BIM - Teknologi

BIM muliggjøres av teknologi (Nepal et al., 2014). De teknologiske aspektene som muliggjør BIM er Software, hardware og nettverk (Succar, 2009). Nettverk beskriver Succar (2009) som internett-teknologi (lagring i sky, osv.), sikkerhet og adgangskontroll, bredbånd og internettkapasitet. Hardware handler om utstyr og datakapasitet. Software er nøkkelen for BIM (Nepal et al., 2014) I begrepet Software legger Succar (2009) 13 ulike forhold. Nepal et al. (2014) kategoriserer de 13 forholdene beskrevet av Succar (2009) i tre grupper; *lagring av informasjon i en modell*, *programvare* og *deling av informasjon*.

Lagring av informasjon i en modell

I BIM samles all informasjon knyttet til prosjektet i en modell. En BIM modell defineres av Ding et al. (2014) som en digital representasjon av de fysiske og fysiologiske karakteristikene til et anlegg. Med andre ord kan en BIM beskrives som en digital prototype av prosjektet. En BIM – modellen modelleres med smarte objekter i 3D og kalles ofte bare BIM 3D. Azhar (2011) beskriver smarte objekter som digitale kopier som kan inneha informasjon om geometri, forhold til andre objekter, geografisk plassering, mengder, identifikasjon, materialfysiologi og egenskaper. Et eksempel på et smart objekt er dør, vegg, tak, osv. Ved å sette sammen mange smarte objekter vil man skape en virtuell tvilling av prosjektet.

Azhar et al. (2015) beskriver at en BIM modell skiller seg fra tradisjonelle 3D CAD modeller, ettersom en 3D CAD bare beskriver bygget som "et tomt skall". Skallet illustrere bygget visuelt, men inneholder ikke ytterligere informasjon, egenskaper, relasjoner, osv. Eastman et al. (2011) skriver at følgende typer virtuelle modeller ikke faller innunder kategorien BIM modell: (1) Modeller som bare inneholder 3D data, men ikke egenskaper og informasjon for objekter. Altså bokstaven I i BIM. (2) modeller uten atferd. Som betyr at modellen ikke er et resultat av egenskapene til elementene i modellen. (3) modeller som er sammensatt av flere 2D CAD filer som må kombineres for å definere bygget. (4) modeller som tillater endring i et views uten at det automatisk endres i views. Man kan endre i én tegning, uten at endringen oppdateres i andre tegninger.

En BIM modell betegnes av mange i litteraturen som en nD modell, hvor nD står for hvor mange dimensjoner modellen har (Azhar et al., 2015). Ding et al. (2014) beskriver at utgangspunktet for en BIM nD modell, er en 3D modell som inneholder smarte, parametriske og geometriske elementer. En utvidelse fra 3D til 4D til 5D osv. skjer som en følge av den informasjonen man tillegger elementene i modellen og hvordan man anvender informasjonen. Sattineni and Macdonald (2014) viser at det er en allmenn enighet om at 4D står for parameteren tid og at 5D står for parameteren kostnad. Det betyr at man ved BIM 4D og BIM 5D har mulighet til å analysere tid og kostnadsaspektet for den virtuelle BIM 3D modellen. For de videre dimensjonene 6D, 7D,...nD osv. viser litteraturen at det er mindre allmenn enighet om hva man legger i de ulike dimensjonene. For eksempel utvider Russell, Cho, and Cylwik (2014) modellen til nD ved å legge til applikasjoner for livsløpsanalyser, as – build dokumentering og FDV – ledelse. Ding et al. (2014) utvider derimot modellen ved å legge til applikasjoner for sikkerhet, kvalitet, miljø.

Detaljeringsgraden til en BIM 3D modell, bestemmes ut ifra en skala kalt Level Of Detail (LOD) (Luth et al., 2013). LOD skalaen strekker seg mellom LOD 100 og LOD 500 og jo høyere modellen er på skalaen, jo mer detaljert er BIM modellen. LOD nivået til en BIM modell vurderes ut ifra hvor geometrisk korrekt objektene i BIM modellen er og hvor mye informasjon som er knyttet til de ulike objektene (Wood, Panuwatwanich, & Doh, 2014).

Hva en BIM modell kan brukes til er sterkt knytte til hvilket LOD nivå den har. Kort oppsummert så kan en BIM modell brukes for flere ting, jo mer detaljert den er. For å hjelpe aktører med å modellere modeller med riktig LOD nivå, har BIMforum (2017) utarbeidet LOD Spec 2017. LOD Spec 2017 spesifiserer de ulike LOD nivåene for veldig mange objekter som ofte er benyttet i en BIM modell. Tabell 8 viser hvordan BIMforum (2017) definerer de ulike LOD nivåene.

Tabell 8 – LOD detaljeringsgrad for BIM modell, hentet fra BIMforum (2017).

LOD nivå	Fra LOD specification 2017
Konseptuell 100	<i>LOD 100 elements are not geometric representations. Examples are information attached to other model elements or symbols showing the existence of a component but not its shape, size, or precise location. Any information derived from LOD 100 elements must be considered approximate.</i>
Cirka geometri 200	<i>At this LOD elements are generic placeholders. They may be recognizable as the components they represent, or they may be volumes for space reservation. Any information derived from LOD 200 elements must be considered approximate.</i>
Presis geometri 300	<i>The quantity, size, shape, location, and orientation of the element as designed can be measured directly from the model without referring to non-modelled information such as notes or dimension call-outs. The project origin is defined and the element is located accurately with respect to the project origin.</i>

	350	<i>Parts necessary for coordination of the element with nearby or attached elements are modelled. These parts will include such items as supports and connections. The quantity, size, shape, location, and orientation of the element as designed can be measured directly from the model without referring to non -modelled information such as notes or dimension call-outs.</i>
Fabrikasjon	400	<i>An LOD 400 element is modelled at sufficient detail and accuracy for fabrication of the represented component. The quantity, size, shape, location, and orientation of the element as designed can be measured directly from the model without referring to non-modelled information such as notes or dimension call - outs.</i>
AS build, som bygget	500	<i>Since LOD 500 relates to field verification and is not an indication of progression to a higher level of model element geometry or non - graphic information, this Specification does not define or illustrate it</i>

Software og Hardware

Software og hardware handler om de ulike dataprogrammene og verktøyene som benyttes for å skape, utvikle, analysere og anvende BIM Modellen.

Deling av informasjon

Fra et teknologisk perspektiv, så er deling av informasjon tett knyttet til interoperabilitet. Interoperabilitet defineres av Aranda-Mena and Wakefield (2006) som *"evnen til å dele og kommunisere elektronisk informasjon og prosjektdata mellom samarbeidene bedrifter, og innenfor bedrifters prosjektering, utførelse – og driftssystemer"*. Yum (2002) definerer interoperabilitet som *evnen til å dele informasjon mellom datamaskiner uten noe tap av informasjon eller mening*.

Intensjonen med interoperabilitet er å forbedre måten man deler og kommuniserer informasjon på mellom alle prosjektets aktører og mellom alle prosjektfaser. Amor (2001) påstår at det første steget for å faktisk oppnå god interoperabilitet i byggebransjen er innføring og bruk av BIM 3D parametriske Software for deling og lagring av bygningsinformasjon.

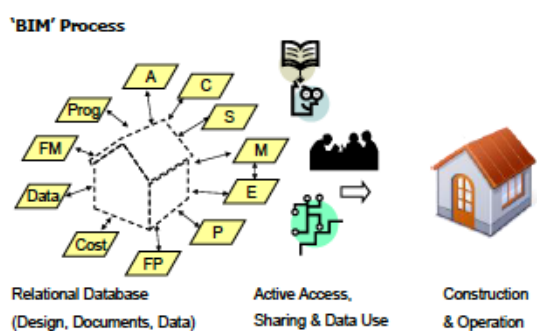
Aranda-Mena and Wakefield (2006) beskriver at en grunnleggende forutsetning som må være tilstede for at interoperabilitet skal være mulig, er et standardformat for informasjonsdeling. Et standardformat for deling av informasjon er i dette tilfellet synonymt med to ting, lagringsformat og terminologi (Grong, 2013). I Byggebransjen er det per dags dato lagringsformatet Industry Foundation Classes (IFC) som er best for god interoperabilitet. For terminologien er det International Framework for Dictionary (IFD) som er mest anvendt (Grong, 2013).

IFC har vært tilgjengelig på markedet siden 1995 og kan beskrives som en protokoll for interoperabilitet (Aranda-Mena & Wakefield, 2006). Kort fortalt er IFC et oppsett for hvordan

elektronisk informasjon og data skal organiseres og struktureres. Dette gjør det mulig for ulike programmer og Software å dele data uten tap av informasjon.

4.9.2 BIM - Prosess

Azhar (2011) sier at BIM kan beskrives som en virtuell prosess som omslutter alle disipliner, aspekter og perspektiver innenfor en enkelt modell. Hvilket gjør at alle prosjektets medlemmer kan samarbeide mer presist og effektivt enn ved tradisjonelle prosesser. Azhar et al. (2015) illustrerer BIM som en prosess, se Figur 6, hvor all informasjon i prosjektet samles på et sted, i én modell. Modellen blir med gjennom hele prosjektet, fra oppstart, til prosjektering, til bygging, til bruk og drift, og sørger for at prosjektets medlemmer alltid har tilgang til den informasjonen man måtte trenge.



Figur 6 – BIM som prosess (Azhar et al., 2015)

BIM skaper et nytt nivå for samarbeid som bransjen for øyeblikket ikke opererer på, spesielt når det gjelder samling av informasjon og informasjonsoverføring mellom de ulike fasene i et prosjekt (Sattineni & Macdonald, 2014). Azhar (2011) og mange andre beskriver at fundamentet for BIM som en prosess kan beskrives med to søyler; kommunikasjon og samarbeid. Nepal et al. (2014) sier at måten man samarbeider, kommuniserer og deler informasjon på med BIM krever nye metoder for hvordan man håndterer forretningsaspektet i prosjekter. Nepal et al. (2014) beskriver videre at den åpne og omfattende formen for samarbeid krever at prosjektets aktører tidlig i prosjektet definerer arbeidsform, informasjonshåndteringsprosedyrer, eierskap og ansvar og hvordan modellen kan brukes for ulike formål. Begrepet prosesser omfatter også beslutningsprosesser. Det handler i den om hvilken informasjon man har tilgjengelig når en beslutning skal gjøres og hvilken informasjon en beslutningen baseres på (Nepal et al., 2014).

4.9.3 BIM – menneske / organisasjon

Nepal et al. (2014) skriver at dette innebærer;

- Ledelse og styring av prosesser.
- Sammensetning av prosjektteam
- Fordeling av roller og ansvar

- Involvering av nøkkelpersoner til riktig tid i prosjektet
- Teknisk og BIM relaterte ferdigheter
- Organisatoriske forhold i organisasjoner og prosjektteam
- Kultur og innstilling
- Teknisk og fysisk infrastruktur
- System for IT hjelp og veiledning
- Utdanning og trening i BIM

Det er mange komplekse utfordringer knyttet til denne gruppen, ettersom den representerer momenter som organisasjonsstrukturer, arbeidspraksis, kultur og folks tankesett (Nepal et al., 2014).

4.9.4 BIM – Prosjektkontekst

Prosjekt kontekst beskriver det "miljøet" som et prosjektet befinner seg i og som påvirker bruken av BIM og "BIM – prestasjonen". Nepal et al. (2014) deler projektkontekst i to, interne forhold og eksterne forhold. Interne forhold omhandler momenter som kan regnes som spesielle for et prosjekt og som kan styres og påvirkes gjennom de valg man gjør. Eksterne forhold ligger utenfor prosjektets styringsmulighet og påvirker prosjektet enten man vil det eller ikke. Det som må vurderes for de ulike forholdene er hvordan de enten legger til rette for god utnyttelse av BIM eller fungerer som et hinder for god utnyttelse av BIM.

Nepal et al. (2014) beskriver interne forhold som:

- Type prosjekt
- Type prosjekt (karakteristikk)
- Prosjektstørrelse (tid og kostnad)
- Prosjekteier
- Kompleksitet
- Størrelsen på prosjektteamet
- Gjennomføringsmodell og organisering
- Tilgjengelig teknologiske, fysiske – og menneskelige ressurser
- Prosjekt mål (resultatmål, effektmål og samfunns mål)

Nepal et al. (2014) beskriver eksterne forhold som:

- Kontraktuelle forhold, standarder, lover, regler og forskrifter.
- Teknologisk utvikling
- Markedets preferanser
- BIM modenhet hos samarbeidspartnere
- Beste praksis, benchmarking i markedet
- Faste samarbeidsavtaler med tjeneste – og materialleverandører

4.10 BRUKSOMRÅDER FOR BIM

Ding et al. (2014) beskriver at nøkkelen for kunne bruke BIM modellen til et formål er å forstå *hvilken informasjon som kreves og hvordan informasjonen skal organiseres*. Når dette er forstått er det nesten ingen grenser for hva BIM modellen kan brukes til og mulige bruksområder med BIM er «nesten» synonymt med informasjon man legger inn i BIM modellen. Følgende kommer en beskrivelse av bruksområdene funnet i litteraturen.

4.10.1 Visualisering

83% av all informasjon mottatt av mennesker, tas imot gjennom visuelle inntrykk, hvilket støtter påstanden om at visualisering av informasjon er et av de mest essensielt virkemiddelene for kommunikasjon. (Chuang, Lee, & Wu, 2011).

Azhar (2011); Sattineni and Macdonald (2014) forklarer at bruk av BIM modeller på mange måter handler om visualisering av informasjon. En BIM nD modell kan generere nøyaktige visuell geometrisk visning av bygget, enkeltelementer og utførelsen som gjør at man får en mye bedre forståelse av hva som egentlig skal produseres (Grong, 2013).

Sattineni and Macdonald (2014) fokuserer på at gjennom 3D visualiseringen i planleggingsfasen gjør at man får et bedre grunnlag for beslutninger. Både når det gjelder utførelsen og bygget generelt. Tradisjonelt er man avhengig av å mentalt visualisere utførelsen og det endelige produktet, hvilket gjør at man er avhengig av personers evner for å visualisere. Dette skaper en stor usikkerhet ettersom forskjellige personer visualiseres ulikt og BIM reduserer denne usikkerheten (Sattineni & Macdonald, 2014).

Schwegler, Fischer, and Liston (2000) trekker fram at de visuelle mulighetene bare vil øke med den teknologiske utviklingen. Spesielt mener Schwegler et al. (2000) Virtuell Reality (VR) har stor potensiell nytteverdi. VR lar brukeren "gå inn i modellen" og se hvordan 3D modellen vil oppleves. Wang et al. (2013) fokuserer mer på hvordan Augmentet Reality (AR) kan benyttes for å visualisere 3D BIM modellen ute på byggeplassen.

Byggherren er mer fornøyd med designet i BIM prosjekter, kundeforholdet, kvaliteten i utførelsen og effektiviteten i byggeprosessen (Azhar, 2011). Schwegler et al. (2000) er enig og mener forbedringene kommer mye på grunn av de visuelle mulighetene i BIM, som gjør at byggherren får bedre innsikt i prosjektet. Dette gjelder både når innsikt i hvordan det endelige produktet vil bli, men også utførelsen (visualisering gjennom 4D). Fan, Skibniewski, and Hung (2014) mener andelen endringsbestillinger fra byggherren er betydelig lavere i prosjekter hvor man benytter BIM, mye på grunn av de visuelle mulighetene. Fan et al. (2014) mener at byggherren sparer mellom 4 – 7% på grunn av reduksjon i endringsbestillinger, hvis BIM brukes for visualisering.

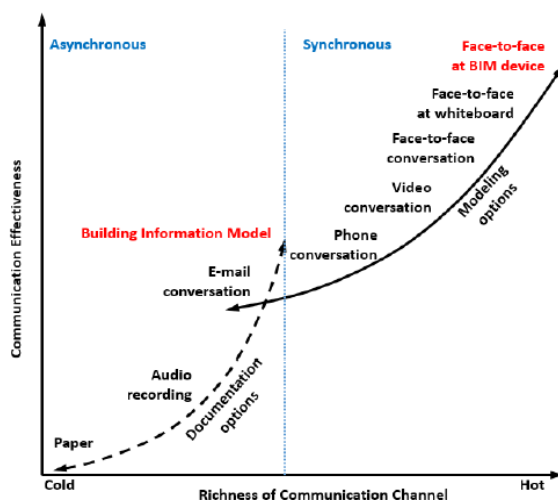
Ved koordinere BIM 3D modeller fra ulike fag mot hverandre gjennom kollisjonskontroller og visuelle analyser, kan kvaliteten og byggherren til produksjonsgrunnlaget forbedres (Rui, Jing, Issa, & Giel,

2017). Det kan være med på å oppdage feil og mangler tidligere i prosessen og dermed avverge at det bygges etter modeller og tegninger som ikke er byggbare. Nepal et al. (2014); Fan et al. (2014) med flere, mener at byggeprosjekter som har brukt BIM verktøy i prosjekteringen har mye bedre byggbarhet, hvilket fører til en reduksjon i omarbeid på byggeplassen som følge av feil og mangler i produksjonsgrunnlaget. For stål og mekanisk arbeid fant Nepal et al. (2014) opp mot 60 % mindre omarbeid og 8 % økt produktivitet. Liston (2001) mener det er 20 – 40 % færre endringer som følge av dårlig planlegging og trekker frem muligheten for kollisjonskontroll og visualisering (av både 3D og 4D) som de viktigste muliggjørerne. Azhar (2011) fant en 40% reduksjon i ubudsjetterte endringer totalt sett og ca. 10 % besparelse i gjennomføringen som følge av reduksjon av feil i produksjonsgrunnlaget.

4.10.2 Kommunikasjon

Svalestuen, Knotten, Laedre, Drevland, and Lohne (2017) forklarer at bygg blir mer og mer komplekse og krever mer og mer detaljerte tegninger. De stiller derfor spørsmål om tradisjonelle 2D tegninger kommuniserer nok informasjon for at man klarer å utføre arbeidet på en god måte. Samuelson (2003) går enda lenger og antyder at informasjonen som trengs og kommunikasjonsmetodene som benyttes på byggeplasser er langt fra gode nok og er med på å forklare den lave produktiviteten i byggebransjen. Mr. Satish A. Pitake (2013) mener at feilkommunikasjon svarer for 2/3 av alle problemer som oppstår i prosjekter og at dagens måte å kommunisere og planlegge på er funnet bevislig ineffektive.

Heredia-Rojas and Liu (2016) viser i sin studie at godt samarbeid, kommunikasjon og koordinering mellom prosjektets aktører er verdiskapende for kunden, spesielt når det gjelder langsiktig verdi. Svalestuen et al. (2017) mener at BIM 3D og de visuelle mulighetene det gir, er et godt media for kommunikasjon og informasjonsformidling. Et medias evne til å kommunisere forklares med hvor "rik" informasjon verktøyet klarer å formidle. Svalestuen et al. (2017) forklarer at det er tre viktige karakteristikk som bestemmer hvor rikt et media er: (1) evnen for å håndtere ulik informasjon på samme tid, (2) muligheten for å gi rask tilbakemelding og (3) evnen til å etablere et personlig fokus. Figur 7 viser hvordan Svalestuen et al. (2017) vurderer BIM som kommunikasjonsmedium, sammenlignet med andre medier. Figuren deler i direkte kommunikasjon mellom to parter som er på samme geografiske plassering og informasjonsdeling som er uavhengig av tid og sted.



Figur 7 – BIM som en rik kommunikasjonskanal (Svalestuen et al., 2017).

Som verktøy for kommunikasjon kan BIM benyttes for ulike formål. Svalestuen et al. (2017) fokuserer på hvordan BIM kan benyttes for å kommunisere ut på byggeplassen gjennom verktøy som BIM kiosker, nettbrett og BIM huler. Her blir BIM benyttet som et verktøy for; (1) arbeiderne seg i mellom, (2) funksjonerer og arbeidere, (3) funksjonerer og prosjektering. Azhar (2011); Heredia-Rojas and Liu (2016); Sattineni and Macdonald (2014) fokuserer på hvordan BIM kan benyttes for å kommunisere med ulike aktører, koordinere ulike fag og som utgangspunkt for møtevirksomhet.

Det som gjør BIM til en rik informasjonskanal, er de visuelle mulighetene som gjør at sender og mottaker har samme oppfattelse av informasjonen. Ved å bruke visuelle verktøy for kommunikasjonen skaper man en mye raskere konsensus, hvilke forbedrer kommunikasjonsprosessen (Schwegler et al., 2000).

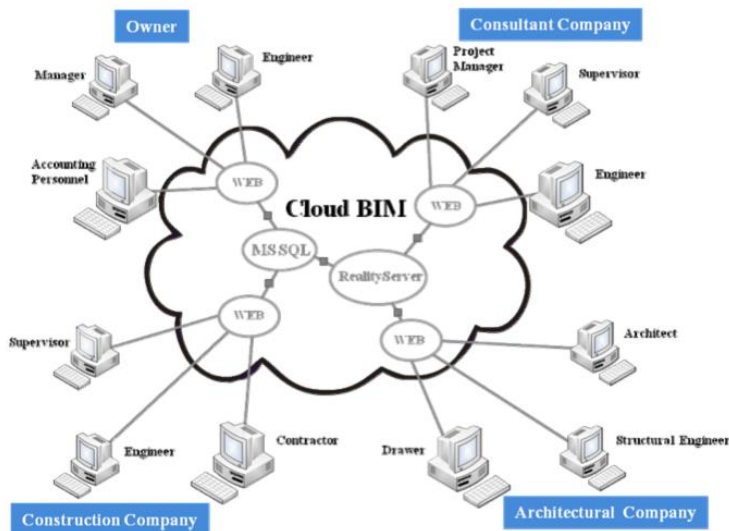
4.10.3 Informasjonssenter og informasjonshåndtering

Dårlig informasjonshåndtering er en av de største årsakene til at det forekommer sløsing i byggeprosjekter (Svalestuen et al., 2017).

Svalestuen et al. (2017) forklarer hvordan byggebransjen i dag anvender intranett for informasjonslagring i prosjekter. Chuang et al. (2011) beskriver hvordan BIM tar bruken av intranett et steg videre og introduserer CLOUD BIM. CLOUD BIM er webbasert lagring av informasjon og modeller som sørger for at BIM modellen til enhver tid er oppdatert med siste versjoner. Figur 8 viser hvordan CLOUD BIM fungerer som et informasjonssenter og danner grunnlaget for deling av informasjon mellom ulike aktører.

BIM kan skape en arena for sømløs kommunikasjon og deling av informasjon mellom ulike aktører (Chuang et al., 2011). I dag foregår den meste av kommunikasjonen gjennom medier som Epost og telefon og informasjonen som kommuniseres er ikke direkte knyttet noe spesifikt i prosjektet. Ved å

kommunisere med hverandre i et BIM Software for samhandling, kan kommunikasjonen knyttes og lagres direkte til objekter i modellen. På den måten blir modellen også et senter for informasjonsflyt mellom aktører.



Figur 8 – CLOUD BIM (Chuang et al., 2011)

PAS 1192:2007 er en britisk standard for hvordan et informasjonscenter som Cloud BIM kan struktureres og vedlikeholdes (BSI, 2013a). PAS 1192:2007 betegner informasjonscenteret som CDE – Common Data Environment. CDE går ut på å samle all informasjon i prosjektet på et sted, slik at det kun er én kilde til informasjon. Dette fører til redusert dobbeltarbeid, leting etter informasjon og feil som følge av at man jobber etter utdatert informasjon (Barnes & Davies, 2015). CDE kan implementeres via et prosjekthotell, intranett eller BIM server, og kan på den måten beskrives som et teknisk verktøy. CDE er også en prosess, ved at den regulerer hvordan informasjon skal skapes, kvalitetssikres og deles. CDE tar utgangspunkt i Lean prinsipper og handler om å redusere sløsing knyttet til informasjonshåndteringen i prosjektet (BSI, 2018).

4.10.4 PAS 1192 – 2: Spesifikasjoner for informasjonsleveranse i BIM prosjekter

BNL (2017) skriver i digitalt veikart for BAE – næringen at «kanskje det viktigste arbeidet for å lykkes med en hel – digitalisering i prosjekter er å ha et helhetlig rammeverk for håndtering av informasjonsflyt».

Myndighetene i Storbritannia bestemte i 2011 at innen 2016 skulle alle offentlige prosjekter gjennomføres på BIM Level 2 (BSI, 2018). PAS 1192 – 2 er et av flere veiledere som gir spesifikke retningslinjer for å hvordan et byggeprosjekt på BIM Level 2 skal gjennomføres. De ulike veilederne har ulike temaer og adresserer ulike aspekter i en prosjektgjennomføringen. Temaet for PAS 1192 – 2 er informasjonsleveransen i prosjekter. Den europeiske BIM standarden ISO 19650 er basert på PAS 1192 serien og omhandler informasjonsleveranse i prosjekter. ISO 19650 er på vei til å bli en norsk standard (Brunstad, 2017).

PAS 1192 – 2 er basert på prinsipper om en Lean informasjonshåndtering og prøver derfor å minimalisere følgende (BSI, 2018);

- Venting og leting etter informasjon
- Overproduksjon av informasjon som ikke har noen hensikt
- Overproduksjon av informasjon som bare blir skapt kun fordi teknologien kan
- Feilaktig informasjon skapt av dårlig koordinering mellom grafisk og ikke – grafisk data, hvilket skaper omarbeid.

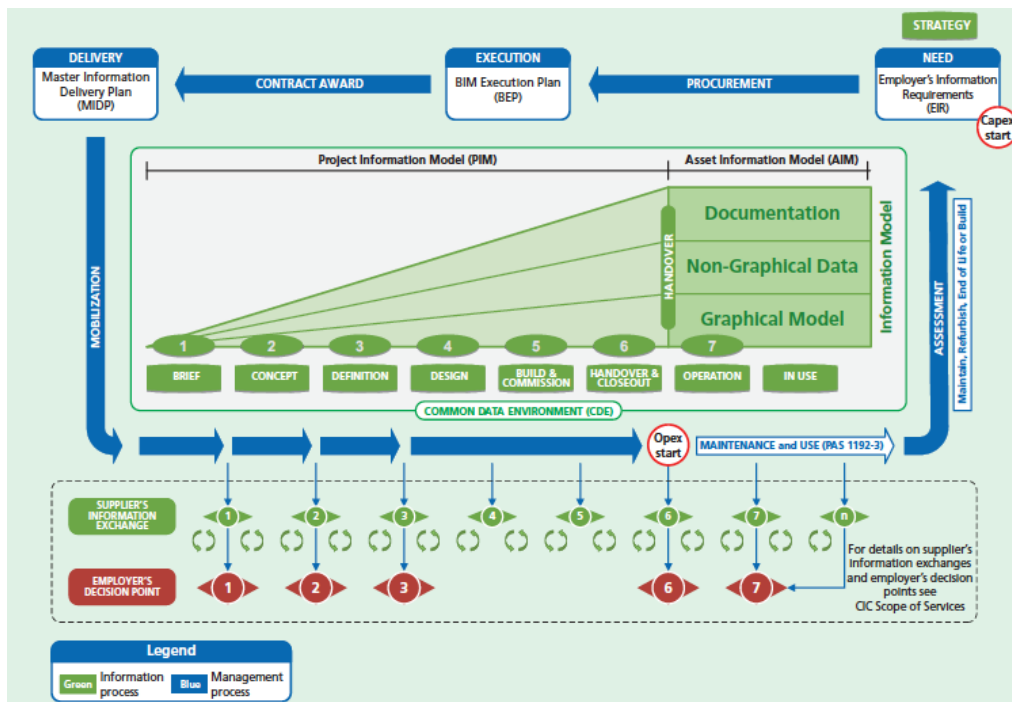
Ved å oppnå bedre informasjonshåndtering i prosjektet kan man spare kostnader knyttet til unøyaktig og uferdig feilinformasjon. Disse kostnadene er betegnet som sløsing og kan stå for 20 – 25% av prosjektets totale økonomi (BSI, 2013b). Love, Matthews, Simpson, Hill, and Olatunji (2014) undersøkte i sin artikkel hvilke fordeler byggherren oppnår ved å bruke BIM prosesser for informasjonshåndtering. De kom fant følgende direkte fordeler:

- Lavere arbeidskostnad i bruksfasen
- Lavere livsløpskostnad og total kostnad
- Energi og materialbesparelse
- Bedre komfortstyring
- Bedre datanøyaktighet
- Bedre kontroll over at bygget følger nødvendige reguleringer
- Optimalisering av plassutnyttelse
- Bedre kontroll over inventar.

I tillegg kom Love et al. (2014) frem til at prosjekteier følte større trygghet for å besvare følgende spørsmål: *Gjør vi de riktige tingene? Gjør vi tingene på riktig måte? Får vi gjort tingene på en god måte? Får vi ut gevinstene?*

Figur 9 illustrere hvordan PAS 1192 – 2 mener at produksjonen og håndtering av informasjon bør standardiseres i byggeprosjekter for at prosjektet skal oppnå en BIM Level 2 status. Figuren kalles informasjonsløpszyklusen⁶ og beskriver prosesser og aktiviteter som er knyttet til enten produksjon eller bruk av informasjon (BSI, 2018). For at informasjonshåndteringen og informasjonsproduksjonen skal være virkelig Lean er *informasjonens hensikt* det viktigste aspektet man må forstå. Dette oppnås med en «start med slutten» tankegang.

⁶ The information delivery cycle



Feil! Fant ikke

referanseilden.

Figur 9 – Informasjonsleveransesyklusen (BSI, 2013b)

Figuren starter i punktet med merket capex start, som handler om å definere resultatet til informasjonen som skal generes gjennom prosjektet. Figuren slutter i Opex, hvor informasjonen er generert. Følgende kommer en beskrivelse av elementer i figuren.

EIR - Employers Information Requirements

BSI (2018) forklarer at informasjonsleveransesyklusen tar utgangspunkt i en Lean informasjonstankegang og starter med NEED. NEED omhandler informasjonsbehovet som byggherren har i prosjektet og beskriver hvilken informasjon som skal genereres i prosjektgjennomføringen. Informasjonsbehovet defineres i et dokument som går under betegnelsen EIR. EIR dokumentet er en del av konkurransegrunnlaget som byggherren anvender i anskaffelsesprosessen, og som definerer hva som skal leveres i prosjektet, og hva tilbydere må vektlegge i tilbudet. EIR dokumentet går under ofte under andre navn som BIM Protokoll.

EIR dokumentet definerer byggherren krav til informasjonshåndteringen og informasjonsutveksling i prosjektet på et generelt nivå og inneholder følgende (BSI, 2018):

- a) Informasjonsledelse: krav til LOD ved ulike faser i prosjektet, krav til ferdigheter, koordineringsprosesser og bruk av modeller, samarbeidsprosesser, HMS og kvalitetssikring, krav til informasjonssikkerhet, spesifikk informasjon som enten skal inkluderes eller ekskluderes, modellspesifikke krav (origo og koordinatsystem for eksempel), krav til Software og formater.
- b) Kommersielle og forretningsmessige forhold: deling av informasjon og informasjonsutveksling, detaljer om hensikten med informasjonen i modellen, en innledende matrise om ansvarsforhold med tanke på informasjon gjennom prosjektet, en oversikt over hvilke standarder som skal definere BIM prosessene.
- c) Kompetanse vurdering: beskrivelser om kompetansevurderingene som tilbydere må ta hensyn til.

Ashworth, Tucker, and Druhmman (2016) skriver at FDV - fasen bærer ca 60 % av den totale kostnaden hvis enn ser på byggets levetid, og at 80% av beslutningene som angår FDV - fasen gjøres i 20 % av den første tiden i prosjekteringsfasen. De mener på bakgrunn av dette at det er essensielt å skape et tidlig fokus på FDV for at prosjektet samlet sett skal skape høyets mulig verdi. Guillen et al. (2016) kommer i sin artikkel fram til at BIM, som både prosess og verktøy, er et nøkkelvektøy for FDV. Videre beskriver Guillen et al. (2016) at PAS 1192 -2 og PAS 1192 – 3 er gode guider for hvordan man kan bringe FDV fasen krav til informasjon tidlig fram i prosjektet.

BEP – BIM Execution Plan

Som en del av anskaffelsesprosessen før kontraktinngåelse, skal tilbydere besvare hvordan de tenker å imøtekomme byggherrens informasjonsbehov (EIR). Tilbyderen sin tilnærming til informasjonshåndtering i prosjektet beskrives gjennom en BIM - gjennomføringsplan før kontrakt og gir byggherren mulighet til å vurdere om tilbyderen har riktig tilnærming, kompetanse og ferdigheter for å levere nødvendig informasjon i prosjektgjennomføringen. BSI (2018) beskriver i PAS 1192 – 2 at tilbyderes egnethet skal besvares gjennom en rekke spørsmål som tilbyder må besvare. Spørsmålene omhandler; villighet til å dele informasjon, syn på datakvalitet, BIM forståelse, erfaring med BIM prosjekter, BIM ferdigheter, hvilke formater og Software bedriften anvender. En tilbyder er også, avhengig av kontraktstrategien i prosjektet, ansvarlig for alle underentreprenører, leverandører og rådgivere som de knytter til seg i prosjektet. BIM gjennomføringsplanen må derfor ikke bare illustrere tilbyderens kompetanse, men også hvordan tilbyderen kontraherer underentreprenører og leverandører som har riktig kompetanse. Tilbyders egnethet dokumenteres i et eget dokument som PAS 1192 –2 betegner som PIP – Project Information Plan. PIP er en del av den innledende BEP og anvendes videre gjennom prosjektet (BSI, 2018).

Etter kontraktinngåelse skal byggherren og den aktøren som fikk oppdraget utarbeide en mer detaljert BIM - gjennomføringsplan. Den detaljerte BIM gjennomføringsplanen skal inneholde all informasjonen som ble etterspurt i EIR, i tillegg til mer detaljert informasjon om; informasjonsledelse, planlegging og dokumentering, standarder og retningslinjer for prosesser og

aktiviteter, IT – løsninger. Blant annet skal BEP dokumentere hvordan man skal sikre at kontraherte underentreprenører og leverandører har tilstrekkelig kompetanse og ferdigheter for å bidra i prosjekt, og hvordan man skal håndtere tilfeller der underentreprenører og leverandører ikke har tilstrekkelig ferdigheter.

BIM gjennomføringsplanen skal også inneholde spesifikke oppgaveplaner for de ulike involverte aktørene, kalt TIDP – Task Information Delivery Plan. TIDP beskriver milepæler og ansvarsområder og skal henge samme med gjennomføringsplanen til prosjektet (BSI, 2018).

MIDP – Master Information Delivery Plan

På bakgrunn av EIR, BEP og TIDP dokumentene skal det utarbeides en MIDP - Master Information Delivery Plan. MIDP dokumentet et styringsdokument som brukes for å styre informasjonsleveransen gjennom prosjektet og utarbeides av den som er ansvarlig for å lede informasjonsleveransen gjennom prosjektet (BSI, 2018). MIDP skal inneholde:

- Identifisering av nødvendig opplæring
- Oversikt over roller og ansvarsområder
- En oversikt over all informasjon som skal leveres gjennom prosjektet inkludert, men ikke begrenset til modeller, tegninger, snitt, spesifikasjoner, utstyr, tabeller og oversikter.
- MIDP skal være tett knyttet til TIDP og fremdriftsplanen i prosjektet.

CDE – common data environment i PAS 1192 – 2

CDE er en viktig muliggjører for PAS 1192 – 2. Som prosess består kvalitetssikring i CDE av 6 ulike steg som informasjon må gå gjennom for å bli akseptert. Informasjonen blir kontrollert om den er riktig i forhold til MIDP, ERI og BEP. Det kan innebære kollisjonskontroller, nøyaktighet - og detaljnivåanalyser (BSI, 2018).

AIM – Asset Information Model

Informasjonen som er produsert i prosjektet og lagret i CDE, blir overlevert til byggherren i en AIM modell. Spesifikasjonene for hva hvilken informasjon som AIM modellen skal inneholde og hvordan AIM modellen skal være strukturert er spesifisert i EIR dokumentet (BSI, 2018).

4.10.5 Anbudskalkulasjon

Kalkulasjon av anbud for en entreprenør betyr hovedsakelig to ting, innhenting av tilbud fra totalunderentreprenører og kalkulering av egenproduksjon og underentrepriser som ikke er totalunderentrepriser (Knippa, 2018). Felles for de to aktivitetene er at de innebærer kalkulering av mengder og utarbeidelse av kostnadskalkyler, forskjellen ligger i hvem som utfører kalkulasjonsarbeidet.

En BIM basert kalkulasjonsprosess innebærer å integrere mengder, objekter og delobjekter fra én eller flere BIM modeller, sammen med entreprenørens kostnadsdatabase (Müller, 2012). Eastman et al. (2011) forklarer at det ikke finnes noen BIM verktøy som kan fulldigitalisere

kalkulasjonsprosessen og at en BIM basert kalkulasjon i større eller mindre grad også innebærer manuelle aktiviteter. En BIM basert kalkulasjonsprosess kan gjennomføres på tre ulike digitale nivåer, avhengig av hvor digitalisert prosessen gjennomføres (Eastman et al., 2011):

1. Mengder eksporteres fra BIM modellen til et program for kalkulasjon, som for eksempel excel.
2. BIM – modellen sendes til en programvare for kalkulasjon, eller at kalkulasjonsprogrammet henter mengder fra BIM modellen.
3. En programvare er koblet til BIM modellen og henter automatisk mengder fra BIM modellen.

Müller (2012) beskriver at en BIM basert kalkulasjon kjennetegnes som en openBIM kalkulasjonsprosess. En openBIM kalkulasjonsprosess kan deles i tre deler; 1. organisering av modellen, 2. oppbygning av objektenes resepter og 3. selve kalkulasjonen av kalkylen. Hvordan Müller (2012) organiserer kalkulasjonsprosessen gjelder uavhengig av hvor digitalt prosessen gjennomføres, ettersom den innebærer aktiviteter som vil være tilstede i alle de ulike digitale nivåene.

Müller (2012) beskriver hvordan BIM for mengdeberegning og kalkulasjon av kalkyler kan bidra til at man reduserer informasjonstapet mellom ulike prosesser og faser i prosjektet. Ved tradisjonell kalkulasjon må man bryte 2D tegninger ned i data, for å igjen strukturere denne informasjonen, slik at den er anvendbar for kalkyler. Denne prosessen beskriver Müller (2012) som sløsing, og mengdeberegningen som prosess vil bli borte i en BIM basert kalkulasjon.

Ifølge Azhar (2011), kan tiden det tar å generere et kostnadsestimat reduseres med 80 % ved bruk av BIM i kalkulasjonen og presisjonen i et kostnadsestimatet kan øke med 3. Azhar (2011) beskriver derimot ikke hvilken grad av digitaliseringen som er nødvendig for å oppnå denne gevinsten. Müller (2012) trekker frem at den største tidsbesparelsene blir gjort gjennom en automatisering av mengdeberegningen, som Müller (2012) mener utgjør ca 50 – 80 % av det totale tidsforbruket i en tradisjonell kalkulasjonsprosess.

Uddin and Khanzode (2013) gjennomførte et tidsstudium hvor de sammenlignet en tradisjonell og en helautomatisert prosess. Funnene fra denne undersøkelsen tyder på at tiden brukt i kalkulasjonsprosessen kan reduseres med opp mot 300%. Hartvedt, Sveen, and Storødegård (2012) fant i sine undersøkelser at den totale tiden i en kalkulasjonsprosess kan reduseres med 80 – 90%, men det avhenger av kvaliteten på BIM modellen som kalkulasjonen tar utgangspunkt i.

En openBIM kalkulasjonsprosess kan anvendes for alle de tradisjonelle kostnadsestimatmetodene. Forutsetningen for de ulike tradisjonelle metodene er detaljnivået (LOD) til BIM 3D – modellen. Tabell 9 beskriver hvilket detaljnivå BIM – modellen må ha for de ulike kalkulasjonsnivåene.

Tabell 9 – Detaljnivå for ulike kalkulasjonsmetoder (Wood et al., 2014).

Metode	LOD nivå
Arealprismetoden	100, Konseptuell geometri

Elementmetoden	200, Tilnærmet geometri
Detalj kalkulasjon	300, Eksakt geometri
Etterkalkyle	400, Produksjon og arbeidstegning

De teknologiske forutsetningene for en BIM basert kalkulasjonsprosess er en BIM – modell, et objektbibliotek og et kalkulasjonsprogram (Müller, 2012).

Et objektbibliotek beskriver informasjon som er knyttet til et objekt. Det er mange leverandører som har utarbeidet ulike objektbibliotek, men de har ofte ulik struktur og oppbygning (Müller, 2012).

Müller (2012) sier at en stor utfordring ved bruk av en BIM – modeller for kalkulasjonsprosessen er standardisering av objektbibliotek. Det handler om hvordan biblioteket behandler informasjon som er knyttet til et objekt, for eksempel mengde og objekt – klassifisering. Norsk standard har utviklet NS 8360: 2015 BIM - objekter, som er en standard for typekodning og klassifisering av objekter (Standard, 2017). Målet til NS 8360:2015 er å bidra til automatisk gjenkjenning av objekttyper og objektforekomster mellom programvarer som er IFC basert (Aarnes, 2017). Et objektbibliotek bør følge NS 8360:2015, men også de med tradisjonelle standardene NS 3420 og NS 3451 (Müller, 2012).

Müller (2012) skriver at nøkkelen til en vellykket bruk av BIM for kalkulasjon, handler om å standardisere og automatisere prosessen så mye som mulig. Kalkulasjonsprosessen krever derfor bruk av åpne standarder som IFC, for at man skal kunne utveksle informasjon på tvers av aktører. Hvis det ikke brukes åpne standarder, vil man heller ikke kunne standardisere prosessen for å kartlegge objektene i modellen. Det medfører at man er nødt til å gjøre manuelle beregninger. Et annet problem som Müller (2012) trekker frem er at aktører tilpasser BIM – modellen til sitt eget bruk, uten hensyn til aktører som skal bruke BIM – modellen på et senere tidspunkt. Det medfører at man må bruke tid på å analysere modellen og organisere modellen, hvilket kan betegnes som sløsing. Den siste tekniske utfordringen muller Müller (2012) trekker frem er at aktører bruker gamle og udaterte programvarer, hvilket vanskeliggjør deling av BIM modeller.

Müller (2012) sier at kalkulasjonsprosessen ved bruk av openBIM ikke er en standardisert metode ennå og at hvert firma må finne sine tilpassinger til hvordan prosessen skal gjennomføres. Müller (2012) beskriver derimot tre elementer som etter all sannsynlighet må være en del av kalkulasjonsprosessen.

1 Organisering av modellen.

Modellene som ligger vedlagt i en anbudsinnbydelse er i stor grad ustrukturerte og skiftende med tanke på hva modellen inneholder. Kalkulasjonsprosessen starter derfor med at modellens geometri og design må analyseres. Kalkulatøren må orientere seg i modellen, slik at man har kontroll over modellen og det som skal kalkuleres. Det er spesielt viktig å finne ut hva som er i

modellen, med tanke på objekter, objektenes detaljeringsgrad og hvordan BIM – modellen er strukturert.

Etter at BIM – modellen er analysert må entreprenøren strukturere BIM – modellen slik han ønsker at den skal være. Dette arbeidet går ut på å legge inn beskrivelser/tagger/informasjon om objektene i modellen, slik at man har mulighet til å organisere hvilken informasjon man ønsker å få ut av modellen. Denne informasjonen/tagg/beskrivelse kan for eksempel innebære egenskaper, plassering osv. Hvor arbeidskrevende denne prosessen er, avhenger av detaljeringsgrad på BIM – modellen og hvor mye informasjon som er lagt inn på forhånd.

Kalkulatøren må også skape en sporbarhet i BIM – modellen. Det går ut på å gruppere objektene slik at man får et godt overblikk over helheten til BIM – modellen. Det bidrar til at kalkulatøren får en god forståelse av prosjektets størrelse og omfang og ikke bare en kalkulert total kostnad.

2 Oppbygning av resepter

Når modellen er strukturert og objektene har tilstrekkelig informasjon, må man bygge opp ulike resepter for de ulike objektene i BIM – modellen. Reseptene er i stor grad matematiske formler som beregner mengder for ulike poster i kalkylen, basert på informasjonen som er i modellen. For eksempel kan en vegg i BIM - modellen være 20mm tykk og ha en tagg som sier at veggen er en IV 03. Resepten må da ta hensyn til de ulike sjiktene i vegg IV 03, slik at man får en korrekt beskrivelse av hvilke materialer og mengder veggen har. Resepten bør også ta hensyn til objektets geografiske plasseringen i bygget i bygget, med utgangspunkt i aksesystemet og etasje. Dette skaper god sporbarhet i modellen. Reseptene legges sammen og vil til slutt bli poster i mengdekalkylen. Hvordan reseptene legges sammen, bestemmes i stor grad av hvor detaljert BIM – modellen er og hva slags kalkyle som skal lages.

3 Kalkulasjon av kalkylen

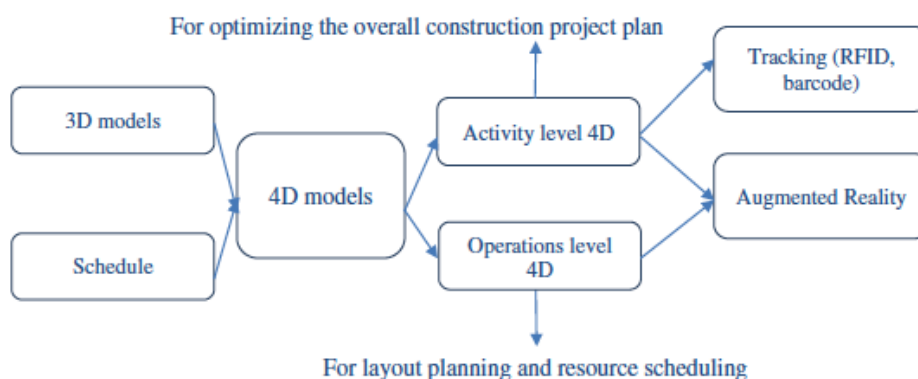
Den siste prosessen er kalkulere kalkylen. Her legges sammen reseptene og mengdene fra modellen, noe som skaper ulike poster for mengder. Disse mengdene brukes for å hente inn priser, enten fra databaser, leverandører eller underentreprenører.

Det er ikke nok med en BIM modell og en automatisk kalkulasjonsprosess, det er også nødvendig at kalkulatøren har grunnleggende kalkulasjonsforståelse. Byggets design og geometri må analyseres og det må velges en hensiktsmessige grupperingen av objektene og objektene må tillegges de riktige prisene (Müller, 2012). En kalkulasjonsprosess basert på BIM vil endre kalkulatørens hverdag, hvilket endrer krav til kunnskap og ferdigheter. Müller (2012) skriver at den mest fremtredende forskjellen mellom tradisjonell prosess og en BIM – prosess, er reduksjon av kalkulatørens kvantitative mengdeberegninger. Det massive arbeidet med å kalkulere og hente ut mengder forsvinner. I stedet brukes tiden på å tilrettelegge BIM – modellen, lage resepter og mappestrukturer som objektene blir sortert i (Hannon, 2007).

4.10.6 Fremdriftsplanlegging

Tanyer and Aouad (2005) poengter at dagens metoder for å planlegge og illustrere fremdrift (Gantt), benytter en dimensjon for noe som egentlig har fire dimensjoner. En av de største utfordringene ved dette, er at leddet mellom tegningen/modellen og fremdriftsplanen er planleggerens evner til å visualisere utførelsen. Kvaliteten til planen er derfor helt avhengig av planleggerens erfaring og evne til å visualisere.

Det er godt dekket i litteraturen hvordan fremdriftsplanlegging kan digitaliseres ved å ta i bruk BIM 4D. BIM 4D handler om å linke en BIM 3D modell til en fremdriftsplan, hvilket gjør at man kan simulere sekvenser eller hele byggeprosessen gjennom tid (Zhou, Ding, Wang, Truijens, & Luo, 2015). Zhou et al. (2015) deler bruk av BIM 4D i to kategorier, aktivitetsnivå og operasjonelt nivå. Figur 10 illustrerer de viktigste muliggjørerne for en BIM 4D modell og hva BIM 4D modellen kan anvendes til på operasjonelt – og aktivitetsnivå. Figuren viser også hvordan man kan anvende RFID og AR for å følge opp fremdriftsplanen.



Figur 10 – Muliggjørere og anvendelse av en BIM 4D modell (Zhou et al., 2015)

4D BIM på aktivitetsnivå har mange bruksområder beskrevet i litteraturen. Sattineni and Macdonald (2014); Zhou et al. (2015) med flere fokuserer på hvordan 4D BIM på aktivitetsnivå kan brukes å optimalisere den overordnede flyten og fremdriften for prosjektet. Ved å digitalt simulere hele eller deler av byggeprosessen kan man finne den beste rekkefølgen for å gjennomføre ulike arbeidsoperasjoner og optimalisere flyten. Man får også et godt visuelt verktøy for å identifisere problemområder, som for eksempel kollisjon mellom aktiviteter eller arbeidslag. Som analyseverktøy gir 4D BIM på aktivitetsnivå muligheten for å vurdere mange flere alternativer for utførelsen, hvilket kan bidra økt mulighet for prefabrikasjon (Schwegler et al., 2000).

Schwegler et al. (2000) mener at BIM 4D gir et mye bedre utgangspunkt for å vurdere mange flere aspekter ved fremdriftsplanen. Bakgrunnen for dette er blant annet at det er mye enklere å kommunisere fremdriftsplanen til andre personer, hvilket gjør at andre personer raskt kan få en

oversikt over hvordan byggingen skal gjennomføre og dermed kan komme med viktige innspill til prosessen. Bakgrunnen for dette er at BIM 4D skaper et mye bedre medium for å kommunikasjon, enn tradisjonelle Gantt – diagram. Eastman et al. (2011) fokuserer på hvordan BIM 4D planen kan anvendes som et kommunikasjonsverktøy på byggeplassen for å raskt gi nye aktører på byggeplassen en innføring i prosjektet. På den måten får aktørene en raskere forståelse av aspekter som; lagring av materialer, produksjon og fremdrift, avhengigheter mellom aktiviteter, midlertidige konstruksjoner, osv.

Sattineni and Macdonald (2014), Azhar (2011) med flere vurderer hvordan 4D BIM kan brukes som et nav for å overvåke fremdriften i et prosjekt, enten gjennom manuelle eller automatiserte metoder. 4D BIM kan være et godt verktøy for å analysere og evaluere de konstante endringene som skjer i et byggeprosjekt (Ding et al., 2014). 4D BIM blir på den måten et viktig verktøy for å styre fremdriften.

Ved å loggføre fremdriften til prosjektet med ulike fargekoder skapes et veldig visuelt bilde av hvor godt prosjektet ligger an i forhold til fremdriftsplanen (Mr. Satish A. Pitake, 2013). Ved å benytte RFID (databrikker som registrerer posisjon) vil man ha en automatisert overvåkning av fremdriften til prosjektet (Zhou et al., 2015).

4D BIM på aktivitetsnivå er et godt verktøy for å planlegge det overordnede ressursbehovet for prosjektet over tid (Azhar, 2011). Zhou et al. (2015) beskriver hvordan ansvarlig utførende kan optimalisere byggeplassens utforming, nettopp fordi man kan gjennomføre simuleringer av hele prosessen og dermed oppdage problemområder som ellers ikke ville blitt oppdaget.

Ding et al. (2014) presenterer at BIM 4D kan anvendes for miljøstyring og HMS - og risikoleidelse. De trekker frem mulighetene for visualisering utførelsen på et tidlig stadiet som de viktigste muliggjøerne. Hvis utførelsen kan visualisere før løsninger er bestemt, får man et bedre utgangspunkt for å velge tryggere løsninger og produksjonsmetoder.

4D BIM på operasjonelt nivå kan beskrives som en mer detaljert videreføring av aktivitetsnivå. En ulempe med aktivitetsnivå er at det ikke tar godt nok hensyn til midlertidige tiltak og ressurser som er nødvendig for å gjennomføre en aktivitet, som f. eks. stillas og forskaling (Zhou et al., 2015). 4D BIM på operasjonelt nivå brukes for å evaluere og analysere enkeltaktiviteter for å finne ressursbehovet til aktiviteter. Ved å gå detaljert inn i de ulike aktivitetene, kan planleggeren vurdere hvilke utstyr, informasjon, forutgående aktiviteter, osv. som behøves og hvilke problemer som kan oppstå. Operasjonelle analyser baserer seg på den overordnede planen fra aktivitetsnivå. Det betyr at en evaluering på operasjonelt nivå også vurderer kvaliteten til den overordnede planen til prosjektet (Zhou et al., 2015).

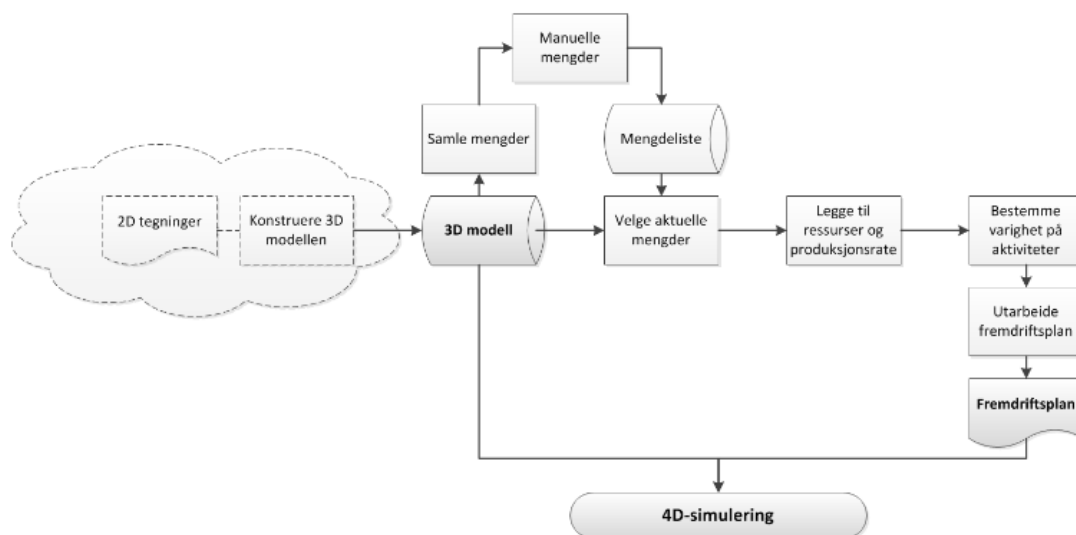
Mulig gevinst ved å digitalisere fremdriftsplanleggingen

Fan et al. (2014) sier at 8/9 mener at framdriftsplanen blir bedre når 4D BIM ble benyttet, mye på grunn av de visuelle mulighetene. De syntes det er vanskelig å si noe om hvor mye bedre fremdriftsplanen blir, men antar mellom 5 – og 10%. Forbedringene kom av mindre omarbeid, økt prefabrikasjon og mulighet for å detaljplanlegge fremdriften. Fan et al. (2014) mener det er vanskelig

å si noe om påliteligheten til fremdriftsplanen ble bedre, mens Nepal et al. (2014) mener at påliteligheten blir bedre, blant annet fordi det kan planlegges på et mer detaljert nivå. Azhar (2011) skriver at BIM 4D kan bidra til en 7% reduksjon i gjennomføringstid, men spesifiserer ikke hvordan. Mr. Satish A. Pitake (2013) fant at prosjekter hvor BIM 4D ble brukt hadde færre forsinkelser enn vanlig ettersom man fikk en mye bedre tolkning av sekvenser. Dette førte til bedre flyt.

Muliggjørere og forutsetninger for digitalisering av fremdriftsplanleggingen.

Som beskrevet handler BIM 4D om å linke sammen en fremdriftsplan og en BIM 3D modell. Dette gjøres ved å importere BIM 3D modellen og fremdriftsplanen til et dataprogram, hvor man «kobler» sammen elementer i modellen og aktiviteter i fremdriftsplanen (Reilstad, 2017). Hovedelementene i en BIM 4D modeller er altså en BIM 3D modell og en fremdriftsplan. Tulke and Hanff (2007) beskriver prosessen for å utarbeide en BIM 4D modell, som kan sees i Figur 11.



Figur 11 – Prosessen for å lage en BIM 4D modell (Tulke & Hanff, 2007)

Figur 11 viser at BIM 3D modellen er utgangspunktet for hele prosessen. Mengder og mengdelister hentes direkte fra BIM 3D modellen, hvilket betyr at BIM 3D modellen må struktureres og bearbeides på som beskrevet i kapittel 0. Mengdene anvendes for å utarbeide en fremdriftsplan, som senere knyttes sammen med BIM 3D modellen.

BIM 4D modellen sin hensikt, er ifølge Eastman et al. (2011) noe av det aller første som må vurderes ved utarbeidelsen av 4D BIM modellen. Hensikten bestemmer detaljeringsgraden som er nødvendig for BIM 3D modellen og fremdriftsplanen. Detaljeringsgraden henger ofte sammen med hvilket fase prosjektet er i og hvor godt utviklet BIM 3D modellen er (Iversen, 2013). For å illustrere sammenhengen mellom detaljnivået til BIM 3D modellen og fremdriftsplanen, benytter Iversen (2013) illustrasjonen i

Figur 12. Modellen viser at det viktige ikke fremdriftsplanen og modellen skal være så detaljert som mulig, men at de har et detaljnivå som henger sammen med hverandre.



Figur 12 – Sammenheng mellom detaljgrad i BIM 3D modell og fremdriftsplan (Iversen, 2013).

Boton, Kubicki, and Halin (2015) undersøkte hvilket LOD nivå som var hensiktsmessig for en BIM 4D modell gjennom prosjektet. Før utførelse (pre – Construction) var det nok med LOD 200 – 300. I utførelsen var det LOD 100 – 400. De fant at det ikke var nødvendig med lik LOD nivå på hele BIM 3D modellen, så lengde detaljeringen var god nok til å tjene sin hensikt. For eksempel er det ikke nødvendig å ha høy detaljeringsgrad på midlertidige konstruksjoner, hvis hensikten med elementet kun er å illustrere en hindring for utførelsen. BIM 3D modellen bør inneholde midlertidige konstruksjoner og elementer for å illustrere ulike ting som tar opp volum i utførelsen. Eksempler på dette kan være rigg, lagringsplasser, veier for transport og plass som ulike arbeidsaktiviteter og prosesser trenger (Eastman et al., 2011).

4D BIM simuleringer, både på operasjonelt nivå og aktivitetsnivå kan gjennomføres i dataprogrammer. Schwegler et al. (2000) trekker derimot fram nytteverdien av å benytte virtuelle verktøy som VR briller og VR rom. Spesielt på operasjonelt mener Schwegler et al. (2000) at man har et stort utbytte av å benytte VR teknologi, ettersom det gir det mest realistiske bilde av hvordan en aktivitet skal gjennomføres.

4.10.7 Kostnadsestimering, oppfølging, analyser og rapportering

Sattineni and Macdonald (2014) forklarer; BIM 3D inneholder informasjon om alle objekter og egenskaper prosjektet, BIM 4D legger til alle aktivitetene som trenges for å realisere BIM 3D modellen, BIM 5D knytter BIM 4D til en kostnadsdatabase, som inneholder all økonomisk informasjon om både objekter, aktiviteter og prosjektet. En BIM 5D benyttes for kostnadsestimering og styring av økonomi i prosjektet og gjør det mulig å analysere alle økonomiske aspekter for både byggets prosjektgjennomføringen og levetid.

Sattineni and Macdonald (2014) fremhever at BIM 5D er nyttig for alle prosjektets faser. I planleggingsfasen kan BIM 5D generere kostnadsestimater for utførelsen fortløpende, slik at det er mulig å vurdere og analysere ulike alternativer økonomisk, både i forhold til prosjektkostnad og livsløpskostnader. Den gode økonomiske kontrollen over prosjektets utvikling gjør at man får et mye bedre grunnlag for beslutninger. I utførelsesfasen kan BIM 5D benyttes for å ha bedre grunnlag for rapportering, analyse av endringer og kontroll over prosjektets økonomiske situasjon til enhver tid. I etterkant av prosjektet vil en 5D BIM være nyttig for å skape gode erfaringstall for fremtidige prosjekter og benchmarking (etablering av beste praksis). Fazli, Fathi, Enferadi, Fazli, and Fathi (2014) skriver at BIM 5D er et verktøy som potensielt kan øke profitmarginer for dem som anvende det, gjennom at brukeren av verktøyet får en mye større forståelse av hva som er kostnadsdrivere i prosjektet og kontroll over kostnadsutviklingen. Ved god anvendelse kan BIM 5D gi firmaer et godt rykte for å ha meget god økonomisk kontroll over prosjektkostnaden.

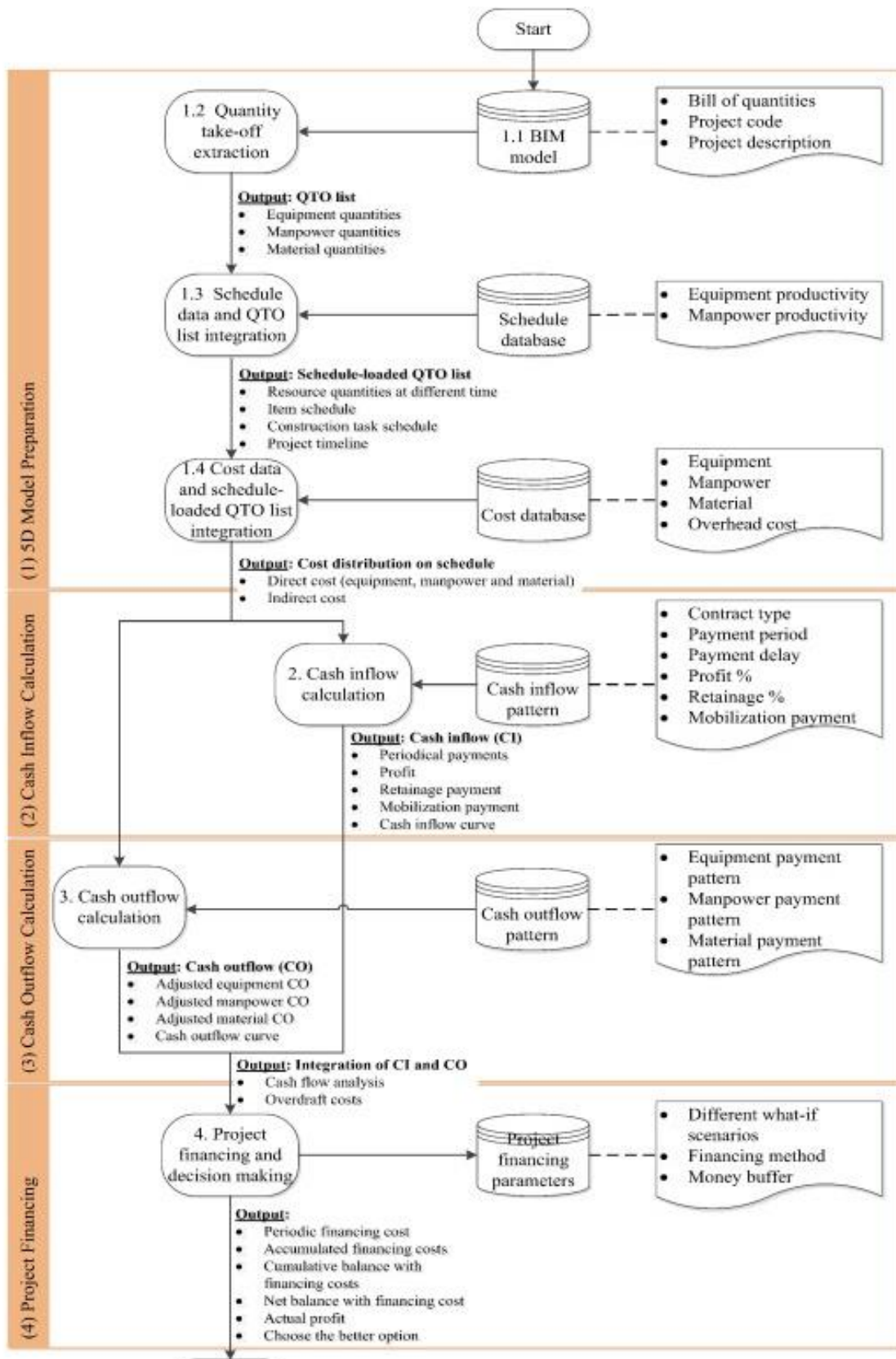
Lu, Won, and Cheng (2016) presenterer et rammeverk for hvordan BIM 5D kan konstrueres og anvendes for finansielle beslutninger i byggeprosjekter. Rammeverket er illustrert i Figur 13 og viser hvilke elementer som må være på plass for å lage en BIM 5D og hvordan modellen kan brukes. BIM 5D rammeverket til Lu et al. (2016) er firedele. Del 1 i rammeverket er utarbeidelse - og forberedelse av 5D BIM modellen. For å forberede en BIM 5D modell, er det først nødvendig og utarbeide en BIM 3D modell. BIM 3D modellen bør være basert på en «BIM manual» som definerer hva BIM 5D modellen skal brukes til gjennom prosjektet og hvilke kriterier BIM 3D modellen skal følge (Mukkavaara, Jansson, Holmberg, & Sandberg, 2016). BIM 3D modellen må ha riktig klassifiseringskoder og ikke inneholde noen unik objekter⁷. Smith (2014) poengterer at en viktig forutsetning for BIM 5D er kvaliteten på BIM 3D modellen.

BIM 3D modellen blir utgangspunktet for et mengdeuttak. Mengdene kobles til en tid og produksjonsratedatabase, som danner en BIM 4D modell. BIM 4D modellen brukes til å lage ulike scenarier og simuleringer for utførelsen. Simuleringene eller scenarioene fra BIM 4D modellen kan deretter kobles til en ekstern database med kostnader for materialer, utstyr, arbeidskraft, administrasjon, osv (Lu et al., 2016). Dette skaper en BIM 5D modell.

I Del 2 og del 3 i rammeverket til Lu et al. (2016) legges økonomiske forutsetninger inn i BIM 5D modellen. Del 2 beskriver forutsetninger for inntjening, mens del 3 beskriver forutsetninger for utbetalinger. Forutsetningen er knyttet til kontraktstype, inntjenings – og utbetalingsperiode, profitt, osv. Resultatet etter del 2 og del 3 er økonomiske analyser av prosjektet. Del 4 er gjentakelse av de foregående delene og simulering av ulike scenarier for å evaluere prosjektets økonomisk og mulighet for profitt. På bakgrunn av de ulike simuleringene og analysene er målet å ha et bedre grunnlag for å gjøre bedre beslutninger i prosjekt og ha mer kontroll over hvordan valg påvirker mulig profitt. Smith (2014) kartla ulike forutsetninger som må være til stede for utarbeidelse og effektiv anvendelse av BIM 5D. I tillegg til ulike Software, hardware, BIM 4D modell, kostandsdatabaser for objekter og - aktiviteter og informasjon om prosjektets økonomiske

⁷ Unike objekter beskrives av Mukkavaara et al. (2016) som objekter som ikke er forhåndskjent og som man ikke har data for tid og kostnad for.

forutsetninger, må følgende utfordringer overkommes; Interoperabilitetsproblemer, deling av pris – og kostnadsdatabaser mellom bedriftene, endring av forretningsmodeller, kontraktuelle utfordringer.



Figur 13 – Rammeverk for konstruksjon og bruk av 5D BIM (Lu et al., 2016)

4.10.8 Byggeplassledelse og utførelse

Det er gjennomført mange studier for å kartlegge hvordan BIM og BIM verktøy kan anvendes for å lede byggeplassen og utførelsen. Det er knyttet store forventninger om at BIM kan benyttes for å optimalisere byggeplassen og sikre en mest mulig Lean gjennomføring (Azhar, 2011). Følgende kommer en oppsummering av de ulike områdene som er beskrevet i litteraturen, med tilhørende gevinst og muliggjørere.

Logistikk

Logistikk på en byggeplass inkluderer elementer som lagring, transport, håndtering og distribuering av ressurser, i tillegg til planlegging av byggeplassens utforming og utvikling gjennom prosjektet (Barista, 2014). Byggeplassen danner utgangspunktet for produksjonen og er en viktig tilrettelegger for god flyt i prosjektet. Eastman et al. (2011) trekker frem at BIM 3D men også spesielt BIM 4D gir helt nye muligheter for å planlegging av byggeplasslogistikk. Det innebærer alt innenfor utforming av byggeplassen og koordinering av vareleveranser og arbeid over tid.

Ved å planlegge byggeplassen og produksjonen på et mye mer detaljert nivå, mener Eastman et al. (2011) at entreprenøren vil ha et mye bedre utgangspunkt for å oppnå god flyt i produksjonen. I begrepet flyt legger Eastman et al. (2011) reduksjon av de syv formene for sløsing og leveranser etter Just In time prinsippet. Barista (2014) fokuserer på at BIM 3D skaper en bedre forståelse av hvilken informasjon som er viktig for logistikken. Ved å samle informasjon om byggeplassens utforming, bestillinger, leveranser i samme plattform, kan man behandle informasjon på en helt ny måte og effektivisere produksjonslinjen.

Bruk av BIM 3D og BIM 4D for planlegging av byggeplassen og logistikk redusere risiko knyttet til HMS (Barista, 2014; Ding et al., 2014; Nepal et al., 2014).

For å optimalisere logistikk, er det mange som trekker frem RFID som et godt verktøy. RFID - Radio Frequency identification, er et digitalt brikkesystem som trådløst kommuniserer med en mottaker. En RFID brikke kan sende, motta, lagre, produsere og oppdatere informasjon (Sun, Jiang, & Jiang, 2013). En RFID brikke kan festes til «alt» og gir muligheten til å overvåke og samle inn den informasjonen som er ønskelig. Med tanke på byggeprosjekter, beskriver Sun et al. (2013) følgende bruksområder for RFID;

- Oppfølging og kontroll av fremdrift
- Kvalitetsledelse gjennom: overvåking av for eksempel betongens modenhet, kvalitetssikring ved å dokumentere produksjonsforhold (temperatur og klima)
- Bedre kontroll over byggets vedlikeholdsbehov (i FDV fasen)
- Støtteverktøy for logistikk; sporing av materialer
- Sikkerhet - og risikoleidelse; advare om farlige forhold.
- Dokumentering av utførelsen; Sjekklistor og dokumentering.
- Avfallshåndtering

El Ghazali, Lefebvre, and Lefebvre (2012) kom fram i sin studie, at RFID har potensialet til å forbedre følgende områder i utførelsen:

- Gjennom dokumentering av produksjon i sanntid, har RFID potensiale til å standardisere - og sette en ny standard for hvordan produksjon og prosesser dokumenteres.
- Tidligvarsel om mulige problemer. Eksempelvis, ved detaljert overvåking av materialleveranser vil man få tidlige varseltegn hvis leveranser ikke kommer som planlagt.
- Effektiv og involverende beslutningstaking. Beslutninger kan gjøres basert på god og riktig informasjon, hvilket betyr at mer rasjonelle beslutninger. Gode beslutninger kan gjøres uten fysisk tilstedeværelse, ettersom informasjonstilgangen endres.

Som teknologi består RFID av fire komponenter som må være tilstede for at det skal fungere; RFID brikke med antenne som skaper og sender informasjon, RFID mottaker som tar imot informasjonen, RFID «middleware» (sørger for innsamling av data, backup, informasjonssikkerhet) og RFID Software som leser informasjonen.

Fossheim and Skjelbred (2015) sammenlignet logistikkhåndtering i byggebransjen og oljebransjen og kom frem til at byggebransjen har mye å lære. De fant fire punkter som burde overholdes for å oppnå effektiv logistikk i byggeprosjekter;

- Utformingen av riggen og logistikk bør vurderes fra et tidlig stadiet. Det er kostbart å endre byggeplassen underveis.
- Det bør brukes programvarer for å planlegge byggeplassen, logistikken og bestillinger. Ved å anvende programvare for å planlegge bestillinger kan man optimalisere bestillingen ved å detaljere mengder, hvordan sendingen skal pakkes, når den skal komme, hvor den skal leveres på byggeplassen, osv.
- Det bør brukes en strukturert tilnærming for å oppnå optimal ytelse. For eksempel Last Planner Principe, Just In Time.
- Byggeplassen og logistikken må skreddersys til hvert prosjekt. Ingen prosjekter er like med tanke på hva som skal bygges, omgivelser, mulighet for lagringsplass, osv.

Song, Fischer, and Theis (2016) undersøkte hvilket LOD nivå en BIM 3D modell bør være på hvis den skal brukes for å planlegge materialbehovet til daglig produksjon. Studien viser at når en BIM 3D modell har LOD 300, så korresponderer den 29 % med hva som er det reelle materialbehovet til en dags arbeid. Når BIM 3D modellen har en LOD 400, så korresponderer det 98 % med det reelle materialbehovet. Artikkelen konkluderer med at det er helt essensielt at BIM 3D modellen har LOD 400 hvis den skal anvendes for daglig produksjonsplanlegging.

Pre – fabrikasjon

Azhar (2011); Schwegler et al. (2000); Nepal et al. (2014); Whitlock, Abanda, Manjia, Pettang, and Nkeng (2018) omtaler hvordan man kan maksimere muligheten for prefabrikasjon ved bruk av BIM. Det gjelder både produksjon av byggematerialer (som for eksempel et betongelement), men også delvis montasje av elementer.

Nepal et al. (2014); Fan et al. (2014); Azhar (2011) mener BIM bidrar til høyere andel prefabrikasjon i prosjekter. I følge Whitlock et al. (2018), kan man oppnå flere gevinster ved å øke andelen prefabrikasjon i prosjekter:

- Bedre presisjon og kvalitet
- Redusert tid for utførelse
- Tryggere og mer rene arbeidsforhold
- Redusere antall arbeidere på byggeplassen
- Redusere problemer knyttet til koordinering av fag
- Redusert behov for lagring og internt transport av materialer.

Det er ulike muliggjørere som må/ være på plass for å økt andelen prefabrikasjon i prosjekter. Det første er en tidlig involvering av utførende part i prosjekteringen (Barista, 2014). Det neste er å ha en detaljert BIM 3D modell. BIM 3D modellen bør ha en LOD 400 eller høyere, slik at man kan hente tegninger og produksjonsgrunnlag direkte fra BIM 3D modellen (Barista, 2014). En BIM 4D øker muligheten for prefabrikasjon betraktelig, ettersom at man på en mye mer effektiv måte og på et mye tidligere tidspunkt, kan vurdere ulike former for utførelse (Nepal et al., 2014).

Overvåking av fremdrift og utførelse

Dagens manuelle metoder for overvåking av fremdrift og utførelse innebærer visuelle observasjoner og tradisjonell notering. Disse metodene er timekrevende og det er stor fare for menneskelige feil, både knyttet til hvordan de gjennomføres, men også knyttet til hvor ofte de gjennomføres (Alizadehsalehi & Yitmen, 2016). Følgende kommer en beskrivelse av automatiserte verktøy som er utviklet for å digitalisere oppfølging av fremdrift og utførelse.

Alizadehsalehi and Yitmen (2016) undersøkte ulike former for å automatisere overvåking av byggeprosjektutførelsen, som går under navnet (ACPPM – Automated Construction Project Process Monitoring). De så på hvilket automatiserte verktøy som ble anvendt, hvor gode verktøyene var for ulike formål og de rangerte verktøyene basert på hvem som totalt sett var best egnet. Kriteriet for teknologien som var med i undersøkelsen var at verktøyet automatisk kunne samle inn informasjon om utførelsen som kan brukes enten for å overvåke progresjonen eller brukes for å utarbeide en AS – build BIM modell. Følgende kommer en kort beskrivelse av ulike verktøy som var inkludert i undersøkelsen.

Image – based Modelling. Registrering av digitale bilder og 3D modellen i et felles koordinatsystem, som sammenligner bildet og 3D modellen. **3D Laser Scanning (LS).** Samler tredimensjonale bilder av utførelsen som sammenlignes med 4D modellen gjennom byggeprosessen. **Radio Frequency Identification (RFID).** Digital sporing, registrering, lagring og deling av informasjon. **Barcodes.** Scanning av barcodes (strekoder) som sitter på materialer og produkter. **Ultra – Wideband (UWB).** Posisjonen og bevegelser til databrikker som kan spores trådløst rundt omkring på byggeplassen, slik at man visuelt kan se hvor ting er til enhver tid. **Global Positioning System (GPS).** Volum – basert satellitt navigeringssystem som registrerer sted /tid – informasjon. **Wireless Sensor Network (WSN).** Utplassering av automatiske sensorer som sender informasjon om fysiske forhold (temperatur,

fuktighet, lyd, trykk, osv). Resultatet i undersøkelsen, se Tabell 10, viser hvor gode de ulike ACPPM – verktøyene er for ulike formål, sett relativt til hverandre. Eksempelvis er WSN best for datainnsamling om miljøforhold, mens GPS er dårligst. De ulike verktøyene krever ulike muliggjøre for å kunne anvendes. Felles for alle verktøyene er at de tar utgangspunkt i en BIM 4D modell. BIM 4D modeller er en meget rik kilde for informasjon, ettersom den beskriver prosjektet «som planlagt» (as – planned), både i forhold til 3D geometri og planlagt fremdrift (Alizadehsalehi & Yitmen, 2016).

Tabell 10 – Automatiserte metoder for overvåking av prosjektet (Alizadehsalehi & Yitmen, 2016)

	Dokumentering av produksjonsforhold	Fysisk datainnsamling	Kvalitetskontroll	Visuell inspeksjon uten fysisk tilstedeværelse	Beslutninger uten fysisk tilstedeværelse	Visualisering av fremdrift	Visualisering av byggeplasslogistikk	Sikkerhetsanalyser	Totalt
Image – based Modelling	4	2	5	1	1	1	2	4	2
3D Laser Scanning (LS)	3	1	4	2	1	1	2	2	1
Radio Frequency Identification (RFID)	2	5	5	2	1	3	1	1	3
Barcodes	6	4	2	7	7	5	5	6	5
Ultra – Wideband (UWB)	5	3	1	5	4	4	4	2	4
Global Positioning System (GPS)	7	7	7	4	4	6	6	4	7
Wireless Sensor Network (WSN)	1	6	3	6	4	6	7	7	6

Totalt sett er 3D laser skanning det ACPPM – verktøyet som kommer best ut, relativt til de andre. Nestbest er Image – based Modelling. Figur 14 viser hvordan Alizadehsalehi and Yitmen (2016) oppsummere forutsetninger, prosessen og mulig gevinst for de to beste verktøyene 3D laser skanning og Image – based Modelling.

Automated Project Progress Monitoring	Field Data Capturing Technologies	Requirement	Process	Benefits
Physical data collection	3D Laser Scanning (LS)	<ul style="list-style-type: none"> -Identification of best possible position for Laser Scan in the construction site. -Integration different position scan data captured together in large scale construction sites 	<ul style="list-style-type: none"> - Scanning automatically of the desired points -Creation of 3D as- built point cloud model -Object detection along the X, Y and Z directions -Easily converting to 3D, 4D or n-D BIM- model (Scan-to-BIM) -Improve the multidiscipline coordination of structural design documentation 	<ul style="list-style-type: none"> -Time saving/Automatically making real-time state of project. -Automatically comparing for detecting progress deviations and using to update the schedule of the remaining process -Remote visual inspection -Cost effective operation -Quality assessment of existing infrastructure and construction sites -Remote decision making -Minimizing errors, and enhancing collaboration between engineering and architecture teams
Physical data collection	Image-based	<ul style="list-style-type: none"> -Camera selection -Camera location to be high enough to minimize line-of-sight interruptions to the view of the construction site -The camera to be programmable and equipped with a pan, tilt, and zoom movement function -Wired or wireless local area networks with internet connections for the transfer and saving of acquired site-image data to a main server 	<ul style="list-style-type: none"> -Acquisition continuously records of high- resolution site images for representation of geometric attributes e.g., size, shape, faces, edges colour, location of objects etc. -Analysing the recorded images by applying computer vision technologies to obtain as-built 3D models automatically 	<ul style="list-style-type: none"> -Inexpensive operation -Can be used more flexible -Sharing of construction photographs on a truly massive scale to easily understandable -Integrating with other technologies and computer vision to make 2D, 3D and n-D for progress monitoring analysis -Detection of newly constructed elements and update of the construction schedule -Easy comparing different project status and describing progress deviations

Figur 14 – Mulig gevinst og forutsetninger for bruk av 3D skanner og Image - Based Modelling (Alizadehsalehi & Yitmen, 2016).

Det finnes ulike verktøy for manuell oppfølging av fremdrift og produksjon. Dette handler i stor grad om å gjøre tilgjengelig planer og modeller ute på byggeplassen. Wang et al. (2013) fokuserer hvordan BIM kan gjøres tilgjengelig gjennom AR – verktøy, mens Svalestuen et al. (2017) fokuserer på bruk av nettbrett og BIM kiosker.

Wang et al. (2013) beskriver at AR kan benyttes for å overvåke prosjektet og utførelsen på følgende områder;

- Kommunisere BIM 4D modellen mellom personellet på byggeplassen, som skaper en bedre forståelse av planlagt utførelse.
- Sammenligning av hva som er bygget med hva som er planlagt, både i forhold til kvalitet og fremdrift.
- Samle data om utførelsen, slik at man kan justere fremdriftsplanen etter faktisk fremdrift.

Bruk av AR teknologi kan føre til gevinster for alle områder hvor det lønner seg å visualisere informasjon. Når det gjelder spesielle gevinster knyttet til overvåking av fremdrift og utførelse,

trekker Wang et al. (2013) fram; bedre visuell kontroll over komplekse geometrier og kompleks utførelse, redusere sløsing knyttet til defekter og færre feil og kollisjoner.

Tegningshåndtering

Svalestuen et al. (2017) fant i sin undersøkelse at en av de største problemene i grensesnittet mellom prosjektering og utførelse er feil og mangler i produksjonsgrunnlaget og forsinket tegninger. Azhar (2011); Svalestuen et al. (2017); Aranda-Mena et al. (2009) med flere diskuterer muligheten å hente produksjonstegninger og beskrivelser direkte fra BIM 3D modellen. Ved å hente tegninger direkte fra modellen vil man alltid ha tilgang til den siste revisjonen og man har mulighet til å hente tegninger i det størrelsesformatet som er ønskelig (Svalestuen et al., 2017). Byggeplassen har med andre ord alltid tilgang de tegningen og beskrivelsen de måtte trenge for å gjennomføre produksjonen, hvis en BIM 3D modellen er utarbeidet og er korrekt. For å distribuere tegningen beskrives ulike BIM verktøy som BIM kiosker, IPAD/nettbrett og smarttelefoner (Svalestuen et al., 2017). Det trekkes frem flere gevinster ved å hente produksjonstegninger direkte fra BIM 3D modellen og distribuere gjennom BIM verktøy. For deling av tegninger er man avhengig av hardware og Software.

BIM 3D modellen er kvalitetssikret gjennom kollisjonskontroller og visuelle analyser. Tegninger som er hentet direkte fra BIM 3D modellen er derfor mer kvalitetssikret, mer byggbare og bedre koordinert med tegninger fra andre fag (Azhar, 2011). For at man skal kunne modellere direkte fra BIM 3D modellen, må den ha LOD 400 eller høyere (Barista, 2014).

BIM verktøy ute på byggeplassen reduserer risikoen for gamle og utdaterte tegninger, ettersom digitale tegninger automatisk oppdateres hvis noe endres i BIM 3D modellen (Eastman et al., 2011; Svalestuen et al., 2017). En fordel er at man slipper å bruke ressurser på produksjon og distribusjon av 2D tegninger (Luth et al., 2013; Svalestuen et al., 2017).

Arbeiderne får bedre forståelse av hva som skal produseres og de får enkelt tilgang til all den informasjonen de trenger for å produsere. Dette kan være informasjon om tekniske krav, fremdrift og vær. Den forbedrede tilgangen på informasjon kan ha en positiv effekt på produktiviteten. Spesielt mener Svalestuen et al. (2017) at tekniske fag som ventilasjon, rør og elektro har stor nytte av de visuelle 3D mulighetene BIM gir. For å kommunisere dette bør BIM 4D anvendes.

BIM verktøy skaper mulighet for bedre kommunikasjonen mellom funksjoner og arbeidere gjennom funksjoner som Skype og chattetjenester (Svalestuen et al., 2017). Svalestuen et al. (2017) fant også at BIM verktøyene er gode verktøy for å rapportere; feil i produksjonsgrunnlaget, kvalitetskontroller, dokumentasjon, avvik og ferdigstilling av aktiviteter.

Svalestuen et al. (2017) trekker frem at den digitale distribueringen krever internett tilgang over hele byggeplassen. En utfordring ved dette er praktisk gjennomføring, men også at det skaper en utfordring knyttet til informasjonssikkerhet.

Datalagring og behandling, problemløsning og kommunikasjon

Kjøbli (2013) undersøkte mulige bruksområder for BIM ute på byggeplassen. Ved å bruke BIM modellen som senter for lagring og deling av informasjon, skaper man en nye arena for bruk og behandling av informasjon i utførelsesfasen. Tabell 11 viser hvilket bruksområder Kjøbli (2013) kartla i sin undersøkelse.

Tabell 11 – Bruksområder for BIM modellen ute på byggeplassen (Kjøbli, 2013)

Datalagring og – behandling	
Rapportgenerering	<i>I løpet av produksjonsfasen gjennomføres det mange inspeksjoner og rapportering innenfor områder som HMS, KS, Avvik, befaringer. Alle disse rapportene kan samles i et felles dataformat og hver rapport kan knyttes til enkeltelementer i en BIM modell.</i>
Oppdatering av informasjon	<i>Når BIM modellen gjøres tilgjengelig ute på byggeplassen og det åpnes for å kunne kommunisere fra byggeplassen inn i modellen, kan man oppdatere informasjon om endringer og utførelse direkte til BIM modellen. Informasjonen kan anvendes for utarbeidelse av as – build modell og FDV dokumentasjon.</i>
Problemløsning og kommunikasjon	
Oppretting av melding/merknader	<i>Gjennom produksjonen vil det alltid være behov for å kommunisere meldinger og merknader til andre aktører i prosjektet. Dette kan være informasjon som ikke trenger å formaliseres gjennom rapportering. Ved knytte meldingen/merkningen til elementer i modellen, får man full oversikt over alle meldinger og merknader i prosjektet, hvem som er aktive og hvem som er lukket.</i>
Steduavhengig informasjonsdeling i sanntid	<i>Digitalisering av informasjon skaper en arena for sanntid kommunikasjon mellom aktører, uten fysisk tilstedeværelse.</i>
Koordinering	<i>En samlet oversikt over rapporterte avvik, merknader, befaringer, osv, kan brukes for å koordinere den videre utførelsen.</i>
Plattform på tvers av aktører	<i>Felles for alle punktene ovenfor er at de tar utgangspunkt i at all kommunikasjon og deling av informasjon mellom aktører i prosjektet skal skje gjennom en plattform. En felles plattform</i>

Dokumentering av avvik, befaringer og løsninger må som regel gjennomføres minst to ganger på en byggeplass, først når inspeksjonen faktisk gjennomføres, deretter en gang til i et datadokument (Svalestuen et al., 2017). Ved å ha BIM verktøy ute på byggeplassen og en Software for dokumenteringen, eller registrering av avvik, kan man i stedet gjennomføre arbeidet én gang, hvilket er meget tidsbesparende.

FDV dokumentasjon

Digitalisering av FDV – dokumentasjonen, handler om å gå fra en dokumentbasert FDV leveranse, til en modellbasert FDV dokumentasjon (Luth et al., 2013). Modellbasert FDV dokumentasjonen går i litteraturen under betegnelsen FDV BIM, AIM, digital tvilling, FM BIM, eller AS BUILD BIM. Her vil betegnelsen FDV BIM benyttes. FDV BIM modellen skal inneholde all informasjon byggherren trenger å vite om bygget, for at hans skal kunne bruke, drifte og utvikle bygget på en effektiv måte (Azhar et al., 2015). FDV BIM modellen må derfor inneholde beskrivelser om bygget – og enkeltelementers egenskaper og geometri.

I dag er FDV - dokumentasjonen som overleveres byggherren ved overlevering er i mange tilfeller mangelfull (Thair & Wong, 2013). Mye av grunnen til dette er at informasjonen blir samlet inn når prosjektet er slutt og da er mye av informasjonen mistet. Det er derfor essensielt at det standardiseres rutiner for hvilken informasjon FDV BIM modellen skal inneholde og hvordan informasjonen skal samles inn i løpet av prosjektet (Thair & Wong, 2013). PAS 1192 – 2 er en veileder for hvordan informasjonsleveransen i prosjektet kan organiseres, slik at produksjonen av FDV BIM modellen står i fokus gjennom hele prosjektet (BSI, 2013b).

FDV BIM modellen må ha et detaljnivå på LOD 500, hvilket betegnes med «som – bygget». Yoders (2013) skriver at forskjellen mellom LOD 400 og LOD 500 ikke handler om geometrisk detaljering, men om hvilken informasjon som er knyttet til de ulike elementene. LOD 500 handler egentlig mer om «ren informasjon» og ikke «grafisk representasjon» (Yoders, 2013). For å samle informasjon om geometri og utførelse fra utførelsesfasen til FDV BIM modellen kan man anvende ulike manuelle eller automatiserte verktøy. Manuelle verktøy innebærer i dette tilfellet BIM verktøy, mens automatiserte verktøy innebærer RFID, 3D skanner, Image – Based Modelling, osv.

Det oppstår ofte interoperabilitetsproblemer mellom informasjon som skapes i prosjektfasen og informasjon som kan anvendes i FDV – fasen til et bygg (Thair & Wong, 2013). Det er derfor viktig at FDV BIM modellen følger standardene IFC, IFD og IDM for struktur og oppbygging.

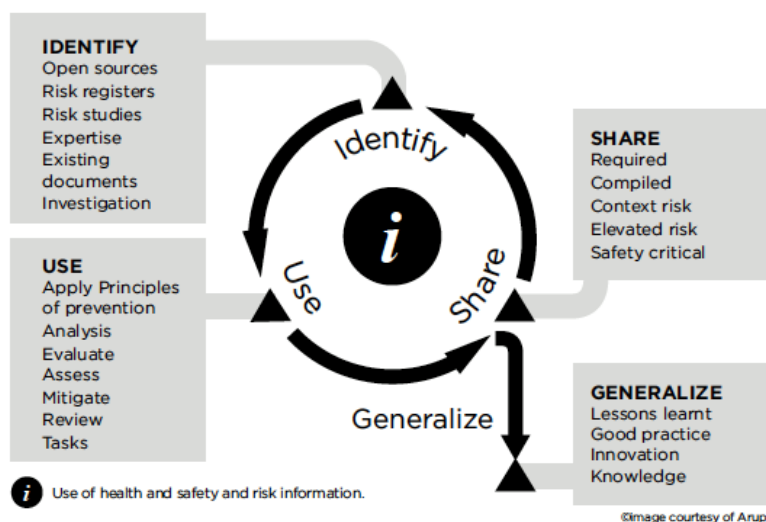
4.11 PAS 1192 – 6, SPESIFIKASJON FOR HMS - OG RISIKOSTYRING

PAS 1192 – 6 (2018) er på samme måte som PAS 1192 -2, en veileder for hvordan byggeprosjekter kan gjennomføres med på et BIM Level 2 nivå. PAS 1192 – 6 omhandler retningslinjer for å ivareta informasjon knyttet til HMS og risiko gjennom hele prosjektet. PAS 1192 – 6 spesifiserer hvordan bruk og deling av informasjon om HMS kan bidra til ulike gevinster (BSI, 2018):

- Skape et sikrere miljø for sluttbrukeren
- Bedre
-
-

Nepal et al. (2014) og Tanyer and Aouad (2005) mener å kunne påvise en forbedret HMS prestasjon i gjennomføringsfasen i prosjekter som anvender BIM for prosjektering og planlegging. Spesielt trekker de begge fram 4D BIM og visualiseringsmulighetene det gir som en viktig bidragsyter. Begrunnelsen er at 4D BIM bidrar til at problem – og risikoområder oppdages på et mye tidligere tidspunkt i prosjektet.

PAS 1192 – 6 beskriver en strategi for hvordan prosjektets aktører skal identifisere, dele, bruke og lære av informasjon om HMS og risiko gjennom prosjektet. Figur 15 viser hvordan PAS 1192 – 6 mener at informasjon knyttet til risiko skal håndteres i et prosjekt på BIM Level 2. De fire elementene er generelle og skal gjelde for alle prosjektets aktører slik at prosjektet har en samlet tilnærming for håndtering av informasjon om HMS (BSI, 2018). Ulike aktører vil derimot ha ulike strategier for hvordan prosessen skal implementeres. Etterfølgende kommer en oppsummering av de generelle retningslinjene som PAS 1192 – 6 beskriver for prosesser og verktøy.



Figur 15 – Strategi for HMS og risiko (BSI, 2018)

Generelle momenter fra PAS 1192 - 6 (BSI, 2018):

- Byggherren skal påpeke i EIR dokumentet at PAS 1192 – 2 sine retningslinjer for deling, utvikling og bruk av informasjon skal gjelde i prosjektet.
- Aktører skal i sin BEP – BIM gjennomføringsplan før kontrakt, beskrive hvordan informasjon knyttet til HMS og risiko skal håndteres.

Spesifikke momenter fra PAS 1192 – 6, knyttet til BIM prosesser og verktøy (BSI, 2018):

- Informasjon om HMS og risiko skal deles og være tilgjengelig i CDE – Common Data Enviroment i alle prosjektets faser.
- Hver aktør skal analysere forskjellen mellom sine internsystemer og de spesifikke kravene i prosjektet og lage strategier for hvordan utfordringer skal løses.

- Hver aktør skal lage en oversikt over hvilken informasjon de trenger for å kunne gjøre HMS – og risikovurdering gjennom prosjektet.
- Informasjon knyttet til HMS og risiko skal deles på et åpent format (IFC).
- Aktører skal bruke 3D og 4D modeller, som kan illustrere sekvenser, risiko – og fareområder, ferdiggrad, begrensinger, krav og behov til utførelse og resultat.
- Det skal standardiseres hvordan risiko kan oppdages gjennom kollisjonskontroller, visualisering av 3D og 4D modeller, fare - og risikoanalyser.
- Informasjon om risiko skal beskrives med kommentarer i 2D – 3D modeller, basert på ISO 3864.
- Hver aktør skal dele informasjon om erfaringer, innovasjon og forbedret praksis.
- Hver aktør skal utvikle systemer som beskriver hvordan BIM forbedrer HMS risikoen i prosjektet.
 - Dette kan typisk være resultatet fra kollisjonskontroll, forbedringer som følge av 3D og 4D visualisering av sekvenser,
 - Validering av As – build.
 - Analyser av byggbarhet som fører til reduksjon av fareområder.

4.12 KONTRAKTINNGÅELSE MED BYGGHERREN

Kontrakter bestemmer leveransen, fordeler ansvar, risiko og påvirkningsmulighet i prosjektgjennomføringen (Lædre, 2009). Hovedvekten av kontraktbestemmelsene som anvendes i byggebransjen i dag går under betegnelsen tradisjonelle kontraktsbestemmelser og er standardisert gjennom NS 87xx – serien (Knudsen, 2017). Standard Norges sektorstyre mener at Standardkontraktene burde revideres hvis de skal anvendes i BIM prosjekter, eller det bør anvendes utradisjonelle kontraktsbestemmelser (Knudsen, 2017). Utradisjonelle kontraktsbestemmelser kalles gjerne relasjonskontrakter og eksempler på dette er samspillkontrakter og Integrated Project Delivery. Hensikten med utradisjonelle kontrakter er å stryke samarbeidet mellom prosjektets aktører gjennom et rammeverk for fordeling av profitt, risiko og ansvar (Knudsen, 2017).

Knudsen (2017) avdekket i sine undersøkelser om implementering av BIM knyttet til kontraktsforhold, at det er store variasjoner hvor mye BIM anvendes i prosjekter. Knudsen (2017) relatere utfordringer for effektiv bruk av BIM til;

- Mangelfulle og utydelige krav fra byggherren,
- Hindringer i standardkontrakter,
- Perspektivet til byggherren,
- Totalentreprenørens forankring,
- Detaljering av krav til BIM modellen,
- Kompetanse hos entreprenør og byggherren,
- Konservative holdninger,
- Mangel på kunnskap om hvordan BIM skaper verdi.

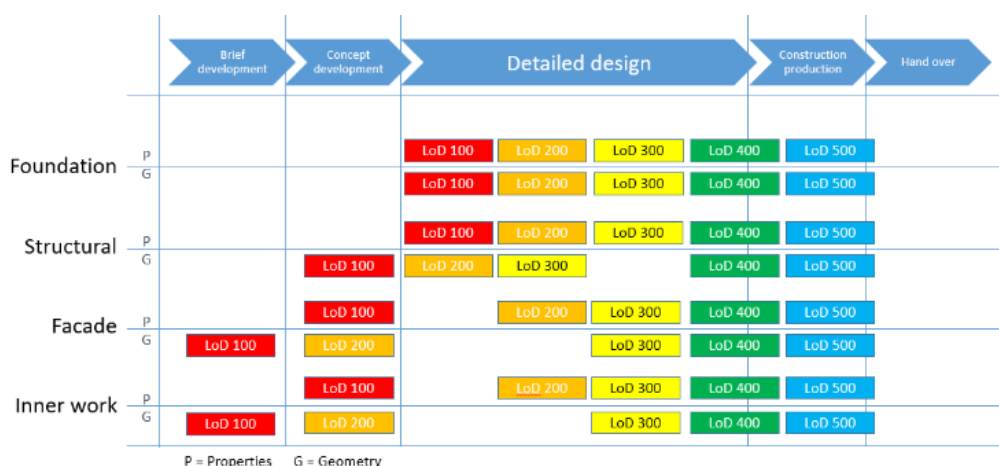
For å legge til rette for effektiv anvendelse av BIM gjennom prosjektet, anbefaler Knudsen (2017) fire tiltak relatert til entreprenøren og byggherren:

- Byggherren må sette tydelige krav til BIM leveransen og kravene må tydeliggjøres og kommuniseres. BIM kravene har en tendens til å drukne i alle andre anskaffelsesdokumenter. BIM leveransen kan defineres i en prosjektspesifikk BIM manual.
- Byggherren bør vektlegge BIM i tildelingskriterier i konkurransegrunnlaget. På den måten kommuniserer byggherren hva som er viktig for han i leveransen. Entreprenører kan på den måten konkurrere om å levere den beste BIM leveransen. I tillegg vet entreprenøren og andre aktører vet hva som skal leveres og at han får betalt for å bruke tid på å utarbeide BIM modellen. Dette vil være en stor motivasjonsfaktor.
- Endring av standardkontrakter, slik at samarbeid optimaliseres. Mer spesifikk bør også 3D modellen har forrang over beskrivelser og tegninger. Altså, tegninger og beskrivelser skal generes fra modellen, ikke motsatt, hvilket er tilfellet i de fleste tilfeller i dag.
- Entreprenøren må vise tydelige krav til underentreprenører og gi gode beskrivelser til byggherren om hva han kommer til å levere. Dette kan gjøres gjennom en bedriftsintern BIM manual, men må spesifiseres til hvert prosjekt.

4.13 LOD BESLUTNINGSPLAN

Grytting et al. (2017) fant i sine undersøkelser at mangel på beslutninger er et problem i prosjekteringsfasen og at dette kan komme av mangel på en god beslutningsplan. Ved å ikke planlegge for hvordan man skal ta gode beslutninger, blir man helt avhengig av gode prosjektledere for å oppnå gode beslutninger som er basert på riktig underlag.

Før en BIM modell for et byggeprosjekt skal utarbeides, er det essensielt at det utarbeides en plan som besvarer følgende spørsmål; **hvilke bygningselementer**, fra **hvilken aktørene**, burde være utviklet **til hvilken tid** og på **hvilket detaljnivå?** (Grytting et al., 2017). Basert på sine resultater, utviklet Grytting et al. (2017) en konseptuell LOD beslutningsplan for å hjelpe interessenter med å strukturere beslutninger i prosjektet. Figur 16 viser den konseptuelle LOD beslutningsplanen. Ved å anvende LOD beslutningsplaner, håper Grytting et al. (2017) at man vil redusere sløsing knyttet til omarbeid på grunn av endringer og overproduksjon (modeller som er mer detaljert enn nødvendig).



Figur 16 – LOD besluningsplan (Grytting et al., 2017)

For at et LOD besluningsplan skal være gjennomførbart, er det viktig at alle aktører modellere etter en felles standard for LOD nivå. LOD spec 2017, er en slik standard.

4.14 OFFENTLIG SAKSBEHANDLING/SØKNADSPROSESS

Digitalisering av offentlig saksbehandling innebærer overgang til eByggeSak (Lie, 2018). EByggeSak skal bidra til å effektivisere sak – og søknadsbehandling ved å gjøre prosessen mer sømløs, standardisert og etterprøvbar (Rolfsen, 2017). Gjennom å digitalisere saksbehandlingen, håper man å stryke kommune som den offentlige parten i et byggeprosjekt, både som saksbehandler og som bestiller av informasjon (Lie, 2018). EByggeSak er en tjeneste som kommunene må ta i bruk på eget initiativ, men kravspesifikasjonen blir utviklet nasjonalt, slik at tjenesten blir tilnærmet lik i hver kommune enn den er i dag (Rolfsen, 2017). Utviklingen er fremdeles ikke ferdig, men ifølge Lie (2018) vil de første systemene være klare i enkelte kommuner rundt sommeren 2018.

Lie (2018) beskriver eByggeSak som en «Plug in» til BIM. Med andre ord betyr det at eByggeSak er et program som henter den informasjonen som trengs, direkte fra en BIM modell. Det betyr at modellen må følge visse tekniske krav for å sikre interoperabilitet. Modellkravene er knyttet til format, detaljer, navnsetting og struktur. Modellkravene per dags dato ikke helt klare, men det, bortsett fra at IFC4 skal være lagringsformatet (Rolfsen, 2017). IFC4 er siste versjon av IFC.

4.15 KONTRAHERING AV UNDERENTREPRENØRER

Cao and Wang (2014) gjennomførte en undersøkelse for å kartlegge hvordan entreprenørs valg av underentreprenører har endret seg som følge av den digitale utviklingen i bransjen. Digital utvikling omfatter her alle nye interorganisasjonelle verktøy og prosesser og BIM står stekt i fokus. Undersøkelsen gikk i stor grad ut på å undersøke om entreprenøren vektlegger andre forhold enn lavest pris, som følge av den digitale utviklingen.

Resultatene til Cao and Wang (2014) viser at den digitale utviklingen endrer forholdet og samarbeidet mellom entreprenører og underentreprenører, og hvordan entreprenøren valgte underentreprenør. Hvilken underentreprenør som kunne tilby den laveste prisen var fremdeles det viktigste kriteriet, men samarbeid over tid fikk en mye større rolle enn før. Noe av grunnen til at langsiktig samarbeid fikk en mye større rolle, var den økonomiske investeringen som digital utvikling krever. Ved å skape et mer langsiktig samarbeid, fikk både entreprenør og underentreprenørene en større trygghet til å gjøre de økonomiske investeringene og man skapte en bedre arena for å effektivisere sammen, noe begge parter tjener på. Det ble derimot poengtert at et langsiktig samarbeid kan føre til en negativ effekt ved at underentreprenøren har et mindre insentiv for å tilby en lav pris.

Cao and Wang (2014) konkluderer derfor med at entreprenøren må finne «den gyllende middelvei» mellom langsiktig og kortsiktig samarbeid. Det er viktig at underentreprenøren føler en trygghet, slik at de gjør de økonomiske investeringene, men de må ikke bli så komfortable at det utnytter samarbeidet økonomisk.

5 RESULTAT

I dette kapittelet presenteres resultatet fra de undersøkelsene som er gjennomført og de vurderingene som er gjort. Først presenteres strukturen til det digitale veikartet som skal sette digitaliseringen i system, deretter presenteres informasjon som er med på å utfylle veikartet.

5.1 DIGITALT VEIKART FOR MMB – STRUKTUR

Før utarbeidelsen av det digitale veikartet ble det gjennom enkle intervjuer, kartlagt innledende faktorer som påvirker veikartet med tanke på innhold, utforming og struktur. Tabell 12 viser en oppsummering av de innledende faktorene som ble samlet inn og tatt i betraktning. De innledende faktorene ble analysert og samlet i ulike grupper basert på hva slags «krav» de satt til veikartet. Turkis gruppe er en samling av faktorer som sier at veikartets skal definere startpunktet og nåsituasjonen. Grønn gruppe er en samling av faktorer som beskriver at veikartet bør ta for seg den mulige digitale utviklingen. Rød gruppe illustrerer at veikartet må definere målet med digitaliseringen. Mens grå gruppe beskriver at et veikart for en bedrift bør ligge innunder digitalt veikartet for BAE – næringen, hva angår strategi og terminologi.

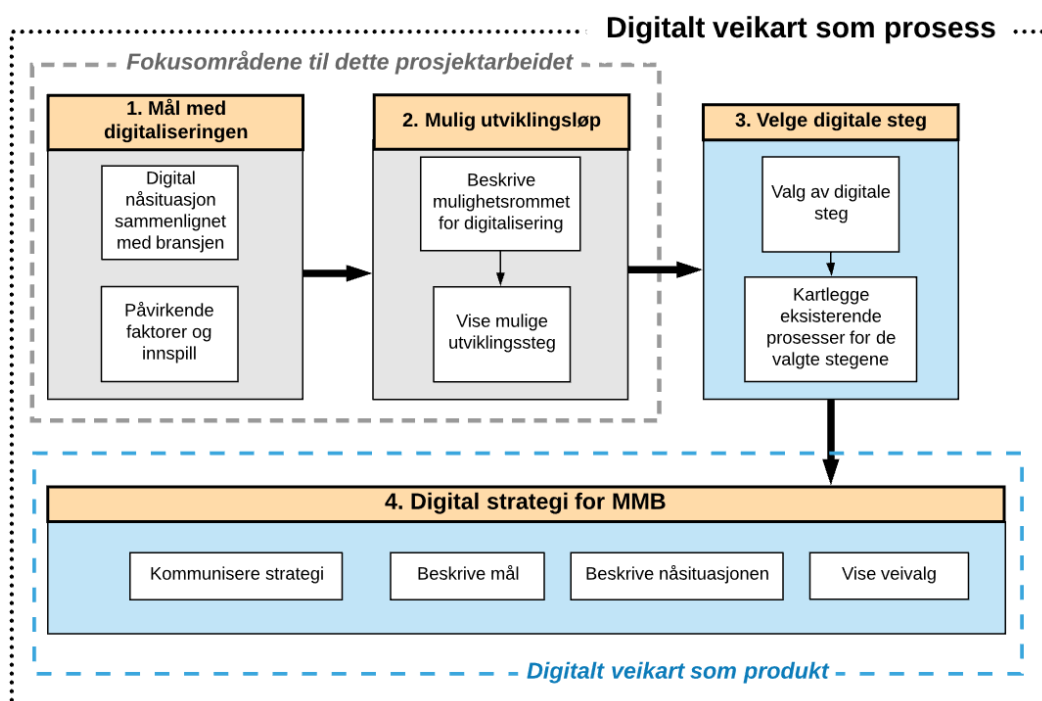
Tabell 12 – Innledende faktorer for utarbeidelsen av digitale veikartet.

<p>Jan Myhre, Prosjektssjef i Digibbygg</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bør vise hvilken muliggjøre entreprenørene må ha på plass. - Ha et meget bevisst forhold til begrepene som anvendes. Det er ikke universelt hva bedriftene i Norge legger i begrepene. Helst bruke de samme begrepene som det digitale veikartet til BNL. - Bør vise utviklingssteg for bedriften
<p>Eilif Hjelseth, professor 2 ved NTNU og tilknyttet Building smart</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bør ligge under BNL sitt veikart, hva angår terminologi, struktur og strategi. - BNL sitt veikarter er et stjernekart og er veldig generelt. Et veikart for en bedrift må være mer detaljert og relatert til deres hverdag. Å fokusere på flere, men mindre digitale steg kan være lurt. - Må definerer målet med digitaliseringen, men trenger ikke strekke seg så langt frem i tid.
<p>Lars Chr. Christiansen Daglig leder i MultiBIM</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Veikart – et produkt; digitalt veikart =digital strategi <ul style="list-style-type: none"> o Definere startpunktet o Klargjør målet o Viser veivalg o Kommuniserer strategi - Veikart – en prosess: <ul style="list-style-type: none"> o Krever kartlegging av eksisterende prosesser

(Generalforsamling
for digitalt veikart
for BA – næringen)

- Karlegging av mulig utviklingsløp
- En prosess hvor en gjør retningsvalg
- En prosess hvor en gjør veivalg på veien mot målet.

I Tabell 12 kommer det fram at et digitale veikart både en prosess og et produkt. Kort oppsummert kan man si at digitalt veikart som prosess handler om hvordan bedriften går fram for lage en digital strategi. Digitalt veikart som produkt er en digital strategi og handler om hvordan informasjonen fra prosessen anvendes og kommuniseres. De innledende faktorene resulterte i en struktur som setter digitalisering i system. Strukturen til det digitale veikartet for MMB er illustrert i Figur 17. Figuren viser forskjellen mellom digitalt veikart som prosess og digitalt veikart som produkt.



Figur 17 – Strukturen for digital veikartet for MMB

Som prosess tar strukturen utgangspunkt i bedriftens mål med digitalisering. På bakgrunn av mål for digitalisering, må man deretter se på hvilke muligheter som finnes for digitaliseringen. Dette beskrives gjennom mulig utviklingsløp. Her beskrives det hvordan aktiviteter og prosesser som MMB utøver i prosjektsammenheng kan digitaliseres, hvilke gevinst som kan oppnås og hvilke muliggjørere som må være til stede. Basert på mål for digitalisering og mulig utviklingsløp som, kan MMB velge digitale steg. Det innebærer å velge hva som skal digitaliseres og i hvilken rekkefølge. Deretter må nåsituasjonen for de valgte stegene kartlegges, slik at MMB vet hva som må gjøres av investeringer. Tilslutt oppsummeres «alt» i en digital strategi, hvilket også er det digitale veikartet som produkt. Den digitale strategien presenterer ikke noe ny informasjon, men handler om å beskrive det viktigste på en oversiktlig måte, slik at strategien kan kommuniseres.

5.2 MÅL MED DIGITALISERINGEN

Strukturen for det digitale veikartet setter mål for digitalisering som nav i digitaliseringsprosessen. Gjennom sesjonene kom det fram at MMB per dags dato ikke har et formalisert mål for digitalisering. De har noen ideer om hvordan de ønsker å bruke digitalisering, men ikke noen overordnede mål som kan brukes som styringsverktøy ved valg og beslutninger. Et sekundærmål for prosjektarbeidet er derfor å utarbeide et forslag til en målformulering som MMB kan bruke for digitaliseringsprosessen.

Et mål for digitaliseringen skal derfor underbygge bedriftens hovedmål og bidra til at MMB er rustet for den utviklingen som skjer i bransjen. For å skaffe et grunnlag for målformuleringen ble det gjennomført intervjuer og en kvantitativ undersøkelse.

5.2.1 Kartlegging av mål og forhold som påvirker digitaliseringen hos MMB

For å kartlegge hvilke mål MMB operer med og ulike forhold som påvirker utviklingen og digitalisering hos MMB, ble det gjennomført semistrukturerte intervjuer av to faste byggherrer og Backe Entreprenør som eier MMB.

I analysen av intervjuene ble det identifisert tre kategorier som informasjonen relaterer seg til. Kategoriene ble klassifisert som domene⁸, gjennomføringsevne og utvikling. Videre presenteres et sammendrag fra intervjuene. Teksten er merket med ulike farger for å illustrere hvilken kategori informasjonen faller innenfor. Kategoriene har følgende fargekode:

Domene 

Gjennomføringsevne 

Utvikling 


Intervju med Backe Entreprenør, representert ved Mårten Skällénäs, *Strategi - og utviklingsdirektør i Backe Entreprenør* og Cato Hoel, *Kategorisjef for BIM*.

Spørsmål om dynamikken mellom Backe og MMB:

Historikken i Backe er at entreprenørene har vært veldig desentralisert og hatt veldig stor selvstyring. Med tiden har det blitt til at vi har funnet noen områder som kan gjøre bedre felles, enn hva hvert enkelt selskap klarer hver for seg. Vi ønsker å utnytte stordriftsfordeler der det er mulig. Vi ser at initiativ som digitalisering hadde vi ikke klart å gjøre uten å ha folk med spesialkompetanse. Vi kan ikke ha 10 «Cato» (spesialist på BIM) som sitter der ute med spesialistkompetansen i hver entreprenør. Da trenger vi heller at man har noen sentralt, også har vi noen kontaktpunkter der ute. Når vi tester ut nye ideer starter vi ofte i det små og gjennomfører noen pilotprosjekter. Hvis vi har troen på ideen prøver vi å selge inn konseptet til entreprenørene. Når konseptet har blitt akseptert og ønsket der ute, så kan vi banke det gjennom å gjøre det til en konsernsak. Gjennom vårt eierforhold og styringsrett har vi mulighet til å «banke gjennom ting» hos entreprenørene. Vi involverer

⁸ Forhold knyttet til kundeforhold, konkurransekraft, interessenter, regulerende forhold, osv.

Domene⁹ 

Gjennomføringsevne 

Utvikling 

entreprenørene mye i prosessen med å velge løsninger, men beslutninger tas sentralt. Backe skal være tilretteleggere for entreprenørene sin utvikling. Det er derfor viktig at nye løsninger har aksept der ut og at det ikke blir tredd ned over hodet på dem. I tillegg på ting som berører hverdagen og hvordan folk jobber. Når det gjelder hvilken tilnærming Backe har for digitalisering, så er det en integrasjon mellom «ovenfra- ned og nedenfra – opp». Initiativet og retningslinjene kommer ovenfra, også ønsker vi å bruke kreativiteten der ute.

Spørsmål om hvilke mål entreprenørene må forholde seg til:

Entreprenørene må forholde seg til et operativt mål som heter 007⁹, men også andre finansielle mål. Vi har et strategiske mål som går ut på som går på omdømme, kompetanse, økonomi. Det innebærer at Backe skal være et solid firma som gjør det godt basert på vår kompetanse. Vi skal ikke være de som lurer byggherren og ikke skvise den siste kronen ut av alt og alle. Vi skal ha et godt renommé, godt rykte, en god aktør som jobber med seriøse aktører. Vi skal innen 2020 vinne våre anbud ved hjelp av BIM 5D og vi skal levere bygget sammen med en digital tvilling. Vi har ingen digital strategi, der mangler vi en del, men entreprenørene har fått tildelt målene og de skal jobbe ut ifra det, også må vi hjelpe selskapene med å nå de målene. Cato og jeg (Mårten), klarer ikke å endre hele Backe til å bli digitalt. Vi er ekstremt avhengig av at selskapene tar tak i dette selv og er drivere.


Spørsmål om hvilken rolle Backe skal ha i den digitale utviklingen:

Vi hører ofte at man ikke skal være først ut, at man skal være litt forsiktig med den digitale utviklingen. Jeg tenker mer at vi må bare drite i hvordan bransjen er og de holdninger som er der, og digitalisere fordi det effektiviserer og gagnar oss. Vi gjør det ikke fordi at alle andre gjør det, vi gjør det for at vi skal bli bedre og effektive. Om det er sånn at det kommer noen krav, så skal det kun være et minimum i forhold til hvor vi er. Vi har troen på «first mover advantage». De som kommer med de effektive og smarte grepene først, kommer også kommer til å få en fordel av det. Det kan være at vi tjener mer penger, men også at vi får tilgang til de beste folkene. Vi skal være i front og utvikle nye løsninger på noen områder, hvor vi ikke kan vente på at andre utvikler produkter for oss. Vi skal ikke bare putte vår eksisterende prosess i et digitalt verktøy, vi må gjøre prosessene smartere, effektive, bedre og deretter finne det riktige verktøyet som tjener formålet.

Digitalisering i Backe skal skje basert på åpne standarder og vi skal ta eierskap i dataen som genereres og anvendes. Det er viktig at vi har kontroll over all dataen. Selv om vi ikke klarer å fullt ut anvende dataen i dag, så kan vi anvende den i fremtiden.

⁹ 0 feil ved overlevering, 0 skader med fravær, 7 % dekningsbidrag

Domene⁹ 

Gjennomføringsevne 

Utvikling 

Spørsmål om hva en entreprenør må forbedre for å beholde den markedsposisjonen man har i dag:

Vi må løfte design og prosjekteringsdelen. Ta mer ansvar for å designe våre bygg. Bygge byggene digitalt, før vi bygger dem fysisk. Da trenger vi også folk som kan bygge digitalt. Folk som kan digitale prosesser og verktøy.

Tradisjonelt sett har Backe bare vært innenfor den utførende delen av prosjektet, men kanskje skal vi være mer aktiv innenfor prosjektering og design. I dag driver vi nesten bare med innkjøp. 75 % av vår omsetning er innkjøp av varer og tjenester. Også driver vi med prosjektledelse. Noen av våre entreprenører driver med egenproduksjon, men det er under 15 % av vår omsetning. Også er vi forsikringsmeglere, fordi vi tar på oss en ekstrem stor risiko for en veldig liten penge. For å opprettholde den markedsposisjonen vi har i dag, tror jeg vi må ha bedre kontroll tidlig i prosjektet. Det handler ikke bare om å minimalisere risiko, men å håndtere og kontrollere risiko. Det kan være greit å ta på seg risiko, men da skal man også ta seg betalt for det.

Hvis vi treffer den kalkylen vi setter opp og vinner anbudet på, så er vi kjempefornøyde. Vi kalkulerer jo alle prosjekter med en 8 – 10% margin, men vi klarer å rote bort pengene underveis i prosessen. Hvis vi klarer å treffe kalkylen vil vi også sitte igjen med et resultat. Det tror vi handler om bedre kontroll, spesielt kontroll i tidligfasen, vite hva vi skal bygge og vite hva det koster å bygge det før du leverer tilbudet til kunden.

Hvis effektene av digitalisering blir som man tror, så kommer alle til å bli bedre og bygge raskere. Da må vi forbedre oss mer enn snittet i bransjen. Hvis bransjen effektiviserer 5 %, så må vi effektivisere 6-7 % for å for det første holde følge med markedet, men også for å forbedre vår posisjon.

Intervju med Hedmark fylkeskommune, representert ved: Eiendomssjef Per Anders Bakke.


Spørsmål om fylkeskommunen sine tanker om den digitale utviklingen og om hvordan fylkeskommunen skal forholde seg til den digitale utviklingen:


Den digitale utviklingen er kommet for å bli, men vi har en lang vei å gå, spesielt for driftsfasen. Men vi går bare en vei og det er fremover.

Fylkeskommunen har en digital strategi som gjelder for hele alle avdelinger i fylkeskommunen. Vi har ingen egen strategi for eiendom, men vi utarbeider årlig virksomhetsplaner hvor vi setter opp mål. Digitalisering har ikke vært en del av dette frem til nå. Det digitale målet vi har, er at vi skal digitalisere alle byggene vi har i Lydiasystemet¹⁰. Departementet har sagt at Fylkeskommunen skal være en regional utviklingsaktør. Det betyr at man skal være med å organisere og initiere ulike ting. Med bakgrunn i det, så tenker jeg at fylkeskommunen burde være med å sette standarden og være

¹⁰ Software for FDV

Domene⁹ 

Gjennomføringsevne 

Utvikling 

foregangsdriver for digitalisering i byggebransjen på innlandet. Sette i gang noen forum og ta en litt mer aktiv rolle i utviklingen.

På spørsmål om hva som avgjør hvor digitalt et byggeprosjekt gjennomføres:

Vi beskriver i hvert prosjekt hva man ønsker å få ut av prosjektet med tanke på FDV biten og digital dokumentasjon, men det blir i stor grad avgjort i forhold til hvem man jobber med. Det er faste prosjektanvisninger som legges inn i konkurransegrunnlaget som setter noen premisser. Vi setter ikke så mange premisser for bruk av BIM i prosjektgjennomføringen, det er heller entreprenørene selv som benytter det. Legger mye opp til den enkelte entreprenør og hva han ønsker å gjøre. Vi setter heller premisser for sluttproduktet og FDV dokumentasjonen, men ikke prosessen. Det er sluttproduktet som står i fokus, ikke så mye prosessen som skal til for å komme dit.

Spørsmål om hvordan dere håper digitaliseringen kan forbedre byggeprosjekter:

Bygg21 viser at det er et stort potensiale, så vi håper at de har rett og at man klarer å effektivisere. Det er også en forventning om at man faktisk treffer kalkyler på en mye bedre måte enn vi gjør i dag, og at prosjekteringen blir bedre. Vi håper visualisering av hvordan ting skal se ut kommer til å bli brukt i mye større grad, spesielt i tidligfase for å skjønne hva man får. Jeg håper dette fører til at det blir enklere å være beslutningstaker. Ellers håper jeg digitaliseringen forbedrer:

- *Forbedre prosessen generelt, slik at man i den blir mer effektiv i gjennomføringen.*
- *Bedre kvalitetssikring og mindre feil. Prosjektet blir gjennomført på riktig måte.*
- *At prosjektgjennomføringen blir dokumentert på bedre måte enn det blir i dag.*
- *Dokumentering av produkter og elementer som leveres*


Spørsmål om det vil være andre premisser som entreprenøren må forholde seg til for å få tildelt kontrakter i fremtiden:


Det vil bli satt mye større krav. En entreprenør som ikke henger med i den teknologiske utviklingen vil ikke ha sjans mot en byggherre som oss. Det er helt sikkert. Entreprenørene må være teknologisk kompetente. Spesielt ved totalentreprise. Vi vil som byggherre sette større og større krav til modellene i konkurransegrunnlaget. Tendensen siste årene er at man ser mer og mer på hele byggets levetid med livsløpskostnader. LCC analyser blir mer og mer viktig. Dette må sees opp mot hvilke premisser som entreprenørene må forholde seg til for å vinne konkurranser. Dette kommer til å komme mer og mer, og bli den nye standarden.

Intervju med Utstillingsplassen AS, representert ved prosjektleder Olaf Sletner

På spørsmål om hva som bestemmer hvor digitalt et byggeprosjekt gjennomføres:

Hovedsakelig er det hvor digital entreprenøren er som bestemmer grad av digitalisering for et byggeprosjekt. Det er ikke alle som prosjekterer med 3D løsninger, noen er litt mer konservative.

Domene⁹ 

Gjennomføringsevne 

Utvikling 

Det kommer også litt an på kompleksiteten. Ved større, kompliserte bygg, så kan det være et krav, men ved mindre bygg må vi ikke ha en 3D modell av alt vi bygger. Mange entreprenører velger å modellere byggene på egen hånd uansett, hvilket vi syntes er fint. Da får vi et godt underlag. I kravspesifikasjoner har vi føringer om at det skal være 3D modeller og at det skal kjøres krasjtester, men det er ikke alltid det gjennomføres. Det skal derimot alltid være digital FDV.

På spørsmål om hvilke rolle Utstillingsplassen skal ha i den digitale utviklingen:

Jeg ser litt på digitalisering med en skrekkblandet fryd. Føler at vi hele tiden svever litt over hele greia og at vi aldri klarer aldri å få dykket ned i detaljene. Det blir sånn at man kun slukker branner ved at man digitalisere det som er nødvendig i forhold til krav, men aldri klarer å fange helheten

På spørsmål om hvilken forbedring dere håper digitalisering kan føre til:

FDV biten! Hadde man hatt en form for verktøy som håndter det bedre, så hadde det vært bra. Dagens verktøy er ikke gode nok, i hvert fall ikke for å håndtere morgendagens løsninger. Vi ønsker å komme til et stadiet hvor man anvender AI og VR for FDV håndtering.

Det vi også er opptatt av, er at ting gjøres bra på byggeplassen. Mineralisering av dårlig håndverk er viktig. Det finnes mange fine modeller og tegninger av hvordan ting bør gjennomføres, men det er ofte menneskelige feil som er årsaken til at ting får en dårlige kvalitet. Bedre kvalitetssikring vil derfor være bra.

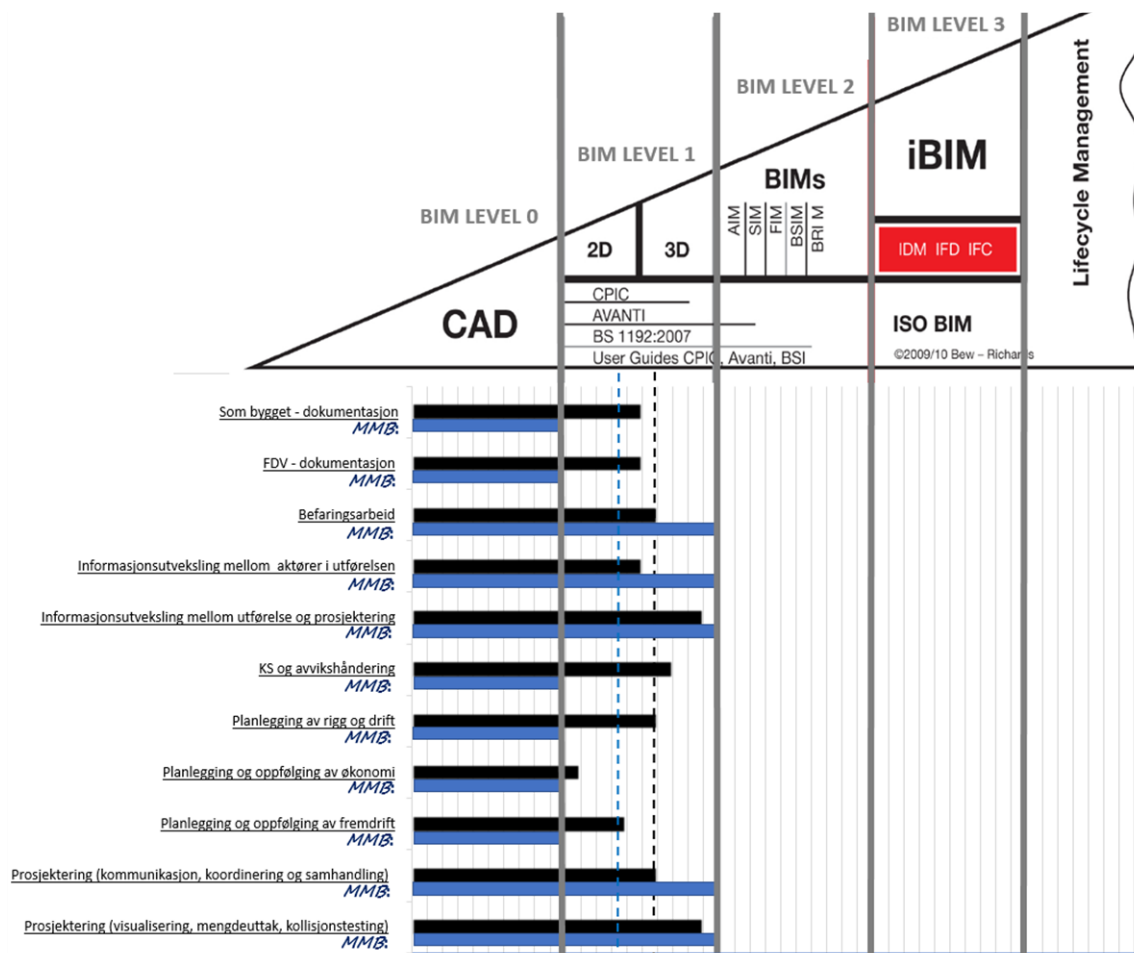
På spørsmål om det vil være andre krav for entreprenører i fremtiden

Ja det er det helt klart. Spesielt for miljø vil vi sette nye krav. Det vil bli tøffere for entreprenører, men også for oss. Avstanden til Oslo begynner å bli så liten, hvilket vil endre konkurransen her på innlandet. Som bestiller ønsker vi alltid å bruke samarbeidspartnere som er de beste i sitt felt, som leverer raskt, effektivt og innenfor en skapelig pris.

5.2.2 MMB sin digitale modenhet sammenlignet med en stor entreprenør

MMB og Backe har troen på å være langt frem i digitaliseringsrekke og har de siste årene tatt digitale steg. For å danne seg et bilde av MMB sitt utgangspunkt for digitalisering, er det interessant å sammenligne MMB sin digitale modenhet med en gjennomsnittlig stor entreprenør. For å gjøre det ble det gjennomført en undersøkelse på MMB og på 10 store norske entreprenører. Ved å sammenligne svarene få man en indikator på om MMB er mer eller mindre digitalt moden enn en gjennomsnittlig stor entreprenør.

Figur 18 viser resultatet av undersøkelsen. Undersøkelsen sin klassifisering av digitale modenhetsnivåer er basert på utviklingstrappen i digitalt veikart for BAE – næringen. De svarte grafene representerer gjennomsnittet fra de 10 entreprenørene og den stiplede linjen er gjennomsnittlig svar for alle områdene lagt sammen.



Figur 18 – MMB sin digital modenhet sammenlignet med en gjennomsnittlig stor entreprenør

Resultatet indikerer at MMB er litt mindre digitalt moden enn en gjennomsnittlig stor entreprenør. Undersøkelsen viser at både de store entreprenørene og MMB ligger på BIM level 1, men man skal ikke legge for mye vekt på dette på grunn av validitetsproblemer i undersøkelsen. Det er derimot ikke usannsynlig at det stemmer. De store entreprenørene som deltok i undersøkelsen har en gjennomsnittlig omsetning på 8,4 milliarder og ca 2000 ansatte. MMB har en omsetning på ca 0,5 milliarder og ca 100 ansatte.

5.2.3 Formulering av mål for digitalisering

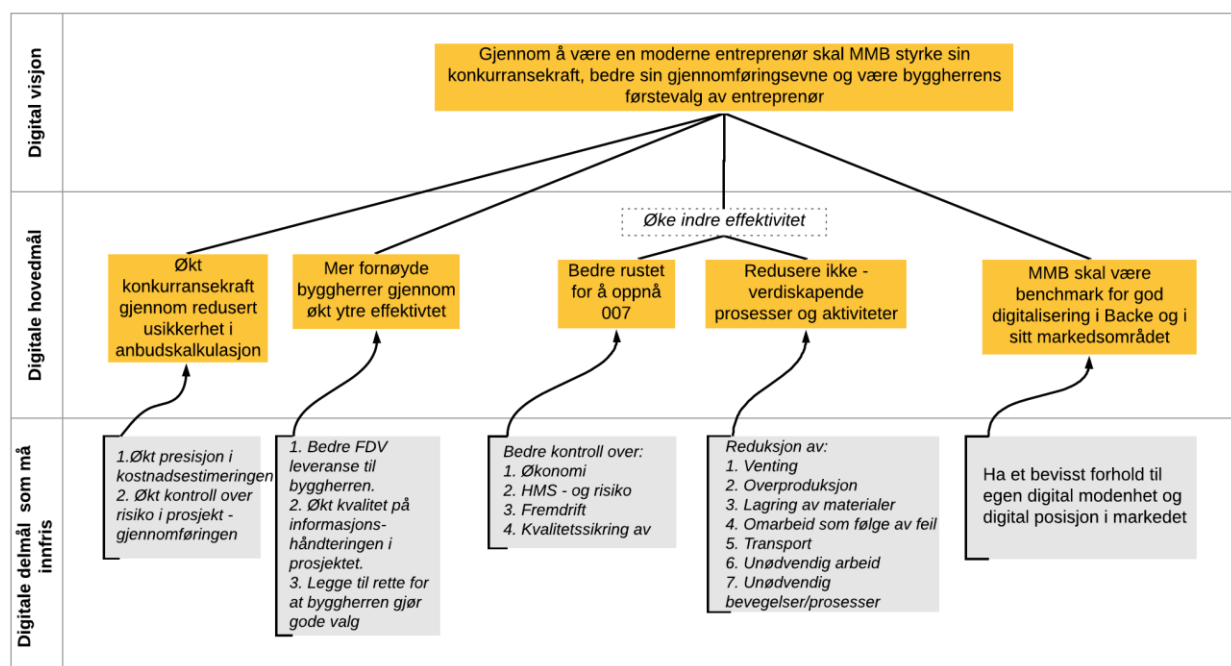
Entreprenører i Backe blir målet etter det operative målet 007 og de lever etter det strategiske målet økonomi, kompetanse og omdømme¹¹. 007 innebærer 0 feil ved overlevering, 0 skader med fravær og 7 % dekningsbidrag 3¹². Ved å konkretisere 007, ser vi at det innebærer områdene økonomi, HMS, fremdrift og kvalitet. Dette er altså de områdene som MMB bør prestere på for å oppnå 007 målet.

Ettersom digitalisering ikke er målet, men et middel for å oppnå bedriftens mål, betyr det at MMB bør bruke digitalisering for å prestere godt på områdene økonomi, fremdrift, HMS, kvalitet, omdømme og kompetanse. Et mål for digitalisering hos MMB bør derfor omfavne alle disse områdene. I tillegg til at MMB skal bruke digitalisering for å nå sine mål, ønsker de å bruke digitalisering for å opprettholde sin posisjon som en av Hedmarks ledende entreprenører.

Basert på MMB sine mål, definisjonen av digitalisering, teorien om mål, analysen av intervjuene og den kvantitative undersøkelsen ble det konstruert et målhierarki, bestående av en digital visjon, digitale hovedmål og digitale delmål. Den digitale visjonen ble formulert for å beskrive hvilke rolle digitalisering kan ha i MMB. Hovedmålene ble laget for å konkretisere visjonen. Mens delmålene beskriver konkrete områdene som man søker forbedring for gjennom digitalisering. Målene har ulike grad av realisme, konkretisering og dimensjon. Målene ble bevisst formulert slik at de ikke beskriver de digitale stegene bedriften skal ta, men i stedet beskriver hvilken gevinst man ønsker å oppnå. Grunnen til dette er blant annet at prosjektarbeidet ikke skal beslutte hvilke digitale steg MMB skal ta og når de skal ta dem. Målhierarkiet er illustrert i Figur 19. De forskjellige målene og formuleringen drøftes i neste kapittel.

¹¹ Omdømme defineres som «summen av forventninger omgivelsene har til et selskaps produkter, service og aktiviteter i forhold til forretning (betydning-definisjoner, 2018)

¹² Dekningsbidrag 3 er driftsresultatet til MMB



Figur 19 – Målhierarki for digitaliseringen

5.3 MULIGHETSROM FOR DIGITAL UTVIKLING

Det neste steget i digitalt veikart som prosess er å beskrive mulighetsrommet for digital utvikling. Mulighetsrommet beskriver hvordan MMB kan digitalisere forskjellige arbeidsprosesser som utøves i prosjektsammenheng. Arbeidsprosessene ble kartlagt gjennom en sesjon med MMB og Tabell 13 viser antall arbeidsprosesser som ble kartlagt for ulike prosjektfaser.

Tabell 13 – Antall arbeidsprosesser som ble kartlagt i prosjektarbeidet

Prosjektfase	Antall arbeidsprosesser
Før anbud	3
Anbud og forhandlingsfase	7
Prosjektering	15
Produksjonsplanlegging og etablering	7
Gjennomføre produksjon	15
Sluttfase	7
Reklamasjon	4
SUM	58

Etter at arbeidsprosessene var funnet ble det brukt litteraturstudie for å se hvordan arbeidsprosessen kan utvikles og digitaliseres. Dette definerer mulighetsrommet for digitalisering.

Mulighetsrommet for digitalisering er beskrevet med 5 kategorier. 1. *Digitalisering og utvikling*. Her beskrives det hvordan arbeidsprosessen kan utvikles eller digitaliseres. Noen av arbeidsprosessene som skulle kartlegges, kan ikke digitaliseres i teknisk forstand. Det er allikevel forsøkt å beskrive hvordan arbeidsprosessen vil gjennomføres i prosjekter som har en høyere digital modenhet. 2. *Mulig gevinst*. Her beskrives det hvilken gevinst teorien sier MMB kan oppnå gjennom å digitalisere den aktuelle prosessen. 3. *Muliggjørere – Teknologi*. Den første muliggjøreren er hvilken teknologi det aktuelle digitale steget trenger. Dette relaterer seg ofte til Hardware eller Software, men også hvilken BIM nD modell, som må være på plass eller hvilke prosesser som må ha vært digitalisert allerede. I de tilfeller det er beskrevet i teorien, er det også tatt med hvilken LOD nivå BIM modellen bør ha. 4. *Muliggjørere – Prosess*. Den andre muliggjøreren beskriver hvilken prosess som digitaliseringen eller utviklingen trenger. Her beskrives også ulike dokumenter og standarder som prosessene kan ta utgangspunkt i. 5. *Muliggjørere – Menneske & organisasjon*. I den siste muliggjøreren beskrives det hvilke roller eller kompetanse teorien sier må være på plass for å gjennomføre utviklingen. Videre presenteres mulighetsrommet for digitalisering. All informasjon i mulighetsrommet er hentet fra teorikapittelet.

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Før anbud					
Overvåke doffin	<i>Ingen gode funn</i>				
Påmelding på prosjekt	<i>Ingen gode funn</i>				
Få kontroll på konkurransegrunnlaget	<p>Konkurransegrunnlaget inneholder et EIR dokument som beskriver byggherrens informasjonsforespørsel, krav og behov til informasjon i prosjektet (BIM leveransen). EIR dokumentet er basert på retningslinjer fra PAS 1192-2.</p>	<p>Nødvendighet for å få vinne anbudskonkurransen. EIR dokumentet bidrar til at prosjektets FDV fase settes i front av projekteringen, slik at byggherre får et bedre produkt. Entreprenøren vet tidlig hvilken informasjon som skal leveres til enhver tid gjennom prosjektet.</p>			<p>Få kontroll på EIR dokumentet som beskriver prosjekteiers informasjonsbehov. Hvilken informasjon har byggherren behov for i ulike prosjektfaser og hvilke krav har byggherren til prosessen.</p>
Anbud og forhandlingsfase					
Mengdeberegning og kalkulasjon for egenproduksjon og UE som ikke er TUE	<p>OpenBIM kalkulasjon for å kalkulere prosjektkostnaden basert på en BIM 3D modell</p>	<p>Mulig å oppnå: 3% økt presisjon i kalkylen, opp mot 300% reduksjon i tiden det tar å generere kostnadsestimatet. Redusert informasjonstap mellom prosesser og faser i prosjektet.</p>	<p>En BIM modell i IFC med et LOD nivå som er akseptabel for ønsket kalkulasjonsmetode. Programvare som er egnet for ønsket digitaliseringsnivå. Et objektbibliotek (IFD) som følger NS 8360:2015. Database for med kostnad for egenproduksjon og UE som ikke er TUE</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organisering av modellen. 2. Oppbygning av resepter. 3. Kalkulere kalkylen 	<p>Grunnleggende kalkulasjonskunnskaper Bygningsmessige egenskaper for å kunne analysere modellens design, geometri og omfang. Datatekniske egenskaper som er gode nok til å arbeide effektivt med modellen.</p>

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Sende ut forespørslers og innhente priser/tilbud fra leverandører og TUE	A: Videreformidle modeller som kan være relevant for leverandørenes kostnadsberegninger. B: Vurdering av digital egnethet hos underentreprenørene og leverandørene i henhold til PAS 1192 – 2. Videreformidle BIM leveransen fra konkurransegrunnlaget (EIR) og videreformidle bedriftspesifikk BIM manual	A: Mer presise tilbud fra UE. B: Bedre utgangspunkt for å kontrahere aktører som er egnet for prosjektgjennomføringen, slik at man er bedre rustet for å levere i henhold til byggherrens BIM leveransekrav.		BIM supplier assessment form: Digital egnethet vurderes på bakgrunn av spørsmål som besvarer tilbyders kompetanse, ferdighet og villighet. Spørsmålene utformes som beskrevet i PAS 1192 - 2.	
Ferdigstilling og innlevering av anbud	Tilbudet må inneholde en BEP – før kontrakt (BIM Execution plan – pre contract) som beskriver hvordan tilbyder skal oppnå byggherrens informasjonskrav i EIR dokumentet. BEP må baseres på PAS 1192 -2.	BEP sørger blant annet for at informasjon knyttet til FDV tas vare på, og blir behandlet gjennom prosjektet slik at det ikke blir en stor jobb på slutten.		BEP dokumentet inkluderer en LOD – plan og modellspeifikke krav, beskrivelse av software og dokumentasjon av entreprenørens BIM ferdighet og hvordan man skal kontrahere BIM kompetente UE og leverandører.	Generelt trenger entreprenøren kompetanse om håndtering, koordinering - og ledelse av informasjon. Organisasjonen må ha evne til å levere i henhold til byggherrens BIM krav.
Tilbudsforhandlinger, kontraktinngåelse	Avklare BIM leveransen i prosjektet og inkludere denne i kontrakten.	Byggherren tar større del av kostanden for BIM leveransen hvis han ser hvordan bruken av BIM vil tilføre prosjektet verdi (langsiktig og kortsiktig)		Bedriftspesifikk BIM manual som kan brukes mot underentreprenører. BIM execution plan som kan brukes mot byggherren	Kompetansen om hva BIM leveranse innebærer

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
(ny)	Etter kontraktsinngåelse utarbeides en BEP– <i>etter kontrakt</i> som spesifiserer informasjonsleveransen i prosjektet.	Bedre informasjonshåndtering reduserer kostander knyttet til unøyaktig, uferdig og feilinformasjon.	Inneholder detaljert beskrivelse av informasjonsledelse, planlegging og dokumentering, standarder og retningslinjer for prosesser og aktiviteter, IT – løsninger	Informasjonsleveransesyklus, som presentert i PAS 1192 - 2.	Kompetanse om håndtering, koordinering - og ledelse av informasjon i BIM Level 2 prosjekter.
Kontrahering av TUE, Rådgivere	Langsiktige samarbeid med UE, leverandører og rådgivere for å reduserer risikoen bedriftene har, knyttet til de økonomiske investeringen som må gjøres i den digitale utviklingen. Anvende Supplier BIM assessment form for å vurdere BIM ferdighetene til en bedrift.	Bedre prosess, gjennom å ha samarbeidspartnere som har riktige ferdigheter.		Vurdering av aktørers besvarelse på BIM supplier assessment form. Langsiktig samarbeid krever kontraktuelle avtaler og stor tillitt	
Utnevning av prosjekteringsleder og prosjektleder (prosjektstab)	Utnevning av BIM koordinator og/eller Information manager for prosjektet	Kontrollere informasjonsleveransen.		PAS 1192-2 definerer at prosjektet skal ha en Information manager. Information manager kan også være prosjekteringsleder eller BIM koordinator.	Kompetanse om BIM, informasjonsledelse og informasjons-håndtering, koordinering, gate-keeper for hvilken informasjon som blir lagt til i CDE
Prosjektering					

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Lage en fremdriftsplan for hele prosjektet	VDC: prosesser og PPM	Bedre oversikt over prosjekteringsfasen, synliggjør avhengigheter mellom aktiviteter, synliggjør tidsperspektivet, mer samlet fokus på fremdrift, mer realistisk plan, synliggjør hva som er forventet av de ulike aktørene. Sørger for en LEAN informasjonsleveranse	ICE møterom	Lean metodikker: Involverende planlegging, LPS - last planner system, pull - prinsipp, LPDS - Lean Project Delivery System, WBS - Work Breakdown Structure	Kompetanse om lean metodikker.
Tegningsleveranseplan	Hver aktører utarbeider sin egen TIDP - Task Information Delivery Plan som beskriver relevante milepæler, ens roller og ansvarsområder, beskriver manglende ferdigheter hos deltakerne.			PAS 1192 -2: TIDP - dokumentet baseres på BIM Execution Plan - etter kontrakt og EIR dokumentet. Det må beskrives LOD nivå for BIM modeller, ut ifra en LOD standard.	Selvinnsikt og ærlighet for å kunne vurdere sin egen tekniske begrensinger og hva man trenger hjelp til.
Gjennomføringsplan (ansvarsretter/ sak §13 -5)	Det må utarbeides en MIDP - Master Information Delivery Plan som er tett knyttet til fremdriftsplanen. MIDP spesifiserer roller, ansvarsområder, detaljer om informasjonsleveransen gjennom prosjektet.	Lean informasjonsledelse reduserer sløsing knyttet til informasjonshåndteringen i prosjektet.	Fremdriftsplan. CDE - common data environment	PAS 1192 -2: Utarbeides i samarbeid mellom prosjektets aktører. Gjøres med utgangspunkt i informasjonsleveransesyklusen og på bakgrunn av EIR, BEP og TIDP dokumentet.	

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Beslutningsplan (mot byggherren, og internt i prosjektgruppen)	BEP - BIM Gjennomføringsplanen beskriver hvilket grunnlaget ulike beslutninger skal ha, og på hvilket LOD nivå BIM modellen skal være ved hver beslutning. LOD beslutningsplan bør utarbeides.	Reduserer sløsing knyttet til endringer og overproduksjon (mer detaljerte modeller enn nødvendig er sløsing av ressurser). Bruk av BIM 3D i beslutningssituasjonen fører til bedre beslutninger av byggherren og reduksjon i antall endringsbestillinger	3D modell er på riktig LOD nivå og verktøy for å visualisere BIM D - eller BIM 4D modeller.	På bakgrunn av BIM execution planen skal LOD Beslutningsplanen besvare spørsmålene; hvilke bygningselementer, fra hvilken aktører, skal være modellert til hvilken tid og på hvilket nivå. Du trenger en standard for LOD spesifikasjoner.	BIM koordinator som kontrollerer LOD nivået til modellen før en beslutning.
Prosjekteringsmøter med detaljering og løsninger	VDC: ICE Møter for møtestrukturering og tverrfaglig samarbeid.	Større påvirkning på iterasjonsprosesser, effektivisering av prosjekteringsfasen gjennom redusert sløsing og forbedret koordinering, tidlig synliggjøring av kritiske aktiviteter, aktører bidrar mer i prosjektet, aktiviteter gjennomføres i større grad.	BIM 3D, BIM 4D, BIM verktøy (visualisering, kollisjonskontroll, osv.), CDE for lagring og deling av informasjon, ICE - møterom.	ICE møter handler om at man fysisk møtes for å prosjektere og koordinering mellom fagene. Møtene har en tydelig agenda og struktur og krever god planlegging. ICE møtene kjennetegnes av høy bruk av teknologiske verktøy og Lean metodikker. ICE møter evalueres alltid for å forbedre gjennomføringen fra gang til gang.	Alle relevante aktører MÅ være tilstede på ICE møtet, de MÅ ha beslutningsmyndighet, være forberedt og fokusert. Møte trenger en fasilitator, en møteleder og en referent.
Risikovurdering av HMS/SHA	PAS 1192 - 6, retningslinjer for HMS og risiko i prosjekter på BIM Level 2 nivå. Angir verktøy og prosesser for god HMS/risiko styring	Sikrere miljø for sluttbrukeren, Bedre HMS - prestasjon i gjennomføringsfasen	CDE - common data environment, BIM 3D og BIM 4D modeller og kollisjonskontroll.	PAS 1192 - 6 angir strategier for informasjonshåndtering knyttet til HMS og risiko. Strategiene gjelder for alle involverte aktører i prosjektet og tar utgangspunkt i; identifisering av risiko, bruk av informasjon, deling av informasjon, læring.	Tekniske ferdigheter for å bruke visuelle BIM verktøy, og byggetekniske ferdigheter for å se utfordringer.

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Produksjon av produksjonsgrunnlag; modeller og tegninger og beskrivelser.	VDC: BIM verktøy og prosesser: ICE møter benyttes for prosjektering, avklaringer, beslutninger. PAS 1192 -2 angir hvordan informasjonsleveransen i prosjektet skal gjennomføres, med blant annet volumstrategien som metodikk for effektiv produksjon og koordinering av 3D modeller. Modeller har forrang fremfor beskrivelser og tegninger. PAS 1192:2007 angir metodikk for produksjon, deling og kvalitetssikring av produksjonsgrunnlag	PAS 1192 - 2, som prosess, har til hensikt å redusere: - Venting og leting etter informasjon. - Overproduksjon av informasjon som ikke har noen hensikt - Feilaktig informasjon skapt av dårlig koordinering mellom grafisk og ikke – grafisk data, hvilket skaper omarbeid. BIM verktøy: forbedrer byggbarheten og reduserer endringer som følge av feil og mangler i produksjonsgrunnlaget. ICE har til hensikt å øke effektiviteten, tverrfagligheten	BIM verktøy for modellering, visualisering og analyser. BIM 3D, BIM 4D, BIM 5D, BIM 6D, BIM nD, CDE for deling og lagring av informasjon. ICE møterom for å gjennomføre prosjektering.	PAS 1192 – 2 som standard for informasjonsleveransen. ICE prosesser for utarbeidelsen av produksjonsgrunnlaget.	
Møtereferat	<i>Ingen gode resultater</i>				
Uavhengig kontroll	<i>Ingen gode resultater</i>				
Avvikshåndtering	<i>Ingen gode resultater</i>				
Offentlig saksbehandling/søknadsprosess	EbyggeSak. Saksbehandling på bakgrunn av BIM modell. Alle søknadsprosesser knyttes til BIM modellen, hvilket gjør søknadsprosessen mer sømløs og	Effektiverer saksbehandlingen ved å gjøre prosessen med sømløs. Styrke kommunen som bestiller og/eller offentlig part i byggesaker. Lik saksbehandlingsgang i hver kommune.	BIM modell i IFC 4 format og som følger modellkravene til Ebyggesak.	IFC filen lastes opp i en web applikasjon, hvor den valideres. Hvis filen er ok, kan den sendes inn til saksbehandling.	

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Samhandling mellom møtene: Kommunikasjon, koordinering, beslutninger, avklaringer	ICE definerer hvilke beslutninger og arbeid som kan gjøres utenfor ICE møtene. PAS 1192 - 2 – brukes som metodikk for produksjon, deling, kvalitetssikring og dokumentering av produksjonsgrunnlag. CDE fungerer som et senter for all informasjonssamling. Sømløs kommunikasjon gjennom samhandlingsprogrammer som kommuniserer via BIM 3D modell.	Bedre og mer sømløse kommunikasjon og informasjonsdelingsprosesser . Reduksjon av ikke - verdiskapende aktiviteter. God kommunikasjon og koordinering i byggeprosjekter skaper langsiktig verdi for byggherren.	CDE, BIM 3D modell, Software for BIM samhandling,- Deling av modeller i IFC format.	All deling av informasjon skjer gjennom CDE. All samhandling mellom aktører skjer gjennom en software for samhandling tilknyttet BIM 3D modell. Kvalitetssikring og strukturering av informasjon sin ferdiggrad skjer gjennom PAS 1192:2007. Beslutninger og avklaringer gjøres i henhold til BIM Execution plan.	Gatekeeper for CDE.
Kvalitetssikring av produksjonsgrunnlaget	CDE (PAS 1192:2007) - metodikk for produksjon, deling og kvalitetssikring av produksjonsgrunnlag. Kollisjonskontroll av modeller. BIM 4D, visuelle verktøy	Bedre byggbarhet i produksjonsgrunnlaget, som fører til mindre omarbeid som følge av feil og mangler i produksjonsgrunnlaget.	CDE - common data environment. BIM 3D modeller med LOD 400. Software for kollisjonskontroll og visualisering.	CDE som prosess består av 6 steg for å kvalitetssikre informasjon Kvalitetssikring av modeller kan være kollisjonskontroller og analyse av nøyaktighet og detaljnivå (LOD). På bakgrunn av kvalitetssikringen blir informasjonen klassifisert for hva den kan brukes til	CDE - gatekeeper som er ansvarlig for å kontrollere informasjon. Dette kan også være BIM koordinatører eller prosjekteringsleder.

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Økonomiske endringshåndtering mot byggherren	Bruke BIM 3D modeller fra første stund, reduserer antall endringer i utgangspunktet. BIM 5D for å gjøre økonomiske analyser av endringer og rapportering.	BIM 3D fører til færre endringer fra byggherren. Med BIM 5D kan man (hvis BIM 5D modellen er etablere) gjøre kjappe økonomiske konsekvensanalyser av endringen. Ved bruk av BIM føler byggherren en større trygghet med tanke på "gjøre vi de riktige tingene", gjøre vi tingene riktig"	BIM 4D modell av god kvalitet med helhetlig LOD nivå. Databaser for ressurser og produksjonsrater til alle objekter i modellen. Database med kostnader for alle objektene og arbeidsprosesser for å produsere BIM 3D modellen. Software for mengdeuttak, Software for BIM 5D	1. Organisering av modellen. 2. mengdeuttak. 3. Produsere BIM 4D modellen og bestemme fremdriften. 4. koble BIM 4D modellen til en kostnadsdatabase. 5. legge inn prosjektorienterte økonomiske forutsetninger (innbetaling, utbetaling, profitt, kontrakt), 6. gjøre analyser, simuleringer, oppdatering av informasjon, rapportering.	Kompetanse og ferdigheter innenfor: modellering og strukturering av modeller, fremdrift og gjennomføring, økonomi og kostnadsanalyser. Følgende utfordringer må overkommes for BIM 5D: Deling av priser og kostnadsdata mellom bedrifter, kontraktuelle utfordringer
Produksjon av "som bygget - tegninger, S - BUILD dokumentasjon"	Berike objektene i BIM modellen med informasjon om FDV og "som bygget dokumentasjon" fra byggeplassen. Byggeplass-dokumentasjonen hentes inn gjennom manuelle eller automatiserte metoder. Informasjonsleveransen beskrives i EIR - dokumentet og BEP - BIM gjennomføringsplan	Automatiserte og manuelle verktøy for informasjonsinnhenting fra byggeplassen sørger for mer nøyaktige beskrivelser av "som bygget". PAS 1192 - 2 sørger for en helhetlig og effektiv informasjonsleveranse, og at byggherrens informasjonskrav blir oppfylgt.	Automatiserte og verktøy for informasjonsinnhenting fra byggeplassen, med tilhørende hardware og Software. BIM modell som informasjonscenter. Software og hardware for samhandling og deling av informasjon med byggeplassen. CDE.	PAS 1192 - 2 (EIR dokument og BEP BIM gjennomføringsplan) for å spesifisere informasjonsleveransen.	

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Produksjonsplanlegging og etablering					
<i>Internt etableringsmøte Ingen gode resultater</i>					
Fremdriftsplanlegging	A. BIM 4D på aktivitetsnivå brukes for å finne den overordnede utførelsen for prosjektet. B. Fremdriftsplanen utarbeides i ICE møter med Lean metodikker som involverende planlegging, LPS, pull - prinsippet,	A: BIM 4D kan føre til: 5 - 10% kortere tid for utførelse, økt andel prefabrikasjon, 8/9 mener fremdriftsplanen generelt blir bedre, mer pålitelig fremdriftsplan, bedre flyt, mindre omarbeid, færre forsinkelser, færre kollisjoner mellom arbeidslag, bedre logistikk, bedre HMS, redusere "gapet" mellom prosjektering og utførelse. B: ICE/Lean metodikker kan føre til: redusert sløsing, aktører får større eierskap til planen, mer realistisk plan.	BIM 3D modell med LOD nivå 100 - 400, en fremdriftsplan som er basert på mengder fra BIM 3D modellen, et Software for å koble BIM 3D og fremdriftsplan, hardware og Software for visualisering og analyser. ICE møterom	A: 1. Organisere BIM 3D modellen og søre for at den har korrekt detaljnivå. 2. hente mengder fra modellen og koble disse med produksjonsrate og ressurser, bestemme varighetene og avhengighetene til aktivitetene. 3. utarbeide fremdriftsplanen. 4. koble sammen BIM 3D modell og fremdriftsplan. 5. simulere og gjøre analyser B: Last Planer System, Involverende planlegging, Pull - prinsipp, Work Breakdown Structure, Lean Project Delivery System.	Kunnskap og ferdigheter innenfor: Modellering og organisering av BIM modeller, praktisk utførelse på byggeplass, Lean metodikk, gjennomføring av ICE møter.
Kontrahering av UE og leverandører	Samme som kontrahering av TUE i prosjekteringsfasen; langsiktig samarbeid med leverandører og UE, BIM supplier assessment form				

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Oppstartsmøte med leverandører	Bruke BIM 3D modeller som visuelt verktøy for å kommunisere hva som skal produseres, og bruke BIM 4D modeller for å kommunisere utførelsen	Bedre kommunikasjon mellom aktører i prosjektet, samme forståelse av produkt og prosess. Tidligere oppdagelse av problemområder.	BIM 3D modell og BIM 4D modell. Hardware/Software for å visualisere		
Oppstartsmøte med leverandører	Bruke BIM 3D modeller som visuelt verktøy for å kommunisere hva som skal produseres, og bruke BIM 4D modeller for å kommunisere utførelsen	Bedre kommunikasjon mellom aktører i prosjektet, samme forståelse av produkt og prosess. Tidligere oppdagelse av problemområder.	BIM 3D modell og BIM 4D modell. Hardware/Software for å visualisere		
Etablering av HMS og KS system	PAS 1192 - 6, retningslinjer for HMS og risiko i prosjekter på BIM Level 2 nivå. Angir verktøy og prosesser for god HMS/risiko styring	Standardisering av HMS, risik og KS arbeid. Redusert risiko og bedre HMS prestasjon i gjennomføring	BIM 4D modell og Hardware/software for å visualisere. CDE common data envioment.	PAS 1192 - 6 angir strategier for informasjonshåndtering knyttet til HMS og risiko. Strategiene gjelder for alle involverte aktører i prosjektet	
Interessenter	Bruke BIM 3D og BIM 4D som media for å kommunikasjon.	Gir interessenten bedre forståelse av hva som skal gjennomføres på byggeplassen til ulike tider. BIM modeller er en meget rik og effektiv form for kommunikasjon. God kommunikasjon, samarbeid og koordinering er verdiskapende for byggherren med tanke på langsiktig verdi.	BIM 4D modell og Hardware/Software for å visualisere.		

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Planlegging av rigg og produksjon	BIM 4D på operasjonelt nivå brukes for å finne nødvendige ressurser for ulike operasjoner. BIM 4D på aktivitetsnivå brukes for å planlegge og vurdere byggeplassens utforming over tid. Det må planlegges om, eller i hvilken grad, man skal anvende automatiserte/manuelle metoder for overvåking av produksjonen og logistikken. Informasjon om produksjon, byggeplass og logistikk bør samles i samme teknologiske plattform.	Bedre HMS og risikoledelse, bedre flyt og redusert sløsing (7 waste), færre kollisjoner mellom arbeidslag. Bedre koordinering av leveranser og produksjon.	BIM 4D modellen må inkludere midlertidige konstruksjoner og nødvendig plass/volum som ulike aktiviteter og prosesser trenger, LOD nivået bør være 400 for ting som skal produseres og 100 - 400 for midlertidige konstruksjoner og ting som tar opp plass/volum. Hardware og Software for visualisering (VR, BIM huler, dataer, ipad, osv.) En plattform for informasjon knyttet til byggeplassens utforming, logistikk og produksjon.	Planlegging av byggeplassen og logistikk bør gjøre fra et så tidlig stadiet som mulig, slik at man kan vurdere ulike former for utførelse når man velger tekniske løsninger. Det bør anvende Lean metodikker for logistikk og produksjon; Last Planner Principe, just In Time.	God kunnskap om praktisk utførelse og teknisk kunnskap om redigering av BIM 4D modellen.
Gjennomføre produksjon					
Opptastsmøter med UE	BIM 3D og BIM 4D for å kommunisere hva som skal bygges og hvordan utførelsen skal gjennomføres.	Bedre koordinering og tidligere oppdagelse av mulige konfliktområder.	BIM 3D og BIM 4D. Software og hardware for visualisering		

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG.
Fremdriftsoppfølging	Bruk av automatiserte verktøy for overvåking av fremdrift og utførelse: BIM 4D modell brukes som senter for oppfølgingen ettersom den beskriver gjennomførelsen "som planlagt". Manuelle verktøy, kan brukes for visuelle kontroller av fremdrift og produksjonsoppfølging	Automatiserte metoder er tidsbesparende og de måler fremdriften i nåtid. Man får et tidlig varsel om produksjonen ikke samsvarer med "som planlagt" (BIM 4D). Oppfølging og beslutninger krever ikke fysisk tilstedeværelse,	BIM 4D modell. Automatiserte- og/ eller manuelle verktøy for oppfølging. Verktøyene har ulike krav til infrastruktur og Software for behandling av informasjon.		
Produksjon	Mer bruk av prefabrikasjon og delprefabrikasjon, robotisering og automatisering.	Bedre presisjon og kvalitet, redusert gjennomføringstid, tryggere og renere arbeidsforhold, redusert antall arbeidere på byggeplassen, redusert problem knyttet til koordinering av fag og redusert behov for lagring	BIM 3D modell med LOD nivå 400 eller høyere. BIM 4D. Automatiserte BIM verktøy for å dokumentere prosessen. Roboter og automatiske maskiner for ulike prosesser.	BIM 3D og 4D modellen bør være utarbeidet på et tidlig stadiet, slik at man vurderer ulike former for utførelsen. Utførende aktører må være involvert fra tidlig i prosjekteringen	
Kvalitetssikring av produksjon (klimatiske forhold)	Automatiserte verktøy; WSN - Wireless Sensor Network, RFID,	Dokumentering av produksjonsforhold. Kan brukes for å berike "som bygget" modellen, eller styre produksjonen. For eksempel, kan WSN benyttes for å måle betongens modenhet eller oppdage gasslekkasjer	Automatiserte verktøy, som har ulike krav til Software og infrastruktur, for eksempel internett. BIM 3D og BIM 4D med tilknyttet referanseinformasjon om produksjonsforhold.	De automatiserte verktøyene måler og registrerer informasjonen. Informasjonen sendes til en "datasentral" hvor den sammenlignes med referanseinformasjon	

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG
Logistikkstyring	Byggeplassen og produksjonen planlegges ved hjelp av BIM 3D og BIM 4D modeller. Informasjon om logistikk og bestillinger samles i en plattform. Bruke av automatiserte verktøy for overvåking av utførelsen: RFID, 3D laser scanning, Image - based Modelling, Ultra - wideband. Bruke manuelle verktøy for visuell kontrollering av utførelsen: AR, BIM verktøy.	Arbeidsbesparende hvis all informasjon om logistikk er samlet på samme plattform. Automatiserte verktøy for å overvåke produksjonen skaper bedre kontroll, reduserer risiko om farlige forhold dokumentasjonen. Bruk av Software for å styre logistikk skaper bedre flyt og effektivitet i produksjonen. Bruk av BIM 3D og BIM 4D for å planlegge byggeplassen og logistikken reduserer risiko knyttet til HMS.	BIM 3D og BIM 4D med LOD nivå 400 eller høyere. Automatiserte verktøy som for eksempel RFID for å overvåke. Software for å styre logistikk og informasjonen fra de automatiserte verktøyene.	Utformingen av byggeplassen må planlegges fra et tidlig stadiet. Logistikken og produksjonen må planlegges etter Lean metodikker, som for eksempel just in time eller Last Planner Principe.	
Sikkerhetsanalyser og vernerunder	Det kan benyttes ulike automatiserte verktøy (RFID, 3D laser skanning, Ultra Wideband (UWB), Wireless sensor network (WSN)) for å samle inn data fra byggeplassen, som kan brukes for å gjøre sikkerhet - og risikoanalyser. Manuelle verktøy som Ipad og AR teknologi kan benyttets ved vernerunder for å registrere og dele avvik og bemerkninger.	Automatiserte metoder er tidsbesparende og gjøre det mulig å ta beslutninger uten fysisk tilstedeværelse. Produksjonsforhold som ikke samsvarer med "som planlagt" (BIM 3D og BIM 4D). BIM modell og BIM verktøy sørger for rik informasjonsformidling av avvik. Manuelle BIM verktøy er tidsbesparende fordi man registrerer og deler avviket i en operasjon, men en gang.	Automatiserte verktøy, RFID, 3D laser skanning, UWB, WSN, med tilhørende forutsetninger. BIM 4D modell som beskriver produksjonsforholdene "som planlagt ". BIM 3D, Software for samhandling og BIM verktøy (ipad). Software for samhandling bør være webbasert.	Automatiserte verktøy samler inn informasjon fra utførelsen og sammenligner dette med hva som er planlagt. Manuelle verktøy brukes som en verktøy for å dele og lagre avvik/ avklaringer.	

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG
Innregistrering av håndverkere	<i>Ingen gode resultater</i>				
Kvalitetssikring av produksjon (visuelt kvalitetssikring)	Automatiserte verktøy: 3D skanning, Image - based Modelling, Ultra Widebånd Manuelle verktøy: AR - verktøy og BIM verktøy som ipad og BIM kiosker	Kvalitetssikring av hva som er bygget, mot hva som er planlagt (BIM 3D). Arbeidsbesparende å bruke automatiserte verktøy for å kvalitetssikre og samle inn dokumentasjon til "som bygget" modellen. Tidligere oppdagelse av feil og problemområder i produksjonen.	BIM 3D med LOD 400 eller bedre. BIM 4D for å sammenligne hva som er bygget, mot hva som er planlagt. Automatiserte verktøy som 3D skanning, RFID, UWB, image - based modelling. AR og BIM ipad, for å gjøre visuelle kontroller. Software for å behandle informasjon fra de automatiserte verktøyene. Software for å se BIM 3D og BIM 4D modellen ute på byggeplassen.	Automatiserte verktøy samler inn informasjon fra utførelsen og sammenligner dette med hva som er planlagt. Manuelle verktøy brukes ute på byggeplassen for visuelt kontrollere at produksjonen er gjennomført i henhold til hva som er planlagt.	
Bestilling og mottakskontroll	Bestilling bør gjøres i et Software som også behandler logistikk og produksjon. Automatiserte verktøy som RFID eller barcode kan brukes for mottakskontroll og registrering.	Optimalisering av flyten på byggeplassen. Redusert sløsing (7 waste).	BIM 3D og BIM 4D modeller med LOD 400 eller høyere. Software for logistikk. Automatiserte verktøy som RFID eller Barcode.	Bestillingen bør optimaliseres ved å detaljere mengder, hvordan sendingen skal pakkes, når den skal komme, hvor den skal leveres	

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG
Fakturahåndtering	<i>Ingen gode resultater</i>				
Kommunikasjon internt/eksternt	Samhandling og deling av informasjon gjennom webbasert BIM modell.	Effektiviserer og med sømløs samhandling ettersom man kommuniserer og deler informasjon i en plattform.	BIM 3D modell og hardware, Software for samhandling gjennom BIM modell.		
Økonomioppfølging og -rapportering	5D BIM for å overvåke og rapportere.	Bedre kontroll gjennom økt mulighet for økonomisk endringsanalyse. BIM 5D er alltid oppdatert og rapportering kommer automatisk	BIM 5D modell. (Beskrevet tidligere)		
Avvikshåndtering	Bruke manuelle verktøy ute på byggeplassen. Deles gjennom CDE - common data environmen og/eller software for samhandling	Arbeidsbesparende å registrere avviket en gang.	Manuell registrering på byggeplassen. BIM 3D modell. CDE med mulighet for deling av avvik.	Avviket knyttes til et objekt i BIM 3D modellen og deles direkte i CDE hvor relevante aktører kan se det.	

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG
Tegningshåndtering	<p>A: Tegninger kan hentes direkte fra BIM modellen.</p> <p>B: Distribusjon gjennom BIM verktøy. BIM verktøyene kan danne en plattform for sømløs kommunikasjon og informasjonsutveksling mellom funksjonærer, arbeidere, og prosjekterende. C: Gi arbeidere tilgang til BIM 4D visualisering gir arbeidere bedre forståelse av flyten og fremdriften i prosjektet.</p>	<p>Redusert ressursbruk på produksjon og distribusjon av tegninger. Fjerne risikoen for utdaterte tegninger, mer byggbare tegninger, arbeiderne får bedre forståelse av hva produksjonen, redusert RFI (request for information) fra byggeplassen, god plattform for sømløs informasjonsutveksling og deling av informasjon om avvik, feil, dokumentasjon/ KS.</p>	<p>BIM 3D modell med LOD nivå 400 eller høyere. BIM 4D. Hardware og Software for distribusjon og sømløs informasjonsutveksling. g. Internetttilgang, CDE</p>		
Håndtering av endringsbestillinger fra byggherren	<p>A. Byggherren må anvende visuelle verktøy i beslutningsprosesser. Det må benyttes visuelle verktøy for å kommunisere produktet og byggingen til byggherren. For eksempel AR, VR, eller datasoftware.</p> <p>B. <i>ingen gode resultater for hvordan endringsbestillingene som komme faktisk kan håndteres.</i></p>	<p>A. Andelen endringsbestillinger fra byggherren i utførelsesfasen er betydelig lavere hvis beslutninger gjøres sammen med BIM verktøy. Byggherren kan spare potensielt spare 4 -7% på reduserte endringsbestillinger. Byggherren får en bedre innsikt i hva som skal produseres og hvordan byggingen skal gjennomføres, hvilket skaper bedre kundeforhold.</p>	<p>BIM 3D modell for å visualisere produktet, BIM 4D modell for å visualisere prosessen. BIM modellene må ha riktig LOD nivå i forhold til hva som skal besluttes eller kommuniseres. Hardware (AR og VR teknologi) og Software.</p>		

ARBEIDSPROSESSER	DIGITALISERING	MULIG GEVINST	TEKNOLOGI	PROSESS	MENNESKE/ ORG
Slutfase					
Slutfaseplanlegging	<i>Ingen gode resultater</i>				
Ferdigstillelse og bevaringsarbeid	Bruk av automatiserte verktøy for kvalitetssikring. Manuelle verktøy, som for eksempel AR og iPad. Deling av informasjon gjennom program for samhandling.	Effektivisering av prosesser. BIM verktøy for samhandling er et rikt media for kommunikasjon.	BIM 3D, Program for samhandling. Automatiserte verktøy for kvalitetssikring.		
Testing	<i>Ingen gode resultater</i>				
Overlevering	<i>Ingen gode resultater</i>				
FDV dok	FDV BIM gjøres gjennom hele prosjektet. FDV BIM som utvikles gjennom hele prosjektet. Baserer seg på EIR dokumentet som beskriver byggherrens informasjonskrav.		BIM 3D modell med LOD 500. software for å håndtere informasjon knyttet til FDV, dokumentasjon og AS – Build informasjon.	PAS 1192 - 2 for å spesifisere informasjonsleveransen gjennom hele prosjektet.	
Nedrigging	<i>Ingen gode resultater</i>				
Sluttoppgjør	<i>Ingen gode resultater</i>				
Drift og reklamasjon					
Prøvedrift	<i>Ingen gode resultater</i>				
Reklamasjonsbefaring	<i>Ingen gode resultater</i>				
Innmeldte reklamasjoner	<i>Ingen gode resultater</i>				
Økonomi og rapportering	<i>Ingen gode resultater</i>				

De innledende faktorene i Tabell 12, påpeker at man bør følge digitalt veikart for BAE – næringen. Her presenteres muliggjørere som kompetanse, gevinstrealisering, lovverk og felles digital plattform. I mulighetsrommet ble Nepal et al. (2014) sin kategorisering av BIM brukt som utgangspunkt for å beskrive muliggjøre. I mulighetsrommet er muliggjørere definert som teknologi, prosess og menneske/org. Prosjektkontekst som var den siste kategorien til Nepal et al. (2014), ble slått sammen med kategoriene prosess og menneske/organisasjon.

Det er litt forskjell for hvor godt de ulike arbeidsprosessene er beskrevet og noen er ikke beskrevet i det hele tatt. Der hvor mulighetsrommet har enten er blanke felter eller det står *ingen gode resultater*, betyr det at litteratursøket ikke ga noen resultater. Det betyr altså ikke at det *ikke finnes noen digitalisering, mulig gevinst eller muliggjørere*, men at det ikke ble funnet noen gode svar i litteratursøket. Ulike grunner til de varierende beskrivelsene diskuteres i neste kapittel.

Muliggjørere – teknologi, beskriver ofte at det trengs ett Software, men nevner ikke forskjellige typer Software. Grunnen til det er at det ikke er opp til prosjektarbeidet å velge Software, kun påpeke at det trengs et Software for et gitt formål. Det var også veldig få tilfeller at teoriene nevnte hvilket Software som kunne eller burde brukes. I mange tilfeller vil det også være mulig å anskaffe et Software som kan brukes for flere prosesser. Et eksempel på dette er Software for Open BIM kalkulasjon og BIM 5D. Her kan man anskaffe et Software som først gjør det mulig å digitalisere prosessen for anbudskalkulasjon. Noen digitale steg senere kan den samme softwaren muliggjøre digitalisering av prosesser for økonomioppfølging, analyser og rapportering.

Digitalisering av en arbeidsprosess er fra nå synonymt med *et digitalt steg*. Mange av de teknologiske muliggjørerne henger sammen. Det betyr at man må ta enkelte digitale steg for at det skal være mulig å andre digitale steg. Når et digitale steg er gjennomført, muliggjør dette nye steg, osv. Sammenhengen mellom de digitale stegene utvikler seg etter hvert til å bli ganske komplekst og det blir vanskelig å holde oversikt over. For å gjøre det mulig å kommunisere sammenhengen mellom teknologiske utviklingen i mulighetsrommet, ble det utarbeidet et prosesskart. Prosesskartet som presenteres i **Feil! Fant ikke referanse kilden.**, tar utgangspunkt er teknologien beskrevet i mulighetsrommet og sammenhengene mellom disse. Det fokuseres ikke på Software/hardware, prosesser, menneske eller org. Prosesskartet er ikke ment å være et selvstendig dokument, men heller et hjelpemiddel/supplement for å forstå den teknologiske utviklingen i mulighetsrommet.

Digitalisering av mange arbeidsprosesser har de samme teknologiske muliggjørerne og mange av de teknologiske muliggjørerne henger sammen. Prosesskartet ble derfor utformet for å illustrere sammenhengen mellom de teknologiske muliggjørerne. Det betyr at prosesskartet kan benyttes for å se i hvilke rekkefølge de digitale stegene kan gjennomføres, basert på hvilken teknologi som trengs for å gjennomføre det digitale steget.

Prosesskartet beskriver ulike standarder, dokumenter og spesifikasjoner som i større eller mindre grad gjelder for hele digitaliseringen. Disse har fått en generell rolle i prosesskartet ved at de går på BIM modell, som er en samlebetegnelse for alle BIM nD modellene. VDC er tatt med i prosesskartet for å illustrere sammenhengen mellom VDC og BIM. Mulighetsrommet beskriver at all informasjonsbør deles gjennom et CDE – common data environment. CDE har blitt generalisert til å gjelde hele BIM modellen. CDE er også en forutsetning for PAS 1192 – 2.

Prosesskartet viser at det er BIM modellen som er senter for det meste av digitaliseringsprosessen. BIM er kjernen i VDC og er utgangspunktet for (neste) alle digitale steg en entreprenør kan gjøre. BIM 3D modellen sin verdi kommer av at den representerer det ferdige bygget «som planlagt». Det betyr at den kan brukes som informasjonskilde for mange digitale steg som bruker «som planlagt» informasjonen på ulike måter.

Prosessmodellen viser også at det er enkelte teknologiske steg som er viktige milepæler for å utløse nye digitale steg. Den første milepælen, som muliggjør hele den digitale utviklingen er en BIM 3D modell. Deretter er BIM 4D er viktig milepæl som utløser mange digitale steg. BIM 4D beskriver utførelsen «som planlagt», hvilket er informasjon som kan brukes for å enten tilrettelegge for god utførelsen, eller kontrollere utførelsen. LOD nivået til modellen er ofte en muliggjører for hva BIM modellen kan brukes til. Spesielt virker det som LOD 400 muliggjør mange digitale steg. Det må poengteres at de fleste digitale steg kan gjennomføres uten at BIM 3D modellen har LOD 400, men for mange områder var teorien meget tydelig på at gevinsten økte betraktelig hvis BIM 3D modellen har LOD 400.

Mange av de digitale stegene i mulighetsrommet fokuserer på visualisering av BIM 3D eller BIM 4D. Etersom BIM på mange måter handler om visualisering av informasjon, kan det diskuteres om visualisering er et eget digitalt steg eller om det bare er en del av BIM 3D/BIM 4D. Visualisering kan derimot gjøres på så veldig mange måter og gjennom bruk av mye forskjellig hardware og Software. Visualisering ble derfor skilt ut fra BIM 3D og BIM 4D som separate steg for å poengtere at visualisering kan gjøres til så mye mer enn å bare se en modell på en dataskjerm.

Prosesskartet har to punkter som heter «bestilling fra byggherren» og «levering til byggherren». Disse punktene beskriver ikke starten og slutten på prosesskartet slik det kan se ut, men start og slutt i forhold til informasjonsleveransesyklusen i Figur 9 (Bestilling fra byggherren= capex, levering til byggherren= opex).

Formene og fargene i prosesskartet har ikke noen dypere betydningen enn at de gjøre det lettere å lese prosesskartet. Der hvor to streker treffer hverandre, er krysningspunktet enten markert med en sirkel, halvmåne eller en diamant. Halvmånen er en «blir bedre med begge» markering. Mange av de

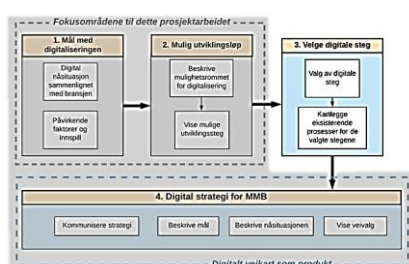
digitale stegene er ikke 100% avhengige av at alle de foregående stegene er implementert for å kunne fungere. Men teorien beskrev her at gevinsten økte hvis de beskrevne muliggjørerne er på plass. Et eksempel på dette er «kvalitetssikring av produksjonsgrunnlaget sin byggbarhet». Dette er mulig å gjøre ved å bare ha en 3D modell som kan brukes for visualisering og kollisjonskontroll. Kvalitetssikringen blir derimot enda bedre hvis man kan visualisere i BIM 4D eller at BIM modellen har LOD 400.

Sirkelen beskriver at en av de to foregående teknologiene bør være på plass. Sirkelen er forøvrig kun brukt der det er snakk om informasjonsinnsamling fra byggeplassen. Dette kan gjøres manuelt, med automatiserte verktøy eller begge deler. Diamanten beskriver at begge de foregående må/bør være på plass.

5.4 VALG AV DIGITALE STEG

Som beskrevet i veikartets innledende faktorer presentert i Tabell 12, er et digitalt veikart blant annet en prosess hvor man gjør veivalg og beslutninger. Det neste trinnet i digitalt veikart som prosess er derfor å velge digitale steg for MMB. Å velge digitale steg ligger utenfor fokusområdet til dette prosjektarbeidet, som illustrert i

Figur 21. Prosjektarbeidet skal kun bidra med informasjon, slik at beslutningstakere hos MMB har et bedre grunnlag for å ta beslutninger selv. Videre presenteres det hvordan et digitalt seg kan velges på bakgrunn av informasjonen som er presentert i digitalt veikartet som prosess. Dette er altså en «oppskrift» for hvordan den presenterte informasjonen kan brukes når man skal vurdere eller ta et digitalt valg.



Figur 21 – Valg av digitale steg i digitalt veikart som prosess

Beskrivelsen er et resultat av det digitale veikartet sin struktur:

1. Digitalt veikartet som prosess setter mål for digitaliseringen som nav i digitaliseringsprosessen. Ettersom målhierarkiet er gevinstorientert, betyr det at man bør ha fokus på *mulig gevinst* når man leser gjennom mulighetsrommet og vurderer ulike digitale steg. Man bør altså først velge en effekt fra målhierarkiet som man ønsker å oppnå, deretter

bruke mulighetsrommet for å finne de digitale stegene som kan gi ønsket effekt. På den måten blir hvert digitale steg relatert til et delmål for digitaliseringen. Når de digitale stegene som gir riktig gevinst er identifisert, kan stegene rangeres.

2. Når MMB har funnet et digitalt steg som de ønsker å gjennomføre kan de bruke informasjonen i mulighetsrommet og prosesskartet for å kartlegge hvilke muliggjørere som må være på plass for at det digitale steget skal være mulig og for at steget skal gi mest gevinst. Mulighetsrommet viser sannsynligvis ikke all informasjon om hva et digitalt steg krever, men det viser det mest essensielle. Prosesskartet vil vise om det er andre teknologiske steg *bør/må* gjennomføres først, før en digitalisering av den aktuelle prosessen er gjennomførbart.
3. Når dette er kartlagt, må MMB kartlegge bedriftens digitale nåsituasjon for prosessen som skal digitaliseres. Aktuelle spørsmål som må besvares, er hva bedriften må anskaffe av;
 - Software/hardware, databaser, kompetanse og ferdigheter, endring av dagens prosesser. Anvendelse av standarder og veiledere.Hva som må anskaffes beskriver på mange måter investeringen som det digitale steget krever. I tillegg *bør* det beskrives utfordringer knyttet til;
 - Implementering, kontrakter og interorganisasjonelle forhold. Alt dette er utenfor dette prosjektarbeidet, men fremdeles meget viktig.
4. På bakgrunn av gevinsten og hvilke ressurser som kreves for å ta det digitale steget, må man vurdere nytte/kostnad – forholdet. Her er det viktig å huske at selv om ett digitalt steg har negativ nytte/kostnad – forhold, så kan det digitale steget muliggjøre nye digitale steg som har en positiv nytte/kostnad.
5. Vurderingen resulterer i en beslutning om man ønsker å gjennomføre et digitalt steg eller ikke. Hvis et steg vedtas, kan det angis en tidshorisont og det digitale steget legges inn i den digitale strategien.

5.5 DIGITALT VEIKART SOM PRODUKT - DIGITAL STRATEGI FOR MMB

Digitalt veikart som produkt er en digital strategi. Å lage en digital strategi innebærer å samle de viktigste momentene fra digitalt veikart som prosess, slik at det er mulig å kommunisere den digitale strategien.

Det ligger derfor utenfor dette prosjektarbeidet å beslutte hvilke digitale steg MMB skal ta og dermed også utarbeide en digital strategi. En digital strategi er produktet av digitalt veikart som prosess, hvilket betyr at de to er nært knyttet sammen. Derfor beskrives derfor en overordnet struktur som den digitale strategien kan ha, basert på de undersøkelsene som er gjort og den informasjonen som er presentert i digitale veikart som prosess. På den måten sikres det at digitalt veikart som produkt og digitalt veikart som prosess, henger sammen. Som beskrevet i de innledende faktorene i Tabell 12, *bør* en digital strategi for en entreprenør ha samme struktur og strategi som

digitalt veikart for BA – næringen. Det innebærer elementer som; mål, muliggjørere, produkter, digitale steg og nåsituasjon. Som et resultat av informasjonen presentert i digitalt veikart som prosess, så gjøre det enkelte endringer i hva som inngår i elementene.

5.5.1 Mål for digitalisering

Digitalt veikart for BAE – næringen presenterer mål og visjon for digitaliseringen. Målene omhandler økonomi, fremdrift, miljø og eksport og skal innfris innen 2025. For digitalt veikart for MMB presenteres et målhierarki som er mer relatert til MMB sin hverdag. Målhierarkiet beskriver delmål som også går på økonomi og fremdrift, men ikke eksport og miljø. Grunnen til det er at MMB ikke blir målt på eksport og miljø. Det er verdt å nevne at en byggherre nevner at miljø vil bli en viktigere faktor i fremtiden. Det betyr at miljø kanskje bør få en rolle i målene som Backe operere med.

5.5.2 Muliggjørere

Muliggjørere beskriver forutsetninger for digitale steg og gevinstrealisering. For å beskrive muliggjørere har prosjektarbeidet valgt å bryte med digitalt veikart for BA – næringen. I stedet benyttes kategoriene teknologi, prosess og menneske/organisasjon som er ofte anvendt i litteraturen.

5.5.3 Produkter

Produkter beskrives i digitalt veikart for BA – næringen som digital byggeplass og digital tvilling. Dette er begreper som er introdusert av BNL og nærmest fraværende i litteraturen. Tilsvarende begreper i litteraturen og i bransjen er *VDC – virtuell design and Construction* for Digital byggeplass og *BIM* for digital tvilling. I den digitale strategien for MMB anbefales det å anvende begrepene BIM og VDC. Grunnen til dette er at VDC og BIM er etablerte begreper, mens digital byggeplass og digital tvilling er nye begreper som ennå ikke har fotfeste.

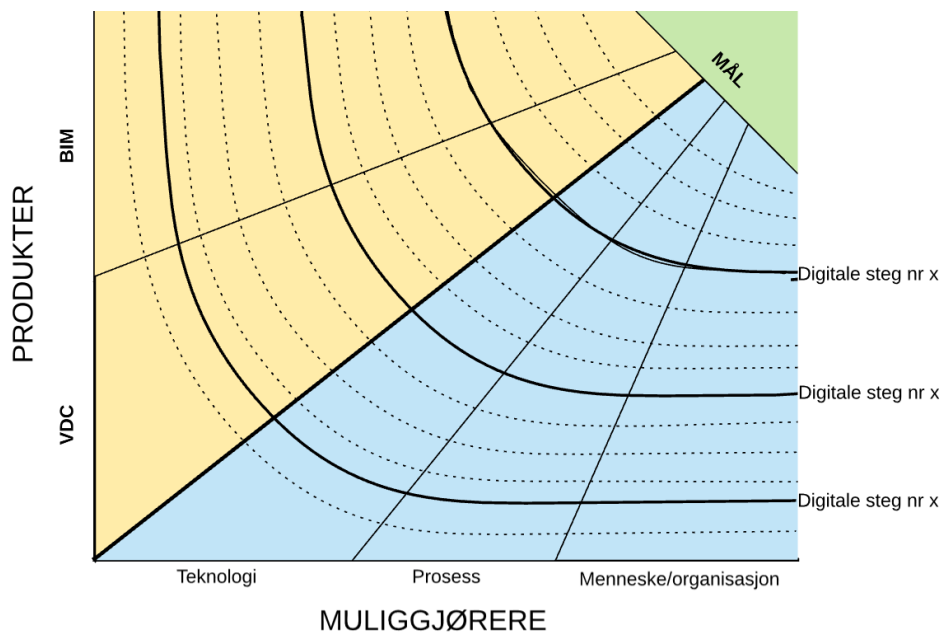
5.5.4 Kartlegging av nåsituasjonen og digitale steg

I digitalt veikart for BAE – næringen benyttes SWOT analyse for å beskrive digital nåsituasjon. I digital strategi for MMB benyttes det først en sammenligning av digital modenhet for MMB og en gjennomsnittlig stor entreprenør. Sammenligningen indikerer at MMB er mindre digitalt moden enn en gjennomsnittlig stor entreprenør, hvilket betyr at den digitale nåsituasjonen ikke samsvarer med målet til Backe om å være først i digitaliseringsrekken. Det gjennomføres ikke noen stor kartlegging av digital nåsituasjon for MMB, men strukturen til digitalt veikart som prosess beskriver at når MMB har valgt et digitalt steg, bør man kartlegge den digitale nåsituasjonen for den aktuelle prosessen.

For å beskrive utvikling av digital modenhet benyttes digitalt veikart for BAE – næringen modenhetstrappen, som har fire 4 trinn. Dette er veldig store steg, men som i realiteten innebærer mange mindre steg. I prosjektarbeidet tilsvarer ett digitalt steg, digitalisering av én prosess. Det gjør det lettere å relatere utvikling av digital modenhet til hverdagsaktiviteter.

5.5.5 Strukturen i den digitale strategien

Strukturen for hvordan den digitale strategien kan visualiseres, er videreført fra digitalt veikart for BAE – næringen, men med endringer presentert i teksten over. Det betyr at strukturen kan oppsummeres som illustrert i Figur 22.



Figur 22 – Illustrasjon av digital strategi for MMB. Inspirert av BNL (2017)

Figuren tar også utgangspunkt i hvilke mål for digitaliseringen. Produktet beskriver hvilke digitale steg som gjennomføres, mens muliggjørere beskriver hvilke forutsetninger som må være tilstede. Et digitalt steg, tilsvarer en stiplet linje.

Figuren er tidsuavhengig ettersom det ikke sier noe om når de ulike stegene skal være gjennomført. Det er et resultat av målformuleringen, men også at prosjektarbeidet ikke skal velge digitale steg og når det digitale steget skal være gjennomført.

6 DISKUSJON

Problemstillingen i prosjektarbeidet ble i kapittel 1.2 presentert som «Hvordan MMB kan bruke digitalisering for å nå sine mål». Problemstillingen skulle løses gjennom å lage et digitalt veikart som setter digitaliseringen i system, slik at beslutningstakere har et bedre grunnlag for å ta beslutninger knyttet til digitaliseringsprosessen og senere utarbeide en digital strategi.

6.1 HVA ER BEHOVET FOR ET DIGITALT VEIKART?

Bedrifter og organisasjoner må forhold seg til en megatrend enten de vil eller ikke. Det vil være en utfordring for mange hvis man ser på definisjonen av hva digitalisering egentlig innebærer. Sannes (2016) sin definisjon av digitalisering, beskriver utfordringer som «*transformasjon fra at IT er et støtteverktøy, til at det er en del av bedriftens DNA*» og «*endring av forretningsmodeller, organisasjon og prosesser slik at man utnytter dagens og morgendagens verktøy*». Hvis man så ser på byggebransjen, blir ikke utfordringene for digitalisering mindre. Ikke bare er byggebransjen i dag meget tradisjonell, men byggebransjen opererer også med små profittmarginer, stramme tidsfrister og stor risiko. Ettersom det alltid vil være en risiko knyttet til utvikling er det forståelig at det er fristene å velge de løsningene som man vet fungerer, i stedet for å satse på utvikling.

Sannes (2016) skriver at en radikal utvikling som digitalisering, krever digitale strategier som danner grunnlaget for fremtidig praksis og forretningsmodeller. I dag har byggebransjen så vidt entret den digitale verden og det er derfor veldig stor usikkerheten for hva fremtidig praksis og forretningsmodeller i bransjen egentlig innebærer. Usikkerhet defineres som mangel på informasjon og den eneste måten å redusere usikkerhet på, er å få mer informasjon og strukturere informasjonen på en hensiktsmessig måte. Så lenge denne usikkerheten er til stedet, vil det være vanskelig å ta rasjonelle beslutninger knyttet til digitalisering. En rasjonell beslutning krever et klart mål og det krever informasjon om alle alternativer.

Digitalt veikart som prosess handler om å strukturere informasjon. Det betyr at digitalt veikart som prosess egentlig handler om å redusere usikkerheten knyttet til digitalisering. Det er vanskelig for en bedrift å starte en digitaliseringsprosess, når de egentlig ikke vet hva utfallet av den digitaliseringen er. Det er ingen som kan svar på hvordan praksis og forretningsmodeller i byggebransjen ser ut i fremtiden. Det beste som kan gjøres, er redusere usikkerheten knyttet til hva digitalisering er, slik at bedriften har et best mulig utgangspunkt for å ta beslutninger og valg knyttet til digitaliseringsprosessen. Hvilket er hva et digitalt veikart gjør. Digitalt veikart er informativt og det gir et grunnlag for å ta beslutninger, slik at man kan gjøre mest mulig rasjonelle beslutninger. Et veikart er derfor suksessfullt hvis det fører til at beslutningstakere tar bedre og mer rasjonelle beslutninger og hvis beslutningstakere føler en mindre usikkerhet knyttet til beslutningen.

6.2 DIGITALT VEIKART, EN STRUKTUR FOR Å SETTE DIGITALISERINGEN I SYSTEM

For at et digitalt veikart skal være informativt, slik at det reduserer usikkerhet, må det inneholde informasjon som er relevant, troverdig og strukturert. Prosjektarbeidet resulterte i en struktur som starter med å definere mål for digitaliseringen, deretter presenteres mulighetene. Basert på mulighetene og målet, tar man valg og gjøre beslutninger, som tilslutt oppsummeres i en digital strategi.

Som beskrevet, kan den foreslåtte strukturen og det digitale veikartet sies å være suksessfullt, hvis den fører til at MMB tar mer rasjonelle beslutninger og at beslutningstakere føler en mindre usikkerhet knyttet til beslutninger enn de ville gjort uten det digitale veikartet. Dette er ikke et veldig målbart vurderingskriteriet. For å foreslå et vurderingskriteriet, foreslås to spørsmål som ble nevnt i litteraturen i en annen sammenheng. Spørsmålene er «*gjør vi de riktige tingene?*» og «*gjør vi tingene rett?*» Hvis det digitale veikartet bidrar til at MMB føler seg bedre egnet til å besvare spørsmålet, er veikartet suksessfullt.

I strukturen skal beslutninger baseres på to ting, mål for digitaliseringen og mulighetsrommet. Dette svarsvarer med teorien om perfekt rasjonalitet, som sier at mål skal gjøres på bakgrunn av klare mål og informasjon om alle alternativer.

Strukturen til digitalt veikart som prosess har en svakhet, som ved utbedring kunne være med på å øke rasjonaliteten til en beslutning. Den mangler en overordnet kartlegging av nåsituasjonen. Strukturen til veikartet tar ikke hensyn til hva som er faktisk nåsituasjon, noe som sannsynligvis vil være en viktig faktor når MMB senere skal vurdere digitale steg. Det beskrives også i teorien om perfekt rasjonalitet, at en beslutning krever en klar forståelse av situasjonen, noe som kunne blitt uttrykt gjennom en kartlegging av nåsituasjonen. Strukturen til digitalt veikart sier at etter man har valgt en prosess som skal digitaliseres, så må nåsituasjonen til den prosessen kartlegges, slik at man vet utgangspunktet. Dette er en veldig spesifikk kartlegging som er nødvendig for å kunne se hvilke investeringer som må gjøres for å kunne digitalisere den aktuelle prosessen. Det skaper derimot ikke en overordnet helhetsforståelse av nåsituasjonen som teorien beskriver er nødvendig for perfekt rasjonalitet.

Det er et par grunner til at kartlegging av nåsituasjonen ikke ble inkludert i det digitale veikartet. For det første, er kartlegging av digital nåsituasjon og digital modenhet krevende. Digital modenhet handler ikke bare om teknologi, men handler også om prosesser, ledelse, databasert – og strukturering av informasjon, interoperabilitet, digitale ferdigheter og – kompetanse, digital infrastruktur, roller og ansvar. Å kartlegge alt av dette er et prosjektarbeid i seg selv. For det andre, kan det argumenteres for at MMB er et relativt lite firma, med relativt enkle systemer, hvilket betyr at beslutningstakere sannsynligvis har god kontroll over nåsituasjonen til firmaet. Beslutningstakeren kjenner hver ansatt, hvert system, den digitale infrastrukturen osv. Det betyr at nåsituasjonen automatisk være en del av beslutningsgrunnlaget når MMB skal vurdere digital utvikling.

Med tanke på kriteriet for om veikartet er suksessfullt, er dette en negativ faktor ettersom det reduserer muligheten for å gjøre en perfekt rasjonal beslutning. Det vurderes derimot ikke til å være en avgjørende faktor, ettersom MMB sannsynligvis vil vurdere nåsituasjonen uansett.

6.3 MÅL FOR DIGITALISERINGEN

Digitalt veikart som prosess setter mål for digitalisering som nav i digitaliseringsprosessen. Selv om digitalisering er altomfattende ved at det kommer til å endre praksis, forretningsmodeller, organisasjon og prosesser, er ikke digitalisering i seg selv et mål. Det er ganske logisk, ettersom formålet til en bedrift og grunnen til den eksistens, ikke er digitalisering. Digitalisering er kun en (nødvendig) utvikling som bedriften må ut i, får at den skal ha mulighet for å oppnå sine mål også i fremtiden. Digitalisering blir på den måten en forutsetning for fremtidig måloppnåelse i bedriften. Det betyr at når MMB skal bruke digitalisering for å når sine mål, så er det gjennom å innfri mål for digitalisering. Det beskriver noe av grunnen til hvorfor det er så viktig at mål for digitalisering, tar utgangspunkt i bedriftens mål.

MMB sine operative og strategiske mål ble konkretisert ned til seks områder som ble tatt med inn i formuleringen av målene. Hvis digitalisering skaper en positiv effekt for disse områdene, vil det føre til en bedre måloppnåelse for MMB.

6.3.1 Formulering

Som beskrevet i teorien, er det flere generelle forhold som må vurderes i en målformulering. Det kan være; dimensjon, målbarhet, realisme, tidshorisont, symbolske - og reelle mål. Hvorvidt et mål fungerer som en god retningsgiver i beslutningssituasjoner, avhenger av hvordan resultatet av hvordan formuleringen tar hensyn til de ulike generelle forholdene. Men en hovedregel kan sies å være at jo tydeligere målet er, jo bedre er det som retningsgiver.

Når det gjelder et mål for digitalisering, er det flere spesifikke forhold som også må vurderes. For det første vil en digitaliseringsprosess aldri ta slutt. En digitaliseringsprosess er ikke et prosjekt, med et definert start – og sluttidspunkt, det er en kontinuerlig prosess som aldri stopper. Litt det samme som politiets mål om å opprettholde lov og orden. Man blir aldri ferdig. Dette taler for at digitalisering trenger en målformulering som er uten tidshorisont.

For det andre, er det en utfordring at digitalisering omfatter «alt» og at det er ingen som vet hva digitaliseringen egentlig vil føre til og jo lengre frem i tiden man prøver å se, jo større blir usikkerheten. Det betyr at det er lettest å utforme et stort generelt mål, som alltid vil være reelt. Det negative med dette er hvis målene skal brukes som en retningsgiver i beslutningssituasjoner. Da må målene være så konkrete som mulig. I målhierarkiet var dette en veldig relevant utfordring for hoved – og delmålene. Løsningen ble dele opp målene slik at de var konkrete nok til å kunne brukes som retningsgiver i beslutningssituasjoner og deretter formulere målet ut ifra gevinst. Målene ble satt uten tidshorisont, slik at de alltid vil være relevante. Ulempen med formuleringen er at den ikke forteller deg hvilke steg du skal ta og den forteller deg ikke når steget må være tatt. Det betyr at når

MMB vurdere ulike digitale steg, må de ta utgangspunkt i hvilken gevinst de ønsker å oppnå, deretter velge det digitale steget som gir mest effekt.

6.3.2 Visjon

Visjonen i målhierarkiet, beskriver hvordan man ønsker at digitalisering skal skape en ideell situasjon for MMB. I samsvar med teorien, er visjonen tidsuavhengig og den bruker bilder for å beskrive.

Visjonen starter med å beskrive at MMB skal være en moderne entreprenør. En moderne entreprenør er en tittel som kun kan tildeles de som følger utvikling og alltid er på utkikk etter forbedring. Tittelen samsvarer med definisjonen for digitalisering, som sier at bedriften skal være utformet morgendagens verktøy. Det er et symbolsk bilde, som er tidsuavhengig ettersom det alltid vil endre seg. Det er heller ikke noe man kan måle konkret. Moderne tilsier også at MMB skal ligge tidlig i utviklingen, men trenger ikke være en trendsetter for utviklingen.

Begrepet «moderne», benyttes for beskrive digital utvikling eller digitalisering. Det er derimot en forskjell mellom de to begrepene, ettersom moderne også kan beskrive forhold som ikke er knyttet til digitalisering eller utvikling. Grunnen til at begrepet moderne ble brukt framfor digitalisering, var at digitalisering er en veldig stor forutsetning for å være moderne.

Videre beskriver visjonen at gjennom å være moderne, skal MMB få økt konkurransekraft, bedre gjennomføringsevne og være byggherrens førstevalg. MMB ønsker å opprettholde sin posisjon i markedet. Ettersom byggherrene ga uttrykk for at det kom til å bli et tøffere marked på innlandet, må etter all sannsynlighet MMB øke sin konkurransekraft for å opprettholde sin posisjon. Det er derfor ønskelig at digitaliserings skal hjelpe MMB med å øke sin konkurransekraft, slik at de er bedre rustet til å møte den utviklingen som kommer i markedet. Økt konkurransekraft handler om «hvorfor skal byggherren velge MMB fremfor konkurrentene». Visjonen tar utgangspunkt i at en moderne entreprenør, har økt konkurransekraft sammenlignet med en umoderne entreprenør. Her må det poengteres at det er en viss usikkerhet for hvor stor sammenheng det er mellom konkurransekraft og modernitet. Det er mange andre faktorer som også spiller inn når det gjelder konkurransekraft. Byggherrene var derimot meget tydelige på at entreprenører må være teknologisk kompetente for å vinne oppdrag i fremtiden, hvilket er i større grad knyttet til hvor moderne en entreprenør er.

Visjonen samler MMB sin evne til å utføre arbeidsprosesser i en prosjektgjennomføring, i begrepet gjennomføringsevne. Dette er sterkt knyttet til 007 målet og formuleringen «bedre gjennomføringsevne» er tydelig relatert til dagens situasjon. Det betyr kort fortalt at MMB skal bruke digitalisering for å gjennomføre prosjekter på en bedre måte enn i dag, slik at de er bedre rustet til å nå 007 målet.

Til slutt sier visjonen at MMB skal være byggherrens førstevalg av entreprenør. Uttrykket byggherrens førstevalg, er knyttet til målet om godt omdømme. Det er sannsynligvis ikke målbart, ettersom det vil være relativt. Det er også en usikkerhet for om det å være moderne, kan føre til at man blir byggherrens førstevalg ettersom dette også omfatter flere aspekter. Begrepet

«byggherrens førstevalg» taler heller til den totale forbedringen man håper digitaliseringen kan føre til.

6.3.3 Hovedmål og delmål

Basert på visjonen, målkongretiseringen og analysen fra undersøkelsene, ble det konstruert ulike delmål og hovedmål. De to første hovedmålene er relatert til kategorien *domene* fra intervjuanalysen. Nummer tre og fire er relatert til kategorien *gjennomføringsevne* og nummer fem er relatert til *utvikling*.

Konkurranseskraft

For å opprettholde den konkurranseskraften og markedsposisjonen man har i dag, mener Backe at entreprenører må få større kontroll over prosjektets tidlige faser. Det gjelder både i prosjektering, men spesielt for anbudsfasen. Ved å øke kontrollen og redusere usikkerheten i anbudsfasen, vil man kunne gi et anbud som i større grad gjenspeiler risikoen i prosjektet. Byggherrene og Backe ønsker at digitalisering kan føre til at man treffer kalkyler bedre enn i dag. Dette kan gjøres gjennom å øke presisjonen i anbudet slik at anbudet er mer realistisk.

Hoved – og delmålet har litt ulik målbarhet. Konkurranseskraften til en bedrift blir i prinsippet målet hver gang bedriften deltar i en anbudskonkurranse. Det er derfor et enkelt mål å kontrollere. Presisjonen kan måles ved å sammenligne budsjettet mot estimatet, mens økt kontroll over risikoen er litt mer utfordrende å måle. Det kan sannsynligvis måles ved å kontrollere hvor mye data man baserer kostnadsestimatet på og hvor stort risikoandelen er i tilbudet.

Økt ytre effektivitet

Byggherrene er samstemte i at de ønsker en forbedring i prosjektgjennomføringene. Spesielt trekker de fram FDV håndteringen i prosjekter, som de håper man finner nye og forbedret løsninger for. Det at begge byggherrene trekker fram FDV håndtering som et problem, kan bety at dette er et generelt stort problem og en utfordring for bransjen. Ved å anerkjenne at dagens metoder for FDV og informasjonshåndtering ikke er bra nok, kan MMB bruke digitalisering for å løse FDV problematikken i sine prosjekter. Intervjuene viser at byggherrene ikke tar eget ansvar for digitalisering i prosjektene. Forskningen viser at byggherren kan oppnå stor gevinst ved å anvende BIM i prosjekter, gjennom reduserte endringsbestillinger, bedre FDV håndtering og større trygghet for at man gjør de rette tingene. Her er det en markedsmulighet for entreprenørene. Ved å ta kontroll over digitalisering og informasjonsflyten i prosjektene, kan man ganske enkelt legge til rette for byggherren, slik at han blir mer fornøyd. Dette kan bidra til økt ytre effektivitet og mer fornøyd byggherrer, hvilket kan skape et bedre kundeforhold og gjøre MMB til byggherrens førstevalg av entreprenør.

Dette er et relativt umålbart hoved – og delmål. Det er upresist i den forstand at det baserer seg på subjektive meninger. «Fornøyd byggherre» er også et relativt begrep, hvilket gjør det vanskelig å måle. Som retningsgiver i beslutningssituasjoner, kan det argumenteres for at målet er viktig, ettersom det setter fokus på bestiller og hvorvidt bestiller er fornøyd med prosjektet. Både ved overlevering og i ettertid.

007

MMB sitt operative mål er 007. Dette er målet entreprenører i Backe blir målt på i prosjektsammenheng og vil derfor være en viktig faktor når man skal vurdere ulike digitale steg for bedriften. 007 – målet kan dekomponeres i økonomi, HMS, fremdrift og kvalitet. Byggherrene håper også på en forbedring i gjennomføringsfasen og mange av områdene som trekkes fram, faller innunder 007.

Dette er sannsynligvis det mest konkrete hoved – og delmålet, og det blir allerede mål i hvert prosjekt. Om digitaliseringen gjør MMB bedre rustet til å nå 007 målet, kan bare gjøres med å sammenligne tall på hvor ofte det blir oppfylt i dag og hvor ofte det blir oppfylt i fremtiden. Målet er også en enkel retningsgiver, ved å være lite subjektivt og direkte. Litteraturen viser at det er mange prosesser som kan digitaliseres for å gjøre MMB bedre rustet til å nå 007 målet.

Redusere ikke – verdiskapende prosesser og aktiviteter.

Både Backe og byggherrene trekker frem at de håper digitalisering effektiviserer byggeprosjekter generelt. Når man skal effektivisere en prosess, kan man gjøre to ting. Enten øke verdi – skapende aktiviteter eller redusere ikke – verdiskapende aktiviteter. For gjennomføringen sin del, så er det reduksjon av ikke - verdiskapende aktiviteter som er mest aktuelt. MMB bør derfor se etter hvordan digitalisering kan redusere ikke –verdiskapende aktiviteter og på den måten effektivisere prosesser. Ikke –verdiskapende aktiviteter er i denne sammenheng de sju former for sløsing (7 waste). Det må poengtere at ikke – verdiskapende aktiviteter ikke bare angår produksjon, men også informasjonshåndtering.

Her er hovedmålet relativt ukonkret, mens delmålene er konkrete. Hovedmålet er heller en samlebetegnelse for alle delmålene. Det betyr at i beslutningssituasjoner, så er det delmålene som er best å anvende som retningsgiver.

6.3.3.1 Benchmark for god digitalisering

For hovedmålet. Backe sier de er avhengig av at entreprenørene selv er drivere for digitaliseringen og at Backe skal være tilretteleggere for at entreprenørene gjør gode valg. Backe ønsker at nye digitale løsninger og systemer skal være ønsket hos entreprenørene før de anskaffes, men er villige til å bruke styringsretten hvis det er nødvendig for implementering. MMB er et firma som, for å si det beskjedent, liker å «*ha et ord med i laget*» når det gjelder utvikling og beslutninger som angår deres egen virksomhet. For å sikre at MMB har innflytelse over den utviklingen som skjer i Backe bør man ta en aktiv rolle i digitaliseringen, utnytte de ressursene som finnes i Backe og være benchmark for god digitalisering. God digitalisering er ikke *mest* mulig digitalisering, men *best* mulig digitalisering. Gjennom å ta de riktige digitale stegene som skaper gevinst og nye muligheter, kan man bli en referent for god digitalisering innad i Backe og få øket innflytelse i beslutningssituasjoner.

Ettersom MMB opererer innenfor et begrenset geografisk område med begrenset antall konkurrenter, er det også en mulighet å bli en referent for god digitalisering i sitt markedsområde. Byggherrene tror det kommer til å bli et hardere marked i fremtiden og at entreprenører må være

teknologisk kompetente for å få tildelt kontrakter. Her er det mulighet for å sette standarden for hva en teknologisk kompetent entreprenør på innlandet egentlig innebærer.

For delmålet. Backe er tydelig på at man kun skal digitalisere for å oppnå en effekt og at man ikke skal digitalisere fordi alle andre gjør det. Backe sier også at de har troen på å være fremst i digitaliseringsrekken og at man håper det skal gi en fordel. Undersøkelsen om digital modenhet indikerer at MMB har en digital modenhet som er litt bak en gjennomsnittlig stor entreprenør. Det betyr at MMB har en «jobb å gjøre» hvis de skal ha en digital modenhet som er i digitaliseringens fremste rekke på nasjonal basis. Det må derimot poengteres at MMB opererer innenfor et geografisk område som inneholder et begrenset antall entreprenører og at det er ikke gjort noen kartlegging av disse entreprenørene sin digitale modenhet. Det kan derfor hende at selv om MMB er mer mindre digitalt moden enn en gjennomsnittlig stor entreprenør, så er de fremst i digitaliseringsrekke i sitt geografiske marked. Byggherrene tror det vil bli et tøffere konkurransemarked i fremtiden, blant annet fordi veien til Oslo blir kortere. Hva dette vil bety for hvem som er fremst i digitaliseringsrekken i MMB sitt geografiske område er vanskelig å si. MMB bør derfor ha et bevisst forhold til hvordan markedet utvikler seg i sitt geografiske område og hvordan dette påvirker konkurrenters digitale modenhet. De bør også konkretisere om de skal være i digitaliseringens fremste rekke i sitt markedsområde, eller om de skal være det på landsbasis.

Slik dette målene er formulert, så er det subjektivt, lite konkret og ikke veldig målbart. Målet er derfor en dårlig retningsgiver i beslutningssituasjoner. Det som gjør målet viktig, er at det setter digital posisjon og utvikling på agendaen. På den måten kan det være en kilde til motivasjon for å ta digitalt steg.

6.3.4 Hva dekker ikke målhierarkiet

En byggherre kommenterte at det vil bli satt større krav til miljø i fremtiden. Digitalt veikart for BA – næringen har også mål knyttet til miljø. Hverken MMB eller Backe har noen mål for miljø. Ettersom målene tar utgangspunkt i de målene MMB anvender i dag, så ble det ikke tatt med noe mål for miljø. Det samme gjelder for eksport, som er et av hovedmålene til digitalt veikart for BA – næringen.

Målhierarkiet har ingen hovedmål som dekker kompetanse i den grad det burde vært dekket. Det kan argumenteres for at kompetanser er en forutsetning for gevinst og at det derfor ligger indirekte i alle hovedmålene, men den argumentasjonen er litt tynn, basert på hvor ofte kompetanse er dratt fram som en viktig forutsetning. Sannes (2016) sier at en viktig forutsetning for å lykkes er digitale ferdigheter og digitale veikart for BA – næringen har avsatt en hel muliggjører til kompetanse. En byggherre kommenterte at entreprenører må være teknologisk kompetente. Både MMB og Backe har et strategisk mål som går på kompetanse. Kompetansens fravær i målhierarkiet er en svakhet, ettersom kompetanse og digitale ferdigheter vil være essensielt for digitaliseringsprosessen.

6.4 MULIGHETSROMMET FOR DIGITALISERING

Mulighetsrommet kan beskrives som et sammendrag av den forskningen i teorikapittelet. Det er ikke noe informasjon i mulighetsrommet som ikke er i teorikapittelet. Prosesskartet er igjen en illustrasjon av teknologien i mulighetsrommet.

6.4.1 Hva er mulighetsrommet?

Selv om mulighetsrommet ikke presenterer noe nye forskning, så er det visse forhold som gjøre det litt spesielt sammenlignet med forskningsartiklene som informasjonen stammer fra. For det første så er det sorteringen. Mulighetsrommet er sortert ut ifra de hvilke prosesser MMB som entreprenør utøver i dag. Ut ifra det, beskrives digitalisering, gevinst og muliggjørere. Den aller meste av litteraturen som er anvendt er sortert rundt digitaliseringen og deretter beskrives det hva digitaliseringen kan brukes til, hvilken gevinst og muliggjørere. Selv om det kan høres ut som en liten forskjell, så er det en stor endring for leseren. Spesielt hvis leseren tilhører den «praktiske» delen av bransjen. Den ene byggherren kommenterte i intervjuet at digitaliseringen er som en sky og at man klarer aldri helt å få oversikt over helheten. Ved å sortere informasjonen ut ifra prosesser som leseren allerede kjenner til, blir det mye lettere å navigere seg i informasjonen og det blir mye lettere for lesere å relatere seg til informasjonen.

Det andre forholdet som gjør mulighetsrommet spesielt, er at det samler veldig mye informasjon om digitalisering på ett sted. Teorikapittelet kan beskrives som et sammendrag av ca 100 forskningsartikler og studier, hvor hver forskningsartikkel gjerne tar for seg digitalisering av en eller to prosesser. Fordelen med disse artiklene er at de er grundige og gir en dyp innsikt i hva digitalisering av den enkelte prosessen innebærer. Dette er informasjon som er nyttig i mange sammenhenger. Problemet oppstår når man ikke trenger en dyp innsikt, men en helhetsoversikt. Da er det utfordrende at all informasjon er samlet i 100 dyptgående artikler. Det er veldig krevende å gå gjennom – og få oversikt over all relevant informasjon og forskning knyttet til digitalisering. De fleste forskningsartiklene som er anvendt er heller ikke tilgjengelig for en vanlig bedrift, ettersom man trenger tilgang til forskningsdatabaser.

En entreprenør som skal angripe digitaliseringsprosessen, er i nettopp en slik situasjon hvor man ikke trenger dyp innsikt, men en helhetsoversikt. Jo mindre entreprenøren er, jo mindre ressurser har man også til disposisjon for å skaffe en helhetlig oversikt. Det betyr at utfordringen blir desto vanskeligere. Mulighetsrommet samler veldig mye informasjon om hva digitalisering av en entreprenør egentlig innebærer på ett sted. Det skaper ikke en dyp innsikt, men det gir en helhetsoversikt. Det gir en oversikt over hva forskning sier er mulig digitalisering og utvikling, mulig gevinst og hvilket muliggjørere som må være til stede. Alt sortert ut ifra prosesser som man allerede kjenner til og utøver daglig.

En siste ting som gjør mulighetsrommet spesielt, er at det ikke bare omhandler data og teknologi, men også tar for seg prosesser, menneske og organisasjon, standarder. Enkelte prosesser som digitaliseres i mulighetsrommet har ingen ting med data å gjøre. I stedet handler det om å tilpasse

og standardisere dagens arbeidsmetodikker, slik at man faktisk utnytter potensialet til morgendagens verktøy. Eksempler på dette er PAS 1192 – 2, LOD beslutningsplan og ICE møter.

Det er vanskelig å vurdere hvor langt fram i den digital utviklingen mulighetsrommet strekker seg. Noen digitale steg vil kanskje være raskt utdatert, mens andre vil være relevant lenge. Sett opp mot den digitale modenhetstrappen, så har man et utgangspunkt for å vurdere modenhetsrommet sin digitale modenhet. Basert på beskrivelser for de ulike nivåene, antas det at mulighetsrommet ved full implementering vil gi en digital modenhet rund 3. Men dette er kun en helt subjektiv vurdering, som har ingen solid teoretisk forankring.

6.4.2 Svakheter og ting mulighetsrommet ikke svarer på

Mulighetsrommet har noen svakheter som man må være oppmerksom på. Det er ting som er viktig å ha dette i bakhodet, sånn at mulighetsrommet ikke blir framstilt som en total oversikt over mulig digitalisering og som en «fasit for digitalisering». Den første svakheten går på at mulighetsrommet ikke beskriver alle prosesser som en entreprenør utøver, det viser kun de 58 prosessene som ble kartlagt i dette prosjektarbeidet.

For det andre er det varierende hvor godt de ulike prosessene er beskrevet og noen er ikke beskrevet i et hele tatt. Dette kommer av at litteratursøket ikke ga noen gode resultater som beskrev hvordan prosessene kan digitaliseres og utvikles. I noen tilfeller var det beskrevet hvordan prosessen kan digitalisere, men det manglet beskrivelser av gevinst, teknologi, prosess, menneske/organisasjon. Det betyr at de prosessene som er beskrevet i mulighetsrommet også kan være mangelfulle i forhold til hva som er realiteten.

Det tredje er detaljnivået i beskrivelsene. Det ble besluttet på et tidlig stadiet at beskrivelsene ikke skal ha et for detaljert nivå. Blant annet er det aldri nevnt hvilke Software eller hardware som kan trengs for de ulike prosessen, kun at det trengs et Software eller hardware. Fordelen med dette er at forskning i veldig få tilfeller beskrev hvilke Software eller hardware som kan brukes. En annen grunn er at prosjektarbeidet ikke skal være en reklamebrosjyre og fremme enkelte ting fremfor andre. Enkelte Software kan også løse flere arbeidsoppgaver, hvilket betyr at valg av Software bør ha en sterk sammenheng med hvilke digital steg man planlegger og gjennomføre etter hverandre. Som et resultat av at det ikke beskrives hardware og Software, ble det heller ikke beskrevet investeringskostnader.

For det fjerde, ser mulighetsrommet bakover i tid for å forutsi fremtiden. Det er et resultat av at det ble anvendt forskning som informasjonskilde. Det vil alltid være litt tid fra en digital utvikling finner sted, til den er dekket i forskningen. Det betyr at det er en sjans for at det har skjedd en utvikling for ulike områder, som ikke er tatt med i mulighetsrommet. Fordelen med at mulighetsrommet ser bakover, er at man kan nyttiggjøre seg av faktiske erfaringer og erfaringsdata. Hvis man ser fremover i tiden, vil informasjonen være mye mer basert på spekulasjoner, hvilket øker usikkerheten til hvorvidt informasjonen stemmer med virkeligheten.

Det er heller ikke tatt med utfordringer knyttet til implementering. Dette vil være en viktig del av digitaliseringsprosessen. Spesielt trekker teorien ofte frem ledelse av teknologi og informasjon som viktige forutsetninger for effektiv implementering.

Det er også noen forhold som kommer godt fram hvis man leser all informasjonen som mulighetsrommet er basert på, men som ikke kommer like godt fram i mulighetsrommet. Dette er forhold som ikke er direkte knyttet til de ulike digitale stegene, men som er viktige rammer for digitaliseringen generelt.

Et av disse forholdene deling av informasjon og data. I senter av dette, står interoperabilitet. Interoperabilitet beskrives om evnen til å dele data mellom Software og firmaer uten tap av informasjon. Interoperabilitet er meget viktig å ta hensyn til i den digitale utviklingen.

De fleste teknologiske stegene i prosesskartet eller de digitale stegene i mulighetsrommet krever en eller annen form for Software. Noe som poengteres gang etter gang i litteraturen er viktigheten av at disse programmene kan snakke sammen og dele data uten tap av informasjon. Som en løsning på utfordringen med interoperabilitet, presenteres standardene IFC, IDM og IDF. Disse tre standardene beskriver formatene som et software bør ha mulighet til å dele data eller informasjon i. En av de største forskjellene mellom BIM level 2 og BIM level 3, er nettopp interoperabilitet, og i hvilken grad man kan gjenbruke informasjon gjennom prosjektet. Gjenbruk av informasjon er kun mulig takket være interoperabilitet. Hvis det er ønskelig å velge Software som bedriften kan benytte i et langsiktig perspektiv, så er interoperabilitet sannsynligvis den er en viktigste faktorene å ta hensyn til ved valg av Software og programmer.

Til tross for de svakhetene som er å finne i mulighetsrommet så tjener beskrivelse sin hensikt. Poenget med mulighetsrommet er å få en helhetsforståelse av hvilke muligheter som finnes for digitalisering og for det formålet anses mulighetsrommet for å være suksessfullt.

6.4.3 Prosesskartet

Prosesskartet er ment å være et visuelt bilde av hvordan teknologien i mulighetsrommet henger sammen. En fordel med å illustrere mulighetsrommet, er at det blir mye lettere å se hvilke steg som bør tas i hvilken rekkefølge. Det kan være med å påvirke hvilke digitale steg, som blir gjennomført til hvilken tid. Ettersom prosesskartet kan ha en slik innflytelse, er det viktig å gjøre en vurdering av validiteten.

Prosesskartet er basert på informasjon i mulighetsrommet, som igjen er basert på studier og forskningsartikler. Dette er et viktig poeng, ettersom det taler til relabiliteten til prosesskartet, altså hvorvidt informasjonen som presenteres er pålitelig eller ikke. Informasjonen prosesskartet er bygd på, er vurdert til å ha en god validitet, hvilket betyr at relabiliteten til prosesskartet er god.

Når det gjelder vurdering av validiteten til prosesskartet, handler det om hvorvidt prosesskartet beskriver det man faktisk ønsker eller ikke. Altså om prosesskartet beskriver den teknologiske utviklingen i mulighetsrommet. For å kunne si noe om dette, ble det gjort ulike vurderinger.

Som beskrevet inkludere ikke prosesskartet Software og hardware, som er viktige teknologiske forutsetninger. Grunnen til at dette er utelatt, er at det er en fare for at prosesskartet ville druknet i informasjon. Det kunne ført til at leseren ikke klarte å de viktige sammenhengene, fordi det var for informasjon på bildet. Dette trekker ned validiteten.

Prosesskartet beskriver VDC og ulike standarder som strengt talt ikke er en del av den teknologiske utviklingen. Disse ble inkludert for å sette den teknologiske utviklingen i en større sammenheng. For eksempel illustrerer det forholdet mellom VDC og BIM, eller forholdet mellom BIM og ulike standarder. Dette trekker opp validiteten.

Mulighetsrommet beskriver *om* det er en teknologisk sammenheng mellom ulike digitale steg, men ikke alltid *hvilken* sammenheng det er mellom stegene. Ettersom prosesskartet deler inn i ulike typer sammenheng, har forfatteren i enkelte tilfeller måtte vurdere og velge hvilken type sammenheng som skal illustreres. I disse tilfellene ble det ofte søkt hjelp teorikapittelet eller forskningsartikkelen for å forstå hva sammenhengene mest sannsynlig er. Dette trekker validiteten litt ned.

Digitalt veikart for BAE- næringen sier at digitalisering handler om mer en BIM. Prosesskartet viser derimot at den teknologiske utvikling i byggebransjen er veldig sentrert rundt utvikling og bruk av BIM. Når man leser internasjonal litteratur om digitalisering i byggebransjen, så er den også veldig BIM – orientert. For å «svare på digitalt veikart i BAE – næringen sin påstand», så stemmer det at digitalisering handler om mer enn BIM. Når det derimot gjelder teknologien som muliggjør digitaliseringen, så er BIM navet i den digitale utviklingen. Med andre ord, ingen BIM, ingen digitalisering. Dette påvirker ikke validiteten.

Oppsummert så vurderes validiteten til prosesskartet til å være grei. Forfatteren har gjort noen egne vurderinger i utarbeidelse, men ingen av disse er av en sånn karakter at det potensielt kan ødelegge prosesskartet sin «godhet». Det vurderes altså dit hen at prosesskartet gir en ok illustrasjon for hvordan teknologien i mulighetsrommet henger sammen.

6.4.4 Terminologi

De innledende faktorene presentert i Tabell 12 gir en tydelig beskjed om at digitale veikartet for MMB bør har samme terminologi som digitalt veikart for BA – næringen.

I mulighetsrommet ble det besluttet å anvende begrepene slik de ble presentert i litteraturen. Det betyr at prosjektarbeidet ikke fulgte anbefalingene fra de innledende faktorene for digitalt veikart, men heller gikk sin egen vei. Ettersom den meste av litteraturen som er anvendt er engelsk, er begrepene engelske. Det ble ikke gjort noen forsøk for å oversette ulike ord og uttrykk, fordi det ikke ville gitt noen mer mening enn de engelske begrepene.

Litteraturstudiet viser at andre land og andre forskningsartikler har valgt enn litt annen tilnærming for hvordan et rammeverk for digitalisering kan utformes, enn hva BNL har valgt. Den forskjellen som er kanskje mest fremtredende er terminologi og begrepsbruk. De fleste utenlandske rammeverk som omhandler digitalisering av byggebransjen, handler om en overgang til BIM. For eksempel

beskriver BSI (2013b); Succar (2009) digital utvikling gjennom ulike BIM nivåer, mens BNL anvender digitale trinn. Innholdet i de to begrepene er derimot helt likt. I «utlandet» anvendes begrepet BIM i en mye videre forstand enn hva det gjøres i Norge, hvilket gjør at man kan beskrive hele den digitale utviklingen, gjennom en overgang til BIM. I digitalt veikart for BAE - næring er begrepet BIM nesten totalt fraværende. Her introduseres begrepene digital byggeplass og digital tvilling. Disse begrepene er ikke sett i noen andre forskningsartikler, rapporter eller studier. En forklaring til at BNL har valgt å introdusere disse nye begrepene kan være at digitalt veikart for BAE – næringen er et politisk dokument. Det betyr at dokumentet skal leses og forstås av personer som ikke har tilhørighet til byggebransjen. Det kan tenkes at det har blitt vurdert til at begrepene digital tvilling og digital byggeplass er enklere å forstå for «utenforstående», enn BIM og VDC.

Som et resultat av at ord og begreper i mulighetsrommet er bruk, slik de ble presentert i litteraturen, så anvender mulighetsrommet BIM og VDC i stedet for digital tvilling og digital byggeplass. Det betyr at digitalt veikart for MMB bryter med de innledende faktorene for digitalt veikart.

Mulighetsrommet kategoriserer muliggjørere som teknologi, prosess og menneske/org. Denne kategoriseringen er basert på Nepal et al. (2014) sin kategorisering av BIM, som er mye anvendt i forskningartikler. I digitalt veikart for BAE – næring, benyttes de fire kategoriene kompetanse, gevinstrealisering, standarder og felles digital platform. Prosjektarbeidet fulgte heller ikke her anbefalingene fra de innledende faktorene. Grunnen til dette var at Nepal et al. (2014) sin kategorisering ble sett på som mer relevant for et digitalt veikart på bedriftsnivå og at litterære verker ofte beskrev utvikling gjennom teknologi, prosess og menneske/org.

6.5 VALG AV DIGITALE STEG PÅ BAKGRUNN AV INFORMASJONEN I DET DIGITALE VEIKARTET

Det ene sekundærmålet i prosjektarbeidet var å legge til rette for at MMB kan ta gode beslutninger for digitaliseringsprosessen. Basert på teorien om perfekt rasjonalitet, så handler en god beslutning om å ha en god forståelse av nåsituasjonen, klare mål og informasjon om alle løsninger. Strukturen bør derfor inneholde disse elementene for å legge til rette for rasjonelle beslutninger.

Ved å definere et eller flere mål for digitaliseringen, så har MMB en klar retningsgiver i beslutningssituasjoner. Bortsett at fra at MMB har en digital modenhet som er dårligere enn en gjennomsnittlig stor entreprenør, så inneholder ikke veikartet en god kartlegging av nåsituasjonen. Mulighetsrommet beskriver (nesten) alle mulige løsninger. Oppsummert legger strukturen til rette for 2/3 av kriteriene for perfekt rasjonalitet i beslutningssituasjoner, også er det opp til beslutningstakere hos MMB og sørge for å vurdere nåsituasjonen i tillegg.

Det digitale veikartet er basert på informasjon. Det betyr at kvaliteten til veikartet ikke bare avhengig av strukturen, men også innholdet. SISU (søppel inn – søppel ut) er en veldig god beskrivelse av hvor sårbart veikartet er. Hvis informasjonen som puttes inn i veikartet er dårlig, vil kvaliteten på de beslutningene man tar på bakgrunn av veikartet også være dårlig. Dette er spesielt relevant for mulighetsrommet og prosesskartet. Validiteten til mulighetsrommet og prosesskartet

ble vurdert til å være ok. Det betyr at de antas å være av en god nok kvalitet til at MMB kan basere beslutninger på dem. Hvorvidt denne vurderingen stemmer, vil man ikke få svar på før MMB tar beslutninger for digitaliseringsprosessen, implementere og evaluerer realiteten sammenlignet med beskrivelsene i mulighetsrommet.

6.6 DIGITAL STRATEGI PÅ BAKGRUNN AV INFORMASJONEN I DET DIGITALE VEIKARTET

Et annet sekundærmål var at prosjektarbeidet skal kunne danne et grunnlag for en digital strategi. Strukturen for det digitale veikartet som prosess legger til rette for at MMB skal definere et mål for digitaliseringen og velge digitale steg på bakgrunn av dette. Gjennomføring og implementering av de digitale stegene, vil beskrive den veien MMB må gå for å nå det digitale målet. På den måten beskrives «veiene til målet», som er den digitale strategi.

Det finnes områder som er avgrenset bort fra dette prosjektarbeidet som etter all sannsynlighet bør være en del av den digitale strategien. Implementering er spesielt et slikt område. Implementering beskrives ofte i litteraturen som en viktig forutsetning for suksessfull digitalisering og bør derfor beskrives i den digitale strategien.

Prosjektarbeidet presentere en modell for hvordan den digitale strategien kan visualiseres. Denne modellen er egentlig bare en kopi av modellen som er anvendt i digitalt veikart for BA – næringen, tilpasset for terminologien som er anvendt i dette prosjektarbeidet. Om modellen bør anvendes av MMB eller ikke, tar ikke dette prosjektarbeidet stilling til, utover å si at det er en mulighet.

7 KONKLUSJON

*“ I think and think for months and years. Ninety – nine times, the conclusion is false.
The hundredth time I am right”*

- Albert Einstein

Prosjektarbeidet tok utgangspunkt i problemformuleringen «*hvordan MMB kan bruke digitalisering, for å nå sine mål*». Tilnærmingen for å løse problemstillingen var å systematisere digitaliseringsprosessen, slik at MMB er bedre rustet for å gjøre beslutninger om digital utvikling. På den måten kan MMB ta gode beslutninger og velge digitale steg som gjør MMB bedre rustet for å nå sine mål.

Prosjektarbeidet presenterer en struktur for hvordan digitaliseringsprosessen kan tilnærmes på en systematisk måte. Strukturen tar utgangspunkt i ideen om perfekt rasjonalitet og legger til rette for at MMB skal ta rasjonelle beslutninger og senere utarbeide en digital strategi. Strukturen beskrives som et digitalt veikart og er todelt gjennom å være en prosess og et produkt. Det digitale veikartet som prosess og produkt, er suksessfullt hvis det fører til at beslutningstakere føler en redusert usikkerhet i beslutninger og at de føler seg bedre egnet til å besvare spørsmålet «gjør vi de riktige tingene?».

Digitalt veikart som prosess viser hvilken tilnærming MMB kan ha, for å ta rasjonelle beslutninger angående digitalisering av bedriften. Digitalt veikart som prosess setter mål for digitalisering i senter av digitaliseringsprosessen. Videre presenteres mulighetsrommet, som beskriver hvordan de fleste arbeidsprosesser MMB utøver i prosjekter kan digitaliseres og utvikles. Ved å ha et klart mål for digitaliseringen og informasjon om alle muligheter, kan MMB gjøre rasjonelle beslutninger for hvilke digitale steg bedriften skal ta.

Prosjektarbeidet foreslår et målhierarki som MMB kan bruke som mål for digitaliseringen. Målhierarkiet bygger oppunder MMB sine strategiske – og operative mål, hvilket sørger for at digitaliseringen i seg selv ikke blir målet. Målhierarkiet består av en visjon, hovedmål og delmål og er formulert som kontinuerlige mål. Et resultat fra prosjektarbeidet er mulighetsrommet. Mulighetsrommet beskriver hvordan nesten alle arbeidsprosesser MMB utøver kan digitaliseres, hvilken gevinst som kan oppnås og hvilke muliggjørere som må være på plass. Mulighetsrommet støttes av et prosesskart som illustrerer den teknologiske utviklingen i mulighetsrommet. Mulighetsrommet gjør det mulig å planlegge flere digitale steg fremover, slik at MMB kan gjøre vurderinger om hvilke digitale steg som skal gjøres til hvilken tid, basert på hvilken gevinst man ønsker å oppnå og hvilken muliggjørere bedriften har på plass. Det gir grunnlag for en helhetlig digitalisering med økt sannsynlighet for å gjøre de riktige tingene første gang.

Digitalt veikart som produkt er en digital strategi som MMB kan utarbeide på bakgrunn av de valgene som gjøres i digitalt veikart som prosess. Den digitale strategien samler alle de viktigste elementene fra prosessen og gjør det mulig å kommunisere strategien til andre. Den digitale strategien blir dermed en veiviser i digitaliseringsprosessen og en retningsgiver i beslutningssituasjoner.

For å konkludere om prosjektarbeidet har besvart problemstillingen eller ikke, vurderes det til at ved å systematisere digitaliseringsprosessen og gjøre rasjonelle beslutninger, så kan MMB bruke digitalisering for å nå sine mål

7.1 ANBEFALINGER FOR VIDERE ARBEID

Dette prosjektarbeidet presenterer ikke noe ny forskning og det er veldig få ting som du leser i denne rapporten som du ikke kan lese andre steder. Verdien til prosjektarbeidet er ikke å presentere ny forskning, men heller å bruke tidligere utført forskning og studier for å tilrettelegge for den videre digitaliseringsprosessen som skal skje hos MMB. Om strukturen som presenteres i prosjektarbeidet legges til grunn for digitaliseringsprosessen eller ikke, er ikke det viktigste. Strukturen som presenteres her er ikke en fasit, det er kun en mulighet. Det er også mulig å anvende deler av informasjonen fra prosjektarbeidet, ettersom de ulike delene i strukturen ikke er avhengig av hverandre. Det viktigste er at MMB finner en systematikk for hvordan digitalisering og utvikling skal håndteres.

Hvis strukturen fra prosjektarbeidet legges til grunn for digitaliseringsprosessen, bør det videre arbeidet i MMB sin digitaliseringsprosess være å formelt beslutte et mål for digitaliseringen, velge noen digitale steg og utarbeide en digital strategi for bedriften. Digitalisering er en kompleks utvikling som omfatter alle deler av et byggeprosjekt, hvilket betyr at det er mange vurderinger og beslutninger som skal gjennomføres i tiden som kommer. Det vil være helt essensielt for digitaliseringsprosessen sin suksess at MMB på forhånd har utarbeidet en digital strategi som kan brukes som ramme – og retningsgiver for prosessen.

REFERANSELISTE

- Aarnes. (2017). *BIM i tilbudsfasen - Tilretteleggelse for en effektiv kalkulasjon*. (master), NTNU, Trondheim
- Alizadehsalehi, S., & Yitmen, I. (2016). The Impact of Field Data Capturing Technologies on Automated Construction Project Progress Monitoring. *Procedia Engineering*, 161, 97-103.
- Amor, R. a. F., I. . (2001). Misconceptions about integrated project databases. *ITcon Journal* 6, 57 - 68.
- Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., & Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM? *International Journal of managing projects in business*, 2(3), 419-434.
- Aranda-Mena, G., & Wakefield, R. (2006). *Interoperability of building information-Myth of reality*. Paper presented at the Proc. of the European Conference on Product and Process Modeling (ECPMM'2006).
- Ashworth, S., Tucker, M., & Druhmman, C. (2016). The Role of FM in Preparing a BIM Strategy and employer's information requirements (EIR) to Align with Client Asset Management Strategy. *Published 2016*, 218.
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and management in engineering*, 11(3), 241-252.
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2015). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Construction Economics and Building*, 12(4), 15-28.
- Backe. (2016). Om Backe Retrieved from <http://www.backe.no/om-backe>
- Backe. (U.å.). Bakken - en del av Backe Retrieved from <http://backegruppen.no/selskaper/martin-m-bakken>
- Banglo, C. (2017). *Kvalitet i beslutningstaking ved BIM prosjektering* (Master), NTNU, Trondheim
- Barista, D. (2014). Perfecting prefab: 8 tips for healthcare construction projects. *Building design and construction*.
- Barnes, P., & Davies, N. (2015). *List of abbreviations in BIM principle and in practice* (2nd ed ed.): ICE Publishing
- betydning-definisjoner. (2018). Betydning Omdømme Retrieved from <http://www.betydning-definisjoner.com/Omd%C3%B8mme>
- BIMforum. (2017). Level Of Development specification, Part I. In. bimforum.org.
- BNL. (2017). Digitalt veikart for BAE - næringen Retrieved from <https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/brev/2017-02-19-digitalt-veikart-bae-naeringen.pdf>
- Boton, C., Kubicki, S., & Halin, G. (2015). The challenge of level of development in 4D/BIM simulation across AEC project lifecycle. A case study. *Procedia Engineering*, 123, 59-67.
- Brunstad, B. (2017). BuildingSmart som norsk standard. Retrieved from <https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.google.no%2Furl%3Fsa%3Dt%26rct%3Dj%26q%3D%26esrc%3Ds%26source%3Dweb%26cd%3D1%26ved%3D0ahUKewjqrODkoaXaAhUwh6YKHRSLDxoQFggoMAA%26url%3Dhttps%253A%252F%252Fbuildingsmart.no%25>

[2Fsites%252Fbuildingsmart.no%252Ffiles%252Fb1_bjorn_brunstad2017_04_26_kl11_20_bu
ildingsmartsomnorskstandard.pptx%26usg%3DAOVVaw0znlePNTqLgHdZi1D7Hp7P&h=ATMA
IzxcRppoLZu4PDsHCpRtGHUpUY0Cm5Wf8RLqLSDboz7KrgmM4wq8ZwLzMDLuq0eSQjVRwv
fJjMwBHAWIRncCD_IAd4hdbRSSfsT6ufrxeUeHw](https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/brev/2017-02-19-digitalt-veikart-bae-naeringen.pdf)

- BSI. (2013a). Collaborative production of architectural engineering and construction information - code of practise In: British standard limited
- BSI. (2013b). PAS 1192 -2, Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. In: the british standard limited
- BSI. (2018). PAS 1192 - 6 , specification for collaboraive sharing and use of structured Health and Safety information using BIM In: The british standards limited
- Byggenæringens_landsforbund. (2017). Digitalt veikart for BAE - næringen Retrieved from <https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/brev/2017-02-19-digitalt-veikart-bae-naeringen.pdf>
- Cao, D., & Wang, G. (2014). Contractor–Subcontractor Relationships with the Implementation of Emerging Interorganizational Technologies: Roles of Cross-Project Learning and Pre-Contractual Opportunism. *International Journal of Construction Education and Research*, 10(4), 268-284.
- Chachere, J., Kunz, J., & Levitt, R. (2009). *The role of reduced latency in integrated concurrent engineering*. Retrieved from
- Christiansen, L. C. (2018). [BAE Digitalt veikart 2025 - bakgrunn og status].
- Chuang, T.-H., Lee, B.-C., & Wu, I.-C. (2011). *Applying cloud computing technology to BIM visualization and manipulation*. Paper presented at the 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter* Oslo Gyldendal akademisk
- Ding, L., Zhou, Y., & Akinci, B. (2014). Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. *Automation in construction*, 46(Supplement C), 82-93. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.04.009>
- Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., & Sacks, R. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*: John Wiley & Sons.
- El Ghazali, Y., Lefebvre, É., & Lefebvre, L. A. (2012). The potential of RFID as an enabler of knowledge management and collaboration for the procurement cycle in the construction industry. *Journal of technology management & innovation*, 7(4), 81-102.
- Evensen, S. W. (2017). *Digitalisering i byggebransjen - Digital nåsituasjon* (Fordypningsoppgave), NTNU, Trondheim.
- Everett, E., & Furuseth, I. (2012). *Masteroppgaven - Hvordan begynne og fullføre* Oslo Universitetsforlaget
- Fan, S.-L., Skibniewski, M. J., & Hung, T. W. (2014). Effects of building information modeling during construction. *Journal of Applied Science and Engineering*, 17(2), 157-166. doi:10.6180/jase.2014.17.2.06
- Fazli, A., Fathi, S., Enferadi, M. H., Fazli, M., & Fathi, B. (2014). *Appraising effectiveness of Building information Management in project management* Paper presented at the Conference on ENTERprise Informantion system

- Fossheim, M. E., & Skjelbred, S. (2015). *Ulike tilnærminger til rigg og logistikk i byggeprosjekter* (master), NTNU, Trondheim
- Grindland, O. (2017). *Virtual Design and Construction*. (Master), NTNU, Trondheim.
- Grong, L. K. (2013). *BIM i produksjon*. (master), Institutt for bygg, anlegg og transport, Trondheim
- Grytting, I., Svalestuen, F., Lohne, J., Sommerseth, H., Augdal, S., & Lædre, O. (2017). Use of LoD Decision Plan in BIM-projects. *Procedia Engineering*, 196, 407-414.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.217>
- Guillen, A., Crespo, A., Gómez, J., González-Prida, V., Kobbacy, K., & Shariff, S. (2016). Building Information Modeling as Assesment Management Tool. *IFAC-PapersOnLine*, 49(28), 191-196.
- Hannon, J. J. (2007). Estimators functional role change with BIM *Morgantown: AACE International Transactions*.
- Hartvedt, K., Sveen, O. C., & Storødegård, S. (2012). *Mengdeberegning i BIM* (master), NTNU, Trondheim
- Hellum, M. E. (2015). *Increasing Utility of BIM in All project Phases* (Master), Norwegian University of Science and Technology
- Department of Civil and Transport Engineering Trondheim
- Heredia-Rojas, B., & Liu, L. (2016). *Unleashing the Hidden Potential of Value Creation in Construction Project Delivery: The Joint Effect of Coordination and Collaboration on Project Value*. Paper presented at the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management, ICCREM 2016, September 29, 2016 - October 1, 2016, Edmonton, AB, Canada.
- Husby, H. (2017). *Virtual Design and Construction i prosjekteringsprosessen* (master), NTNU, Trondheim
- Iversen, J. S. (2013). *Produksjonsplanlegging med 4D* (Master), NTNU, Trondheim
- Jacobsen, D. I., & Thorsvik, J. (2013). *Hvordan organisasjoner fungerer* (Vol. 4). Bergen: Fagbokforlaget
- Jovik, L. T. (2012). *Tilrettelegging for god ICE - prosjektering* (Master), NTNU, Trondheim
- Kjosnes, C. R. (2017). Biblioteket: Kurs i litteratursøk, Trondheim 11. September 2017.
- Kjøbli, S. S. (2013). *Samhandling i BIM - prosjekter* (master), NTNU, Trondheim
- Knippa, L.-E. (2018) *Digitalisering hos MMB/Interviewer: S. W. Evensen*.
- .
- Knudsen, M. (2017). *Implementering av BIM - kontraktuelle utfordringer og muligheter* (Master), NTNU, Trondheim
- Kunz, J., & Fisher, M. (2009). Virtual design and construction: Themes, case studies and implementation suggestions. *center for integrated facility engineering (CIFE), Stanford University*.
- Lie, M. (2018, 7. Mars). [Myndighetenes bidrag til digitalisering i byggebransjen].
- Liston, K., Fischer, M. and Winograd, T. (2001). Focused sharing of information for multi-disciplinary decision making by project teams. *Electronic Journal of Information*

Technology in Construction, 6(69 - 81).

- Love, P. E., Matthews, J., Simpson, I., Hill, A., & Olatunji, O. A. (2014). A benefits realization management building information modeling framework for asset owners. *Automation in construction*, 37, 1-10.
- Lu, Q., Won, J., & Cheng, J. C. (2016). A financial decision making framework for construction projects based on 5D Building Information Modeling (BIM). *International Journal of Project Management*, 34(1), 3-21.
- Luth, G. P., Schorer, A., & Turkan, Y. (2013). Lessons from using BIM to increase design-construction integration. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 19(1), 103-110.
- Lædre, O. (2009). *kontraktstrategi i bygg og anleggsbransjen* Trondheim Tapir Akademiske Forlag
- Mr. Satish A. Pitake, P. D. S. P. (2013). Visualization of Construction Progress by 4D Modeling Application. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 4(7).
- Mukkavaara, J., Jansson, G., Holmberg, A., & Sandberg, M. (2016). *Approach for Automated Planning Using 5D-BIM*. Paper presented at the 33rd CIB W78 Conference 2016, Oct. 31st-Nov. 2nd 2016, Brisbane, Australia.
- Müller, B. C. (2012). *Implementering av OpenBIM i kalkulasjonsprosessen* (Master), NTNU, Trondheim
- Nepal, M. P., Jupp, J. R., & Aibinu, A. A. (2014). *Evaluations of BIM: frameworks and perspectives*. Paper presented at the 2014 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 23-25 June 2014, Reston, VA, USA.
- Persheim, E. (2016). *Tidstyver i byggebransjen - en studie av prosjekt Nordviken blokk C og D*. (Masteroppgave Master), NMBU - Norges miljø og biovitenskapelige universitet, Ås
- Reilstad, P. (2017). *Mulige gevinster ved bruk av 4D BIM hos mindre endreprenører* (Master), NMBU, Ås.
- Rolfsen, M. P. (2017 02.03.2017). eByggeSak. Retrieved from www.ks.no/ebyggesak
- Rui, L., Jing, D., Issa, R. R. A., & Giel, B. (2017). BIM Cloud Score: Building Information Model and Modeling Performance Benchmarking. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(4), 04016109 (04016109 pp.). doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001251
- Russell, D., Cho, Y. K., & Cylwik, E. (2014). Learning Opportunities and Career Implications of Experience with BIM/VDC. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 19(1), 111-121. doi:10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000191
- Samuelson, O. (2003). *IT-användning i byggande och förvaltning*. Industriell ekonomi och organisation,
- Sandberg, K. (2018) *Digitalisering sett fra EBA sitt perspektiv /Interviewer: S. W. Evensen*.
- Sannes, R. (2016, 26. august. 2016). Hva er digitalisering Retrieved from <https://no.linkedin.com/pulse/hva-er-digitalisering-ragnvald-sannes>
- Sattineni, A., & Macdonald, J. A. (2014). *5D-BIM: A case study of an implementation strategy in the construction industry*. Paper presented at the 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining, ISARC 2014, July 9, 2014 - July 11, 2014, Sydney, NSW, Australia.

- Schwegler, B., Fischer, M., & Liston, K. (2000). *New information technology tools enable productivity improvements*. Paper presented at the North American Steel Construction Conference, American Institute of Steel Construction, Las Vegas.
- Smith, P. (2014). BIM & the 5D project cost manager. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 119, 475-484.
- Song, M. H., Fischer, M., & Theis, P. (2016). Field Study on the Connection between BIM and Daily Work Orders. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(5), 06016007.
- Standard. (2017). NS 8360 Retrieved from <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2015/ns-83602015-bim-objekter/>
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction*, 18(3), 357-375.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Sun, C., Jiang, F., & Jiang, S. (2013). Research on RFID Applications in Construction Industry. *JNW*, 8(5), 1221-1228.
- Svalestuen, F., Knotten, V., Laedre, O., Drevland, F., & Lohne, J. (2017). USING BUILDING INFORMATION MODEL (BIM) DEVICES TO IMPROVE INFORMATION FLOW AND COLLABORATION ON CONSTRUCTION SITES. *Journal of Information Technology in Construction*, 22, 204-219.
- Tanyer, A. M., & Aouad, G. (2005). Moving beyond the fourth dimension with an IFC-based single project database. *Automation in construction*, 14(1), 15-32.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.06.002>
- Thair, A., & Wong, E. (2013). *Integrert FDV - BIM utvikling gjennom byggeprosessen* Universitetet i Agder brage
- Tulke, J., & Hanff, J. (2007). *4D construction sequence planning—new process and data model*. Paper presented at the Proceedings of CIB-W78 24th International Conference on Information Technology in Construction, Maribor, Slovenia.
- Uddin, M. M., & Khanzode, A. R. (2013). Examples of How Building Information Modeling can enhance career paths in construction. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 19(1), 95-102.
- Ulleberg, H. P. (2002, 22.10.2002). VITEORI. Retrieved from <http://www.sv.ntnu.no/ped/hans.petter.ulleberg/VITEORI.htm>
- Wang, X., Love, P. E., Kim, M. J., Park, C.-S., Sing, C.-P., & Hou, L. (2013). A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. *Automation in construction*, 34, 37-44.
- Watson, A. (2011). Digital buildings – Challenges and opportunities. *Institute of Resilient Infrastructure, School of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK*.
- Whitlock, K., Abanda, F., Manjia, M., Pettang, C., & Nkeng, G. (2018). BIM for Construction Site Logistics Management. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 8(1), 47.
- Wood, J., Panuwatwanich, K., & Doh, J.-H. (2014). Using LOD in structural cost estimation during building design stage: Pilot study. *Procedia Engineering*, 85, 543-552.
- Yoders, J. (2013). Level of Development: Will a new standard bring clarity to BIM model detail? *Building Design+ Construction*.

Yum, K. K. a. D., R. (2002). How much interoperability can be achieved for the construction industry today? . *INCITE World IT for Design and Construction. Hong Kong*

Zhou, Y., Ding, L., Wang, X., Truijens, M., & Luo, H. (2015). Applicability of 4D modeling for resource allocation in mega liquefied natural gas plant construction. *Automation in construction, 50*, 50-63.