

BIM i produksjon

Lise Kjerringvåg Grong

Bygg- og miljøteknikk (2 årig)

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Olav Torp, BAT

Medveileder: Bjørnar Gullbrekken, Veidekke

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



| | | | |
|--|---------------------------------|---|-----------------|
| Oppgavens tittel: BIM i produksjon | Dato: 06. juni 2013 | | |
| | Antall sider (inkl. bilag): 135 | | |
| | Masteroppgave | X | Prosjektoppgave |
| Navn: Lise Kjerringvåg Grong | | | |
| Faglærer/veileder: Olav Torp | | | |
| Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Bjørnar Gullbrekken, Veidekke Entreprenør | | | |

Ekstrakt:

BIM benyttes tradisjonelt mest i prosjekteringsfasen, men har også et stort potensial i produksjonsfasen. Det hevdes at BIM, kombinert med VDC og god prosjektledelse, kan mer enn halvere byggeprisen. Til tross for dette brukes BIM i begrenset grad i produksjonsfasen.

Oppgaven skal svare på hvilke bruksområder BIM har i produksjonsfasen, og hvilke erfaringer, muligheter og barrierer som finnes. Status på utviklingen globalt skal kartlegges, og drivere som påvirker bruken av BIM i produksjon positivt og negativt skal identifiseres. Oppgaven skrives i samarbeid med Veidekke Entreprenør, og informasjonen presenteres dermed i stor grad fra en entreprenørbedrifts synsvinkel. For å svare på forskningsspørsmålene er det utført et litteraturstudium, kvalitative intervjuer og en kvantitativ spørreundersøkelse blant ansatte i Veidekke.

De viktigste funnene i rapporten er at BIM har mange og varierte bruksområder i produksjonsfasen, hvor mengdeuttak er et av de viktigste, sammen med kollisjonskontroll. Mange av bruksområdene krever at modellen har tilstrekkelig detaljnivå, og uten dette er det vanskelig å dra nytte av bruk av BIM. BIM i produksjon har flere fordeler, blant annet oppnår man økt forståelse på tvers av fag, og man kan få bedre kvalitet, samt spare tid og penger. Byggebransjen oppfattes gjerne som konservativ, men for at BIM skal bli bedre utnyttet i produksjonsfasen må bransjen blant annet vise vilje til utvikling og heve kunnskapsnivået. Fremtidsutsiktene til BIM i produksjon er positive, og hele 93 % av respondentene i spørreundersøkelsen tror det vil være viktig eller svært viktig om 5 år. Rapporten gir anbefalinger for det videre arbeidet med BIM i produksjon, og det vil blant annet være viktig å øke kunnskapsnivået i organisasjonen, spesielt om bruksområder, muligheter og fordeler.

Stikkord:

| |
|---------------------------------|
| 1. BIM |
| 2. Produksjonsfasen |
| 3. Muligheter og barrierer |
| 4. Positive og negative drivere |

Lise Kjerringvåg Grong

Forord

Denne masteroppgaven er utført våren 2013 ved Institutt for bygg, anlegg og transport, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Oppgaven representerer det avsluttende arbeidet i studiet, og danner karaktergrunnlaget i emnet TBA4910 Prosjektledelse, som gir 30 studiepoeng.

Temaet for masteroppgaven ble valgt på grunnlag av en inspirerende samtale med Bjørnar Gullbrekken og Sigbjørn Faanes i Veidekke Entreprenør, Distrikt Trondheim, som viste et glødende engasjement for BIM i produksjon. Som student har jeg opplevd at BIM blir fremhevet som en viktig del av utviklingen i byggebransjen, men jeg har ikke lært så mye konkret om det gjennom undervisningen. Gjennom å skrive denne masteroppgaven har jeg fått mulighet til å tilegne meg kunnskap som jeg tror vil være nyttig å ta med seg i fremtiden, og jeg har blitt overbevist om at BIM er veien å gå for å takle utfordringene byggebransjen står ovenfor.

Jeg vil gjerne takke Bjørnar Gullbrekken for samarbeidet. Bjørnar har vært veileder for oppgaven i Veidekke, og har gitt inspirasjon og god hjelp underveis med intervjuer og spørreundersøkelse. Jeg vil også takke veileder ved NTNU, Olav Torp, for råd og innspill til oppgaven. Jeg vil takke Veidekke Entreprenør for samarbeidet, og spesielt Grethe Kristin Vinje for hjelp til å distribuere spørreundersøkelsen. En stor takk rettes også til de som har deltatt i spørreundersøkelsen, samt Rune Braa, Roger Eggen, Eirik Kristensen og Morten Barreth som har stilt opp til intervju. Oppgaven ville ikke vært det samme uten deres bidrag.

Trondheim, 06.06.2013

Lise Kjerringvåg Grong

Sammendrag

BIM er en forkortelse som representerer bygningsinformasjons**modellering**, bygningsinformasjons**modell** eller bygningsinformasjons**styring**.

Bygningsinformasjonsmodellen, eller BIMen, er den digitale fremstillingen av de fysiske og funksjonelle egenskapene til bygget. Modelleringsprosessen genererer nødvendige data for å prosjektere, bygge og drifte bygningen. En stor fordel er at alle aktører har tilgang til samme informasjon til samme tid gjennom modellen. Tradisjonelt har BIM blitt mest brukt i prosjekteringsfasen, men BIM representerer også et stort potensial i produksjonsfasen. Enkelte hevder at BIM, kombinert med VDC og god prosjektledelse, kan mer enn halvere byggeprisen. Til tross for dette ser det ut til at BIM benyttes i begrenset grad i produksjonsfasen i dag. Hensikten med rapporten er å svare på følgende forskningsspørsmål:

- 1. Hvordan kan BIM brukes i produksjonsfasen, og hvilke erfaringer, muligheter og barrierer finnes?*
- 2. Hva er status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt?*
- 3. Hvilke drivere kan føre til at BIM kan utnyttes bedre i produksjonsfasen?*
- 4. Hvilke drivere påvirker bruken av BIM i produksjonsfasen negativt?*

Informasjonsinnhenting fra bransjen er begrenset til å omfatte informanter fra Veidekke Entreprenør, noe som betyr at erfaringene er presentert fra en entreprenørbedrifts synsvinkel. For å danne grunnlag for å svare på forskningsspørsmålene er det gjennomført et litteraturstudium for å finne ut hva BIM er, hvordan den historiske utviklingen har vært, hva det kan brukes til og hvilke muligheter/fordeler og barrierer/utfordringer som finnes. Det er også utført kvalitative intervjuer av nøkkelpersoner i Veidekke Entreprenør og en kvantitativ spørreundersøkelse blant prosjektledere, anleggsledere, prosjekteringsledere, driftsledere og formenn i Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim og Distrikt Oslo.

De viktigste funnene i rapporten er følgende:

- BIM har mange og varierte **bruksområder** i produksjonsfasen. Det viktigste i dag ser ut til å være mengdeuttak. Avstands- og kollisjonskontroll er også viktig. Andre bruksområder er visualisering, riggplanlegging, logistikkplanlegging, fremdriftsplanlegging (4D) og HMS-planlegging. BIM kan også brukes til innkjøp og bestilling, kvalitetssikring, kostnadsestimering (5D), graving og FDV-håndtering samt tilrettelegging for økt grad av prefabrikasjon og integrasjon med RFID (Radio Frequency Identification). Enkelte rapporterer imidlertid problemer med fremdriftsplanlegging og kostnadsestimering, og

dette anses som vanskelig å dra nytte av enda. Mange av bruksområdene krever også at BIMen har tilstrekkelig detaljnivå, og det er viktig å sørge for at nøyaktigheten er god nok for det den skal brukes til.

- BIM i produksjon har mange **fordeler**. Den viktigste er at man oppnår økt forståelse på tvers av fag. BIM kan også gi bedre kvalitet, samt være tids- og kostnadsbesparende.
- Bransjen må vise **vilje til utvikling** og opparbeide seg **bedre kunnskap** for at BIM skal bli bedre utnyttet i produksjonsfasen. Bransjen oppfattes som konservativ, og BIM krever vilje til endring og nytenking. Flaskehalsen er ikke BIM-teknologien, men mangel på kunnskap.
- **Fremtidsutsiktene** til BIM i produksjon ser ut til å være positive. 93 % av respondentene i spørreundersøkelsen tror BIM i produksjon vil være viktig eller svært viktig om 5 år.

Rapporten gir **anbefalinger** og forslag til **veier videre** i arbeidet med BIM i produksjon. Det viktigste vil være å øke kunnskapsnivået i organisasjonen, spesielt kompetansen om bruksområder, muligheter og fordeler for BIM i produksjonsfasen.

Abstract

BIM is an abbreviation which represents Building Information **Modeling**, Building Information **Model** or Building Information **Management**. The Building Information Model, the BIM, is the digital representation of the physical and functional characteristics of the building. The modeling process generates data to design, construct and operate the building. It is an important benefit that all stakeholders in a project can access the same information at the same time through the model. BIM is traditionally used in the design phase, but it also represents a great potential in the construction phase. It is claimed that BIM, when combined with VDC and good project management, can reduce the project costs by more than half. In spite of this it seems that BIM is only used to a limited extent in the construction phase today. The main purpose for this report is to answer the following research questions:

- 1. How can BIM be applied in the construction phase, and what experiences, possibilities and barriers exist?*
- 2. What is the global status on the development of BIM in the construction phase?*
- 3. What factors can increase the use of BIM in the construction phase?*
- 4. What factors are limiting the use of BIM in the construction phase?*

The information from the industry is limited to sources from Veidekke Entreprenør, which means that the experiences are presented from a contractor's point of view. To answer the research questions a literature search is carried out, to find out what BIM is, how it has developed in a historical perspective, and what possibilities/benefits and barriers exist. Qualitative interviews with key persons in Veidekke Entreprenør and a quantitative survey amongst employees in Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim and Distrikt Oslo has also been done.

The most significant results in the report are:

- BIM has many **areas of application** in the construction phase. Quantity take-off seems to be most important. Another important area is spatial coordination. Other areas of application include visualization, planning and logistics, 4D scheduling and HSE. BIM can be applied to ordering of materials, quality assurance, 5D cost estimating, excavating and operations & maintenance/facility management. BIM can also increase prefabrication, and it can be integrated with RFID (Radio Frequency Identification). However, some people report having difficulties with applying BIM to 4D scheduling and 5D cost estimating, and these are considered to be complicated activities that most firms cannot

yet take advantage of. Many of the areas of application for BIM require detailed models, and it is important to provide adequate accuracy based on what activity the model is used for.

- Use of BIM in the construction phase has many **benefits**. The most important is that you get an increased multidisciplinary understanding of the project. BIM can also give better project quality, and reduced project costs and construction time.
- The industry has to be willing to **keep up with the development** and **increase the level of knowledge** in order to increase the use of BIM in the construction phase. The Norwegian AEC industry is often labeled as conservative, while BIM requires new thinking and a will to change. The most important barrier to BIM adoption is not the BIM technology, but the lack of knowledge.
- BIM in the construction phase seems to have a **bright future**. 93 % of the survey respondents believe that BIM in construction will be important or very important in 5 years.

The report provides **recommendations and suggestions** on what to do in the work with adopting BIM in the construction phase. Most importantly the level of knowledge needs to be increased in the organization, particularly regarding areas of application, benefits and barriers.

Innhold

| | |
|---|-----|
| Forord | iii |
| Sammendrag | v |
| Abstract | vii |
| 1 Innledning | 1 |
| 1.1 Bakgrunn..... | 1 |
| 1.1.1 BIM | 1 |
| 1.1.2 Veidekke Entreprenør | 3 |
| 1.2 Problemstilling..... | 3 |
| 1.2.1 Forskningsspørsmål..... | 4 |
| 1.3 Omfang og begrensninger | 4 |
| 1.4 Rapportens oppbygging..... | 4 |
| 1.5 Begreper | 5 |
| 2 Metode..... | 7 |
| 2.1 Forskningsmetoder | 7 |
| 2.2 Litteraturstudium | 9 |
| 2.3 Intervjuer | 9 |
| 2.4 Spørreundersøkelse..... | 11 |
| 2.5 Troverdighet | 12 |
| 2.5.1 Validitet | 13 |
| 2.5.2 Reliabilitet | 13 |
| 2.5.3 Feilkilder | 14 |
| 3 Bygningsinformasjonsmodellering – BIM | 17 |
| 3.1 Hva er BIM? | 17 |
| 3.1.1 åpenBIM | 17 |
| 3.1.2 Historie og utvikling..... | 20 |
| 3.1.3 Bruksområder..... | 22 |
| 3.2 Muligheter og fordeler | 27 |
| 3.3 Barrierer og utfordringer | 30 |
| 4 BIM i produksjon globalt..... | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Status i dag..... | 33 |
| 4.2 | Funn fra tidligere undersøkelser | 35 |
| 4.3 | Videre utvikling..... | 39 |
| 5 | Resultater..... | 41 |
| 5.1 | Intervju..... | 41 |
| 5.1.1 | Omfang av BIM i produksjon i Veidekke | 41 |
| 5.1.2 | Tilgang til modellen i produksjonsfasen..... | 42 |
| 5.1.3 | Muligheter og fordeler | 42 |
| 5.1.4 | Utfordringer, ulemper og barrierer..... | 42 |
| 5.1.5 | Bruksområder..... | 44 |
| 5.1.6 | Positive drivere..... | 45 |
| 5.1.7 | Negative drivere | 45 |
| 5.1.8 | BIM i produksjon i fremtiden | 46 |
| 5.2 | Spørreundersøkelse..... | 46 |
| 5.2.1 | Hovedfunn..... | 47 |
| 5.2.2 | Erfaring og omfang | 48 |
| 5.2.3 | Programvare..... | 49 |
| 5.2.4 | Tilgang til BIMen..... | 50 |
| 5.2.5 | Bruksområder | 51 |
| 5.2.6 | Fordeler og ulemper..... | 53 |
| 5.2.7 | Positive og negative drivere | 54 |
| 5.2.8 | BIM i produksjon om 5 år | 57 |
| 5.2.9 | Andre kommentarer..... | 57 |
| 6 | Diskusjon..... | 59 |
| 6.1 | Kunnskapsnivå | 59 |
| 6.2 | BIM-programvare | 60 |
| 6.3 | Tilgang til modellen | 60 |
| 6.4 | Bruksområder for BIM i produksjon | 61 |
| 6.5 | Muligheter og fordeler | 64 |
| 6.6 | Utfordringer og ulemper | 65 |
| 6.7 | Positive og negative drivere | 66 |
| 6.8 | Omfang og status på utviklingen av BIM i produksjon..... | 71 |

| | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 7 | Konklusjon..... | 73 |
| 7.1 | Konklusjon | 73 |
| 7.2 | Anbefalinger og veier videre | 79 |
| | Referanser | 81 |
| | Vedlegg..... | 85 |

Figurliste

| | | |
|----------|---|----|
| Figur 1 | BIM-trekanten (buildingSMART, 2012b) | 2 |
| Figur 2 | Skjerm bilde fra spørreundersøkelsen | 11 |
| Figur 3 | Eksempel på filtrering av resultatene i LimeSurvey. Her angis det at det kun skal vises resultater for respondenter med 20+ års erfaring..... | 12 |
| Figur 4 | Validitet og reliabilitet (fritt etter Samset, 2008)..... | 13 |
| Figur 5 | åpenBIM-trekanten | 18 |
| Figur 6 | IFC gjør at datamaskinene kan snakke sammen uavhengig av "språket", altså programvaren..... | 19 |
| Figur 7 | IFD gjør at datamaskinene forstår hverandre og bruker samme terminologi..... | 19 |
| Figur 8 | IDM får fagene til å jobbe effektivt sammen. | 19 |
| Figur 9 | Utvikling av CAD og BIM (Deutsch, 2011) | 20 |
| Figur 10 | Tron filmplakat (IMDb, u.d)..... | 20 |
| Figur 11 | Eksempel på avstandskontroll (Solibri, 2012) | 24 |
| Figur 12 | Eksempel på fremdriftsplan fremstilt som Gantt-skjema (Eastman et al., 2011)..... | 25 |
| Figur 13 | Fremgangsmåte for å utarbeide en 4D-modell (fritt etter Eastman et al. (2011)) | 26 |
| Figur 14 | Forhold mellom verdi og vanskelighetsgrad for de ulike bruksområdene til BIM i produksjon (fritt etter McGraw-Hill Construction, 2012) | 38 |
| Figur 15 | Respondentenes erfaring | 48 |
| Figur 16 | Respondentenes kunnskap om BIM..... | 48 |
| Figur 17 | Omfanget av BIM i produksjon | 48 |
| Figur 19 | Programvare | 49 |
| Figur 18 | Hvor ofte respondentene etterspør BIM i produksjonsfasen..... | 49 |
| Figur 20 | Hvordan programvaren har fungert..... | 49 |
| Figur 21 | Hvem som har hatt tilgang til BIMen i prosjektene respondentene har deltatt i | 50 |
| Figur 22 | Hvem respondentene mener behøver å ha tilgang til BIMen | 51 |
| Figur 23 | Bruksområder for BIM i produksjon..... | 52 |
| Figur 24 | Type produksjon BIM er egnet for ifølge respondentene | 52 |
| Figur 25 | Fordeler med BIM i produksjon | 53 |

| | |
|--|----|
| Figur 26 Ulemper med BIM i produksjon | 54 |
| Figur 27 Faktorer/drivere som i stor eller svært stor grad vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjon..... | 55 |
| Figur 28 Faktorer/drivere som er årsaker til at BIM ikke blir brukt i større grad i produksjonsfasen | 56 |
| Figur 29 BIM i produksjon om 5 år | 57 |

Tabelliste

| | |
|---|----|
| Tabell 1 Metoder som er brukt for å svare på forskningsspørsmålene | 7 |
| Tabell 2 Fordeler og ulemper med kvantitative og kvalitative metoder | 8 |
| Tabell 3 Oversikt over søkeord, databaser og antall treff | 9 |
| Tabell 4 Telefonintervju vs. e-postintervju | 10 |
| Tabell 5 BIM-trender | 35 |
| Tabell 6 Funn om BIM fra tidligere undersøkelser, Europa 2010 vs. Nord-Amerika 2012 | 36 |

1

Innledning

I dette kapitlet introduseres temaet for masteroppgaven, samt at problemstillingen og oppgavens omfang og begrensninger presenteres. Til sist gis det en leserveiledning som forklarer hvordan oppgaven er bygd opp og hva de ulike kapitlene inneholder.

1.1 Bakgrunn

Her presenteres temaet BIM, og det redegjøres kort for hvordan det brukes i prosjekterings- og produksjonsfasen. Videre gis det en kort presentasjon av Veidekke Entreprenør.

1.1.1 BIM

BIM er ifølge buildingSMART (2012a) en forkortelse som representerer tre ulike, men linkede, funksjoner:

Bygningsinformasjons**modellering**, som er en prosess for å generere nødvendig bygningsdata for å prosjektere, bygge og drifte en bygning gjennom livssyklusen. BIM sørger for at alle interessenter har tilgang til samme informasjon til samme tid gjennom kommunikasjon mellom teknologiplattformene.

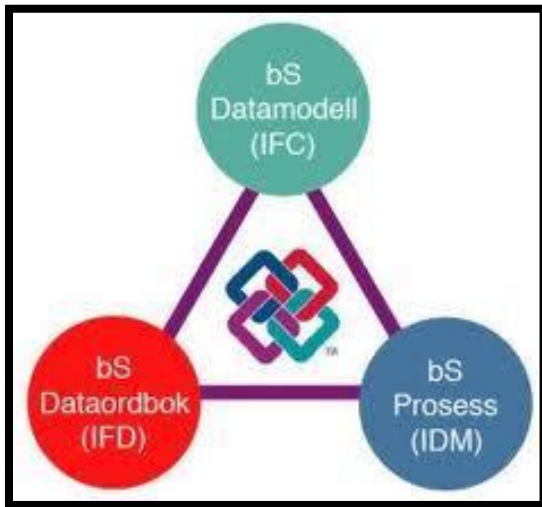
Bygningsinformasjons**modell**, som er den digitale fremstillingen av de fysiske og funksjonelle egenskapene til bygget. Modellen blir en felles kunnskapsressurs med informasjon om bygningen, og danner grunnlag for beslutningstaking gjennom hele livssyklusen.

Bygningsinformasjons**styring (Management)** på engelsk), som er administrasjon og kontroll av prosessen ved at man benytter informasjonen i den digitale fremstillingen til å påvirke informasjonsflyten over hele livssyklusen. Fordelene med dette er sentralisert og visuell kommunikasjon, mulighet for tidlig utforskning av muligheter, økt bærekraftighet, effektiv design, økt integrasjon mellom disiplinene, bedre byggeplasskontroll og så videre – effektiv utvikling av bygningens livssyklus fra idé til avhending.

BIM-trekanten (se Figur 1) representerer tre hovedelementer som må være på plass for å klare å bruke BIM i praksis (Statsbygg, u.d.-a):

- Omforent lagringsformat (IFC)
- Enighet om terminologi (IFD)
- Koble BIM-en til relevante forretningsprosesser (IDM)

Disse elementene presenteres nærmere i kapittel 3.1.1.



Figur 1 BIM-trekanten (buildingSMART, 2012b)

BIM i prosjektering

BIM er tradisjonelt mest brukt i prosjekteringsfasen av arkitekter og øvrige prosjekterende, og det er enkelt å se nytteverdien her. Man kan opprette objekter, for eksempel en dør, som kan tildeles egenskaper og ha relasjoner (Statsbygg, u.d.-a). En felles modell av bygningen sørger for at man enkelt kan sjekke for kollisjoner mellom fagene, som for eksempel ventilasjonskanaler som går gjennom bærende søyler. Man kan også kjøre energisimuleringer, akustiske simuleringer, sol/skyggestudier, kontrollere i forhold til universell utforming og kalkulere tidlige kostnader (Statsbygg, u.d.-b). I tillegg kan man lage 3D-visualiseringer som kan være nyttige når man skal kommunisere med brukere, myndigheter og naboer.

BIM i produksjon

BIM er ikke bare et prosjekteringsverktøy, det har også stor nytteverdi i produksjonsfasen. Viktige bruksområder er ifølge Haaland (2012):

- **Kollisjonskontroll.** Tradisjonell kollisjonskontroll med bruk av 2D-tegninger er tidkrevende, kostbart og har stort potensial for feil. Bruk av BIM til kollisjonskontroll har mange fordeler, men krever riktig forhåndsarbeid, blant annet at modellen er detaljert etter behov og hvilken grad av kontroll man ønsker.
- **Mengdeuttak og kostnadsestimering.** Dersom prosjekteringen tidlig forflyttes til en BIM-modell vil objektene være definerte, noe som tillater tidlige og mer nøyaktige kostnadsestimer. Et problem med bruk av BIM i denne sammenhengen kan være at elementer ikke er tilstrekkelig definerte – noe som kan føre til at materialer blir oversett, som for eksempel armering i betong. BIM er imidlertid foreløpig ikke avansert nok til å ta i betraktning alle elementer i kostnadsestimer, så foreløpig kan det fungere som et støtteverktøy til tradisjonelt estimeringspersonell.

- **Fremdriftsplanlegging (4D).** Fremdriftsplanlegging gjennom BIM (4D) skal sikre god arbeidsflyt og sekvens på arbeidet, slik at man unngår omarbeid og overlappende arbeid. Avgjørende skritt for utvikling og koordinering av en 4D-modell for fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter er **(1)** Bryt ned arbeidet og identifiser arbeidsflyten, **(2)** Etabler en installasjonssekvens, **(3)** Reorganisering av 3D-modellen, **(4)** Oppdatering av fremdriftsplanen, **(5)** Koble 3D-objektene opp mot aktivitetene og **(6)** Avgrens 4D-simulasjonen.
- **Prefabrikkerings.** Prefabrikkerings krever god planlegging og nøyaktig prosjektering, og BIM gir et godt utgangspunkt for dette, da modellen inneholder detaljerte geometriske beskrivelser av komponenter og materialer.

Andre bruksområder for BIM i produksjon kan være kvalitetssikring ved at modellen fungerer som en målestokk for prosjekteringshensikten, enkel oppdatering av prosjektering og endringer, grunnlag for Lean-prinsipper, HMS-tiltak og innkjøpskoordinering (Haaland, 2012).

1.1.2 Veidekke Entreprenør

Masteroppgaven skrives i samarbeid med Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim, en del av Veidekke ASA. Veidekke er et av Skandinavias største entreprenørselskap, med 6 300 ansatte og en omsetning på 20 milliarder kroner i 2012 (Veidekke, u.d.).

Veidekke satser på produksjonsfokuset utvikling av BIM, både når det gjelder prosesser, software og hardware (Gullbrekken, e-post 09.11.2012). De henter kunnskap og inspirasjon fra VDC i samarbeid med Stanford University og Lean Construction i samarbeid med IGLC og NTNU. Satsingen og utviklingen innen BIM foregår primært i Stockholm, Oslo og Trondheim.

1.2 Problemstilling

BIM representerer et stort potensial både for prosjekterings- og produksjonsfasen, og Arbulo og Fischer (Seehusen, 2013) mener at byggeprisen kan mer enn halveres med full bruk av BIM med tilhørende VDC og god prosjektledelse. Likevel benyttes BIM i mindre grad i produksjon. Det er ifølge Moum (gjengitt etter Seehusen, 2008) forventninger til at BIM vil føre til et paradigmeskifte, men det gjenstår mye arbeid før det kan fungere knirkefritt. Selv om verken teknikk eller prosesser er ferdig utviklet, er utviklingen kommet tilstrekkelig langt til at det kan tas i bruk på noen områder.

Veidekke Entreprenør ønsker et større fokus på BIM i produksjon, og denne masteroppgaven skal se nærmere på hvordan BIM kan brukes i produksjonsfasen og hvilke muligheter og barrierer som finnes, og hva som er status på utviklingen globalt. Oppgaven skal også kartlegge erfaringene med bruk av BIM i produksjon i Veidekke Entreprenør, og se på om dette samsvarer med mulighetene og barrierene som avdekkes i litteraturen.

Hvilke årsaker som ligger til grunn for at BIM benyttes i mindre grad i produksjon skal også kartlegges. Bjørnar Gullbrekken (samtale 19.11.2012) hos Veidekke Entreprenør Trondheim

antyder at en konservativ byggebransje kan være en årsak. Dette fremheves også av Fischer (Seehusen, 2013), som påpeker at BIM knapt noen gang har vært i full bruk fra A til Å i et prosjekt. I tillegg til å se på årsaker skal oppgaven finne forslag til løsninger og veier videre for Veidekke Entreprenør og resten av byggebransjen.

Opgaven skal svare på følgende forskningsspørsmål:

1.2.1 Forskningsspørsmål

- 1. Hvordan kan BIM brukes i produksjonsfasen, og hvilke erfaringer, muligheter og barrierer finnes?*
- 2. Hva er status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt?*
- 3. Hvilke drivere kan føre til at BIM kan utnyttes bedre i produksjonsfasen?*
- 4. Hvilke drivere påvirker bruken av BIM i produksjonsfasen negativt?*

1.3 Omfang og begrensninger

Masteroppgaven utføres i løpet av 20 uker fra oppstartsdato og gir 30 studiepoeng.

Opgavens begrensninger er knyttet til at erfaringsinnhenting fra bransjen kun kommer fra en entreprenørbedrifts synsvinkel, samt at hovedfokuset ligger på produksjonsfasen, selv om bruk av BIM i produksjon vil avhenge av bruk av BIM i byggeprosjektets øvrige faser.

Resultatgrunnlaget er begrenset til å omfatte informanter fra Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim og Distrikt Oslo.

1.4 Rapportens oppbygging

Kapittel 1: Innledning

Dette kapittelet introduserer temaet for rapporten, og presenterer problemstilling, omfang og begrensninger.

Kapittel 2: Metode

I metodekapittelet forklares metodene som er brukt i undersøkelsene i oppgaven. Kjente fordeler og ulemper med metodene drøftes, og det forklares hvordan dette er håndtert. Feilkilder i undersøkelsene drøftes også.

Kapittel 3: Bygningsinformasjonsmodellering – BIM

Dette kapittelet inneholder en gjennomgang av teori og tidligere forskning på området, som gir en forståelse av temaet, samt danner grunnlag for analyse av resultatene. Først presenteres BIM generelt, deretter følger en gjennomgang av historie og utvikling. Kjente bruksområder for BIM i produksjonsfasen gjennomgås, og til slutt ses det på muligheter og fordeler, og barrierer og utfordringer.

Kapittel 4: Status på utviklingen av BIM i produksjon globalt

I dette kapitlet redegjøres det for status på utviklingen av BIM i produksjon globalt.

Kapittel 5: Resultater

Her presenteres funnene som er gjort gjennom intervju og spørreundersøkelse, som videre danner grunnlaget for diskusjon og besvarelse av forskningsspørsmålene.

Kapittel 6: Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres resultatene opp mot den kjente teorien og tidligere forskning.

Kapittel 7: Konklusjon

Her presenteres konklusjon og svar på forskningsspørsmålene, samt anbefalinger og veier videre for Veidekke Entreprenør og resten av byggebransjen.

1.5 Begreper

Her forklares begreper og forkortelser som benyttes i oppgaven:

BIM: Bygningsinformasjonsmodell/bygningsinformasjonsmodellering.

CIFE: Center for Integrated Facility Engineering, ved Stanford University i California. Et akademisk forskningscenter for VDC.

ROI: Return on Investment. Mål for profitt vs. investert kapital.

SJA: Sikker Jobb Analyse. Risikovurdering av oppgaver og aktiviteter.

VDC: Virtual Design and Construction.

Waste: Sløsing (for eksempel transport og lagring). Forbundet med Lean Construction. Eliminering av sløsing øker kvaliteten og reduserer produksjonstid og -kostnad.

2

Metode

Metode er et verktøy, eller et redskap, som er en fremgangsmåte for å få svar på spørsmål og få ny kunnskap innenfor et felt (Larsen, 2010). Metodekapitlet skal forklare hva som er gjort i studien, hvordan det er utført, og kjente styrker og svakheter ved tilnærmingen (Olsson, 2011).

2.1 Forskningsmetoder

Man skiller vanligvis mellom to hovedtyper metoder: kvantitative og kvalitative. Kvantitative metoder tar utgangspunkt i tall og det som er målbart (Olsson, 2011). Kvantitative studier er forbundet med høy grad av etterprøvnbarhet og stor vekt på presisjon. Kvalitative metoder derimot er basert på muntlig eller tekstlig informasjon. Hovedfokuset er gjerne på helhetsforståelse, og etterprøvnbarhet kan være en utfordring. Selv om man ofte skiller mellom disse to hovedtypene kan de også kombineres.

I denne rapporten er det først utført litteraturstudium og *kvalitative* intervjuer, etterfulgt av en *kvantitativ* spørreundersøkelse, basert på funn fra litteraturen og intervjuene. Tabell 1 under viser hvilke metoder som er brukt for å besvare forskningsspørsmålene:

| Forskningsspørsmål | Metode for innhenting av informasjon |
|--|---|
| 1. <i>Hvordan kan BIM brukes i produksjonsfasen, og hvilke erfaringer, muligheter og barrierer finnes?</i> | <ul style="list-style-type: none">• Litteraturstudium• Intervjuer• Spørreundersøkelse |
| 2. <i>Hva er status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt?</i> | <ul style="list-style-type: none">• Studium av eksisterende litteratur og forskning |
| 3. <i>Hvilke drivere kan føre til at BIM kan utnyttes bedre i produksjonsfasen?</i> | <ul style="list-style-type: none">• Litteraturstudium• Intervjuer• Spørreundersøkelse |
| 4. <i>Hvilke drivere påvirker bruken av BIM i produksjonsfasen negativt?</i> | <ul style="list-style-type: none">• Litteraturstudium• Intervjuer• Spørreundersøkelse |

Tabell 1 Metoder som er brukt for å svare på forskningsspørsmålene

Tabell 2 under viser noen kjente fordeler og ulemper ved kvantitative og kvalitative metoder (Larsen, 2010). Hvordan svakhetene med metodene er forsøkt håndtert er kommentert i 2.5 Troverdighet.

| | Kvantitative metoder | Kvalitative metoder |
|-----------------|---|---|
| Fordeler | <ul style="list-style-type: none"> • Informasjonsmengden kan reduseres til akkurat det en er interessert i • Det samme spørsmålet stilles til et stort antall mennesker – gir bredde i undersøkelsen og utgangspunkt for å kunne generalisere • Respondentene er anonyme, noe som gjør det lettere å få ærligere svar • Forskeren behøver ikke å oppsøke personene som skal delta i undersøkelsen personlig | <ul style="list-style-type: none"> • Møter informantene ansikt til ansikt • Forskeren kan gå i dybden når nødvendig • Kan stille oppfølgingsspørsmål • Enklere å sikre god validitet |
| Ulemper | <ul style="list-style-type: none"> • Vanskelig å sikre god validitet • Større sjanse for å trekke feilslutninger • Unøyaktigheter kan oppstå i databehandlingen pga. stort tallmateriale – vanskelig å sikre god reliabilitet | <ul style="list-style-type: none"> • Kan ikke generalisere • Omfattende å forenkle datamengden og klassifisere materiale • Folk er ikke alltid ærlige med intervjueren til stede • Intervjueffekt – intervjueren eller metoden kan påvirke resultatet |

Tabell 2 Fordeler og ulemper med kvantitative og kvalitative metoder

Metodetriangulering betyr at man bruker ulike metoder i samme undersøkelse, og kan bidra til å oppveie for svakheter i tilnærmingene (Larsen, 2010). Dette er forsøkt gjort i denne rapporten, hvor kvalitative intervjuer har blitt brukt for å forberede en kvantitativ

spørreundersøkelse. Dette gjør at både kvantitative og kvalitative sider ved BIM i produksjon blir belyst. Trianguleringen er også ment å sikre at alle relevante forhold knyttet til problemstillingen blir belyst i spørreundersøkelsen.

2.2 Litteraturstudium

For å finne teori og tidligere forskning om temaet BIM er det utført et litteraturstudium. Informasjonen er innhentet gjennom bøker, søk i ulike databaser, i bibliotekskatalogen BIBSYS Ask og på internettsøkemotorer.

BIM i produksjon er et relativt nytt tema, og for å unngå problemer med å ikke finne relevant litteratur ble det først søkt svært generelt, med søkeord som "BIM" og "building information model". Den generelle BIM-litteraturen ga i noen tilfeller en oppstilling av bruksområder i produksjonsfasen, uten å gå nærmere inn på dem. For å finne mer spesifikk informasjon ble det derfor søkt målrettet mot litteratur om bruksområdet, for eksempel med søkeord som "BIM cost estimating". Komplette søkeliste ses i Tabell 3 under:

| Søkeord | Hvor | Antall treff |
|-------------------------------|--------------------|--------------|
| BIM | Bibsys Ask | 150 |
| | Google | 44 000 000 |
| BIM produksjon | Google | 41 600 |
| "building information model*" | ISI Web of Science | 303 |
| | Bibsys Ask | 241 |
| BIM historie | Google | 194 000 |
| BIM prosjektering | Google | 28 900 |
| BIM cost estimating | Google | 232 000 |
| BIM visualization | Google | 799 000 |
| BIM visualisering | Google | 152 000 |
| BIM AND benefit* | Science Direct | 2 023 |
| | ISI Web of Science | 68 |
| | Google Scholar | 27 500 |
| BIM AND barrier* | Science Direct | 1 545 |
| BIM status | Google | 2 740 000 |
| BIM kvalitetssikring | Google | 57 400 |
| BIM quality assurance | Google | 228 000 |

Tabell 3 Oversikt over søkeord, databaser og antall treff

2.3 Intervjuer

Som grunnlag for utformingen av spørreundersøkelsen og for å få et nærmere innblikk i temaet er det utført kvalitative intervjuer av nøkkelpersoner i Veidekke. Utvelgingen av personer til intervjuene ble gjort ved at oppgavens veileder i Veidekke foretok en skjønsmessig vurdering, og anbefalte 6 personer. To av disse personene jobber i Oslo, og en i Sverige, slik at det måtte vurderes å foreta enten telefon- eller e-postintervjuer. Flere forhold ble vurdert for å finne den beste metoden, se Tabell 4.

| Telefon | E-post |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Det er enkelt å stille oppfølgings spørsmål og forstå hva informantene mener | <ul style="list-style-type: none"> • Det er ikke rom for å stille oppfølgings spørsmål, slik at informantenes meninger kan feiltolkes |
| <ul style="list-style-type: none"> • Krever at man avtaler et tidspunkt for intervjuet, og forutsetter noe planlegging | <ul style="list-style-type: none"> • Informantene kan svare når det passer dem selv |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kan være vanskelig å få ærlige svar på grunn av at intervjueren er "til stede" | <ul style="list-style-type: none"> • Enklere å få ærlige svar, da de ikke direkte kommuniserer med intervjueren |
| <ul style="list-style-type: none"> • Informantene kan ha problemer med å formulere seg slik de ønsker over telefon, og det kan være vanskelig å komme på alt man tenker om temaet på stående fot | <ul style="list-style-type: none"> • Informantene kan svare i tempoet de behøver, og får tid til å tenke over spørsmålene og formulere seg slik de ønsker |

Tabell 4 Telefonintervju vs. e-postintervju

Basert på disse forholdene ble e-postintervju vurdert som den mest egnede metoden. Intervjuene ble utformet med intervju skjema, som er et strukturert intervju med åpne svar. Spørsmålene ble formulert likt og stilt i samme rekkefølge til alle informantene. Fordelene med dette er at alle svarer på det samme, slik at det blir lettere å sammenligne, samt at informasjonsmengden reduseres (Larsen, 2010). En e-post med forespørsel samt intervju spørsmål (se vedlegg 1) ble sendt ut til disse 3, og 2 ønsket å delta.

De 3 andre personene var tilgjengelige for personlige intervjuer. 2 av disse ble intervjuet i gruppe, mens den siste ble intervjuet alene. Å intervju flere personer sammen har både fordeler og ulemper. Noen av fordelene er at det kan være lettere for folk å snakke og diskutere når de er flere, og at de kan komme på ting ved å høre på andre (Larsen, 2010). En ulempe er at man kanskje ikke er ærlig i nærvær av andre. Hva man mener som gruppe er imidlertid også interessant, og viktig i meningsdannelsen.

De personlige intervjuene ble gjennomført som ustrukturerte intervjuer med intervjuguide (se vedlegg 3). Denne metoden skal sørge for at intervjueren ikke styrer i for stor grad, slik at informantene skal få prate fritt i forhold til temaet (Larsen, 2010). Intervjuguiden ble brukt som en sjekkliste for å kontrollere at alle temaene som var relevante for problemstillingen ble dekket. Dataene ble registrert gjennom kombinasjon av lydopptak og notater på PC. Dette ble gjort for å sikre at all informasjon ble registrert, og for å ha en sikkerhets kopi dersom det skulle hende noe med enten lydopptakeren eller notatene på PC-en. Lydopptakene ble gjennomgått og skrevet sammen med notatene umiddelbart etter intervjuene, mens de fortsatt var friskt i minnet.

Alle informantene er blitt spurt om de ønsker å være anonyme eller ikke, og alle har gitt tillatelse til at navn og stillingstittel blir benyttet i oppgaven. Det kan diskuteres hvorvidt

dette er nødvendig, men det vurderes at det er nyttig å vite hvilke stillinger disse personene innehar i Veidekke. Det vurderes også at meningsytringene deres ikke vil få noen konsekvenser for dem og deres stilling, og at de også er i stand til å vurdere dette selv.

2.4 Spørreundersøkelse

For å få tilstrekkelig datagrunnlag for å svare på forskningsspørsmålene ble det gjennomført en kvantitativ spørreundersøkelse (se vedlegg 5 for undersøkelse og følgebrev). Spørreundersøkelsen hadde hovedsakelig lukkede spørsmål, noe som betyr at svaralternativene er gitt på forhånd, med noen få innslag av åpne spørsmål hvor respondentene fritt kan svare hva de vil. Årsaken til at lukkede spørsmål ble valgt er at dette gir bedre mulighet for å sammenligne svar fra de ulike respondentene, ettersom de er likt formulert (Larsen, 2010). Det er også en viktig faktor at terskelen for å svare på lukkede spørsmål fremfor å måtte formulere egne svar er lavere.

Ulemper med lukkede spørsmål kan være at enkelte opplever å ikke finne et svaralternativ som passer for dem, og at respondentene på grunn av spørsmålenes utforming kan påvirkes inn i en annen tankebane, noe som kan gi et skjevt inntrykk (Larsen, 2010). De fleste spørsmålene i spørreundersøkelsen hadde alternativene "vet ikke" og "annet", noe som ga respondentene mulighet til å fylle inn egne svar fremfor å benytte de gitte svaralternativene.



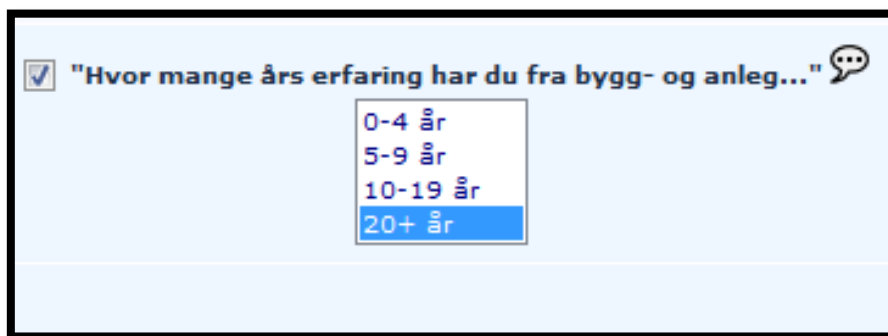
The screenshot shows a survey interface for 'BIM i produksjon'. At the top, it says 'Denne spørreundersøkelsen er en del av masteroppgaven "BIM i produksjon".' Below this is a progress bar showing 0% completion. The main question is 'Kunnskap og erfaring' with the subtext 'Her stilles noen spørsmål knyttet til din kunnskap og erfaring med BIM.' The specific question is '* Hvordan vil du beskrive din kunnskap om BIM? Velg ett av alternativene'. There are six radio button options: 'Veldig god kunnskap', 'God kunnskap', 'Ganske god kunnskap', 'Begrenset kunnskap', 'Har hørt om BIM, men har svært begrenset kunnskap', and 'Aldri hørt om BIM'.

Figur 2 Skjermbilde fra spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen ble utformet via LimeSurvey, som er et online system for undersøkelser. Figur 2 over viser et eksempel på hvordan spørreundersøkelsen så ut for respondentene. En lenke til undersøkelsen ble sendt ut av en ansatt i Veidekke, for å øke

sannsynligheten for å få en god svarprosent. Undersøkelsen ble sendt til 50 personer, som besto av prosjektledere, anleggsledere, prosjekteringsledere, driftsledere og formenn i Veidekke Distrikt Trondheim og Distrikt Oslo. Svarfristen ble i utgangspunktet satt til 2 uker etter utsendelse, men ble underveis utvidet til litt over 3 uker. 1 uke før fristen utløp hadde 26 respondenter svart, og det ble sendt ut en påminnelse for å forsøke å øke deltakelsen. Ved fristens utløp hadde 28 respondenter svart, noe som ga en svarprosent på 56 %. Dette vurderes å være et tilfredsstillende resultat, da mange av respondentene har en travel hverdag.

Statistikk over besvarelsene ble etter hvert hentet fra LimeSurvey, noe som ga grunnlag for tolkning av resultatene. LimeSurvey tilrettelegger for avansert bearbeiding av data, men dette ligger utenfor forfatterens kompetanse, slik at den enkle statistikkbehandlingen som tilbys i systemet ble vurdert som tilstrekkelig. Denne statistikkbehandlingen gir en oversikt over alle svar, med antall, prosentvis fordeling og diagrammer. Det er også mulig å filtrere resultatene, og for eksempel vise resultater kun for respondenter med 20+ års erfaring, se Figur 3 under:

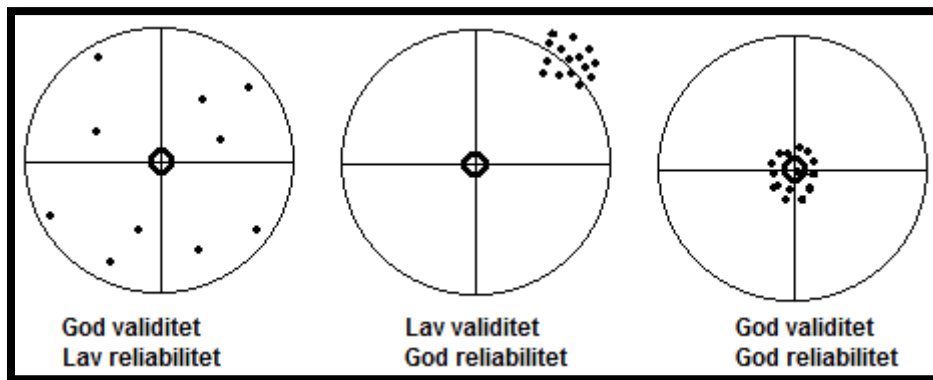


Figur 3 Eksempel på filtrering av resultatene i LimeSurvey. Her angis det at det kun skal vises resultater for respondenter med 20+ års erfaring.

2.5 Troverdighet

Validitet og reliabilitet er to viktige begreper når det er snakk om oppgavens troverdighet. Validitet angir i hvilken grad dataene vi har samlet inn samsvarer med fenomenet vi ønsker å måle, og er relatert til gyldigheten i studien (Olsson, 2011). Validiteten sier altså noe om hvor godt datamaterialet er egnet til å belyse forskningsspørsmålene. For å sørge for høy validitet i oppgaven er det viktig å stille de riktige spørsmålene og måle de rette tingene.

Reliabiliteten er forbundet med etterprøvnbarhet, og høy reliabilitet vil si at en annen forsker skal oppnå samme resultat dersom han gjør samme undersøkelse (Larsen, 2010). Der høy validitet sikres gjennom å *stille de riktige spørsmålene*, oppnås høy reliabilitet ved å *stille spørsmålene på riktig måte*. Måleparametrene og måleparametrene må altså være entydige, slik at det ikke er tvil om hva som skal måles, og hvordan (Olsson, 2011). Validitet og reliabilitet er illustrert i Figur 4 under:



Figur 4 Validitet og reliabilitet (fritt etter Samset, 2008)

2.5.1 Validitet

Det er ofte enklere å sikre høy validitet gjennom kvalitative undersøkelser enn ved kvantitative, ettersom kvalitative undersøkelser gjerne er mer fleksible og gir rom for å endre spørsmål underveis (Larsen, 2010). For å sikre høy validitet i de kvalitative personlige intervjuene ble det lagt vekt på å utforme en intervjuguide som var tett knyttet opp mot forskningsspørsmålene, slik at svarene ville gi tilstrekkelig informasjon i forhold til å svare på disse. I e-postintervjuene ble det lagt vekt på å utforme entydige spørsmål, som dekket forskningsspørsmålene. I etterkant oppleves det at validiteten er høy i begge formene for kvalitative intervjuer, da informantene i stor grad har gitt svar som bidrar til å svare på problemstillingen. Et annet mål med de kvalitative intervjuene var å legge grunnlag for utformingen av spørsmålene i spørreundersøkelsen. Dette ble gjort for å sikre at alle nødvendige spørsmål for å belyse forskningsspørsmålene ble stilt, noe som øker graden av validitet. For å sikre høy validitet i spørreundersøkelsen ble det lagt vekt på å velge relevante variabler, som belyste forskningsspørsmålene. I forhold til kunnskapsnivå om BIM i produksjon kan det for eksempel være nyttig å vite hva slags utdanning respondentene har. I ettertid vurderes validiteten i spørreundersøkelsen som god, da datamaterialet i stor grad er relevant for forskningsspørsmålene.

2.5.2 Reliabilitet

Reliabiliteten til en undersøkelse er som nevnt forbundet med etterprøvbareheten – dersom samme undersøkelse gjentas med samme resultat av andre forskere har man høy reliabilitet. Dette er ikke alltid så enkelt å sikre når man snakker om kvalitative undersøkelser (Larsen, 2010). Det kan spesielt være utfordrende at dataene kan tolkes på ulike måter, og at man vektlegger ulike ting. I forhold til de kvalitative intervjuene er dette håndtert ved at intervjuene er gjengitt i sin helhet (se vedlegg 2 og 4), slik at det er mulig å etterprøve tolkningen og drøftingen av dataene. Informantene har heller ikke valgt å være anonyme, slik at informasjonen kan verifiseres av personene som har deltatt i intervjuene.

Det kan også være en utfordring at informanten blir påvirket av intervjusituasjonen, noe som kan ha betydning for det som blir sagt (Larsen, 2010). Dette vurderes å ikke være et problem når det gjelder e-postintervjuene, ettersom informantene ikke blir påvirket av intervjueren.

Det er imidlertid en mer aktuell utfordring i de personlige intervjuene, noe som er tatt hensyn til i tolkningen av dataene.

For å sikre høy reliabilitet er det også viktig å behandle informasjonen nøyaktig (Larsen, 2010). I forhold til intervjuene er dette forsøkt sikret ved å holde orden på intervjudataene, for å unngå å blande sammen hvem som har sagt hva. Lydopptakene fra de personlige intervjuene fungerte for eksempel som en sikkerhetskontroll på at utsagnene fra notatene på PC-en ble tilegnet riktig person.

Det kan være vanskelig å sikre reliabiliteten i kvantitative undersøkelser, slik som spørreundersøkelsen, ettersom unøyaktigheter kan oppstå på grunn av stort tallmateriale. For å oppnå høy reliabilitet i slike undersøkelser vil det være viktig å være nøyaktig i spørsmålene, og i behandlingen av dataene (Larsen, 2010). For å sikre reliabiliteten i den kvantitative spørreundersøkelsen ble det derfor forsøkt å utforme nøyaktige spørsmål med gode alternativer. Et eksempel på dette er spørsmålet om hvordan respondentene opplever omfanget av BIM i produksjon, hvor svaralternativene er:

- Svært stort – brukes i alle prosjekter
- Stort – brukes i mange prosjekter
- Moderat – brukes i noen prosjekter
- Beskjedent – brukes i få prosjekter
- Svært beskjedent – brukes i nesten ingen prosjekter

Dette forklarer forskjellen på de ulike alternativene bedre enn om svaralternativene bare hadde vært "svært stort", "stort" og så videre, da det kan være store forskjeller på hva man legger i disse begrepene.

Nøyaktigheten i bearbeidingen av resultatene fra spørreundersøkelsen er godt ivaretatt ved at dataene kommer direkte fra LimeSurvey. I prosessen med å overføre dataene til tekstlig informasjon i rapporten kan det oppstå feil, men nøyaktigheten er forsøkt sikret ved at dataene er kontrollert flere ganger.

Reliabiliteten i undersøkelsene oppleves i ettertid som god, da dataene fra både intervjuene og spørreundersøkelsen samsvarer godt med funn fra litteraturstudiet.

2.5.3 Feilkilder

- **Litteraturstudium:** Det kan diskuteres hva som er tilstrekkelig oppdatert litteratur, og hva som er for gammelt. Utviklingen innen BIM i produksjon går fort, og vi vet mer i dag enn for eksempel i 2010, selv om litteratur fra 2010 ikke oppleves som gammel. Det er også en viktig faktor at tilgjengelig litteratur og forskning av naturlige årsaker henger litt etter utviklingen (man må ha tid til å skrive og forske!). Det foreligger også begrenset med litteratur om temaet. Dette vil være viktig å ta hensyn til i forhold til vektlegging av funn fra litteratur.

- **Spørreundersøkelse:** Det kan være en feilkilde at respondentene har det travelt når de svarer, og ikke tenker så nøye gjennom svarene. De kan for eksempel glemme hva de har svart tidligere, og svare motstridende senere. For å avhjelpe dette var det mulig å gå tilbake i undersøkelsen. Det er også stilt motstridende spørsmål som er tenkt å fange opp slike forhold. For eksempel dersom "sparer penger" blir fremhevet som en stor fordel, vil det styrke dette funnet dersom "koster mye penger" ikke blir fremhevet som en viktig ulempe.
- **Spørreundersøkelse og intervjuer:** Skjevheter i utvalget kan være en feilkilde. Utvalget er relativt jevnt fordelt over ulike roller i Veidekke, men utvalget kan være for lite til å si at det er representativt.

Bygningsinformasjonsmodellering – BIM

I dette kapittelet presenteres teori om BIM, historie og utvikling, og kjente bruksområder. I tillegg presenteres muligheter og fordeler, og barrierer og utfordringer ved BIM i produksjon.

3.1 Hva er BIM?

Bygningsinformasjonsmodellering representerer en lovende utvikling innen bygg- og anleggsbransjen, og selv om teknologien ble introdusert for mer enn et tiår siden er BIM fortsatt ganske nytt, og bransjen har mye å lære (Kubba, 2012). Selv om begrepet "BIM" har blitt etablert i bransjen mangler man en entydig definisjon, og ulike aktører legger gjerne ulikt innhold i begrepet. buildingSMART (2012a) definerer som nevnt i innledningen BIM som tre ulike, men linkede, funksjoner:

- Bygningsinformasjons**modellering**, som er *prosessen*.
- Bygningsinformasjons**modell**, som er den *digitale fremstillingen*.
- Bygningsinformasjons**styring**, som er *administrasjon og kontroll* av prosessen.

Statsbygg (u.d.-a) fremhever bokstavene I og M, som står for informasjonsmodellering, som de viktigste. Tingene man ønsker å modellere opprettes som ulike objekter, for eksempel en dør, et vindu eller en vegg. Disse objektene kan tildeles egenskaper, for eksempel brannklasser, samt at de kan ha relasjoner mellom seg, som sier for eksempel at en dør tilhører en spesifikk vegg, og er med å avgrense et spesifikt rom.

Det sentrale i en 2D-tegning er det visuelle, noe som oppnås ved bruk av streker og symboler på tegningen (Statsbygg, u.d.-a). I en BIM er det informasjonen som ligger i de ulike objektene som er det sentrale elementet. Etter hvert legger man inn ny informasjon i modellen, for eksempel hvilken farge og lydklasse en dør skal ha. Man kan hente ut ulike rapporter fra modellen, slik som 2D-plantegninger, 3D-visualiseringer, 4D-fremdrift og 5D-kostnad-fremdrift, i tillegg til mengdelister og dørskjemaer og så videre.

3.1.1 åpenBIM

For å klare å bruke BIM effektivt må man kunne dele informasjonen som ligger i modellen med andre aktører. Det er to alternative måter å gjøre dette på (buildingSMART, 2012b):

1. Alle aktørene må jobbe i det samme systemet.
2. Alle aktørene må dele BIM gjennom et åpent standardisert filformat (åpenBIM).

Alternativ 1 vil føre til begrensninger og utfordringer på tvers av fagområdene, ettersom det er vanlig at for eksempel arkitekter og entreprenører jobber i ulike systemer tilpasset sine behov. Alternativ 2 vil derimot gjøre at alle aktører kan jobbe i systemet de er vant til, så fremt det er sertifisert for utveksling av BIM gjennom et åpent standardisert filformat, noe som gir åpenBIM. Et eksempel på et slikt filformat er IFC, som beskrives gjennom buildingSMART.

åpenBIM er ifølge buildingSMART (2012d) en universell tilnærming til samarbeid, design, realisering og drift av bygninger basert på åpne standarder og arbeidsflyt.

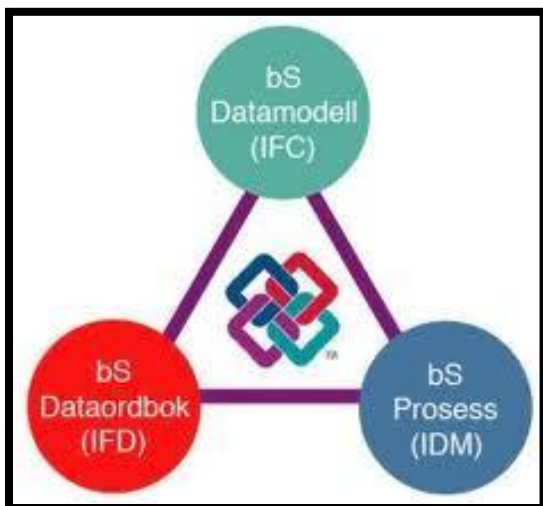
buildingSMART

buildingSMART International er en internasjonal, nøytral *non-for-profit*-organisasjon som støtter åpenBIM, og har avdelinger i Europa, Nord-Amerika, Australia, Asia og Midtøsten (buildingSMART, 2012d). buildingSMART het tidligere IAI (International Alliance for Interoperability). Organisasjonen utvikler og vedlikeholder internasjonale standarder for åpenBIM.

buildingSMART Norge er en av buildingSMART Internationals avdelinger, og tar ansvar for å utvikle og implementere fremtidens IKT-løsninger rundt planlegging, bygging og drift for byggenæringen (buildingSMART, 2012e). Deres visjon er "Bærekraftig bygd miljø", og de tar med det ansvar for å utvikle løsninger som skal gjøre hele byggenæringen mer lønnsom og ressursbevisst.

buildingSMART-standardene

buildingSMART har tre internasjonale standarder som er vesentlig for å bruke åpenBIM i praksis. Disse visualiseres i åpenBIM-trekanten (buildingSMART, 2012b), se Figur 5:



Figur 5 åpenBIM-trekanten

buildingSMART Datamodell (IFC)



Figur 6 IFC gjør at datamaskinene kan snakke sammen uavhengig av "språket", altså programvaren.

IFC (Industry Foundation Classes) er et filformat som gjør at aktørene kan utveksle komplekse modeller med hverandre uavhengig av programvaren som brukes. Enklere sagt betyr dette at IFC får datamaskinene til å snakke sammen, illustrert i Figur 6. IFC-standarden er åpen og tilgjengelig på internett (Brækkan, 2011).

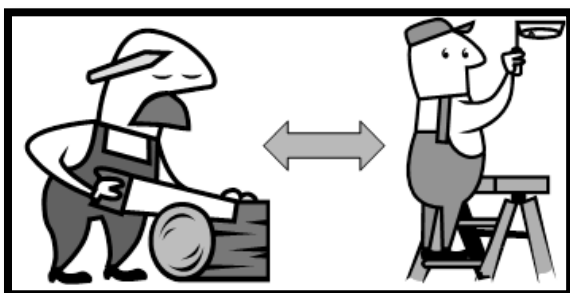
buildingSMART Dataordbok (IFD)



Figur 7 IFD gjør at datamaskinene forstår hverandre og bruker samme terminologi.

Enighet om terminologi er viktig. IFD (International Framework for Data Dictionary) gir grunnlag for felles terminologi i bruken av åpenBIM, slik at alle modeller tolkes entydig av aktører og forhandlere (buildingSMART, 2012c). IFD fungerer altså som en slags ordbok, se Figur 7.

buildingSMART Prosess (IDM)



Figur 8 IDM får fagene til å jobbe effektivt sammen.

IDM (Information Delivery Manual) er en standardisert prosess- og leveransespesifikasjon som beskriver aktører, prosedyrer og krav til leveranser i prosjekter (buildingSMART, 2013).

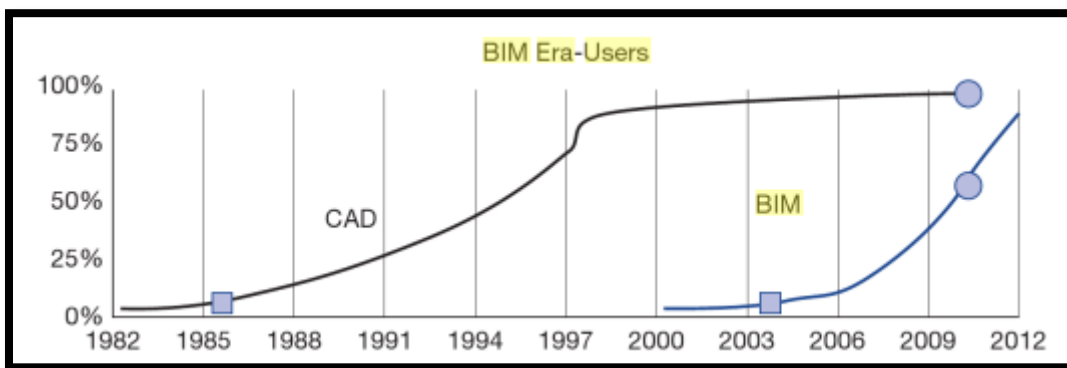
Man må ifølge Statsbygg (u.d.-c) beskrive:

- **hvem** som skal levere
- **hvilken spesifikk informasjon** som skal leveres til den felles BIM-en
- **for hvilket formål** informasjonen skal leveres
- **hvilke aktører** som behøver informasjonen til sin modellering
- **når** informasjonen skal leveres

Dette får fagene til å jobbe effektivt sammen, illustrert i Figur 8.

3.1.2 Historie og utvikling

For å forstå hva BIM er kan det være nyttig å se på historien og utviklingen som ligger bak teknologien vi har i dag. Fire tiår med forskning og utvikling innen 3D-design har ført oss til *objektbasert parametriske modellering*.

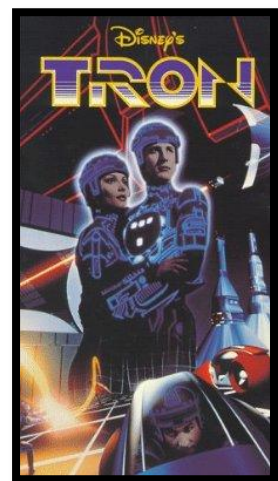


Figur 9 Utvikling av CAD og BIM (Deutsch, 2011)

Som Figur 9 viser ble tegneprosessen digitalisert gjennom bruk av CAD (Computer-Aided Design), eller DAK (dataassistert konstruksjon) som det heter på norsk, tidlig på 1980-tallet. Det tok ca 12 år før CAD hadde erstattet manuell tegning, og BIM har ifølge Deutsch (2011) blitt implementert dobbelt så raskt.

Selv om Figur 9 viser at BIM først ble tatt i bruk i byggebransjen tidlig på 2000-tallet, har modellering i 3D lenge vært et tema. Siden 1960-tallet har teknologien blitt brukt til blant annet filmer og spill, samt av arkitekter og ingeniører (Eastman et al., 2011). På slutten av 60-tallet hadde utviklingen av 3D-modellering gjort det mulig å vise tredimensjonale polyeder, noe som senere ga oss den første filmen basert på datagrafikk, Disney's Tron (1982), se Figur 10.

I 1973 kom "solid modeling", et viktig steg som gjorde at man kunne modellere vilkårlige 3D-former (Eastman et al., 2011). "Solid modeling" ble utviklet med to ulike tilnærminger; B-rep (Boundary representation approach) og CSG (Constructive Solid Geometry), hvor forskjellen lå i at CSG lagret en algebraisk formel for å definere en form, mens B-rep lagret resultatet av formen som et sett av operasjoner og



Figur 10 Tron filmplakat (IMDb, u.d)

objektargumenter. De to ulike tilnærmingene ble til slutt kombinert, noe som har vært viktig for utviklingen av moderne modelleringsverktøy.

Bygningsmodellering basert på solid modeling ble først utviklet på 1970- og 80-tallet (Eastman et al., 2011). Som vi ser av Figur 9 tok det tid å innføre teknologien i byggebransjen, og det var flere faktorer som bidro til dette. CAD-systemene basert på solid modeling som ble utviklet var kraftfulle, med de viste seg ofte å overgå den tilgjengelige datakapasiteten. I tillegg var 3D-modellering som konsept ukjent for mange prosjekterende, som var mer komfortable med å jobbe i 2D slik de var vant med. Systemene var også svært dyre. Disse faktorene kombinert gjorde at byggebransjen ikke så fordelene med teknologien, og heller gikk for programmer som AutoCAD og lignende som baserte seg på tradisjonell 2D-teknologi. I stedet var det produksjons- og luftfartsindustrien som dro lasset, og jobbet sammen med CAD-utviklerne for å løse de første utfordringene og føre utviklingen videre.

Fra slutten av 1980-tallet foregikk det en utvikling mot parametrisk modellering, noe som førte til at objektene i modellen fikk logiske grenser, som at en vegg grenser til gulv og tak (Eastman et al., 2011). Dette medførte at dersom en enkelt vegg ble flyttet, ville alle objekter som grenset til veggen bli oppdatert også. Senere fikk man muligheten til å analysere endringer, og oppdatere dem i den mest logiske rekkefølgen, noe som i dag er høymoderne BIM-teknologi.

Etter hvert som BIM-teknologi ble mer vanlig, oppdaget man at det var en utfordring at de ulike programvarene ikke snakket sammen. I 1994 begynte representanter fra 12 amerikanske selskaper å se på mulighetene for å endre dette, da de hadde fått nok av manglende informasjonsflyt, proprietære systemer og manglende vilje til å utvikle noe nytt fra de store programvareleverandørene (Seehusen, 2006). Interessen rundt dette var stor, og Industry Alliance for Interoperability ble som et resultat formelt stiftet i oktober 1995. Lokale avdelinger av IAI ble raskt stiftet i Storbritannia og Tyskland, og det første internasjonale møtet ble holdt i London våren 1996. Der ble navnet endret til International Alliance for Interoperability. I januar 1997 ble IFC 1.0 lansert, og siden har utviklingen fortsatt. I 2005 endret IAI navn til buildingSMART.

BIM-verktøyene vi kjenner til bruk i byggebransjen i dag, som for eksempel Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD og Tekla Structures, kommer alle fra systemene basert på objektbasert parametrisk modellering som først ble utviklet for mekanisk industri (Eastman et al., 2011).

Hvem som først skapte begrepet "BIM" er vanskelig å fastslå. Noen hevder det var Charles M. Eastman, basert på at BIM har samme betydning som begrepet "building product model", som Eastman har benyttet i sine publikasjoner siden slutten av 1970-tallet (Kubba, 2012). Andre mener at Phil Bernstein var først ute, ettersom han benyttet det faktiske begrepet "building information modeling". Uavhengig av hvem som skapte begrepet har bygningsinformasjonsmodellering endret byggebransjen ved at man har beveget seg fra

manuell tegning med linjal og blyant til avanserte 3D-modeller, noe som gir uante muligheter.

3.1.3 Bruksområder

Bygningsinformasjonsmodellering har en rekke bruksområder i produksjonsfasen. Litteraturen fremhever disse som de mest utbredte:

- Visualisering
- Kvalitetssikring
- Kostnadsestimering og mengdeberegning
- Kollisjonskontroller
- Fremdriftsplanlegging (4D)
- Innkjøpskoordinering
- Endringsoppdateringer
- Tilrettelegging for prefabrikasjon
- Tilrettelegging for Lean Construction
- HMS-planlegging

Bruksområdene vil bli presentert nærmere i de følgende avsnitt.

Visualisering

Ut fra bygningsinformasjonsmodellen kan man enkelt generere nøyaktige 3D-gjengivelser av bygget, uten at det krever store ressurser (Azhar, 2011). I produksjonsfasen vil visualisering ha særlig nytte når det gjelder å kommunisere byggetekniske løsninger til involverte parter, både når det gjelder fremdriftsplanlegging og utførelse (Consigli AS, 2012a). Visualisering er også en effektiv måte å kommunisere foreslåtte endringer, ved at man kan visualisere materialvalg.

Kvalitetssikring

BIM kan ifølge Haaland (2012) benyttes til å måle utført arbeid opp mot prosjekteringshensikten, så fremt modellen er kontinuerlig oppdatert. Dette fører til økt grad av kvalitetssikring.

Kostnadsestimering og mengdeberegning

Kalkyler og kostnadsestimat er svært viktige prosjektstyringsverktøy, og resultatene er gjerne avgjørende for om de valgte eller ønskede løsningene kan realiseres (Consigli AS, 2012c). I den tradisjonelle prosessen baseres kostnadsestimatene gjerne på erfaringstall og antagelser, noe som kan gi dårlig kvalitet på kalkylen. Dette kan gjøre det vanskelig å estimere kostnader for alternative løsninger og endringer, samt at det gjør det vanskeligere å se hvordan kostnader henger sammen, det vil si hvordan en endring ett sted vil påvirke kostnadene et annet sted.

I produksjonsfasen er BIM nyttig når en produksjonskalkyle skal utformes, hvor det må gjøres løpende kalkulasjoner for å prise løsninger og eventuelle endringer (Consigli AS, 2012c). Når man bruker BIM til estimering linker man erfaringspriser eller priser fra tilgjengelige prisdatabaser eller produsent med objektene i modellen. Programvaren har mulighet til automatisk beregning av mengdene i modellen, som deretter kobles til pris på de gitte elementene eller postene. Tradisjonell mengdeberegning er svært tidkrevende, og Autodesk (2007) anslår at mellom 50 og 80 % av tiden som brukes for å utarbeide et kostnadsestimat går med til mengdeberegning. I tillegg er mengdeberegning en stor kilde til feil, noe som medfører risiko for uforutsette kostnader (Consigli AS, 2012c).

Ingen BIM-verktøy tilbyr en full "estimeringspakke", så kalkulatøren må selv finne den beste metoden for å bruke BIM i kostnadsestimeringen for hvert enkelt prosjekt (Eastman et al., 2011). Det er hovedsakelig tre ulike metoder:

1. Eksportere mengder fra BIM-programvare til kostnadsestimeringsprogramvare

De fleste BIM-programvarer har mulighet for å eksportere mengder fra modellen til et regneark eller til en ekstern database. Det finnes svært mange ulike kostnadsestimeringsverktøy man kan bruke, men noe av det vanligste er å bruke Microsoft Excel.

2. Linke BIM-programvaren direkte til kostnadsestimeringsprogramvaren

Enkelte BIM-programvarer kan linkes direkte til kostnadsestimeringsprogramvare via en plug-in eller et tredjepartsverktøy. Slik programvare knytter objekter fra BIMen direkte til monteringsanvisninger eller "oppskrifter" i kostnadsestimeringsprogramvaren eller en ekstern kostnadsdatabase.

Monteringsanvisningen definerer hva som må gjøres og hvilke ressurser som behøves for å bygge komponentene på byggeplassen, eventuelt for å montere prefabrikkerte komponenter.

3. Bruke et BIM-mengdeberegningsverktøy

Det er også et alternativ å bruke et mengdeberegningsverktøy som importerer data fra BIMen. Dette gjør at kalkulatøren kan gjøre jobben uten å måtte lære å bruke en gitt BIM-programvare.

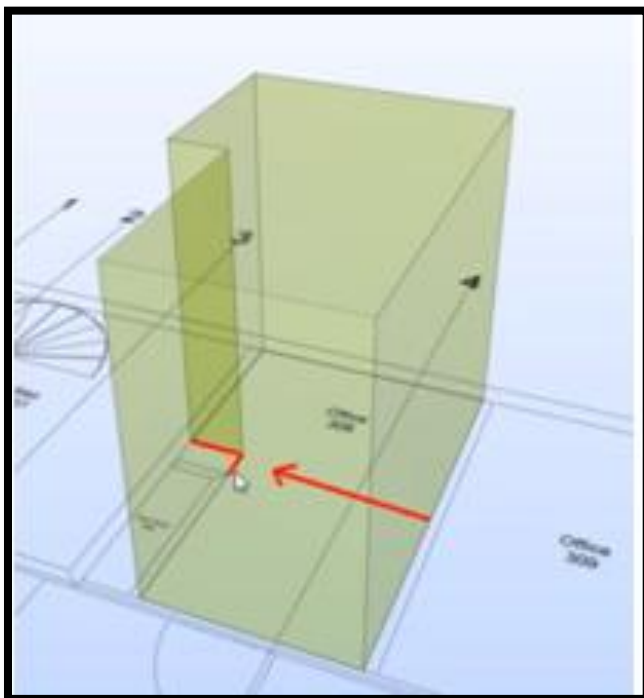
Det fremheves av Eastman et al. (2011) at BIM ikke erstatter tradisjonell kostnadsestimering, selv om det gir godt grunnlag for mengdeberegning. Kalkulatorer gjør mer enn bare å hente ut mengder, og spiller en viktig rolle med å vurdere ulike forhold som kan påvirke prosjektkostnaden, som komplisert montering eller at det er vanskelig å komme til. Slike forhold har ikke BIMen mulighet for å automatisk identifisere. BIM kan likevel stor nytteverdi, da kalkulatorene kan bruke mindre tid på mengdeuttak, og mer tid på å vurdere ulike forhold knyttet til byggbarhet og optimalisering av priser fra underentreprenører og leverandører.

Kollisjonskontroller

Tradisjonelt er kollisjonskontroll tidkrevende, kostbart og en stor kilde til feil (Eastman et al., 2011). Kollisjonene eller konfliktene man ser etter er enten harde (objekter opptar samme plass) eller myke (objekter er for nære hverandre). Ved 2D-tegning foregår kontrollen ved at man manuelt legger tegninger over hverandre for å identifisere potensielle kollisjoner eller konflikter. Ved bruk av CAD-verktøy kan man gjøre en lignende prosess, ved at man legger ulike lag over hverandre og manuelt ser etter kollisjoner.

Det finnes også automatiske 3D-kollisjonskontroller basert på 3D-geotrimodeller, men disse identifiserer ofte kollisjoner som ikke gir mening, samt at kontrollen kun finner kollisjoner mellom overflater (Eastman et al., 2011). Dette betyr, såfremt ikke objektene er modellert som solide, at kollisjonskontrollen ikke oppdager kollisjoner mellom objekter innenfor andre objekter. I den tradisjonelle prosessen kan man risikere at mange feil og kollisjoner ikke oppdages før byggefasen, noe som kan føre til store kostnader i forbindelse med omprosjektering, ombygging og dårligere kvalitet (Consigli AS, 2012b).

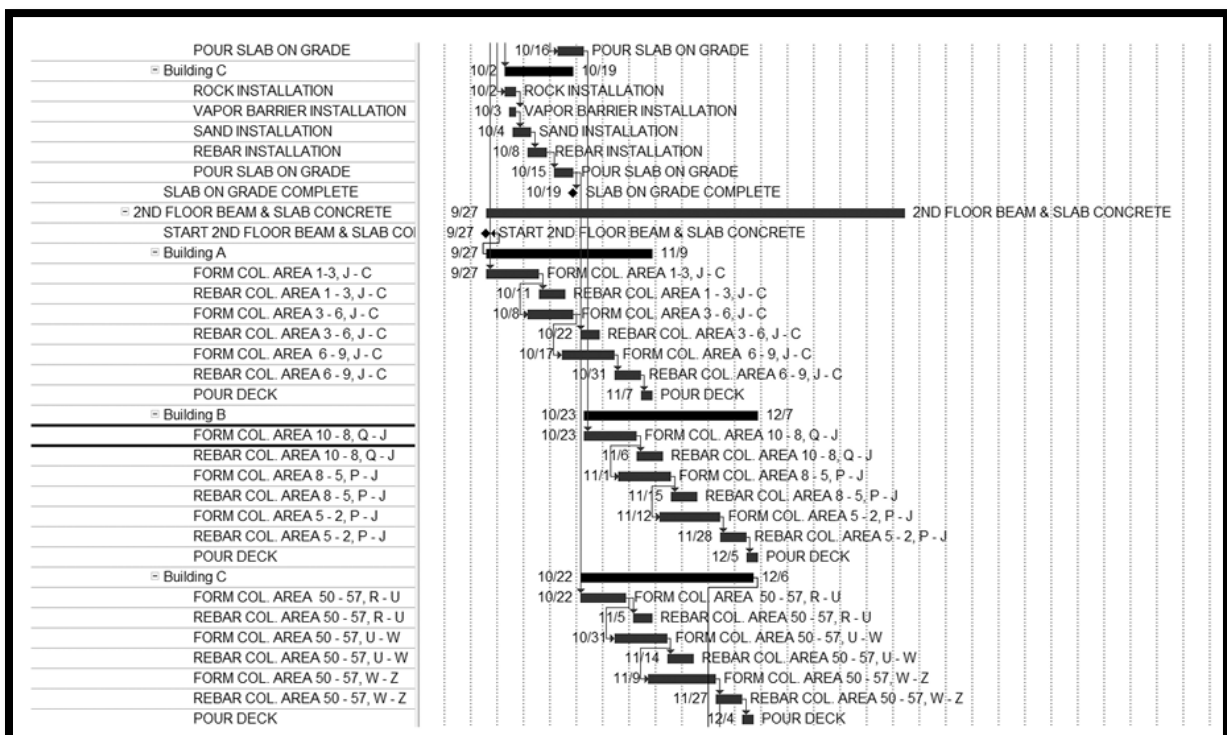
BIM-basert kollisjonskontroll kan brukes til å finne ut om objekter er modellert mer enn én gang, om objekter kolliderer med hverandre, om marginer og toleranser mellom objekter er tilstrekkelige (se Figur 11), om det er nok plass til montering og om objekter har riktig plassering i forhold til hverandre (Consigli AS, 2012b). For at BIMen skal være egnet til kollisjonskontroll må den ha et visst detaljnivå. Den må inneholde informasjon om detaljer for rør, kanaler, bæresystem og andre komponenter (Eastman et al., 2011). Dersom detaljnivået er for lavt vil man oppdage problemer underveis i byggingen, noe som kan bli kostbart og tidkrevende å løse.



Figur 11 Eksempel på avstandskontroll (Solibri, 2012)

Fremdriftsplanlegging (4D)

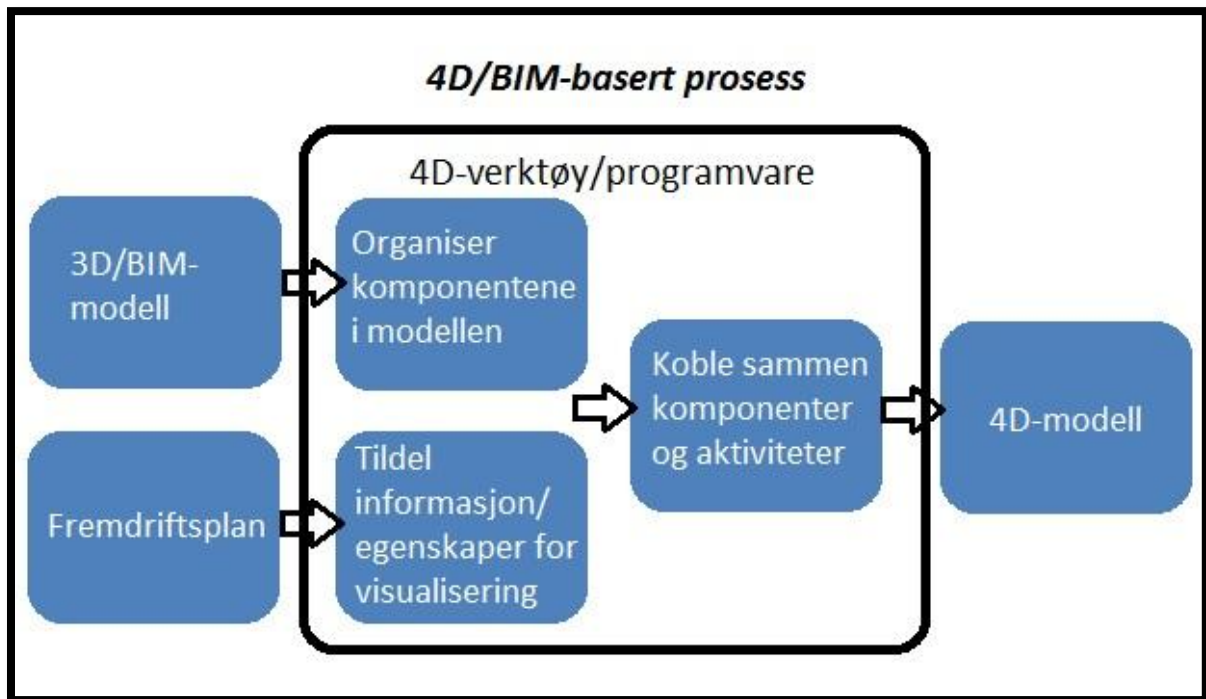
Fremdriftsplanlegging er en viktig prosess i et byggeprosjekt, som involverer å finne ut når og hvor aktiviteter skal utføres. Tradisjonelt har man brukt stolpediagrammer og Critical Path Method-programvare som Microsoft Project for å visualisere fremdriften, men disse metodene synliggjør ikke i tilstrekkelig grad de romlige komponentene knyttet til aktivitetene, og de refererer heller ikke direkte til designet eller bygningsmodellen (Eastman et al., 2011). Planleggingen blir på denne måten ofte en separat prosess, som gjør at det blir vanskelig for de ulike aktørene i prosjektet å forstå fremdriftsplanen og hvordan den innvirker på logistikken på byggeplassen.



Figur 12 Eksempel på fremdriftsplan fremstilt som Gantt-skjema (Eastman et al., 2011)

Figur 12 viser et eksempel på en vanlig måte å fremstille en fremdriftsplan. Gantt-skjemaet kan fort virke komplisert og vanskelig å forstå dersom man ikke er godt kjent med prosjektet. På grunn av manglene ved tradisjonell fremdriftsplanlegging har vi fått løsninger som 4D-BIM, det vil si BIM som i tillegg til kvantitativ, kvalitativ og geometrisk informasjon har en fjerde dimensjon, nemlig tid (Consigli AS, 2012d).

4D-BIM kan visualisere fremdrift fra ulike fag grafisk, noe som gjør det lettere å evaluere gjennomførbarhet (Consigli AS, 2012d). I produksjonsfasen vil slik visualisering være spesielt nyttig for å kommunisere fremdriftsplanen til de som skal utføre arbeidet.



Figur 13 Fremgangsmåte for å utarbeide en 4D-modell (fritt etter Eastman et al. (2011))

Figur 13 viser de ulike stegene for å utarbeide en 4D-modell basert på BIM-baserte prosesser. 4D-modeller er ikke noe nytt i byggebransjen, og ved bruk av CAD-verktøy kunne man lage ulike snapshots fra ulike faser eller perioder i prosjektet og lage filmer eller animasjoner for å visualisere fremdriftsplanen (Eastman et al., 2011). Selv om animasjonene kan være visuelt attraktive er de ikke egnet til fremdriftsplanlegging, da det er svært vanskelig å endre og oppdatere modellen.

Enkelte BIM-programmer har innebygde tidsplanleggingsverktøy, som gjør at man kan knytte et objekt til en fase, som for eksempel "juni 2013" eller "eksisterende" (Eastman et al., 2011). Brukerne kan enkelt legge på filter som viser alle objekter i en spesifikk fase. De fleste BIM-programmer har imidlertid ikke slike funksjoner, og krever spesiell 4D-programvare for å kobles til planleggingsdataene (se Figur 13).

Innkjøpskoordinering

BIM gir mulighet for å ta ut eksakte mengder av alle materialer og objekter i modellen, noe som gir godt grunnlag for effektive innkjøpsprosesser hos leverandører og underentreprenører (Haaland, 2012).

Endringsoppdateringer

Endringer oppstår i byggeprosjekter, og er ofte tidkrevende og utsatt for feil ved bruk av tradisjonelle 2D-metoder (Haaland, 2012). Ved bruk av BIM kan endringene enkelt implementeres i modellen, og parametriske regler sørger for at objekter som blir påvirket av endringen automatisk blir oppdatert (Eastman et al., 2011). Dersom man for eksempel endrer takhøyden, vil veggen automatisk tilpasse seg den riktige høyden.

Tilrettelegging for prefabrikasjon

Prefabrikasjon utenfor byggeplassen har blitt mer og mer vanlig de siste årene, og BIM tilrettelegger i stor grad for dette, ettersom modellen inneholder detaljerte geometriske beskrivelser av komponentene, samt materialbeskrivelser (Haaland, 2012). BIMen kan være svært nøyaktig, og dermed reduseres risikoen for at de prefabrikkerte komponentene ikke passer sammen når de skal monteres (Eastman et al., 2011).

Tradisjonell 2D-CAD kan ikke måle seg med BIM når det gjelder logistikk. Ettersom BIM tilrettelegger for tett koordinering mellom byggesystemer og leverandører har man nå mulighet til å prefabrikkere moduler som består av komponenter fra ulike systemer (Eastman et al., 2011). For eksempel kan man få en ferdig modul klar for montering på byggeplass bestående av komponenter fra fagene ventilasjon, VVS, elektro og kommunikasjon, noe som vil spare tid på byggeplassen.

Tilrettelegging for Lean Construction

For å minimere waste (eller sløsing) og redusere behovet for lagringsplass på byggeplassen krever Lean Construction-tankegangen god koordinering mellom entreprenører og underentreprenører (Eastman et al., 2011). Aktiviteter skal utføres når ressursene er tilgjengelige på byggeplassen, etter konseptet Just-in-Time - man skal produsere det som er nødvendig, når det er nødvendig og i den mengden som er nødvendig. BIM gir en nøyaktig fremstilling av bygningen og materialene som er nødvendig for hvert segment av bygget, og legger med det grunnlag for forbedret planlegging av underentreprenører, og sikrer Just-in-Time-leveranser av ressurser, utstyr og materialer. Dette reduserer kostnadene, samtidig som det tilrettelegger for bedre samarbeid på byggeplassen.

McGraw-Hill Construction (2010) bekrefter at entreprenørene selv tror at BIM kan tilrettelegge for økt bruk av Lean Construction-metoder på byggeplassen.

HMS-planlegging

HMS er viktig for alle aktører i et byggeprosjekt, og en BIM vil tilrettelegge for at man kan evaluere sikkerhetsforholdene og se farer som man ellers kunne oversett og ikke oppdaget før man er på byggeplassen (Eastman et al., 2011). 4D-simulering kan for eksempel gjøre at man oppdager en konsentrasjon av aktiviteter i en vertikal dimensjon (Jongeling & Olofsson, 2006, gjengitt etter Haaland, 2012). Uten en 3D-visning vil det være vanskelig å oppdage at aktiviteter i en etasje kan skape farlige situasjoner for de utførende i etasjen under.

3.2 Muligheter og fordeler

BIM representerer muligheter og fordeler når det gjelder kvalitet, tid og penger – tre parametre som er svært viktige når man skal vurdere suksessen til et prosjekt.

I produksjonsfasen kan BIM bidra til forbedret kvalitet og design, raskere og mer effektive prosesser, bedre tilrettelegging for prefabrikasjon og forbedret planlegging. Man kan også få

mer nøyaktige tegninger med mindre feil, og forbedret kommunikasjon og koordinasjon. Ikke minst kan BIM bidra til tids- og kostnadsbesparelser og redusert risiko.

I det følgende vil disse mulighetene og fordelene som BIM kan gi presenteres nærmere.

Forbedret kvalitet og design

Effektiv bruk av BIM kan ha en positiv effekt på kvaliteten i et byggeprosjekt, ettersom bygningsinformasjonsmodellen er en nøyaktig geometrisk representasjon av bygningsdelene (Azhar, 2011). Det at man har en slik nøyaktig representasjon som man kan jobbe med i et datamiljø kan føre til forbedret design og bedre byggbarhet av løsninger (Kubba, 2012). BIM kan også føre til mer innovative løsninger gjennom at forslag enkelt kan analyseres og simuleres, og benchmarkes opp mot hverandre (Azhar, 2011).

McGraw-Hill Construction (2010) fremhever også at BIM kan gi bedre prosjektkvalitet, og rapporterer at 62 % av BIM-brukerne i Europa mener at alle fordelene med BIM til sammen gir et bedre sluttresultat for prosjekteieren.

Raskere og mer effektive prosesser

BIM kan føre til raskere prosjektgjennomføring, reduksjon av ineffektivitet og reduksjon av waste (sløsing) (Kubba, 2012). I tillegg vil produktiviteten bli forbedret på grunn av at det er lettere å hente informasjon fra en bygningsinformasjonsmodell enn ved tradisjonell 2D-tegning. Azhar (2011) fremhever i tillegg at det er lettere å dele informasjon med BIM, og at man kan legge til informasjonsverdi ved at man gir objektene flere egenskaper. En bygningsinformasjonsmodell har også en stor fordel i at informasjonen kan gjenbrukes. Har du først modellert et objekt behøver du ikke å modellere det flere ganger, noe som er svært tidsbesparende. Alle disse faktorene fører til raskere og mer effektive prosesser.

Forbedret planlegging

En fordel med BIM sett fra entreprenørens side er at det kan optimalisere fremdriftsplanleggingen (Smith, 2009). Modellen gir mulighet for visuell simulering av fremdriftsplanen, noe som gjør at man kan effektivisere prosessen på en måte som er vanskelig å få til med tradisjonell 2D-tegning, og følgelig sparer man tid. En annen viktig tidsbesparende faktor er at BIM åpner opp for bedre organisering av fremdriftsplanlegging og budsjettplanlegging, da modellen umiddelbart oppdaterer både fremdriftsplan og budsjett når endringer oppstår (Bryde et al., 2013). Ved å forstå prosjektet i 5D BIM (3D BIM pluss fremdriftsplanlegging og kostnadsestimering) har prosjektlederen flere verktøy for å styre prosjektet, og bedre forutsetninger for å overvåke fremdriften.

Nøyaktige tegninger

Prosjektering og produksjon er gjerne prosesser som foregår delvis parallelt, og forsinkelser i tegningsprosessen påvirker framgangen i produksjonen. BIM gjør at man kan generere nøyaktige 2D-tegninger når som helst i løpet av prosjekteringsprosessen, noe som reduserer tiden man trenger for å produsere byggetegninger for de ulike fagene (Kubba, 2012). I tillegg

minimeres potensielle feil i byggetegningene, da de kommer direkte fra BIMen. Dette støttes av Eastman et al. (2011), som fremhever at konflikter og problemer kan oppdages før man kommer ut på byggeplassen, noe som gjør at byggeprosessen går raskere og reduserer kostnadene.

Tids- og kostnadsbesparelser

Forskning viser at BIM gir reell gevinst når det gjelder tid. CIFE (gjengitt etter Azhar (2011)) har samlet data fra 32 store byggeprosjekter, og rapporterer at BIM gir opp til 80 % reduksjon i tidsbruken for å generere et kostnadsestimat, og opp til 7 % reduksjon av prosjektgjennomføringstid. BIM gir også kostnadsbesparelser. CIFE rapporterer at BIM gir opp til 40 % reduksjon av ubudsjetterte endringer, mens kollisjonskontroller gir sparing på opp til 10 % av kontraktsverdien.

Utnytter prefabrikasjon

En annen stor fordel med BIM er at det utnytter potensialet som ligger i prefabrikasjon, både i forhold til produksjon av bygningselementer og montering (Azhar, 2011). Dette reduserer både kostnadene og gjennomføringstiden, samt at nøyaktigheten til BIMen gjør at man kan prefabrikkere større bygningselementer enn med tradisjonell 2D-teknologi (Eastman et al., 2011). Dette gjør at man trenger mindre arbeidskraft for å montere, mindre lagringsplass på byggeplassen, og mindre tid for å gjennomføre monteringen.

Redusert risiko

For entreprenøren er risiko noe som kan koste penger. En bygningsinformasjonsmodell vil gi bedre forståelse for bygget og kompleksiteten i prosjektet, noe som vil redusere risikoen (Smith, 2009). Dette støttes av Kubba (2012), som mener at BIM kan redusere kostnader og risiko for både entreprenører og underentreprenører, samt for prosjekteier.

Forbedret kommunikasjon

En fordel med BIM er at man oppnår bedre kontroll i alle prosjekter (Bostad et al., 2011). BIMen tilrettelegger for bedre kommunikasjon, og gjør det lettere å diskutere og forstå hverandre.

Forbedret koordinasjon

BIM gir også bedre koordinasjon av byggeprosjekter, spesielt med tanke på byggetegninger. Kollisjonskontroll i BIM-programvaren gjør det enklere å koordinere byggesystemet, noe som er en stor fordel for alle aktører (Smith, 2009). Dette kan redusere gjennomføringstiden, og eliminere endringsordrer (Kubba, 2012).

BIM kan også gi fordeler i forhold til ansettelse og styring av underentreprenører (Bryde et al., 2013). Ved å ha god kontroll på kollisjonskontroller og koordinering sørger man for å holde underentreprenørenes arbeidsoppgaver forutsigbare.

3.3 Barrierer og utfordringer

BIM representerer også barrierer og utfordringer som må løses for at implementeringen skal bli vellykket.

Kunnskapsnivå er en utfordring når det gjelder BIM. Teknologi, tid og økonomi og dårlig utnyttelse av modellen er også utfordringer som må løses. I tillegg representerer BIM et betydelig paradigmeskifte i bransjen, noe som kan føre til utfordringer knyttet til interoperabilitet og samarbeid. Etterspørsel etter BIM er en viktig faktor, og uten dette har bransjen mindre insentiver for å implementere BIM.

I det følgende vil barrierene og utfordringene som kan knyttes til bruk av BIM presenteres nærmere.

Kunnskapsnivå

Kunnskapsnivået i bransjen er en utfordring når det gjelder bruk av BIM. Det er ikke mange som virkelig kan bruke BIM skikkelig, noe som kan føre til kommunikasjonsproblemer om hva som egentlig forventes i prosjekter (Bostad et al., 2011). Spesielt er det problematisk at enkelte ser på 3D-tegning og BIM som det samme. Rådgivere og entreprenører har gjerne ulike synspunkt på BIM, og det etterlyses et felles utgangspunkt og klarere definisjoner ved bruk av BIM.

Byggebransjen i Norge består av mange små aktører, og ifølge Bostad et al. (2011) har disse problemer med å henge med i utviklingen innen BIM.

Yan og Damian (2008) har gjort undersøkelser som peker på at folk ikke *ønsker* å lære å bruke BIM er en barriere, og at den eksisterende teknologien oppleves som tilstrekkelig. Bostad et al. (2011) finner også at enkelte gir uttrykk for at de ikke har tid til å lære å bruke BIM. Dette støttes av McGraw-Hill Construction (2010), som rapporterer at mangel på tid til å evaluere bruken av BIM er en viktig faktor som hindrer økt bruk av BIM.

Teknologiutfordringer

Med bruk av BIM kommer også teknologiske utfordringer. Det er ifølge Bostad et al. (2011) gjort erfaringer om at IFC-formatene ikke er tilfredsstillende, og at det hender at informasjon og elementer forsvinner i modellen. Dette gjelder spesielt i overganger mellom formater, som for eksempel fra DWG til IFC.

Datakapasiteten kan også bli et problem når man bruker BIM, og modellen kan bli vanskelig å håndtere når det blir for mye informasjon (Bostad et al., 2011). Spesielt på byggeplassen er tilgang til kraftig nok dataverktøy som tåler å være ute en utfordring.

Dårlig utnyttelse av modellen

Det kan være et problem å få brukt all informasjonen som ligger i BIMen, noe som er en utfordring da det brukes mye ressurser på modellen som ikke blir fullt utnyttet på byggeplassen (Bostad et al., 2011).

Tid og økonomi

Tid og økonomi er ifølge Bostad et al. (2011) begrensede faktorer i implementeringen av BIM. Det er ikke så mange som satser fullt på BIM, og uten økonomi og ildsjeler som pådrivere går implementeringen sakte. Det er også en utfordring at man ikke ser konkrete økonomiske besparelser, og at det kun baseres på håp om fremtidig inntjening og sammenlikninger med for eksempel USA, som ligger foran i utviklingen. Mange mener også at BIM-programvaren er for kostbar (McGraw-Hill Construction, 2010).

Yan og Damian (2008) finner at den største barrieren for implementering av BIM er at selskaper tror at opplæring i BIM vil være svært kostbart, og tid- og ressurskrevende. Det er ifølge Kubba (2012) også en bekymring i bransjen for at produksjonsvederlaget ikke støtter BIM-prosessen og opplæring i BIM.

Paradigmeskifte

Implementering av BIM vil bli et komplett paradigmeskifte for hele byggebransjen (Kubba, 2012), noe som kan være utfordrende å håndtere. Den viktigste endringen er ifølge Eastman et al. (2011) at man må bruke flere koordinerte bygningsmodeller i produksjonsfasen som grunnlag for alle aktiviteter, og for samarbeid. Dette er en endring som vil kreve tid og opplæring.

Det er også en utfordring at implementering av BIM vil kreve endringer i nesten alle aspekter av et firma (Eastman et al., 2011). Det holder ikke å gjøre de samme tingene som vanlig på en ny måte, men det kreves at man har en forståelse for BIM-teknologi, en relatert prosess i bedriften, samt en plan for implementering.

Interoperabilitet

En viktig barriere som kan hindre effektiv implementering av BIM er mangel på interoperabilitet mellom ulike BIM-verktøy (Bernstein & Pittman, 2004). Det finnes mange ulike BIM-verktøy, noe som for så vidt er positivt, ettersom det er usannsynlig at ett enkelt BIM-system vil kunne dekke alle behov for byggebransjen. Alle disse verktøyene gjør at man er avhengig av å effektivt kunne utveksle informasjon mellom ulike plattformer.

Samarbeid

Effektiv bruk av BIM stiller store krav til samarbeid, og gjør at det kan være en utfordring å utvikle effektive team (Eastman et al., 2011). Det vil være viktig å bestemme hvilke metoder man skal bruke for å dele informasjon innad i prosjektet. Dersom for eksempel arkitekten bruker papirtegninger, eller lager en BIM med for lite detaljer for produksjonsformål, kan entreprenøren bli nødt til å lage sin egen BIM for å dekke sine behov.

Bruk av ulike programvare kan også skape utfordringer (Eastman et al., 2011). Dette kan øke kompleksiteten, og kan potensielt føre til flere feil og økt tidsbruk. Problemer med dette kan reduseres ved å bruke IFC-standarder for deling av data (se buildingSMART-standardene).

Etterspørsel

Etterspørsel er en svært viktig faktor for at bransjen skal sette av tid og ressurser til å ta i bruk BIM. McGraw-Hill Construction (2010) finner at hovedårsaken til at bedrifter ikke bruker BIM er mangel på etterspørsel fra kunder. Det er også mange som ikke tror at verken kundene eller konkurrentene deres bruker BIM i stor grad. Dette er en stor utfordring, som det vil være viktig å løse for at BIM skal implementeres i større grad.

BIM i produksjon globalt

I dette kapittelet kartlegges status på utviklingen av BIM i produksjon globalt, samt at funn fra tidligere undersøkelser presenteres.

4.1 Status i dag

Status på utviklingen av BIM i produksjonsfasen må ses i sammenheng med den generelle BIM-utviklingen. Teknologien fanger oppmerksomheten til bransjen verden over, og Kubba (2012) gir en oversikt over statusen i ulike land:

Storbritannia

Mange nøler med å bruke BIM, fordi det vil kreve stor endring av kulturen i bransjen. Dette begynner imidlertid å endres ettersom myndighetene planlegger å gjøre BIM obligatorisk i alle offentlige prosjekter, fordi de tror at den nye teknologien vil tilrettelegge for forbedrede arbeidsmetoder som vil redusere kostnadene og øke den langsiktige verdien av utviklingen og drift av offentlige bygg. BIM ble suksessfullt brukt ved utbyggingen av Heathrow flyplass terminal 5, hvor det reduserte kostnadene med 210 millioner pund. En av de viktigste driverne for å bruke mer BIM har vært å øke produktiviteten. The Construction Project Information Committee (CPIC), som har ansvar for å veilede bransjen i "beste praksis", har foreslått at en entydig definisjon av BIM bør implementeres i den britiske bygg- og anleggsbransjen, ettersom en av hovedutfordringene med BIM har vært at man har manglet en klar definisjon.

Frankrike

Flere organisasjoner (for eksempel Fédération Française du Bâtiment, FFB og den franske avdelingen til buildingSMART International) er pådrivere for en mer integrert implementering av BIM-standarder for å forbedre kommunikasjonen mellom ulike typer software og samarbeidet mellom aktører i bransjen.

Finland

Finland har implementert BIM i større grad enn resten av Skandinavia, og de krever bruk av BIM i alle offentlige prosjekter. Nyere undersøkelser har vist at arkitekter er hovedbrukerne av BIM (ca 93 %). Det er stort engasjement i offentlig sektor for å implementere BIM i større grad. Et eksempel på dette er BIM-retningslinjer som har blitt satt opp som et resultat av FoU-prosjektet ProIT, som ble utført med bred støtte fra bygg- og anleggsbransjen i landet. Det er også stort engasjement i privat sektor,

og flere selskaper driver FoU-arbeid innen BIM. I tillegg er forskningsorganisasjoner, universiteter, den finske entreprenørforeningen samt det statlige eiendomsselskapet aktive i arbeidet med å implementere BIM i bransjen.

Danmark

I 2007 ble det bestemt av BIM skulle brukes i alle offentlige prosjekter i Danmark, og bruken av BIM er stadig økende. Ulike offentlige selskaper (som Styrelsen for Slotte & Kulturejendomme, Bygningsstyrelsen og Forsvarets Bygningstjeneste) har initiert implementering av BIM, og selv om statlige prosjekter ikke utgjør en stor del av det totale eiendomsarealet, er påvirkningskraften de har på bransjen skapt av IFC-kravene betydelig. Bips, den danske organisasjonen som promoterer IT, samarbeid og produktivitet i bygg- og anleggsbransjen, utvikler BIM-retningslinjer for privat sektor.

Kina

Kina har for tiden verdens største byggeboom, og BIM gir kinesiske arkitekter og ingeniører en konkurransefordel. Beijing-OL i 2008 og Verdensutstillingen i Shanghai i 2010 har ført til store investeringer i ny bygningsmasse. På grunn av problemer med forurensning er mange kinesiske arkitekter opptatt av bærekraftig og miljøvennlig design, og BIM er et nyttig verktøy for å håndtere komplekse evalueringer og analyser knyttet til dette.

Et interessant kinesisk prosjekt er "Sky City One", som dersom det blir gjennomført skal bli verdens høyeste bygning, på hele 838 meter (Ramsdal, 2013). Bygningen skal bestå av utelukkende prefabrikkerte elementer. Det mest oppsiktsvekkende er at det kun skal ta 90 dager å oppføre bygningen. Det foreligger ingen informasjon om bruk av BIM i dette prosjektet, men det antas at BIM blir brukt i stor grad (Porwal, 2013).

Kubba (2012) har også sett på statusen i Norge med internasjonale øyne:

Norge

Som et svar på økende behov for kvalitetssikring og modellsjekking har Graphisoft Norway og Solibri, Inc., gått sammen. På grunn av dette blir BIM promotert og brukt av flere offentlige organisasjoner og byggherrer, slik som Statsbygg. Det har også blitt produsert BIM-retningslinjer basert på erfaringene fra prosjektet Høgskolen i Bodø (HIBO) utført av Statsbygg. Privat sektor er også aktiv i arbeidet. SINTEF er en ledende organisasjon i arbeidet med forskning på BIM, og er en del av Erabuild, et nettverk av nasjonale FoU-programmer. I tillegg er Norge anerkjent som et av de første få landene som har utviklet en "International Framework for Dictionaries"-standard (IFD) for bygg- og anleggsbransjen.

Trender i bransjen

Den største flaskehalsen for de fleste bedrifter er mangel på kompetanse, ikke selve BIM-teknologien (Eastman et al., 2011). De nåværende trendene innen prosess og teknologi er beskrevet i Tabell 5:

| BIM-trender |
|--|
| Prosess <ul style="list-style-type: none">• Prosjekteiere krever BIM, og tilrettelegger kontrakter for bruk av BIM• Etterspørsel etter personer med kunnskap om BIM• Nye ledelsesroller knyttet til bruk av BIM, for eksempel "BIM Manager"• Flere og flere rapporterer at de bruker BIM• Fordelene knyttet til integrert praksis blir gjennomgått, og man henter mye erfaring med bruk av IPD (Integrated Project Delivery) i prosjekter• Standardiseringstiltak får mer anerkjennelse• "Grønn" bygging er mer etterspurt, og BIM tilrettelegger for mer miljøvennlige bygninger• BIM og 4D-verktøy har blitt mer vanlig |
| Teknologi <ul style="list-style-type: none">• Automatiske kodesjekker og kontroll for byggbarhet ved hjelp av BIM blir mer og mer tilgjengelig• Store BIM-programvareleverandører utvikler verktøyene og legger til flere funksjoner, noe som gir rikere plattformer• Programvareleverandører utvider rekkevidden på verktøyene, og tilbyr fagspesifikke BIM-verktøy• Leverandører og produsenter begynner å tilby produktkataloger i parametriske 3D-format• BIM-verktøy med funksjoner tilpasset ledelse og styring av byggeprosjekter blir mer og mer tilgjengelig• BIM tilrettelegger for prefabrikasjon for stadig mer komplekse systemer, som kan utvikles globalt |

Tabell 5 BIM-trender

4.2 Funn fra tidligere undersøkelser

McGraw-Hill Construction (2010) har i sin SmartMarket Report – The Business Value of BIM in Europe sett på hvordan arkitekter, ingeniører og entreprenører i Storbritannia, Frankrike og Tyskland tar i bruk, implementerer og skaper verdier ved hjelp av BIM. Tilsvarende undersøkelse er gjort i Nord-Amerika i 2012, i McGraw-Hill Construction SmartMarket Report – The Business Value of BIM in North America.

Funnene som kan sammenliknes mellom Europa og Nord-Amerika er oppsummert i Tabell 6. Andre relevante funn i forhold til BIM i produksjon gjennomgås i de etterfølgende avsnittene.

| Europa (2010) | Nord-Amerika (2012) |
|--|---|
| Bruk av BIM | |
| 36 % av byggebransjen rapporterer at de har tatt i bruk BIM. | 71 % rapporterer at de har tatt i bruk BIM. |
| Flest arkitekter bruker BIM (47 %), mens ingeniører (38 %) og entreprenører (24 %) henger litt etter. | Flest entreprenører bruker BIM (74 %), mens arkitekter (70 %) og ingeniører (67 %) følger like etter. |
| 45 % av de som har tatt i bruk BIM i Europa mener selv at de er eksperter eller avanserte brukere. Av entreprenørene mener kun 26 % at de er eksperter eller avanserte brukere av BIM. | 53 % av de som har tatt i bruk BIM mener de er eksperter eller avanserte brukere av BIM. |
| 34 % av BIM-brukerne har mer enn 5 års erfaring med bruk av BIM. Entreprenører har nylig begynt å ta i bruk BIM – 68 % rapporterer at de har tatt det i bruk i løpet av de siste 3 årene. | 49 % av BIM-brukerne har mer enn 5 års erfaring med bruk av BIM. |
| Verdien av BIM | |
| 74 % av BIM-brukerne opplever positiv oppfattet ROI. 82 % av BIM-brukerne som formelt måler ROI ser positive resultater. | 62 % av BIM-brukerne oppfatter positiv ROI. |
| Entreprenører ser dårligst ROI fra BIM, 40 % rapporterer negativ eller break-even ROI. | 74 % av entreprenørene rapporterer positiv ROI. |

Tabell 6 Funn om BIM fra tidligere undersøkelser, Europa 2010 vs. Nord-Amerika 2012

Ikke-brukere

McGraw-Hill Construction (2010) gjør også interessante funn angående de som ikke bruker BIM. 37 % av de som ikke bruker BIM er åpne for å utforske den potensielle verdien som BIM representerer. 27 % av de som ikke bruker BIM har ingen interesse av å bruke det, og 4 % har prøvd det og bestemt seg for å ikke bruke det.

Verdi i produksjonsfasen

Produksjonsfasen er det nyeste bruksområdet for BIM, og derfor er det ifølge McGraw-Hill Construction (2012) ikke så godt utviklet enda.

- 47 % av BIM-brukerne mener ifølge McGraw-Hill Construction (2010) at BIM har verdi i produksjonsfasen.

Avstandskontroller er det bruksområdet som gir mest verdi, og er nyttig for alle aktører. Entreprenørene bruker BIM mest til byggbarhetsanalyser og planlegging og logistikk. Alle brukere i 2012-rapporten fra Amerika sier at de har vanskeligheter med 4D og 5D, mens 48 % av entreprenørene i 2010-rapporten fra Europa mener at 4D-planlegging gjør at BIM har stor verdi for dem.

Fordeler for entreprenør

I 2010-rapporten fra Europa er det mange som mener at entreprenører får minst nytte av alle aktører ved å bruke BIM. Også blant entreprenørene selv mener færre enn 50 % at de får stor verdi av bruk av BIM (McGraw-Hill Construction, 2010). I 2012-rapporten fra Amerika fokuseres det mer på fordelene for entreprenøren (McGraw-Hill Construction, 2012):

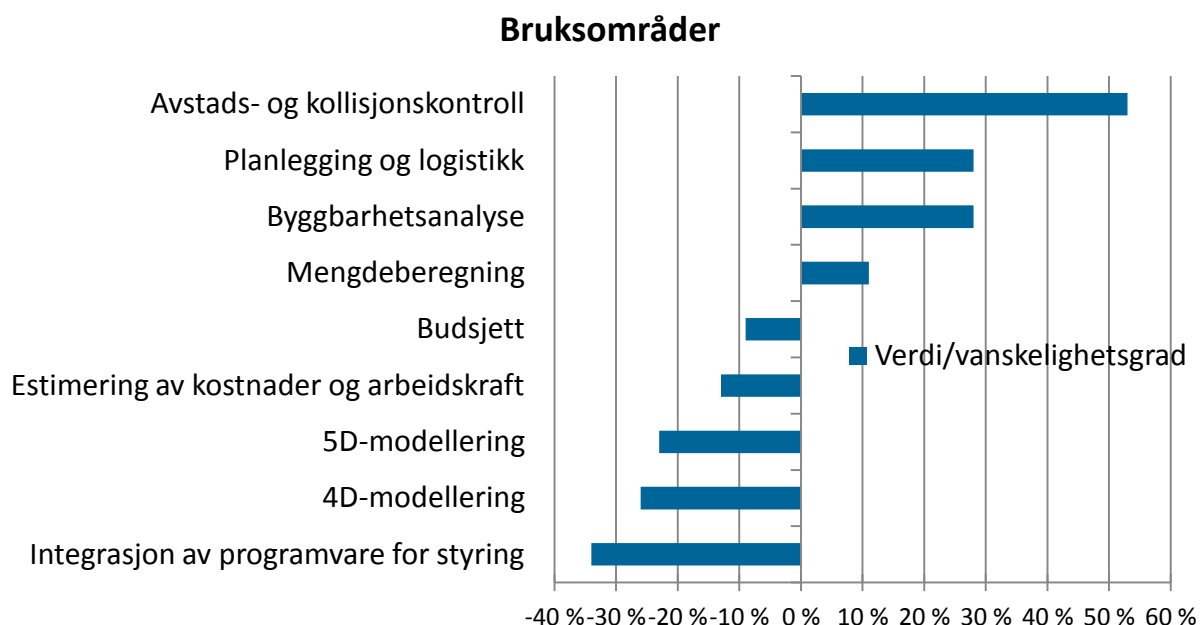
- Mindre omarbeider, som fører til færre overskridelser av tidsskjema og budsjett.
- Redusert prosjektgjennomføringstid.
- Færre feil og mangler i dokumenter.

Bruksområder

Det viktigste bruksområdet er ifølge McGraw-Hill Construction (2012) avstands- og kollisjonskontroller, som brukes av 91 % av respondentene.

Andre bruksområder er mengdeberegning, budsjett, 5D-modellering med kostnader, byggbarhetsanalyser, planlegging og logistikk, estimering av kostnader og nødvendig arbeidskraft til anbudsregning, 4D-modellering for fremdrift, og integrasjon mellom programvare for kostnader, prosjektstyring og regnskap.

Bruksområdene er i undersøkelsen vurdert ut fra forholdet mellom verdi og vanskelighetsgrad, noe som viser hvor verdifulle de faktisk er i forhold til hvor vanskelig de er å utføre, se Figur 14. Et positivt forholdstall indikerer at aktiviteten genererer mye verdi og er relativt lett å utføre, mens et negativt forholdstall indikerer at aktiviteten er vanskeligere å utføre enn verdien den genererer.



Figur 14 Forhold mellom verdi og vanskelighetsgrad for de ulike bruksområdene til BIM i produksjon (fritt etter McGraw-Hill Construction, 2012)

Budsjettering (-9 %) er ifølge BIM-brukerne vanskelig, noe McGraw-Hill Construction (2012) mener kan tyde på at det er problemer med informasjonskvaliteten og -kvantiteten i modellen på et tidlig stadium.

Problemet med estimering av kostnader og nødvendig arbeidskraft til anbudsregning (-13 %) er ifølge McGraw-Hill Construction (2012) at det er vanskelig – og inntil dataene fra modellen er så nøyaktige og forståelige at brukerne kan stole på dem vil de heller bruke eksisterende metoder.

5D-modellering (-23 %) har også et negativt forholdstall, og er ifølge McGraw-Hill Construction (2012) universelt ansett som vanskelig. De mener imidlertid at integrasjon mellom geometri, fremdriftsplan og kostnader har potensial til å bli viktig for verdiskapingen til BIM, dersom utfordringene i dag kan overkommes.

4D-BIM for fremdriftsplanlegging (-26 %) er fortsatt i startgropa, og de fleste klarer ikke å dra nytte av denne aktiviteten. Integrasjon mellom programvare for kostnader, prosjektstyring og regnskap (-34 %) er den aktiviteten som frustrerer flest brukere, på grunn av utfordringer knyttet til dårlig datakvalitet fra modellene, og mangel på interoperabilitet mellom verktøyene.

BIM på byggeplassen

Entreprenører utvikler ifølge McGraw-Hill Construction (2012) metoder for å få BIM-kapasiteten ut til arbeiderne på byggeplassen, og sikre enkel tilgang til modellene. Metodene som brukes er datastasjoner i trailere, datastasjoner på byggeplassen, mobile enheter samt spesielle miljø laget for å se på BIMen, som for eksempel BIM-huler.

Entreprenører bruker verktøy som er koblet til modellen for å presist kunne lokalisere gjennomføringer, innstøpinger og andre elementer. BIM brukes også til kontroll av bygget as-built ("som bygget") opp mot modellen. Laserskanning eller digital fotogrammetri brukes til å dokumentere bygget slik at det digitalt kan sammenlignes med modellen. I tillegg brukes BIM til å lage detaljerte daglige arbeidspakker, disse inneholder ofte 3D-bilder som skal hjelpe til med å kommunisere hvordan arbeidet skal utføres.

Ved integrasjon av BIM med RFID-teknologi (Radio Frequency Identification Technologies) tilrettelegges det for avansert styring av leveranser. Integrasjon av flere aktører via modelldata brukes for å tilrettelegge for lean-strategier, som Just-in-Time-leveranser, som reduserer behovet for lager på byggeplassen.

4.3 Videre utvikling

De neste fem årene vil vi ifølge Eastman et al. (2011) se at flere bruker BIM, det vil skje endringer i byggebransjen, og vi vil se nye muligheter i forhold til hva vi kan bruke BIM til. Det spås at BIM i større grad vil brukes til 4D og for samarbeid, kollisjonskontroll, kundegjennomgang, styring og ledelse av produksjon og innkjøp.

Evaluering av risikonivå i produksjonsplaner ved bruk av BIM og sikkerhetsdatabaser har allerede blitt gjennomført på et forskningsstadium, og BIM vil i fremtiden i større grad brukes til sikkerhetsstyring (Eastman et al., 2011). Rollen til BIM-teknikeren vil bli et tema, da mange unge med kunnskap om BIM mangler erfaringen til seniorerne om kompleksiteten som kan ligge i de ulike løsningene. Det spås at etter hvert som tredjeparts ingeniørtjenester blir mer og mer vanlig innen BIM, vil det bli disse som faktisk modellerer bygningene.

McGraw-Hill Construction (2010) finner at 24 % av BIM-brukere tror at BIM vil bli svært viktig eller viktig for bransjen de neste 5 årene, mens 32 % av ikke-brukerne tror at BIM vil ha liten eller ingen betydning de neste 5 årene.

Resultater

I dette kapitlet presenteres resultatene fra undersøkelsene som er utført, først fra intervjuene, deretter fra spørreundersøkelsen.

5.1 Intervju

I det følgende presenteres de viktigste resultatene fra de utførte intervjuene. Informantenes meninger er sortert under ulike temaer, og nedkortet slik at det viktigste kommer frem, uten at meningsinnholdet er endret. Intervjuene i sin helhet er gjengitt i vedlegg 2 og 4.

Informantene:

re: Roger Eggen, driftsleder

rb: Rune Braa, tømmerformann

bg: Bjørnar Gullbrekken, prosjekteringsleder

ek: Eirik Kristensen, BIM-ansvarlig

mb: Morten Barreth, anleggsleder

5.1.1 Omfang av BIM i produksjon i Veidekke

Informantene beskriver omfanget av BIM i produksjon i Veidekke med ulike ord, men felles er at de sier at omfanget i dag er begrenset.

***rb:** Sånn som jeg oppfatter det er det blandet, sitter langt inne til enkelte.*

***bg:** Omfanget av BIM i produksjon er veldig beskjedent, og i mange distrikter helt fraværende. Det er sikkert mange årsaker til dette, men BIM er nytt i industrien. Det er ikke mange som faktisk lager digitale objekter, og få er klare for å bygge digitale objekter, selv om det burde være enkelt. Både byggebransjen og leverandørmarkedet til byggebransjen er veldig konservative, og har små marginer, og da sparer man der man har mulighet. Jeg tror ikke BIM har vært i bruk i boligproduksjon i VD, fordi produksjonsapparatet ikke har sett nytten i det, og byggherren har ikke etterlyst det. Ingen har gått inn i det for å se på potensialet. Men nå skjer det jo en endring der også.*

***ek:** Jeg gir i mange tilfeller råd og innspill i forhold til bruk av BIM i produksjon. Gjennom dette arbeidet får jeg også bred kjennskap til mange måter å bruke BIM i produksjonsfasen på. Modellene blir generelt godt mottatt av faglærte og funksjonærer i de prosjektene hvor dette er lagt til rette for. Omfanget er i sterkt stigende vekst. Det er stadig flere prosjekter som ønsker å ta i bruk mulighetene BIM*

kan gi prosjektene i produksjon. Vi er på mange måter også i startgrova. Det utforskes i plattformer og bruk av teknologi.

***mb:** BIM er nok mer vanlig i prosjektering enn i produksjon, men merker mye interesse for hva BIM kan bidra med på produksjonssiden.*

5.1.2 Tilgang til modellen i produksjonsfasen

I forhold til hvem som har tilgang til og bruker BIMen i produksjonsfasen svarer informantene at det er prosjekteringsleder, prosjektleder, anleggsleder, formann, driftsleder og noen baser.

***re:** Vi har ikke fått modellen ut på prosjektet. Det er kanskje noen baser som har begynt å se på den, men den er ikke brukt ute i produksjon enda.*

5.1.3 Muligheter og fordeler

Informantene ser flere muligheter og fordeler ved bruk av BIM i produksjon:

- Visualisering på tvers av fag
- Kan bidra til færre feilkilder i fremtiden
- Tidsbesparende
- Mulighetene for å forstå modellen er større enn en 2D-tegning
- Enklere å jobbe med logistikk
- Nyttig til visualisering av for eksempel vanskelig geometri
- Store muligheter med prefabrikasjon og prekapp
- Geometriforståelse (alle ser hva som skal bygges og utfordringer som venter)
- Tverrfaglig koordinasjon (kollisjonskontroll, visuell kontroll, utfordringer)

***bg:** Jeg har ikke fantasi til å se alle mulighetene som ligger der, jeg er for gammel! Vi har ikke målt om vi sparer penger enda, men alle er så positive og mener at dette er måten å gjøre det på.*

***mb:** Den store øyeåpneren har vært måten BIM endrer måten man tenker mengder på. Med BIM er mengding raskt og enkelt, noe som endrer tankegangen fra å mengde det man må, til å mengde det man kan. Vi mengder både til innkjøpsprosesser, planleggingsprosesser og økonomistyring. Vi ser også store fordeler med koordinasjon gjennom BIM-modeller og forhindre stopp i produksjonen pga problemstillinger det er vanskelig å se på vanlige 2D-tegninger.*

5.1.4 Utfordringer, ulemper og barrierer

Informantene ser ulike utfordringer, ulemper eller barrierer ved bruk av BIM i produksjon:

- Verktøy og maskin/programvare
- BIM er kapasitetskrevende i forhold til PC-er
- Oppdaterte modeller – tegninger til rett tid

- Nøyaktighet – mengdene stemmer ikke alltid
- Må ha tid til å lære det
- Tør ikke stole på noe som er nytt
- Ikke samme tegningskontroll eller kvalitetskontroll som før
- Må kunne å målsette etter hvert ute på byggeplass
- Ingen revisjonsmarkering når modellen endres
- Tilgang til hjelp og kompetanse (BIM-tekniker)
- Kunnskap om hvor mye du kan spare
- KS-systemene er ikke tilpasset BIM
- Mer finteknikk som verktøy, noe som er en feilkilde, samt at det er dyrere i innkjøp
- Mindre følelse av kontroll
- Rådgiverne jobber ikke strukturert nok med modellene
- Mangel på aktører som har totalleveranse av hva man trenger (prosjekthotell, modellserver, KS, HMS)
- Mangel på mål
- Påstander om at BIM koster mer

re: Oppdaterte, ferske modeller har også vært en utfordring. Konsulentene var heller ikke drevne på BIM, og det brukes mye forskjellig programvare både i praksis og i prosjektering. Det har vært en del konflikter mellom programvaren rådgiverne har brukt, de skylder på dette når modellen ikke er oppe og går, og når noe mangler. Det er et ganske innfløkt system.

rb: Det er nok prosjekteringsgruppa som bruker modellen mest, og det har ikke vært tenkt så mye i forhold til produksjon, det er nok derfor vi sliter med modellene i drift. Jeg er usikker på nytten modellen har ute på byggeplassen, du får jo ikke ut noen detaljer eller målsatte tegninger, så bruken er litt begrenset. Den største utfordringen er nok å ha tid til å lære det. Man går fra prosjekt til prosjekt, og er midt oppi det, uten å ha tid til å sette seg ned med det og lære.

bg: Jeg ser egentlig ikke så mange ulemper, men det blir mer finteknikk som verktøy, og det er to ulemper med det. For det første er det en feilkilde, det kan bli mer feil på en iPad enn på papir, og kan være vanskelig å oppdage. I tillegg er det dyrere i innkjøp. Disse ulempene er selvfølgelig små. Kostnadene er høyere enn for papir, men de er vanvittig små i forhold til hva du kan spare. Jeg ser at det er mye barrierer enda, men minuser i enden av det ser jeg ikke noe mye av.

ek: Vi må tørre å stole på modellene. Det krever en god målbeskrivelse på bruk av BIM i tidligfase når vi bestiller prosjekteringstjenester. Våre rådgivere jobber generelt ikke strukturert nok med modellene de leverer. Skal man effektivt få tatt i bruk modellene i produksjon kreves et minimum av struktur i modell. Om modellene er dårlig strukturert vil man kunne risikere å bruke unødvendig mye tid på å hente ut

informasjonen i modellen. Da faller mye av gevinsten bort og spesielt nye brukere mister fort troen og interessen. Det er i dag flere aktører som tilbyr programvare og løsninger for hvordan vi skal få BIM ut i produksjon, men det er få som har en totalleveranse av hva man trenger. Eks. prosjekthotell, modellserver, KS og HMS. Det kan i dag fort bli dyrt å leie alle disse tjenestene i prosjekter. En totalpakke hadde vært fantastisk, men nå skal det jo også sies at leverandørene av disse tjenestene opp mot BIM også jobber på ukjent mark. Løsninger testes og utvikles med brukerne.

mb: *Den vanligste problemstillingen er at man ikke helt har det klart for seg hva man vil med BIM. BIM er såpass altomfattende at det er fort gjort å gå seg vill i mulighetene man har. Det er en barriere at BIM ofte er drevet av entusiaster som overser problemet med at de fleste brukere har mer enn nok med sin vanlige hverdag. Skal man lykkes med BIM i produksjonen er man nødt til å spisse målsetningene for hva man ønsker å bruke modellene til, og tilpasse dem til denne bruken. Klarer man å tilrettelegge for å hente ut enkle gevinster for den enkelte prosjektdeltager er det ikke vanskelig å få til mye med BIM. Problemene oppstår når formålet med BIM i prosjektet er udefinert, variantene software mange og fokuset på BIM er teknisk. BIM er en sammenstilling av informasjon fra mange aktører, og man må derfor fokusere på samarbeidsprosesser, ikke det datateknologiske. Det som kan være en barriere er påstander om at BIM koster mer. Det er også en utfordring om det er slik at lisensene må betales på prosjekt. BIM-lisenser er dyre, og gevinsten ligger primært i bred bruk. Dette er en potensielt stor kostnad for de enkelte prosjektene.*

5.1.5 Bruksområder

Bruksområdene for BIM i produksjon som trekkes frem av informantene er:

- Mengdeuttak
- Logistikk
- Visualisering
- Riggplanlegging
- HMS-planlegging (HMS-modeller, SJA, vernerunder)
- Kollisjonskontroll
- Kvalitetssikring
- Innkjøp og innkjøpsoppfølging
- Materialbestilling
- Gravere (GPS)
- Planlegging, koordinasjon av aktiviteter og kapasitetsplanlegging
- Fremdriftsplanlegging (4D)
- Geodesi (stikning)
- FDV-håndtering

5.1.6 Positive drivere

Informantene trekker fram ulike faktorer som kan bidra til å øke bruken av BIM i produksjon:

- Må ha riktig underlag – når du vet at modellen er i orden og du kan stole på den bidrar det til økt bruk
- Etterspørsel fra produksjonsapparatet
- Kompetanseheving i organisasjon
- Vilje til utvikling
- Bestillerkompetanse
- Godt strukturerte modeller
- Konkrete mål for bruk av BIM
- Vellykkede BIM-prosjekter

re: Det går fort å lære når man sitter med det, og man må bruke ressursene rundt seg, og folk som kan det. Man må også få modellen så rett som mulig når du skal produsere. Når du vet at modellen er i orden bidrar det til økt bruk.

rb: Du må kunne stole på BIMen.

bg: Den sterkeste driveren vil være når produksjonsapparatet begynner å etterspørre det, når håndverkerne sier at dette vil de ha. Det som skal til for at de skal etterspørre det er at de ser mulighetene og får prøvd dem ut.

mb: Vellykkede BIM-prosjekter er den primære drivkraften.

5.1.7 Negative drivere

Informantene ser også ulike faktorer som påvirker bruken av BIM i produksjon negativt:

- Mangel på kunnskap – det er mange som må lære å bruke BIM
- Dårlig maskinvare i formanns- og basleddet
- Lite vilje til utvikling, ønsker å bruke kunnskapen sin som den er i så mange år som mulig
- Vanskelige brukergrensesnitt
- Dårlig strukturerte modeller
- Mangel på konkrete mål for bruk av BIM
- Dårlig styring av BIM i prosjekter

bg: Mellomledernivået etterspør ikke BIM enda. Dette har med kunnskap, tilgang til hjelp (BIM-teknikere), og maskinvare å gjøre. I formanns- og basleddet får de fleste PC-er som noen andre har "brukt opp", og denne maskinvaren må skiftes ut, noe som tar tid.

Folk begynner å se fordelene med BIM nå, men de stikker hodet i sanden og lar være å jobbe positivt med utviklingen i håp om at de kan få bruke kunnskapen sin som den er, uten å endre den, i så mange år som mulig.

mb: Prosjekter som går i gang med BIM uten å ha en klar målsetning og ide om hvordan modellene skal fungere og hva og hvem som skal bruke dem gir BIM et negativt omdømme. Uten et klart definert detaljeringsnivå bygget rundt brukernes behov framfor teknologiens muligheter gjør at BIM fort drar på mer kostnader, samtidig som modellene som lages ikke støtter de prosesser de kunne ha støttet fordi strukturen er dårlig og informasjonen som ligger inne feil. Når modellene da ikke fungerer som en prosjektstøtte, og gjerne i kombinasjon med et avansert grensesnitt mellom ulike software man må bruke, risikerer man negative omtale om at BIM er vanskelig, ikke virker og koster mye. Ingen av delene er tilfelle, men det er mye dårlig styring av BIM i prosjekter ute og går.

5.1.8 BIM i produksjon i fremtiden

Informantene ser positivt på utviklingen innen BIM i produksjon, men det gjenstår en del arbeid før man kan hente ut alle fordelene.

mb: BIM i produksjonen kommer til å spre seg fort. Gevinstene er åpenbare, det er lett å hente dem ut bare man er bevisst på struktur og mål med modellene.

re: Jeg tror dette er fremtiden, men det må jobbes med det i alle ledd. Jeg tror det kommer etter hvert ut på byggeplass, hvis det blir så bra som det kan bli for produksjon. Hvis verktøyene og løsningene for bruk i praksis kommer på plass kan dette bli benyttet, spesielt i innredningsfasen.

ek: Det er ikke mange år før vi tar i bruk BIM modellene våre på alle byggeplasser på ett eller annet nivå. Det er jeg ganske sikker på. BIM modellen kommer i fremtiden til å være informasjonsbæreren innen avvikshåndtering, sikker jobb analyse, generelt HMS, FDV og generell produksjonsoppfølging. Alt tyder på at det går den veien når vi får bygget en bred og stabil brukergruppe av denne typen verktøy og arbeidsmetodikk.

5.2 Spørreundersøkelse

I dette delkapittelet presenteres resultatene fra spørreundersøkelsen. Først presenteres hovedfunnene kort, og i de påfølgende avsnittene presenteres resultatene nærmere sortert etter tema.

Det er valgt å filtrere noen av resultatene med hensyn på respondenter med 0-19 års erfaring, respondenter med videregående/fagskoleutdanning og respondenter som ikke har deltatt i prosjekter hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen. Årsaken til dette er at meningene til disse skilte seg i størst grad fra flertallet. Det er også interessant å se hva de som ikke har brukt BIM i produksjonsfasen mener versus de som har erfaring med det.

- Blant respondentene med 0-19 års erfaring har alle universitets/høgskoleutdanning.
- Blant respondentene med videregående/fagskoleutdanning har alle mer enn 20 års erfaring.

5.2.1 Hovedfunn

Kunnskapsnivå

Ingen av respondentene oppgir at de har veldig god kunnskap om BIM. 54 % mener at de har ganske god kunnskap.

70 % av respondentene med 0-19 års erfaring mener de har ganske god kunnskap, mens blant respondentene med videregående/fagskoleutdanning er dette tallet 25 %.

Programvare

Ingen av respondentene mener at programvaren de har brukt i prosjekter hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen har fungert veldig godt, mens omtrent 40 % mener den har fungert greit.

Tilgang

Flest respondenter mener at formenn (89 %) har størst behov for å ha tilgang til BIMen i produksjonsfasen.

21 % mener at håndverkere og fagarbeidere behøver å ha tilgang til BIMen i produksjonsfasen. Ser vi på respondentene med 0-19 års erfaring mener 40 % av dem at disse behøver å ha tilgang til BIMen.

Ingen av respondentene med videregående/fagskoleutdanning mener at håndverkere og fagarbeidere behøver å ha tilgang.

Bruksområder

De viktigste bruksområdene for BIM i produksjon er mengdeuttak (93 %), visualisering (89 %) og riggplanlegging (86 %).

43 % av respondentene mener BIM i produksjon kan brukes til kostnadsestimering. Blant respondentene med 0-19 års erfaring er dette tallet 70 %.

Fordeler og ulemper

Økt forståelse på tvers av fag blir av 89 % av respondentene fremhevet som den viktigste fordel med bruk av BIM i produksjon, etterfulgt av at man sparer penger (75 %) og at man får bedre informasjonsflyt (71 %). Komplisert programvare er ifølge 54 % av respondentene den største ulempen, samt at man ikke kan stole på at BIMen er nøyaktig (46 %). 63 % av respondentene med videregående/fagskoleutdanning mener at den største ulempen er at BIM i produksjon koster mye penger, mens tilsvarende tall for respondenter med 0-19 års erfaring er 0 %.

Positive og negative drivere

Vilje til utvikling (89 %), bedre kunnskap (82 %), vellykkede BIM-prosjekter (82 %) og godt strukturerte modeller (79 %) er faktorene som respondentene tror i stor eller svært stor grad vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjonsfasen.

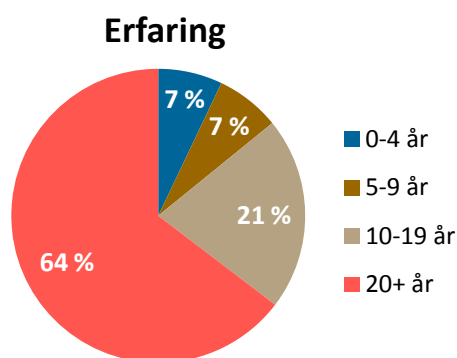
Mangel på kunnskap (89 %) og en konservativ byggebransje (86 %) er ifølge respondentene de viktigste årsakene til at BIM ikke blir brukt i større grad i produksjonsfasen.

Fremtidsutsikter for BIM i produksjon

93 % av respondentene tror at BIM vil være viktig eller svært viktig om 5 år.

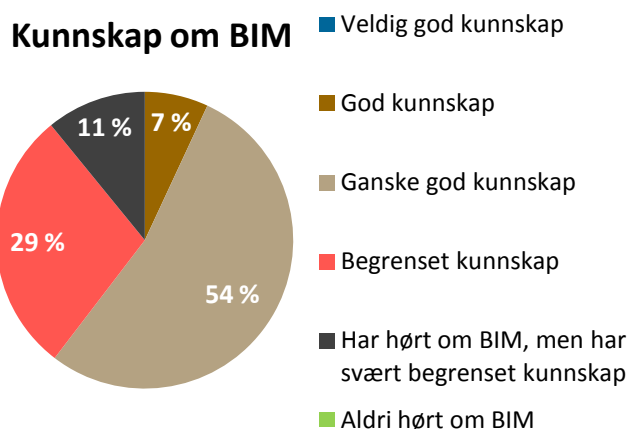
5.2.2 Erfaring og omfang

- Omtrent 85 % av respondentene har mer enn 10 års erfaring fra bygg- og anleggsbransjen, nesten 65 % har mer enn 20 års erfaring.



- Ingen av respondentene oppgir at de har veldig god kunnskap om BIM. 7 % mener de har god kunnskap om BIM og 54 % mener at de har ganske god kunnskap. 40 % av respondentene oppgir at de har begrenset eller svært begrenset kunnskap.

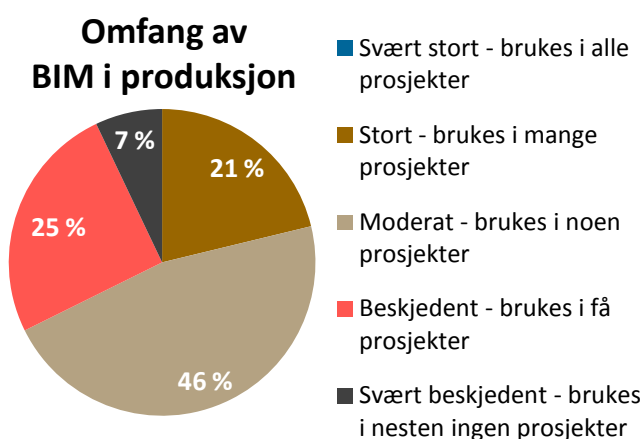
Figur 15 Respondentenes erfaring



Figur 16 Respondentenes kunnskap om BIM

- Av respondentene med 0-19 års erfaring mener 70 % at de har ganske god kunnskap om BIM, mens 20 % mener de har god kunnskap.

- Av respondentene med videregående/ fagskoleutdanning mener 25 % at de har ganske god kunnskap om BIM, mens ingen oppgir at de har god kunnskap. 75 % oppgir at de har begrenset eller svært begrenset kunnskap.



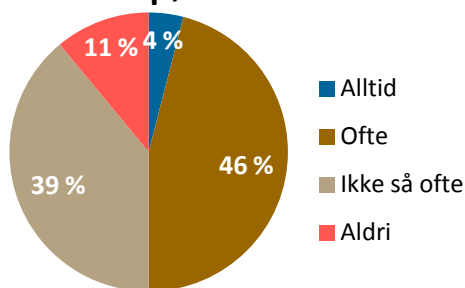
Figur 17 Omfanget av BIM i produksjon

- Omtrent 65 % av respondentene oppgir at de har deltatt i et prosjekt i Veidekke hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen.

- Omtrent 45 % opplever omfanget av BIM i produksjon i Veidekke som moderat.

I hvilken grad respondentene etterspør BIM

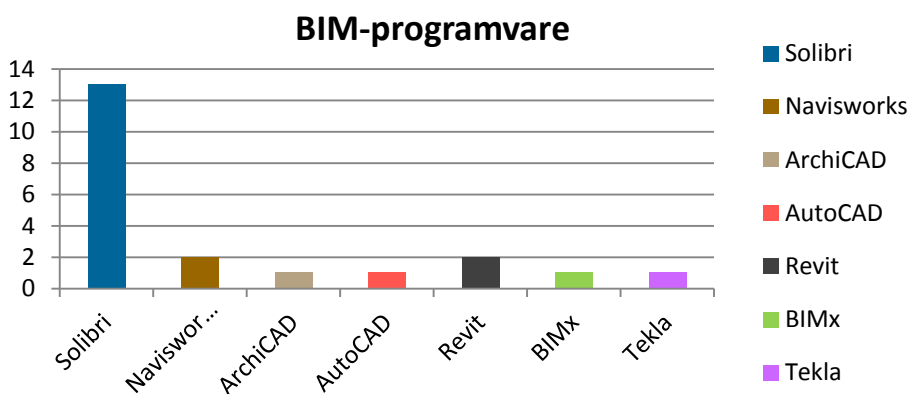
- Omtrent 45 % etterspør ofte bruk av BIM i produksjonsfasen. 50 % av respondentene etterspør det ikke så ofte eller aldri.



Figur 18 Hvor ofte respondentene etterspør BIM i produksjonsfasen

5.2.3 Programvare

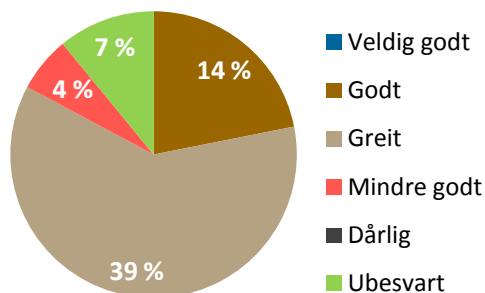
Respondentene som har deltatt i prosjekter hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen oppgir at de stort sett bruker Solibri som programvare. Andre programvarer som blir nevnt er Navisworks, ArchiCAD, AutoCAD, Revit, BIMx og Tekla.



Figur 19 Programvare

Omtrent 40 % av respondentene som har deltatt i prosjekter hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen oppgir at programvaren som er blitt brukt har fungert greit. Ingen oppgir at den har fungert veldig godt.

Hvordan programvaren oppleves å ha fungert

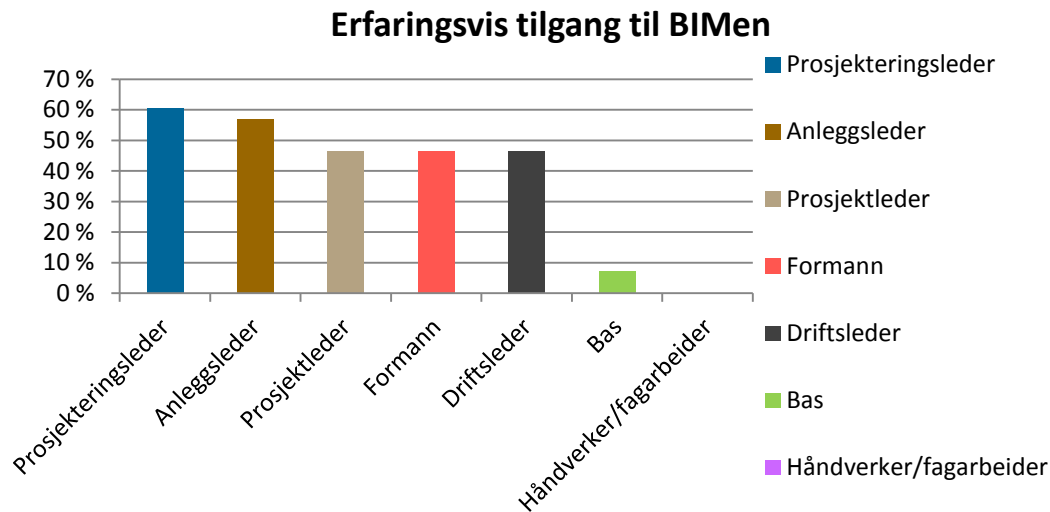


Figur 20 Hvordan programvaren har fungert

5.2.4 Tilgang til BIMen

Erfaringsvis tilgang

Respondentene som har deltatt i prosjekter hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen oppgir at det er prosjekteringsleder (61 %), anleggsleder (57 %), prosjektleder (46 %), formann (46 %) og driftsleder (46 %) som oftest har hatt tilgang til BIMen. Ingen oppgir at håndverkere eller fagarbeidere har hatt tilgang.



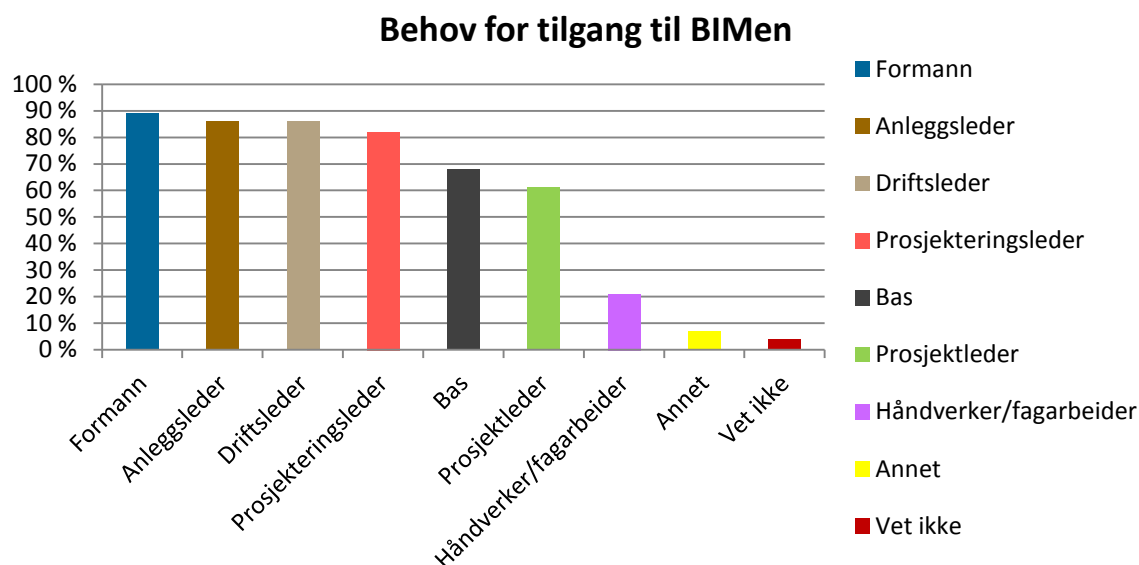
Figur 21 Hvem som har hatt tilgang til BIMen i prosjektene respondentene har deltatt i

Behov for tilgang

Respondentene mener at de som har størst behov for å ha tilgang til BIMen i produksjonsfasen er formann (89 %), anleggsleder (86 %), driftsleder (86 %) og prosjekteringsleder (82 %).

- 21 % av respondentene mener at håndverkere og fagarbeidere behøver å ha tilgang til BIMen.
- 40 % av respondentene med 0-19 års erfaring mener at håndverkere og fagarbeidere behøver å ha tilgang til BIMen.
- 0 % av respondentene med videregående/fagskoleutdanning mener at håndverkere og fagarbeidere behøver å ha tilgang til BIMen.

Under alternativet "annet" sier respondentene at de som behøver å ha tilgang er de som kan å bruke modellen, samt leverandører av varer.



Figur 22 Hvem respondentene mener behøver å ha tilgang til BIMen

Respondentene mener at BIMen bør være tilgjengelig på byggeplassen ved bruk av nettbrett (75 %) eller ved bruk av stasjonær PC (61 %).

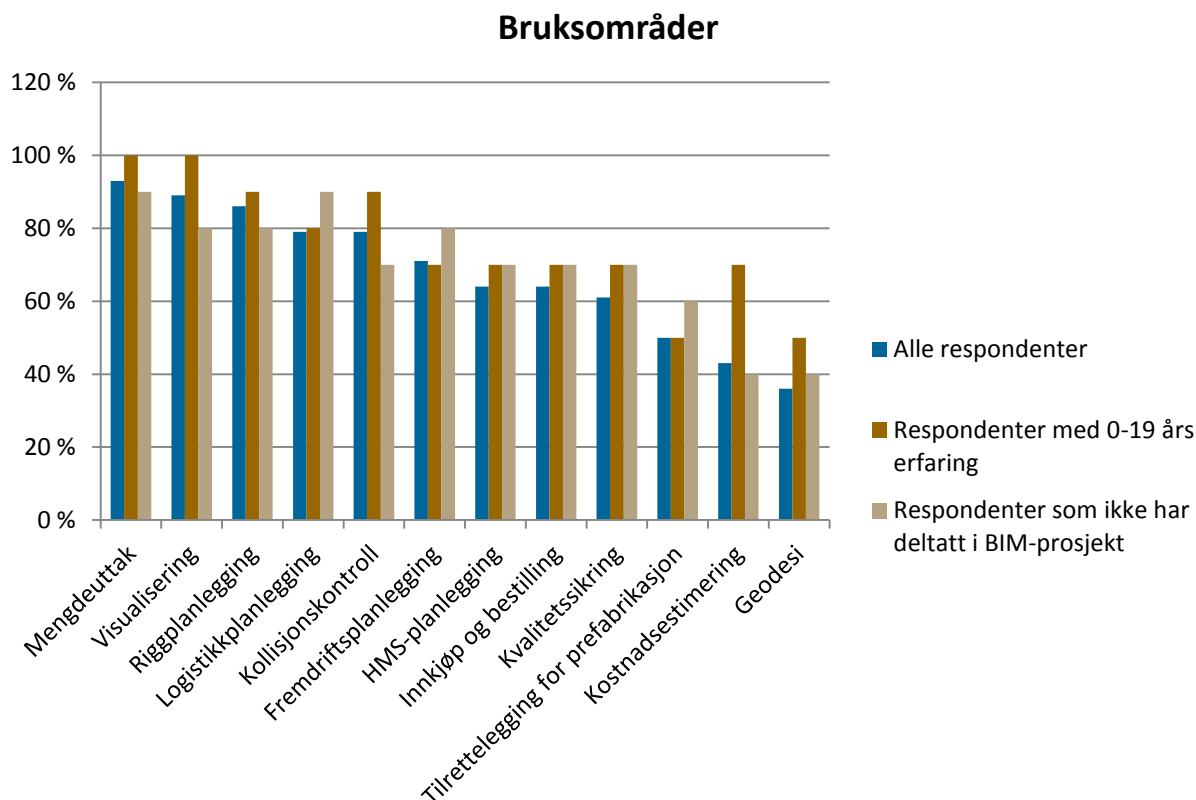
5.2.5 Bruksområder

Respondentene mener at de viktigste bruksområdene for BIM i produksjonsfasen er mengdeuttak (93 %), visualisering (89 %) og riggplanlegging (86 %). Logistikkplanlegging (79 %) og kollisjonskontroll (79 %) blir også fremhevet som viktige bruksområder.

Middels viktige bruksområder synes å være fremdriftsplanlegging (71 %), HMS-planlegging (64 %), innkjøp og bestilling (64 %) og kvalitetssikring (61 %).

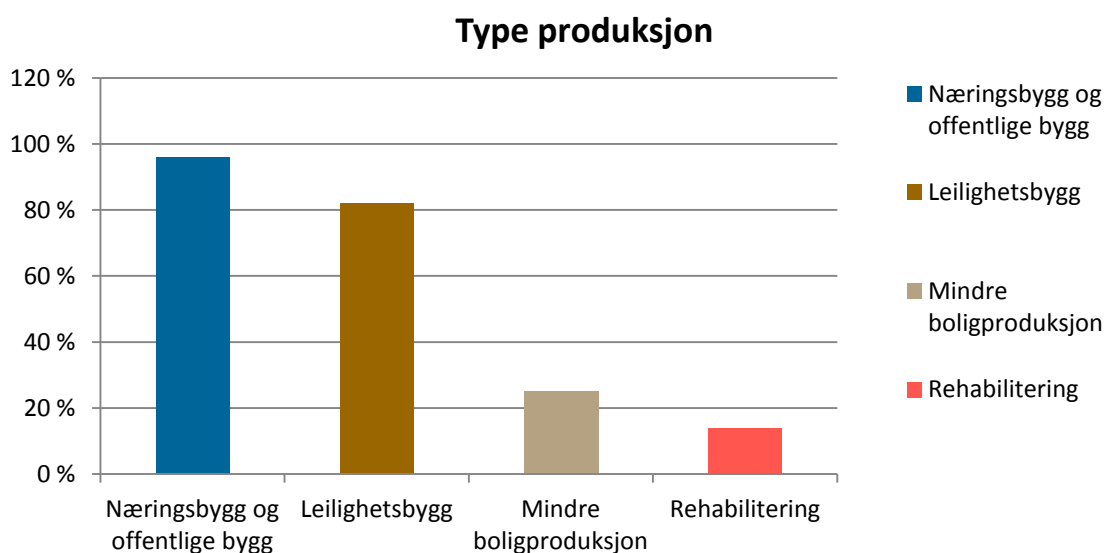
Mindre viktige bruksområder er ifølge respondentene tilrettelegging for økt grad av prefabrikasjon (50 %), kostnadsestimering (43 %) og geodesi (36 %).

- 70 % av respondentene med 0-19 års erfaring mener at BIM kan brukes til kostnadsestimering.



Figur 23 Bruksområder for BIM i produksjon

Respondentene mener at BIM er egnet for næringsbygg og offentlige bygg (96 %) og leilighetsbygg (82 %), og mindre egnet for mindre boligproduksjon (25 %) og rehabiliteringsprosjekter (14 %).



Figur 24 Type produksjon BIM er egnet for ifølge respondentene

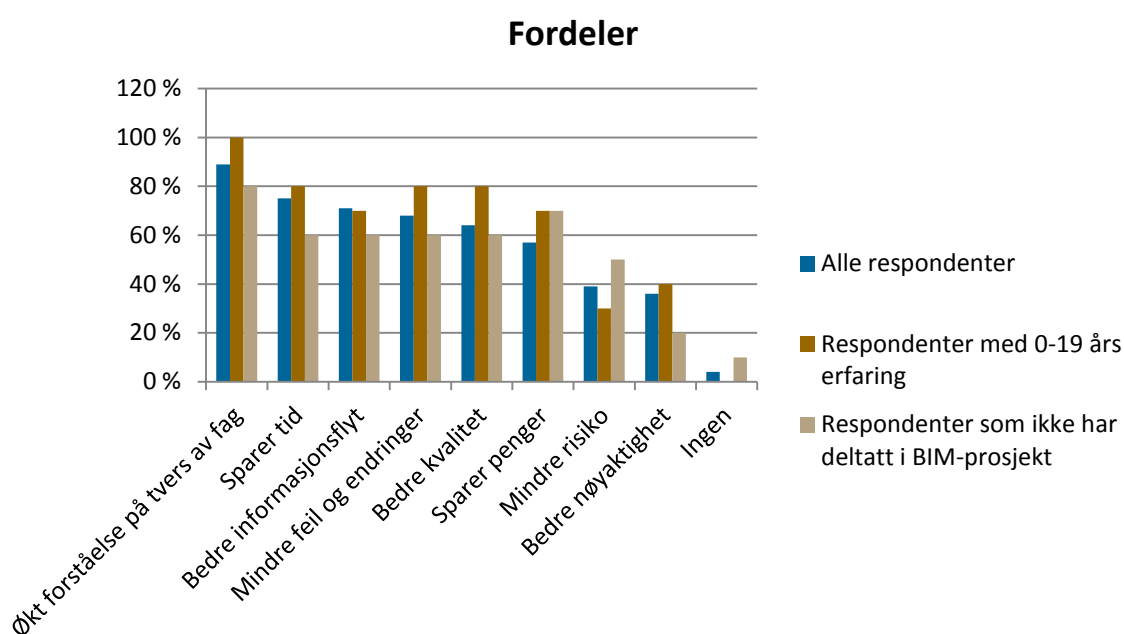
5.2.6 Fordeler og ulemper

Fordeler

Den største fordelen med bruk av BIM i produksjonsfasen er ifølge respondentene at man får økt forståelse på tvers av fag (89 %), etterfulgt av at man sparer penger (75 %) og at man får bedre informasjonsflyt (71 %).

Middels viktige fordeler synes å være at man får mindre feil og endringer (68 %), oppnår bedre kvalitet (64 %) og at man sparer penger (57 %).

39 % mener at BIM i produksjonsfasen gir mindre risiko, mens 36 % mener at det gir bedre nøyaktighet.



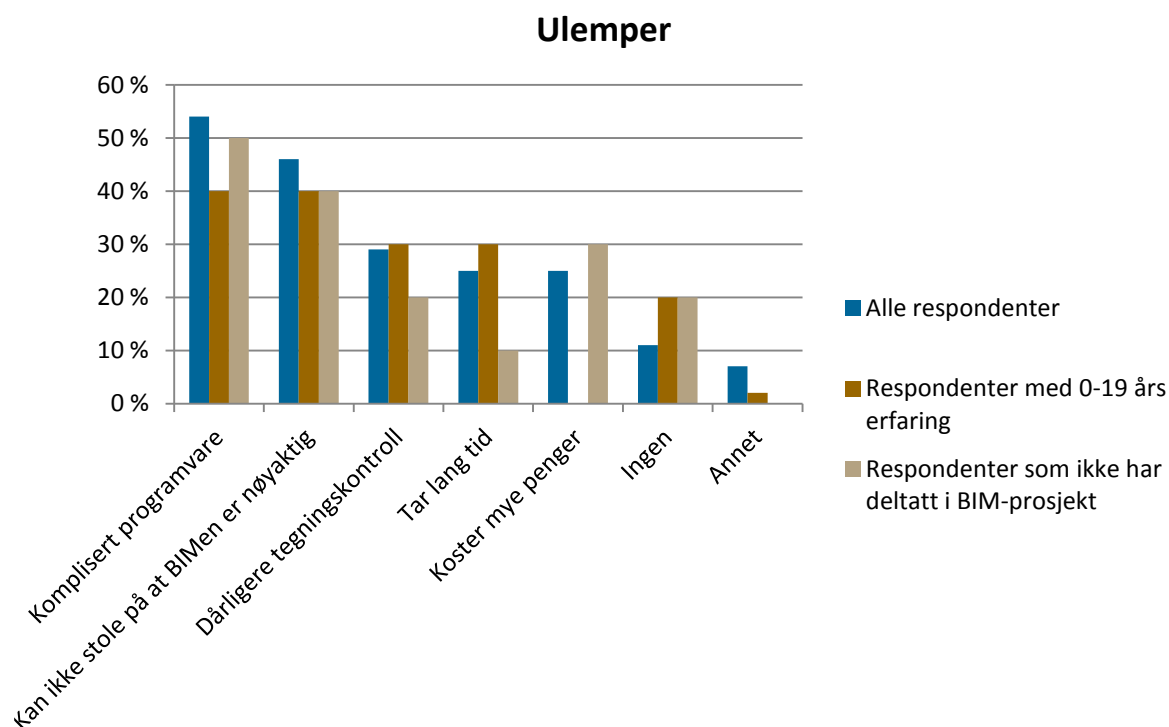
Figur 25 Fordeler med BIM i produksjon

Ulemper

Den største ulempen ved bruk av BIM i produksjon er ifølge respondentene at programvaren er komplisert (54 %), etterfulgt av at man ikke kan stole på at BIMen er nøyaktig (46 %).

- 11 % av respondentene ser ingen ulemper ved bruk av BIM i produksjon.
- 20 % av respondentene som ikke har deltatt i et prosjekt hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen ser ingen ulemper ved bruk av BIM i produksjon.
- Omtrent 63 % av respondentene med videregående/fagskoleutdanning mener at BIM i produksjon koster mye penger. Tilsvarende tall for alle respondenter er 25 %, og 0 % for respondenter med 0-19 års erfaring.

Under alternativet "annet" fremheves det at det generelt er for lav kompetanse i bransjen til å lage gode nok modeller, samt at modellene ikke er pålitelige.



Figur 26 Ulemper med BIM i produksjon

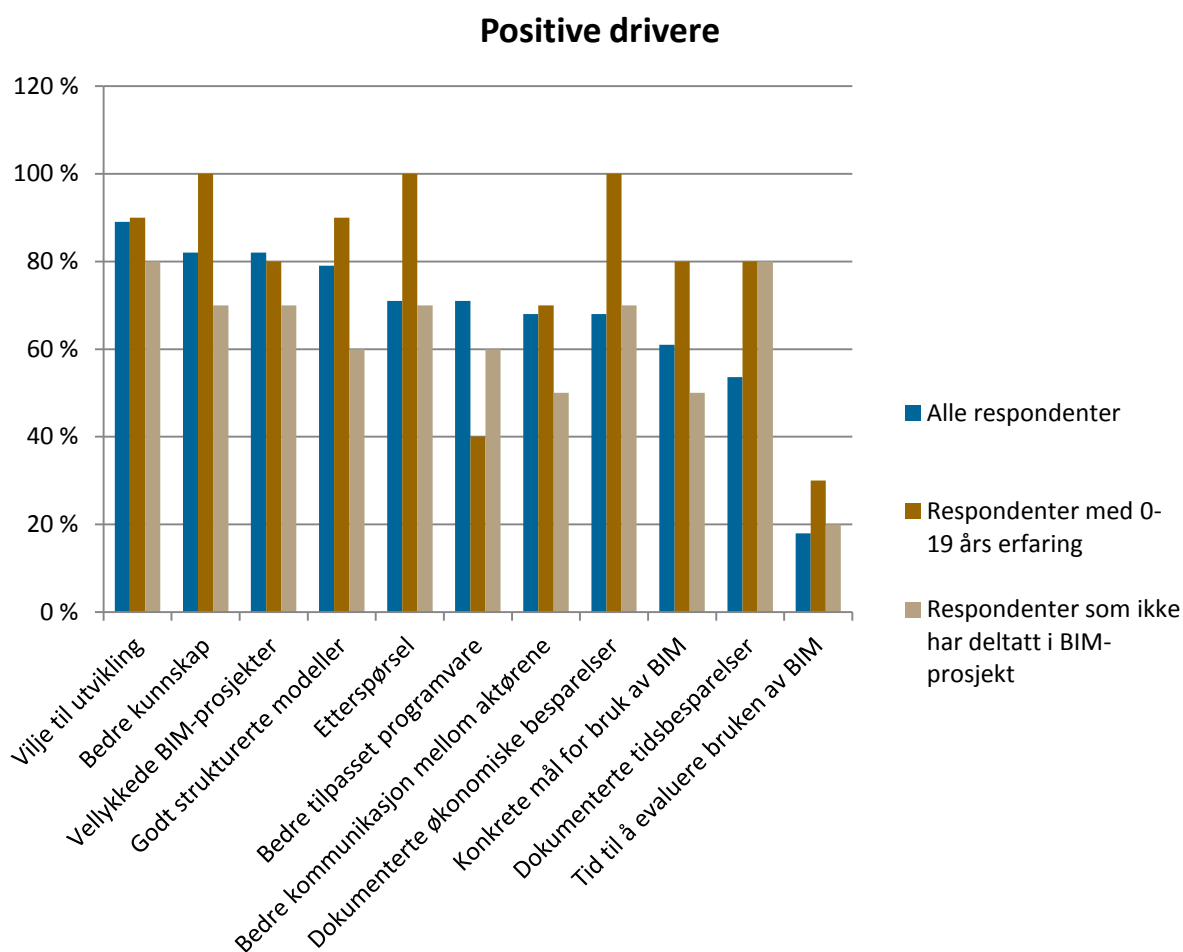
5.2.7 Positive og negative drivere

Positive drivere

Faktorer som respondentene i stor eller svært stor grad tror vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjonsfasen:

- Vilje til utvikling (89 %) blir fremhevet som den viktigste faktoren som i stor eller svært stor grad vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjonsfasen, etterfulgt av bedre kunnskap (82 %), vellykkede BIM-prosjekter (82 %) og godt strukturerte modeller (79 %).
- Middels viktige faktorer er etterspørsel (71 %), bedre tilpasset programvare (71 %), bedre kommunikasjon mellom aktørene i et byggeprosjekt (68 %), dokumenterte økonomiske besparelser (68 %), konkrete mål for bruk av BIM (61 %) og dokumenterte tidsbesparelser (54 %).
- Kun 18 % mener at tid til å evaluere bruken av BIM i stor eller svært stor grad vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjonsfasen.

- Respondentene med 0-19 års erfaring mener at de viktigste faktorene er bedre kunnskap (100 %), etterspørsel (100 %) og dokumenterte økonomiske besparelser (100 %), etterfulgt av vilje til utvikling (90 %) og godt strukturerte modeller (90 %).
- Respondentene som ikke har deltatt i prosjekter hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen mener at vilje til utvikling (80 %) og dokumenterte tidsbesparelser (80 %) er de viktigste faktorene.



Figur 27 Faktorer/drivere som i stor eller svært stor grad vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjon

Under alternativet "annet" fremheves det at vilje til satsning fra ledelsen er en viktig faktor, samt tydelige målsettinger. Konkurransen blir også nevnt som en viktig faktor, ved at konkurrenter i markedet etter hvert blir liggende foran i utviklingen. Disse drar gjerne lasset til konkurransefordelene er opplagte for alle. Det påpekes også at man må sette av tid til opplæring, og investere i tid for å spare tid senere.

Negative drivere

Mangel på kunnskap (89 %) og en konservativ bransje (86 %) blir fremhevet som de viktigste årsakene til at BIM ikke blir brukt i større grad i produksjonsfasen.

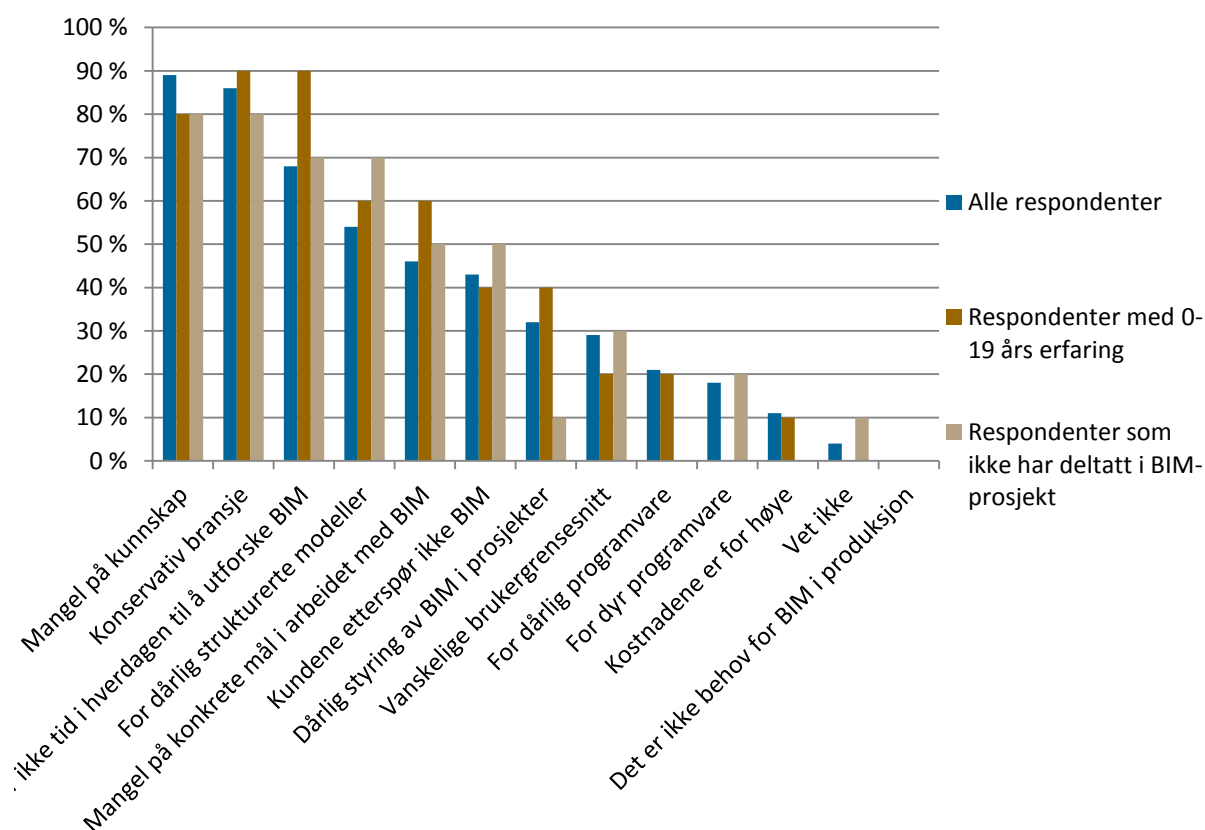
Middels viktige årsaker er at det ikke er tid i hverdagen til å utforske BIM (68 %), at det er for dårlig strukturerte modeller (54 %) og at det er mangel på konkrete mål i arbeidet med bruk av BIM (46 %).

Kun 11 % mener at årsaken til at BIM ikke blir brukt i større grad er at kostnadene er for høye.

Ingen av respondentene mener at det ikke er behov for BIM i produksjonsfasen.

- En konservativ bransje (90 %) og at det ikke er tid i hverdagen til å utforske BIM (90 %) blir fremhevet som de viktigste årsakene av respondentene med 0-19 års erfaring, etterfulgt av mangel på kunnskap (80 %).
- Respondentene som ikke har deltatt i prosjekter hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen mener de viktigste årsakene er en konservativ bransje (80 %) og mangel på kunnskap (80 %), etterfulgt av for dårlig strukturerte modeller (70 %) og at det ikke er tid i hverdagen til å utforske BIM (70 %).

Negative drivere

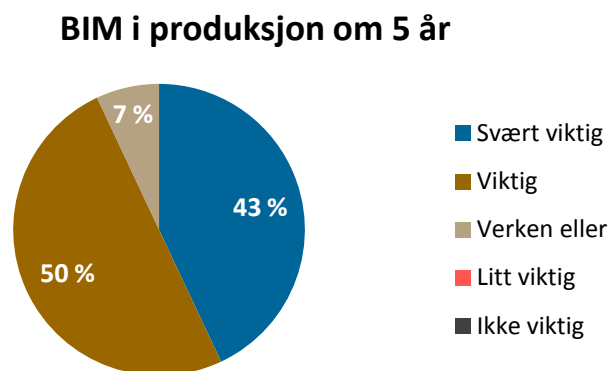


Figur 28 Faktorer/drivere som er årsaker til at BIM ikke blir brukt i større grad i produksjonsfasen

5.2.8 BIM i produksjon om 5 år

Respondentene har et positivt syn på utviklingen innen BIM i produksjonsfasen. 93 % tror at BIM vil være viktig eller svært viktig om 5 år, og ingen av respondentene oppgir at de tror det vil være litt viktig eller ikke viktig.

- 100 % av respondentene med 0-19 års erfaring tror at BIM vil være viktig eller svært viktig om 5 år.
- 90 % av respondentene som ikke har deltatt i et prosjekt hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen tror at BIM i produksjon vil være viktig eller svært viktig om 5 år.



Figur 29 BIM i produksjon om 5 år

5.2.9 Andre kommentarer

Spørreundersøkelsens siste del omfatter respondentenes kommentarer og synspunkter angående BIM i produksjon som ikke fremkommer av undersøkelsen. De viktigste punktene er oppsummert i det følgende:

- De som henter kunnskap og effektivisering av produksjon gjennom økt bruk av BIM vil være vinnere i markedet i nær fremtid.
- Bruken av dataverktøyet BIM blir viktigere enn produktet som skal leveres, arbeidstegningene. Det virker som produktet som skal komme ut av en god BIM-prosess i dag blir dårligere.
- Det brukes mye tid på modeller og mindre tid på gode arbeidstegninger.
- Det er stadig flere som BIMer og færre som er i stand til å omsette teori til handling.
- Det stilles spørsmål ved hvorvidt bruken av BIM gir en bedre total forståelse av kompleksiteten i det som skal produseres.
- Det påpekes at fagkunnskap hos deltagere i prosessen fortsatt er en nødvendighet, og at det ser ut til at BIM tiltrekker seg de som ønsker å løse alt på data og er mindre opptatte av fag.
- Det oppleves at det brukes mye tid i prosjekteringen på å snakke om modellen.

6

Diskusjon

I dette kapitlet drøftes funnene fra intervjuene og spørreundersøkelsen opp mot funn i litteraturen og den kjente teorien om BIM. Først drøftes kunnskapsnivået, deretter programvare, behov for tilgang til BIMen, bruksområder, muligheter og fordeler, utfordringer og ulemper, og positive og negative drivere. Til sist diskuteres omfang og status på utviklingen av BIM i produksjon.

6.1 Kunnskapsnivå

Til tross for at BIM ble tatt i bruk i byggebransjen tidlig på 2000-tallet (Deutsch, 2011) er det fortsatt mangel på BIM-kompetanse i bransjen. Spørreundersøkelsen viste at ingen av respondentene mener at de har veldig god kunnskap om BIM, mens de fleste, 54 %, mener at de har ganske god kunnskap. Til sammenligning mente 53 % av BIM-brukerne i Nord-Amerika i 2012 at de er eksperter eller avanserte brukere (McGraw-Hill Construction, 2012), noe som tyder på at kunnskapsnivået er høyere der. Årsaken til dette kan tenkes å være at nordamerikanske brukere har lengre erfaring med BIM, mens man i bransjen i Norge fortsatt er på et tidlig stadium.

Et interessant funn fra spørreundersøkelsen er at 70 % av respondentene med 0-19 års erfaring mener de har ganske god kunnskap om BIM, mens blant respondentene med videregående/fagskoleutdanning er dette tallet 25 %. 20 % av respondentene med 0-19 års erfaring oppgir at de har god kunnskap, mens tilsvarende tall for respondentene med videregående/fagskoleutdanning er 0 %. Det er altså klart flest respondenter med 0-19 års erfaring som mener de har ganske god eller god kunnskap om BIM. Dette kan ha flere årsaker, da det er mange ulikheter mellom disse to gruppene. For det første har alle respondentene med 0-19 års erfaring høgskole/universitetsutdanning, samt at de innehar roller i Veidekke som gjør at de nok har mer erfaring med BIM. Respondentene med videregående/fagskoleutdanning innehar primært roller som driftsledere og formenn, og ettersom bruk av BIM i produksjon er relativt nytt er det naturlig at denne gruppen ikke har så mye erfaring eller kunnskap om BIM. I tillegg har alle respondentene med videregående/fagskoleutdanning mer enn 20 års erfaring, noe som betyr at de har jobbet i mange år uten at BIM har vært tema i bransjen. Alle respondentene med 0-19 års erfaring har deltatt i prosjekter i Veidekke hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen, tilsvarende tall for gruppen med videregående/fagskoleutdanning er 87,5 %, slik at det er rimelig å anta at kunnskapsnivået for denne gruppen er stigende etter hvert som de deltar i flere prosjekter.

6.2 BIM-programvare

Respondentene i spørreundersøkelsen oppgir at de bruker ulike typer programvare, men det som klart blir mest brukt i Veidekke er Solibri. De fleste svarer at programvaren har fungert greit, noen mener den har fungert godt, men ingen oppgir at programvaren har fungert veldig godt. På den positive siden er det heller ingen som oppgir at programvaren har fungert dårlig.

Selv om Veidekke internt hovedsakelig benytter den samme programvaren, må entreprenøren gjerne forholde seg til mange ulike typer programvare i samarbeid med andre aktører i et byggeprosjekt. En av informantene fra intervjuene påpekte at det brukes mye forskjellig programvare i praksis og i prosjektering. Ifølge Eastman et al. (2011) kan bruk av ulik programvare skape utfordringer, noe som kan øke kompleksiteten i prosjektet. Også Bernstein og Pittman (2004) mener at mangel på interoperabilitet mellom ulike BIM-verktøy kan være en barriere som hindrer effektiv implementering av BIM. Slike problemer kan reduseres ved å bruke IFC-standarder for deling av data. IFC-standarden, som er åpen og tilgjengelig på internett, gjør at aktørene kan utveksle modellene med hverandre uavhengig av programvaren (Brækkan, 2011).

6.3 Tilgang til modellen

Ifølge erfaringen til respondentene fra spørreundersøkelsen samt informantene fra intervjuene er det prosjekteringsleder, anleggsleder, prosjektleder, formann og driftsleder som oftest har tilgang til BIMen i produksjonsfasen, noen få oppgir at baser har tilgang. Ingen av respondentene har deltatt i prosjekter hvor håndverkere eller fagarbeidere har hatt tilgang til BIMen. Dette står i kontrast til hva respondentene mener om hvem som faktisk har behov for tilgang til BIMen i produksjonsfasen. De som ble oppgitt å ha størst behov for tilgang var formann, anleggsleder, driftsleder og prosjekteringsleder, etterfulgt av bas og prosjektleder. 21 % mener at håndverkere og fagarbeidere behøver å ha tilgang til BIMen. Ser vi på respondentene med 0-19 års erfaring mener hele 40 % at håndverkere og fagarbeidere behøver å ha tilgang, mens ingen av respondentene med videregående/fagskoleutdanning mener at disse behøver å ha tilgang.

En årsak til denne uenigheten kan være at respondentene med 0-19 års erfaring, som mener at de har ganske god kunnskap om BIM, på grunn av sine roller og utdanning kjenner til bruksområder for BIM i produksjon hvor det vil være nyttig at håndverkere og fagarbeidere har tilgang som de med videregående/fagskoleutdanning ikke kjenner til enda. En annen tolkning er at respondentene med videregående/fagskoleutdanning, som primært jobber som driftsledere og formenn og har lang erfaring, kjenner hverdagen til håndverkerne og fagarbeiderne på en bedre måte, og ser at det ikke er behov for at disse skal ha tilgang til BIMen.

I forhold til å få BIMen ut på byggeplassen mener respondentene at nettbrett (for eksempel iPad) og stasjonær PC, for eksempel ved hjelp av tegningsboder, er mest egnet. Dette

samsvarer med McGraw-Hill Construction (2012), som sier at metodene som brukes for å få modellen ut til arbeiderne er datastasjoner i trailere, datastasjoner på byggeplassen og mobile enheter. De nevner i tillegg at man kan lage spesielle miljø for å se på BIMen, slik som BIM-huler. Ingen av respondentene i spørreundersøkelsen nevnte dette, så man kan anta at ingen av dem har sett dette i bruk.

6.4 Bruksområder for BIM i produksjon

Det viktigste bruksområdet for BIM i produksjon er ifølge respondentene i spørreundersøkelsen mengdeuttak (93 %). Dette er et viktig og tidsbesparende bruksområde, da tradisjonell mengdeberegning er tidkrevende og en stor kilde til feil (Consigli AS, 2012c). Mengdeberegning er imidlertid ikke den aktiviteten som gir mest verdi i forhold til vanskelighetsgraden på aktiviteten (McGraw-Hill Construction, 2012). Det er avstands- og kollisjonskontroll som har det klart beste forholdstallet, noe som betyr at denne aktiviteten genererer mye verdi og er ganske enkel å utføre. Respondentene mener også at kollisjonskontroll (79 %) er et viktig bruksområde. Årsakene til at dette ikke blir fremhevet som det aller viktigste bruksområdet kan være mange, men det kan tenkes at dette har med detaljnivået i modellene å gjøre. For at BIMen skal være egnet til kollisjonskontroll må den ifølge Eastman et al. (2011) ha tilstrekkelig informasjon om detaljer, og dersom detaljnivået er for lavt vil man oppdage problemer underveis i byggingen.

Visualisering (89 %) trekkes også fram som et viktig bruksområde, noe som ifølge Consigli AS (2012a) i produksjonsfasen særlig har nytte når det gjelder å kommunisere byggetekniske løsninger til de involverte parter. Visualisering krever heller ikke store ressurser (Azhar, 2011), noe som kan tenkes å fungere som en viktig driver for at dette er et viktig bruksområde.

Riggplanlegging (86 %) og logistikkplanlegging (79 %) er også viktige bruksområder ifølge respondentene i spørreundersøkelsen. Dette samsvarer godt med McGraw-Hill Construction (2012), som finner at planlegging og logistikk er aktiviteter som genererer mye verdi og er enkle å utføre. Dette potensialet kan også utnyttes i forhold til Lean Construction, som krever god koordinering av logistikk. Ifølge McGraw-Hill Construction (2010) mener også bransjen selv at BIM kan tilrettelegge for økt bruk av lean-metoder på byggeplassen. McGraw-Hill Construction (2012) fremhever også et annet bruksområde relatert til logistikk – integrasjon av BIM med RFID-teknologi. Dette kan tilrettelegge for avansert styring av leveranser, og man kan integrere flere aktører via modelldata, noe som kan tilrettelegge for lean-strategier, som kan redusere behovet for lager på byggeplassen.

Selv om respondentene mener at BIM i produksjonsfasen kan benyttes til riggplanlegging og logistikkplanlegging, er det ikke så mange som mener at BIM kan brukes til tilrettelegging for økt grad av prefabrikasjon (50 %). Dette resultatet kan skyldes at bruksområdet "tilrettelegging for økt grad av prefabrikasjon" er uklart formulert, men det kan også ha andre årsaker. Respondentene ser tydelig at BIM kan brukes til å planlegge logistikk på

byggeplassen, men det er ikke sikkert at de mener at bedre logistikk vil tilrettelegge for økt grad av prefabrikasjon, det kan være at de mener at andre faktorer er viktigere for å øke bruken av prefabrikasjon. Det kan også være at respondentene har blandede erfaringer med prefabrikasjon, og svarer på grunnlag av at de ikke ønsker økt grad av prefabrikasjon. Men som Eastman et al. (2011) påpeker kan BIMen være svært nøyaktig, noe som reduserer risikoen for at de prefabrikkerte komponentene ikke passer sammen. BIM åpner også nye muligheter i forhold til koordinasjon og samarbeid mellom ulike byggesystemer og leverandører.

Respondentene fremhever også fremdriftsplanlegging (71 %) som et ganske viktig bruksområde for BIM i produksjon. 4D-modellering for fremdriftsplanlegging blir av McGraw-Hill Construction (2012) karakterisert som en aktivitet som fortsatt er i startgropa, og som de fleste ikke klarer å dra nytte av. Aktiviteten har et negativt forhold mellom verdi og vanskelighetsgrad, noe som betyr at fremdriftsplanlegging ved hjelp av 4D-BIM er vanskeligere å utføre enn verdien det genererer. Til tross for at aktiviteten er ansett for å være vanskelig mener altså respondentene at dette er et viktig bruksområde for BIM i produksjon. Hvorvidt dette betyr at de har erfaring med fremdriftsplanlegging ved hjelp av BIM, eller om de kun tenker at dette er et potensielt bruksområde er vanskelig å si. Det må uansett ses på som positivt at respondentene fremhever dette som et viktig bruksområde. Funnet kan tolkes dit hen at respondentene er inneforstått med at enkelte BIM-aktiviteter vil kreve at man må opparbeide seg kompetanse og erfaringer før man med tiden vil se at det genererer verdi.

HMS-planlegging er ifølge Eastman et al. (2011) et bruksområde for BIM i produksjon, da BIMen vil kunne tilrettelegge for at man kan evaluere sikkerhetsforholdene og se farer som man ellers kunne oversett, og ikke oppdaget før man er på byggeplassen. 64 % av respondentene i spørreundersøkelsen mener at dette er et egnet bruksområde. En av informantene fra intervjuene mener at BIM i fremtiden vil være informasjonsbæreren innen HMS, og det er kanskje her nøkkelen til hvorfor ikke flere av respondentene i spørreundersøkelsen mener at BIM i produksjon er egnet til HMS-planlegging: det er kanskje mer aktuelt i fremtiden enn i dag. En annen forklaring kan være at respondentene ikke har tilstrekkelig kunnskap om hva BIM i produksjon kan brukes til. Det samme gjelder for innkjøp og bestilling, som 64 % av respondentene mener er et bruksområde for BIM i produksjon. Selv om de ser at BIM kan brukes til mengdeberegning, er det ikke så mange som mener at dette kan overføres til koordinering av innkjøp og bestillinger. En annen årsak til dette kan være at enkelte har problemer med å stole på at mengdene fra BIMen er riktige, på grunn av erfaringer med dårlige modeller eller at de hører om andres dårlige erfaringer.

61 % av respondentene mener at BIM i produksjon kan brukes til kvalitetssikring. Haaland (2012) påpeker at BIMen for eksempel kan brukes til å måle utført arbeid opp mot prosjekteringshensikten, noe som fører til økt grad av kvalitetssikring. Dette støttes av McGraw-Hill Construction (2012), som sier at entreprenører gjerne bruker BIM til kontroll av

bygget as-built ("som bygget") opp mot modellen. Bruksområder som respondentene legger mindre vekt på er geodesi (36 %) og kostnadsestimering (43 %). Det kan være mange årsaker til dette. En forklaring kan være at respondentene ikke direkte ser på disse aktivitetene som en del av produksjonsfasen.

I forhold til kostnadsestimering kan det også være at respondentene tenker at dette gjøres ved hjelp av annen programvare, som er linket opp mot BIMen, uten at de tenker over at det faktisk er BIMen som er grunnlaget. Som Eastman et al. (2011) påpeker er det ingen BIM-verktøy som tilbyr en full "estimeringspakke", slik at kalkulatøren selv må finne den beste metoden for å bruke BIM i kostnadsestimeringen for hvert enkelt prosjekt. Det kan også være at respondentene tenker på at BIMen ikke fullt kan erstatte tradisjonell kostnadsestimering. Eastman et al. (2011) fremhever at kalkulatøren har en viktig rolle, da de ikke bare henter ut mengder, men også vurderer ulike forhold som kan påvirke prosjektkostnaden. BIM vil likevel spare kalkulatøren for mye tid i forhold til mengdeberegning. Kostnadsestimering og 5D-modellering er ifølge McGraw-Hill Construction (2012) aktiviteter som er ansett som vanskelige, og har negative forhold mellom verdi og vanskelighetsgrad. I forhold til estimering av kostnader sier de at inntil dataene fra modellen er så nøyaktige og forståelige at brukerne kan stole på dem vil de heller bruke eksisterende metoder. I forhold til 5D-modellering fremhever de at integrasjon mellom geometri, fremdriftsplan og kostnader har potensial til å bli viktig for verdiskapingen til BIM dersom utfordringene i dag kan overkommes. Et interessant funn er at hele 70 % av respondentene med 0-19 års erfaring mener at BIM kan brukes til kostnadsestimering i produksjonsfasen. Årsakene til dette kan være at disse har utdanningsbakgrunn som gjør at de har mer kompetanse om BIM og hva det kan brukes til, det kan også ha med at disse har roller i Veidekke hvor de jobber mye med BIM.

BIM i produksjonsfasen er ifølge respondentene i spørreundersøkelsen egnet for større prosjekter, som næringsbygg og offentlige bygg, og mindre egnet for mindre prosjekter, som mindre boligproduksjon og rehabiliteringsprosjekter. En årsak til dette kan være at respondentene tenker at BIM er komplisert, og at det ikke behøves på mindre prosjekter som er enkle å gjennomføre slik de alltid har blitt gjennomført. Det kan også skyldes at respondentene ikke kjenner til bruksområdene til BIM i alle typer prosjekter, men at de kun har erfaring fra større prosjekter. En annen forklaring kan selvfølgelig være at respondentene har erfaring fra mindre prosjekter hvor BIM har blitt brukt, og sett at det ikke har fungert så bra. Den gjennomgåtte litteraturen sier ikke noe spesielt om hvilke typer prosjekter BIM i produksjon er mest egnet for, slik at det er viktig å presisere at dette funnet kun viser at ifølge respondentenes *erfaring* er BIM i produksjon mest egnet for større prosjekter.

Informantene fra intervjuene trekker stort sett frem det samme som litteraturen og respondentene fra spørreundersøkelsen, men de nevner også andre relevante bruksområder for BIM i produksjon. Et eksempel er bruk av BIM til graving. Gravemaskinene kan grave ved

hjelp av GPS med utgangspunkt i BIMen og geodesi-data, noe som sparer tid. Dette bruksområdet var ikke et spesifikt alternativ i spørreundersøkelsen, men det kan tenkes at enkelte har tenkt på dette under alternativet geodesi (stikning). Det var imidlertid ikke så mange som mente at geodesi var et viktig bruksområde. Det kan tenkes at dette skyldes at bruk av GPS for graverne er et så vanlig bruksområde at respondentene ikke har tenkt på koblingen opp mot BIMen. FDV-håndtering (forvaltning, drift og vedlikehold) nevnes også som et bruksområde av en av informantene, noe ingen av respondentene i spørreundersøkelsen eller den gjennomgåtte litteraturen nevner. Årsaken til dette kan være at FDV er noe respondentene gjerne forbinder med fasen *etter* produksjonsfasen, men for at BIMen skal ha nytte i FDV-fasen er det viktig å sørge for at modellen inneholder den nødvendige informasjonen, noe som også er en relevant aktivitet i produksjonsfasen.

6.5 Muligheter og fordeler

Den største fordelene med bruk av BIM i produksjon er ifølge respondentene i spørreundersøkelsen at man får økt forståelse på tvers av fag, noe som samsvarer med Bostad et al. (2011), som finner at BIM tilrettelegger for bedre kommunikasjon, og gjør det lettere å diskutere og forstå hverandre. En av informantene fra intervjuene trekker også fram at BIM fungerer bra for visualisering på tvers av fag, og en annen trekker frem tverrfaglig koordinasjon i forhold til kollisjonskontroll, visuell kontroll og utfordringer. At det er økt forståelse som trekkes frem som den viktigste fordelene kan tyde på at det er på denne måten respondentene har mest erfaring med bruk av BIM – som et verktøy for å visualisere løsninger og kommunisere bedre mellom fagene.

Nesten like viktig er det ifølge respondentene at man sparer tid ved bruk av BIM i produksjon. Dette samsvarer med funn fra litteraturstudiet, som antyder at BIM kan føre til raskere og mer effektive prosesser. Tidligere forskning støtter også dette, og CIFE (gjengitt etter Azhar, 2011) har funnet ut at BIM gir opp til 80 % reduksjon i tidsbruken for å generere et kostnadsestimat, og opp til 7 % reduksjon av prosjektgjennomføringstiden. Informantene fra intervjuene mener også at BIM er tidsbesparende, og en av informantene trekker frem mengdeberegning ved hjelp av BIM som spesielt tidsbesparende. Dette samsvarer med funnene til CIFE, da mye av tiden for å generere kostnadsestimater med tradisjonelle metoder brukes til å beregne mengder.

Azhar (2011) fremhever at det er lettere å dele informasjon med BIM, noe respondentene ser ut til å være enige i, da bedre informasjonsflyt trekkes frem som en viktig fordel. Dette støttes også av Smith (2009), som mener at BIM gir bedre koordinasjon av byggeprosjekter, særlig med tanke på byggetegninger. En av informantene fra intervjuene påpeker også at mulighetene for å forstå en bygningsinformasjonsmodell er større enn en 2D-tegning.

Respondentene i spørreundersøkelsen mener også at det er en ganske viktig fordel at BIM gir mindre feil og endringer, samt at man oppnår bedre kvalitet. Både McGraw-Hill Construction (2010) og Azhar (2011) antyder at BIM kan ha en positiv effekt på prosjektkvaliteten, og en av informantene fra intervjuene påpeker at BIM i produksjon kan

bidra til færre feilkilder i fremtiden. Dette støttes av Kubba (2012), som påpeker at potensielle feil i byggetegningene minimeres, ettersom de kommer direkte fra BIMen.

57 % av respondentene i spørreundersøkelsen mener at det er en fordel ved BIM i produksjon at man sparer penger, noe som tyder på at de ikke er helt overbevist om dette. CIFE (gjengitt etter Azhar, 2011) har funnet at BIM gir opp til 40 % reduksjon av ubudsjetterte endringer, og kollisjonskontroller gir sparing på opp til 10 % av kontraktsverdien. En av informantene fra intervjuene påpeker at de ikke har målt om de har spart penger enda, men at alle er positive, og mener at BIM er den riktige veien å gå. Dersom Veidekke ikke har målt om de sparer penger ved bruk av BIM i produksjon er det naturlig at respondentene ikke er helt overbevist om dette. Det kan også være at man ikke sparer penger i prosjektene enda, ettersom BIM i produksjon er relativt nytt.

Redusert risiko fremheves som en fordel av Smith (2009) og Kubba (2012). BIM gir bedre forståelse av bygget og kompleksiteten i prosjektet, noe som kan redusere risikoen for både entreprenører, underentreprenører og for prosjekteier. Informantene fra intervjuene ser også ut til å mene at BIM gir bedre forståelse for kompleksiteten, og fremhever at BIM er nyttig til visualisering av vanskelig geometri, slik at alle ser hva som skal bygges, og hvilke utfordringer som venter. Respondentene i spørreundersøkelsen er i mindre grad enige i at BIM reduserer projektrisikoen, og en av respondentene stiller spørsmål ved hvorvidt bruk av BIM faktisk gir en bedre total forståelse av kompleksiteten i det som skal produseres, noe som strider med funnene fra litteraturen. Det er heller ikke så mange respondenter som er enige i at bedre nøyaktighet er en fordel ved BIM i produksjon. Disse to funnene kan ses i sammenheng – dersom man har dårlig nøyaktighet i tegningsgrunnlaget fra BIMen vil det selvsagt medføre økt risiko og redusert forståelse for kompleksiteten. En annen årsak til at respondentenes oppfatning ikke samsvarer med funn fra litteraturen kan være at BIM i produksjon er relativt nytt i bransjen, og at man ikke har opparbeidet seg tilstrekkelig kunnskap og erfaring til å utnytte alle de potensielle fordelene.

Informantene fra intervjuene ser også fordeler i forhold til at BIM gjør det enklere å jobbe med logistikk. En av informantene fremhever at det finnes store muligheter med prefabrikasjon og prekapp, noe som støttes av Azhar (2011) og Eastman et al. (2011). Utnyttelse av potensialet som ligger i prefabrikasjon kan redusere både kostnadene og gjennomføringstiden, samt at nøyaktigheten til BIMen gjør at man kan prefabrikere større elementer enn man kan med tradisjonell teknologi.

6.6 Utfordringer og ulemper

Den viktigste ulempen med BIM i produksjon er ifølge respondentene i spørreundersøkelsen at programvaren er komplisert, noe som støttes av en av informantene fra intervjuene, som mener at verktøy og maskin/programvare har vært en hovedutfordring i prosjektet hvor han har hatt erfaring med BIM i produksjon. Det kan være flere årsaker til at respondentene mener at programvaren er komplisert, blant annet har spørreundersøkelsen vist at ingen av respondentene mener de har veldig god kunnskap om BIM. Teknologiske utfordringer i

forhold til programvaren kan også være en årsak, og Bostad et al. (2011) rapporterer at det er gjort erfaringer om at IFC-formatene ikke alltid er tilfredsstillende, og at informasjon og elementer kan forsvinne i modellen, spesielt i overgang mellom formater. Datakraft er også en viktig faktor her, og modellen kan bli vanskelig å håndtere når den inneholder mye informasjon. Dette støttes av informantene fra intervjuene, som påpeker at BIM er veldig kapasitetskrevede i forhold til PC-er.

Respondentene fremhever også at de ikke kan stole på at BIMen er nøyaktig som en viktig ulempe. Dette støttes også av noen av informantene fra intervjuene, som sier at mengdene ikke alltid stemmer, og at det kan være vanskelig å stole på noe som er nytt. Dette strider med funnene fra litteraturen, hvor det stadig fremheves at det er en fordel ved BIM at nøyaktigheten er stor. Årsaken til dette kan være at bruken av BIM i produksjon fortsatt er på et tidlig stadium, og at modellene faktisk ikke er så nøyaktige som de burde være for alle formål enda.

En av informantene fra intervjuene mener at BIM ikke gir samme tegningskontroll eller kvalitetskontroll som før, og andre fremhever at KS-systemene ikke er tilpasset bruk av BIM enda. Respondentene i spørreundersøkelsen er ikke helt enige i dette, og ser i mindre grad på dårligere tegningskontroll som en ulempe. Dette samsvarer med Haaland (2012), som mener at BIM kan føre til økt grad av kvalitetssikring, ettersom BIMen kan brukes til å måle utført arbeid opp mot prosjekteringshensikten.

Respondentene ser heller ikke ut til å mene at det er en særlig ulempe at BIM tar lang tid. De er imidlertid ikke helt enige om hvorvidt BIM koster mye penger eller ikke. Omtrent 63 % av respondentene med videregående/fagskoleutdanning mener at BIM i produksjon koster mye penger. Tilsvarende tall for alle respondenter er 25 %, og 0 % for respondenter med 0-19 års erfaring. Det er vanskelig å peke på en enkelt årsak til denne uenigheten, men utdanning og erfaring kan være viktige faktorer. Respondentene med videregående/fagskoleutdanning har primært roller som driftsledere og formenn, og har muligens mer praktisk erfaring med BIM. Deres oppfatning støttes også av Bostad et al. (2011), som finner at tid og økonomi er begrensende faktorer i implementering av BIM, og at det er en utfordring at man ikke ser konkrete besparelser. Ifølge McGraw-Hill Construction (2010) mener også mange at BIM-programvaren er for kostbar. Årsakene til at ingen av respondentene med 0-19 års erfaring mener at BIM koster mye penger kan være knyttet til at de har et mer teoretisk perspektiv på BIM, og at de tror at BIM i fremtiden vil bety besparelser. Dette støttes av en av informantene fra intervjuene, som påpeker at BIM er dyrere i innkjøp, og at kostnadene er høyere enn for papir, men at de er veldig små i forhold til hva man kan spare.

6.7 Positive og negative drivere

Positive

Den viktigste faktoren som respondentene i spørreundersøkelsen tror vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjonsfasen er vilje til utvikling. Det er klart at bransjen må ønske å

utvikle seg videre for at BIM skal bli brukt mer, og man er tilsynelatende på god vei - ifølge Deutsch (2011) har BIM blitt implementert i bransjen dobbelt så raskt som CAD. Bedre kunnskap trekkes også frem som en viktig faktor, og det er tydelig at det er behov for økt kompetanse basert på resultatene om kunnskapsnivå. Dette gjelder for hver enkelt arbeider, men også på et høyere nivå. Som en av informantene fra intervjuene påpeker er det behov for kompetanseheving i hele organisasjonen.

En av informantene fra intervjuene mener at vellykkede prosjekter er den primære drivkraften som vil føre til bedre utnyttelse av BIM. Respondentene fra spørreundersøkelsen er enige, og årsaken til dette kan være at man trenger å hente erfaringer og se positive resultater før man ønsker å ta i bruk BIM i større grad. Dette vil imidlertid kreve god erfaringsoverføring mellom prosjekter. Godt strukturerte modeller blir også fremhevet som viktig. Dersom modellene er for dårlige vil man kunne bruke mye tid på å hente ut informasjon fra modellen, noe som kan føre til at mye av gevinsten faller bort, og brukerne kan miste troen og interessen.

Etterspørsel fra produksjonsapparatet blir av en av informantene fra intervjuene beskrevet som den sterkeste driveren, mens respondentene i spørreundersøkelsen ser ut til å mene at etterspørsel bare er en middels viktig faktor. McGraw-Hill Construction (2010) finner at hovedårsaken til at bedrifter ikke bruker BIM er mangel på etterspørsel fra kunder, og at det er mange som ikke tror at verken kundene eller konkurrentene deres bruker BIM i stor grad. Om det eventuelt er mangel på etterspørsel som er årsaken til at respondentene mener at dette ikke er så viktig er det grunn til å tro at dette vil endre seg etter hvert som bransjen og kundene får bedre kunnskap om BIM.

Bedre tilpasset programvare blir beskrevet som en middels viktig faktor av respondentene. Årsaken til dette kan være at de ulike aktørene ønsker programvare som er tilpasset egen bruk, og som er skreddersydd for deres formål, og ifølge Eastman et al. (2011) er det nå en trend at programvareleverandørene tilbyr fagspesifikke BIM-verktøy. Bruk av åpenBIM og IFC vil tilrettelegge for at aktørene kan jobbe i ulike systemer tilpasset sine behov (buildingSMART, 2012b). Det vil også være viktig å tilpasse detaljeringsnivået etter behov. En av informantene fra intervjuene påpeker at dersom du kan stole på modellen vil det bidra til økt bruk. En måte å sørge for at modellen kan stoles på vil være å sørge for god nøyaktighet. Bedre kommunikasjon mellom aktørene i et byggeprosjekt er også en middels viktig driver for å øke bruken av BIM i produksjon. BIM vil kunne tilrettelegge for at man kommuniserer og forstår hverandre bedre på tvers av fag, noe som kan føre til økt bruk.

Dokumenterte økonomiske besparelser er også en ganske viktig faktor, og blant respondentene med 0-19 års erfaring mener hele 100 % at dette er en driver som vil være viktig for å øke bruken av BIM i produksjon. Dokumenterte tidsbesparelser trekkes også frem som viktig. Dette kan ses i sammenheng med at respondentene mener at vellykkede BIM-prosjekter er viktig – det tyder på at bransjen ønsker å se konkrete besparelser og positive

erfaringer før de tar det i bruk i større grad selv. En av informantene fra intervjuene peker i tillegg på at kunnskap om hvor mye du kan spare vil være en viktig driver.

Konkrete mål for bruk av BIM er ifølge respondentene også en viktig driver. BIM kan virke komplisert og vanskelig, og derfor vil det være viktig å sette konkrete mål. En prosess- og leveransespesifikasjon som IDM kan være et nyttig verktøy for å beskrive mål for hver enkelt aktør (buildingSMART, 2013).

Tid til å evaluere bruken av BIM er ikke en viktig positiv driver ifølge respondentene. Dette samsvarer ikke med funnene til McGraw-Hill Construction (2010), som rapporterer at mangel på tid til å evaluere bruken av BIM er en viktig faktor som hindrer økt bruk av BIM. En forklaring på dette kan være at faktoren er uklart beskrevet. En annen årsak kan være at respondentene mener at det ikke er tid til å snakke og evaluere som er viktigst, men at det er viktigst å utføre, øke kompetansen og hente erfaringer.

Tilgang til hjelp og kompetanse, i form av for eksempel BIM-teknikere, blir beskrevet som en viktig driver av en av informantene fra intervjuene. Dette fremstår spesielt viktig sett i lys av at spørreundersøkelsen avdekket av kunnskapsnivået ikke er veldig høyt. Tilgang til riktig hjelp vil øke kompetansen, og kan hindre at brukere gir opp og mister interessen.

Negative

En av de viktigste negative driverne er ifølge respondentene i spørreundersøkelsen en konservativ bransje. Dette påpekes også av en av informantene fra intervjuene, som sier at både byggebransjen og leverandørmarkedet til bransjen er veldig konservative. I tillegg har de små marginer, noe som gjør at man sparer der man har mulighet. BIM representerer ifølge Kubba (2012) et komplett paradigmeskifte for hele byggebransjen. Eastman et al. (2011) påpeker også at implementering av BIM vil kreve endringer i nesten alle aspekter av et firma, og man kan ikke bare gjøre de samme tingene som vanlig på en ny måte, men man må ha en forståelse for BIM-teknologi, en relatert prosess i bedriften, og en plan for implementering. Disse endringene krever en byggebransje som er villig til å tenke nytt, noe som kan bli problematisk dersom bransjen er så konservativ som resultatene antyder. Bostad et al. (2011) har også et viktig poeng – byggebransjen i Norge består av mange små aktører, som har problemer med å henge med i utviklingen innen BIM. Yan og Damian (2008) antyder at det kan være en faktor at folk faktisk ikke ønsker å lære å bruke BIM, og at den eksisterende teknologien oppleves som tilstrekkelig. En av informantene fra intervjuene mener at enkelte unngår å jobbe positivt med utviklingen i håp om å få bruke kunnskapen sin som den er, uten å endre den, i så mange år som mulig, noe som samsvarer godt med funnene til Yan og Damian. Dette støtter spørreundersøkelsens funn som tyder på at bransjen er konservativ, og viser liten vilje til utvikling.

De negative driverne som er identifisert i spørreundersøkelsen er i noen grad motsatt av de positive – for eksempel mener respondentene at mangel på kunnskap er den viktigste negative driveren, og en av informantene fra intervjuene sier at det er mange som må lære å

bruke BIM enda. En av respondentene i spørreundersøkelsen påpeker at det ser ut til at BIM tiltrekker seg de som ønsker å løse alt på data, og er mindre opptatte av fag, og minner om at fagkunnskap hos deltagerne i prosessen fortsatt er nødvendig. Dette kan tyde på at BIM fortsatt er på et ganske teoretisk, og ikke praktisk, nivå. Det vil være viktig å øke kunnskapen om hvordan BIM kan nyttiggjøres i produksjonsfasen. Dette støttes av Eastman et al. (2011), som påpeker at den største flaskehalsen i dag ikke er selve BIM-teknologien, men mangel på kompetanse.

For dårlig strukturerte modeller er også en viktig negativ driver, noe som samsvarer godt med resultatene i forhold til positive drivere, hvor godt strukturerte modeller ble fremhevet som en positiv driver. En av informantene fra intervjuene påpeker at rådgiverne generelt ikke jobber strukturert nok med modellene de leverer, og at det kreves et minimum av struktur i modellene dersom de effektivt skal bli tatt i bruk i produksjon.

En annen faktor som samsvarer med funnene om positive drivere er mangel på konkrete mål i arbeidet med bruk av BIM. En av informantene fra intervjuene påpeker at BIM er så altomfattende at det er fort gjort å miste oversikten i mulighetene man har, og at det er en vanlig problemstilling at man ikke helt har det klart for seg hva man vil med BIM. Videre påpekes det at dersom man skal lykkes med BIM i produksjon må man spisse målsettingene for hva man ønsker å bruke modellene til, og tilpasse dem til bruken. Det fremheves også at prosjekter som bruker BIM uten å ha klare målsetninger om hvordan modellene skal fungere, og hva og hvem som skal bruke dem gir BIM et negativt omdømme. Dette synes å ha sammenheng med hvordan prosjektene styres, men respondentene i spørreundersøkelsen legger mindre vekt på dårlig styring av BIM i prosjekter som en negativ driver. Årsaken til dette kan være at respondentene ikke ser sammenhengen mellom mangel på mål og styring av prosjektet, og det er kanskje uklart hvem som har ansvaret for å sette opp mål for bruk av BIM.

Mange respondenter mener det er en viktig negativ driver at det ikke er tid i hverdagen til å utforske BIM. Dette støttes av informantene fra intervjuene, en sier blant annet at man går fra prosjekt til prosjekt, uten at man har tid til å sette seg ned og lære å bruke BIM. En annen informant påpeker at BIM ofte er drevet av entusiaster som kan glemme at de fleste brukerne har mer enn nok med den vanlige hverdagen. Dette samsvarer godt med Bostad et al. (2011), som finner at enkelte gir uttrykk for at de ikke har tid til å lære å bruke BIM. Disse funnene kan imidlertid sies å stride med resultatet angående de positive driverne, hvor respondentene mener at tid til å evaluere bruken av BIM ikke er en viktig faktor. Tid til å evaluere og tid til å utforske er ikke det samme, og det kan tenkes at det er årsaken til at respondentene ikke vektlegger disse likt. Funnet om at mangel på tid i hverdagen er en viktig negativ driver anses derfor ikke som svekket på grunn av dette, da det støttes av både informantene fra intervjuene og litteraturen.

At kundene ikke etterspør BIM ser ikke ut til å være en viktig negativ faktor, noe som tyder på at respondentene mener at kundene faktisk etterspør bruk av BIM, og at dette ikke er et

problem. Vanskelige brukergrensesnitt blir heller ikke fremhevet som en særlig viktig negativ driver, noe som tyder på at respondentene ikke opplever programvaren som så vanskelig. Dette samsvarer ikke helt med funnet som sier at den største ulempen med BIM i produksjon er at programvaren er komplisert. Årsaken til dette kan være uklarheter om hva som menes med brukergrensesnitt – et vanskelig brukergrensesnitt er i denne sammenheng tenkt å bety at brukerne ikke opplever programvaren som intuitiv å bruke, og at det ikke er enkelt å forstå hvordan de skal utføre det de ønsker å gjøre. Dette bidrar i utgangspunktet til å svekke begge funnene, men det vurderes at funnet som sier at den største ulempen er at programvaren er komplisert er mest troverdig, da dette synes lettere for respondentene å forstå enn begrepet brukergrensesnitt.

Respondentene mener i svært liten grad at faktorer som for dårlig programvare, for dyr programvare og for høye kostnader er negative drivere. En av informantene fra intervjuene mener at påstander om at BIM koster mer er en negativ driver, men basert på resultatene fra undersøkelsen fremstår ikke dette som et problem. Resultatene i forhold til ulemper viste at respondentene var noe uenige om hvorvidt BIM koster mye penger eller ikke. Det at det er enighet om at dyr programvare og høye kostnader *ikke* er viktige negative drivere kan tolkes som at respondentene, uavhengig av om de mener at BIM koster mye penger eller ikke, mener at kostnader ikke er grunnen til at BIM i produksjon ikke blir brukt i større grad, og at man er villige til å ta den eventuelle kostnaden.

En av informantene fra intervjuene påpeker at det er en negativ driver at mellomledernivået ikke etterspør BIM, og mener at dette har med kunnskap, tilgang til hjelp og maskinvare å gjøre. Det fremheves spesielt at formenn og baser gjerne får brukte PC-er. BIM er veldig kapasitetskreven, og denne maskinvaren må skiftes ut før disse kan bruke BIM skikkelig. Dette er faktorer som kan være viktige årsaker til hvorfor BIM ikke brukes i større grad i produksjonsfasen. Dersom man har liten kunnskap, dårlig tilgang til hjelp og PC-er som ikke har tilstrekkelig kapasitet til å jobbe med BIM kan det være lett å miste interessen.

En annen informant fremhever mangel på aktører som tilbyr totalleveranse av det man trenger, slik som prosjekthotell, modellserver, KS og HMS, som en negativ faktor. Dette samsvarer ikke med Bernstein og Pittman (2004), som mener at det er usannsynlig at ett enkelt BIM-system vil kunne dekke alle behov for byggebransjen, og at det er positivt at det finnes mange ulike verktøy. Ifølge Eastman et al. (2011) er det imidlertid en trend at programvareleverandørene utvider rekkevidden på verktøyene, legger til flere funksjoner, og tilbyr fagspesifikke BIM-verktøy. I tillegg blir BIM-verktøy med funksjoner tilpasset ledelse og styring av byggeprosjekter stadig mer tilgjengelig. Det kan altså se ut som at man beveger seg nærmere verktøy med totalleveranser.

Et positivt funn er at ingen av respondentene mener at det ikke er behov for BIM i produksjonsfasen, noe som samsvarer med oppfatningen til en av informantene fra intervjuene, som sier at modellene blir godt mottatt av faglærte og funksjonærer i de prosjektene hvor dette er lagt til rette for.

Noen av funnene i forhold til negative drivere er som nevnt motsatt av funnene i forhold til positive drivere, som for eksempel at mangel på kunnskap er en negativ driver, mens bedre kunnskap er en positiv driver. Dette bidrar til å forsterke disse funnene, og gir dem økt troverdighet. For de funnene der resultatene ikke samsvarer helt med tidligere funn kan årsakene være mange. Spørreundersøkelsen kan være uklart formulert, og det kan tenkes at enkelte ikke husker helt hva de har svart tidligere i undersøkelsen, og svarer motstridende senere.

6.8 Omfang og status på utviklingen av BIM i produksjon

Omfanget av BIM globalt ser ut til å være økende, og ifølge Kubba (2012) krever flere land at BIM skal brukes i alle offentlige prosjekter. Det er også en trend at prosjekteiere krever BIM, og at de tilrettelegger kontraktene for bruk av BIM (Eastman et al., 2011). I Norge er Statsbygg en viktig pådriver for BIM, og det er nylig blitt produsert en BIM-manual, som beskriver Statsbyggs krav til BIM i prosjekter. Omtrent 70 % av bransjen i Nord-Amerika rapporterer ifølge McGraw-Hill Construction (2012) at de har tatt i bruk BIM. Til sammenligning rapporterte kun 36 % av bransjen i Europa at de hadde tatt i bruk BIM i 2010 (McGraw-Hill Construction, 2010). Årsaken til dette kan være at den nordamerikanske undersøkelsen er nyere, men funnet kan også antyde at det er forskjeller i utviklingen, og at Nord-Amerika ligger foran Europa.

I Europa var det flest arkitekter som brukte BIM, og klart færrest entreprenører, kun 24 % av disse rapporterte at de brukte BIM. I Nord-Amerika brukte 74 % av entreprenørene BIM, og var gruppen som i størst grad brukte BIM. Dette funnet kan tolkes som at BIM ble brukt mest i produksjonsfasen og entreprenørrelaterte aktiviteter i Nord-Amerika, og mer i prosjektering og planlegging blant de europeiske brukerne. Dette støttes av utsagnet til en av informantene fra intervjuene, som mener at BIM nok er mer vanlig i prosjektering enn i produksjon, og at man vil se en sterkt stigende vekst ettersom man befinner seg i starten av utviklingen enda. Dette samsvarer også med funnene fra spørreundersøkelsen som antyder at omfanget av BIM i produksjon i Veidekke i dag er moderat.

En ganske stor andel av respondentene i spørreundersøkelsen, omtrent 65 %, har deltatt i et prosjekt i Veidekke hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen. I tillegg oppgir 45 % av respondentene at de ofte etterspør bruk av BIM i produksjonsfasen i prosjekter de deltar i. Disse to funnene tyder på at omfanget vil øke i tiden fremover, etter hvert som flere får erfaring med BIM i produksjon. Imidlertid oppgir 50 % at de ikke så ofte eller aldri etterspør bruk av BIM i produksjon i prosjektene de deltar i. Dette kan tolkes å påvirke utviklingen negativt, men at respondentene ikke etterspør bruk av BIM er ikke ensbetydende med at de ikke ønsker å delta i prosjekter hvor BIM brukes i produksjonsfasen. Funnet kan også være en gjenspeiling av kunnskapsnivået, da det er rimelig å anta at man ikke etterspør bruk av noe man ikke har god kunnskap om.

BIM har tradisjonelt blitt mest brukt i prosjektering, og ikke i produksjon, og det er derfor ikke like utviklet enda. Entreprenører bruker ifølge McGraw-Hill Construction (2012) BIM

mest til byggbarhetsanalyser og planlegging og logistikk. Samtidig rapporterer alle brukerne at de har vanskeligheter med 4D- og 5D-BIM. Årsakene til dette kan være at 4D- og 5D-BIM er mer kompliserte aktiviteter, mens byggbarhetsanalyser og logistikkplanlegging krever mindre ressurser og kunnskap. Dette samsvarer også med funnene fra spørreundersøkelsen som viser at respondentene mener at visualisering, logistikkplanlegging og kollisjonskontroll er viktige bruksområder, noe som tyder på at det er disse aktivitetene de har mest erfaring med. Fremdriftsplanlegging blir også fremhevet som et viktig bruksområde av respondentene, mens omtrent 40 % mener at kostnadsestimering er et bruksområde for BIM i produksjon. Dette kan skyldes at man ønsker å forstå og lære å bruke 4D (fremdriftsplanlegging) før man legger til en ekstra dimensjon og prøver seg på 5D BIM (kostnadsestimering).

Informantene fra intervjuene ser positivt på utviklingen av BIM i produksjon, og mener det vil spre seg fort, da gevinstene er åpenbare. De tror også at BIM etter hvert vil komme ut på byggeplassen. En av informantene mener at BIMen i fremtiden vil være informasjonsbæreren innen avvikshåndtering, SJA, HMS, FDV og produksjonsoppfølging. Eastman et al. (2011) forventer også at flere vil bruke BIM i fremtiden, og mener at man vil se nye muligheter for hva BIM kan brukes til. Det påpekes at BIM i større grad vil brukes til 4D, samarbeid, kollisjonskontroll, kundegjennomgang, styring og ledelse av produksjon og innkjøp og sikkerhetsstyring. Disse fremtidsvisjonene støttes også av respondentene i spørreundersøkelsen, og hele 93 % tror at BIM i produksjon vil være viktig eller svært viktig om 5 år. Også respondentene som ikke har deltatt i et prosjekt hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen er svært positive, og 90 % tror at BIM i produksjon vil være viktig eller svært viktig om 5 år. Funnene er nesten overraskende positive i forhold til funnene om kunnskapsnivå om BIM og omfanget i Veidekke, men dette kan tyde på at bransjen i Norge har vært gode til å promotere BIM, og skapt et inntrykk av at BIM har kommet for å bli.

Disse positive funnene strider imidlertid med McGraw-Hill Construction (2010), som rapporterer at kun 24 % av BIM-brukerne i Europa tror at BIM vil bli svært viktig eller viktig for bransjen de neste 5 årene. Det kan være mange årsaker til dette, den viktigste er kanskje at McGraw-Hills undersøkelse er fra 2010, og at det har skjedd en utvikling siden da. En annen årsak kan være at det er forskjell på utviklingen i ulike land. Funnene kan også tolkes som at respondentene i spørreundersøkelsen er for positive i sitt syn på BIM, og at det ikke vil være så viktig i fremtiden som enkelte spår. Det er også forskjell på forutsetningene – McGraw Hills undersøkelse spør om hvor viktig BIM vil være, mens spørreundersøkelsen i denne rapporten spør om BIM i produksjon.

Konklusjon

I dette kapitlet besvares forskningsspørsmålene for oppgaven. I tillegg presenteres anbefalinger og veier videre for bransjen i arbeidet med bruk av BIM i produksjonsfasen.

7.1 Konklusjon

Spørsmål: *"Hvordan kan BIM brukes i produksjonsfasen, og hvilke erfaringer, muligheter og barrierer finnes?"*

Bruksområder

Denne rapporten har funnet flere bruksområder for BIM i produksjonsfasen:

- **Mengdeuttak** ser ut til å være det viktigste bruksområdet. Bruk av BIM til dette sparer mye tid i forhold til tradisjonell mengdeberegning. Det kreves imidlertid et visst detaljnivå i BIMen, og det vil være viktig å tilpasse dette etter behov.
- **Kollisjonskontroll** ved hjelp av BIM er en aktivitet som er enkel å utføre i forhold til vanskelighetsgraden, og genererer mye verdi. Også dette bruksområdet forutsetter at detaljnivået i BIMen er tilstrekkelig.
- **Visualisering** er også et viktig bruksområde. Dette er enkelt å utføre, og krever lite ressurser. Visualisering er også et viktig kommunikasjonsverktøy, for eksempel ovenfor kunder, mellom aktører i byggeprosjektet eller for å forberede utfordrende arbeider.
- **Riggplanlegging og logistikkplanlegging** er aktiviteter som kan være enklere å arbeide med ved bruk av BIM. Disse bruksområdene genererer mye verdi, og er relativt enkle å utføre.
- **Fremdriftsplanlegging (4D)** er en aktivitet som er ansett som vanskelig, og som de fleste ikke drar nytte av enda. Dette er likevel et viktig bruksområde for BIM, men det må opparbeides kompetanse før man kan utnytte potensialet.
- **HMS-planlegging** med BIM tilrettelegger for en ny måte å jobbe med sikkerhet på, og det er enklere å se potensielle farer i modellen enn på en 2D-tegning.

- **Innkjøp og bestilling** kan gjøres enklere og mer effektivt ved bruk av BIM, men dette forutsetter at BIMen er tilstrekkelig nøyaktig, slik at mengdene blir riktige.
- **Kvalitetssikring** ved hjelp av BIM gjør det enklere å kontrollere at bygget er utført i tråd med prosjekteringshensikten.
- **Kostnadsestimering (5D)** er ansett som vanskelig, men har stort potensial i forhold til verdiskaping. Kostnadsestimering krever også at modellen er tilstrekkelig nøyaktig. Det er imidlertid viktig å huske på at kalkulatøren gjør mer enn å bare beregne mengder, og at BIM ikke kan erstatte kalkulatørens kompetanse i forhold til å vurdere ulike faktorer som kan påvirke prosjektkostnaden.
- **Graving** med GPS med utgangspunkt i BIMen og geodesi-data er et bruksområde som kan spare mye tid.
- **FDV-håndtering** er et viktig bruksområde for BIM, og man må sørge for at modellen inneholder den nødvendige informasjonen for forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsfasen.
- **Tilrettelegging for økt grad av prefabrikasjon.** BIMen kan være svært nøyaktig, og gjør det enklere å jobbe med logistikk, slik at det foreligger et stort potensial dersom man ønsker å benytte prefabrikasjon i større grad.
- **RFID.** Integrasjon av BIM med RFID (Radio Frequency Identification) representerer store muligheter i forhold til logistikk og styring av leveranser, noe som for eksempel kan tilrettelegge for bruk av metoder fra Lean Construction.

Undersøkelsene i denne rapporten tyder på at BIM er mest egnet til større prosjekter, som leilighetsbygg, næringsbygg og offentlige bygg, og mindre egnet for mindre boligproduksjon og rehabilitering. Årsakene til disse erfaringene er mest sannsynlig at man ikke kjenner alle bruksområdene til BIM, og at det fortsatt mangler mye kompetanse. I forhold til boligproduksjon kan BIM for eksempel brukes for å tilrettelegge for prefabrikasjon og prekapp, da mengdeberegning og direkte bestilling vil være enkelt å utføre.

Erfaringer

Kunnskapsnivået i Veidekke om BIM i produksjon synes å være middels høyt. Det må forventes at det kan være forskjeller i bransjen i forhold til kunnskapsnivå, avhengig av i hvilken grad man satser på BIM, og spesielt i forhold til størrelse på bedriften.

Kunnskapsnivået er tilsynelatende lavest for formenn og driftsledere blant utvalget i denne undersøkelsen. Dette er ikke unaturlig sett i lys av at produksjonsfasen er det nyeste bruksområdet for BIM.

BIM-programvaren ser ut til å fungere greit, men det kan være problemer i forhold til samarbeid med andre aktører, og for eksempel i møtet mellom prosjekterende og utførende. Bruk av åpenBIM og IFC-formater er en løsning på slike problemer, og sikrer at man kan samarbeide på tvers av fag og systemer.

I forhold til **tilgang til modellen** viser undersøkelsen at det ikke er så mange baser som ser ut til å ha tilgang, selv om mange mener at de bør ha det. Det er litt uklart hvorvidt håndverkere/fagarbeidere behøver tilgang. Årsaken til dette er sannsynligvis at man ikke ser bruksområdene. For å få **BIMen ut på byggeplassen** er det nettbrett (iPad) og/eller stasjonær PC som gjelder.

Muligheter og fordeler

Denne rapporten har funnet at bruk av BIM i produksjonsfasen kan ha følgende muligheter og fordeler:

- BIM gir **økt forståelse på tvers av fag**, i form av at det tilrettelegger for bedre kommunikasjon, og visualisering på tvers av fag.
- BIM i produksjon er **tidsbesparende**, og gir raskere, mer effektive prosesser. Dette gjelder spesielt i forhold til mengdeberegning og kostnadsestimat (kan få opp til 80 % reduksjon av nødvendig tid for å utarbeide estimat).
- Gir **bedre informasjonsflyt**, særlig i forhold til koordinasjon av byggetegninger. I tillegg er det lettere å forstå modellen enn en 2D-tegning.
- BIM gir **mindre feil og endringer**, ved at det bidrar til færre feilkilder. I tillegg minimeres potensielle feil i tegninger, da de kommer direkte fra BIMen.
- BIM gir **bedre kvalitet**.
- BIM **sparer penger**, basert på erfaringene fra tidligere forskning. Dette bør måles når man jobber med BIM.
- BIM gjør det **enklere å jobbe med logistikk**, og gir muligheter for økt bruk av prefabrikasjon og prekapp, noe som kan redusere kostnader og gjennomføringstid. I tillegg tilrettelegger dette for bruk av Lean Construction.

Det er ifølge undersøkelsene usikkert hvorvidt BIM kan **redusere prosjektrisikoen** og gi **bedre nøyaktighet**. BIM kan gi bedre forståelse for kompleksiteten i prosjektet (for eksempel ved visualisering av vanskelig geometri), og redusere risikoen for alle parter. Dette forutsetter imidlertid at nøyaktigheten er på riktig nivå.

Utfordringer og ulemper

Denne rapporten har ikke avdekket mange utfordringer og ulemper ved bruk av BIM i produksjon, kun to forhold fremstår som viktige:

- **Komplisert programvare.** Dette kan skyldes kunnskapsnivå. Tidligere undersøkelser har også vist at IFC-formatene ikke alltid fungerer tilfredsstillende, og at informasjon og elementer kan forsvinne, spesielt i overgang mellom formater.
- **Kan ikke stole på at BIMen er nøyaktig.** Det kan være vanskelig å stole på nye ting. Samtidig er det svært viktig for motivasjon og interesse blant brukerne å sørge for at detaljnivået og nøyaktigheten er på tilstrekkelig nivå.

Spørsmål: "Hva er status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt?"

Denne oppgaven har som mål å finne status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt. Dette er et omfattende tema, som er relativt ferskt. Det er derfor utfordrende å skulle svare på dette. Omfanget av BIM generelt er økende på verdensbasis, og flere land krever bruk av BIM i alle offentlige prosjekter. Dette synes å være et viktig grep for å drive utviklingen videre. Det er også en trend med kontrakter som i større grad tilrettelegges for bruk av BIM, noe som vil være viktig for å håndtere eventuelle juridiske problemer.

I Skandinavia har Finland kommet lengst i forhold til implementering av BIM. De har stort engasjement for BIM både i offentlig og privat sektor, samt innen forskning. På verdensbasis er det verdt å merke seg at Kina har verdens største byggeboom, og kinesiske ingeniører bruker BIM. Det kan tenkes at det vil være lurt å hente erfaringer herfra i fremtiden.

I Nord-Amerika bruker store deler av bransjen BIM, og det er flest entreprenører som rapporterer at de bruker det. Dette antyder at BIM i hovedsak brukes til produksjon og entreprenørrelaterte aktiviteter. Svært mange av entreprenørene rapporterer også positiv ROI ved bruk av BIM. BIM brukes tilsynelatende fortsatt mer i prosjektering og planlegging enn i produksjon i Europa, men det antas at vi vil se en sterk vekst av BIM i produksjon fremover.

Den viktigste barrieren i forbindelse med BIM i dag ser ut til å være mangel på kunnskap, og ikke selve BIM-teknologien. Teknologien er imidlertid ikke like utviklet for produksjon som for prosjektering enda. Aktiviteter som anses for å være enkle å gjennomføre og genererer mye verdi er kollisjonskontroll, planlegging og logistikk, byggbarhetsanalyse og mengdeberegning. Aktiviteter som er vanskeligere å gjennomføre enn verdien de genererer er budsjettering, estimering av kostnader og nødvendig arbeidskraft til anbudsregning, 5D, 4D og integrasjon mellom programvare for kostnader, prosjektstyring og regnskap. Spesielt fremdriftsplanlegging (4D) og kostnadsestimering (5D) er ansett for å være vanskelig, og mange rapporterer at de har problemer med dette.

BIM er på vei ut på byggeplassene, via mobile enheter og stasjonære PC-er. En annen måte å få modellen ut på byggeplassen er ved å skape virtuelle miljøer, såkalte "BIM-huler".

Fremtidsutsiktene til BIM i produksjon ser ut til å være positive. Det antas at man vil se nye muligheter til bruksområder, men at BIM i alle fall i større grad vil brukes til fremdriftsplanlegging (4D), samarbeid, kollisjonskontroll, kundegjennomgang, styring og ledelse av produksjon og innkjøp, og sikkerhetsstyring. Det spås at bygningsinformasjonsmodellering vil bli en tredjeparts ingeniørtjeneste, og at rollen til BIM-teknikeren vil bli et tema. BIM-teknikeren vil ha kompetanse om BIM, men kan mangle erfaringen som mange av seniorenene i bransjen har angående kompleksiteten i løsningene.

Spørsmål: *"Hvilke drivere kan føre til at BIM kan utnyttes bedre i produksjonsfasen?"*

Følgende faktorer vil ifølge funnene i denne rapporten bidra til å øke bruken av BIM i produksjonsfasen:

- **Vilje til utvikling** er en viktig faktor. Man må ønske å ta i bruk den nye teknologien, og ønske å lære.
- **Bedre kunnskap.** Det er behov for økt kompetanse, både for hver enkelt men også i hele organisasjonen. Det er også viktig å øke kunnskapen om potensialet som ligger i BIM, for eksempel hvor mye du kan spare.
- **Vellykkede BIM-prosjekter** er en driver som kan motivere flere til å bruke BIM. Dette vil kreve god erfaringsoverføring og læring fra tidligere prosjekter.
- **Godt strukturerte modeller**, noe som vil være viktig for at brukerne skal stole på modellen, og for at de ikke skal miste interessen for BIM.
- **Etterspørsel**, både fra kunder og fra produksjonsapparatet selv.
- **Bedre tilpasset programvare.** Programvare skreddersydd etter behov vil være en motiverende faktor.
- **Bedre kommunikasjon mellom aktørene i et byggeprosjekt** vil kunne øke bruken av BIM. Det vil være viktig å samarbeide og forstå hverandres behov i forhold til BIM.
- **Dokumenterte økonomiske besparelser.** Dersom man ser at bruk av BIM i produksjonsfasen fører til reduserte kostnader vil dette motivere.

- **Dokumenterte tidsbesparelser.** Dersom man ser at prosjektgjennomføringstiden kan bli kortere ved bruk av BIM vil dette føre til økt bruk.
- **Konkrete mål for bruk av BIM.** Det er viktig å vite hvor man vil med bruken av BIM, og gode mål vil være en viktig driver.
- **Tilgang til hjelp og kompetanse,** for eksempel BIM-teknikere, vil motivere og holde interessen oppe hos brukerne.

En mer usikker faktor er **tid til å evaluere bruken av BIM**, noe som er viktig ifølge litteraturen, men ikke så viktig ifølge undersøkelsene i denne rapporten. Dette vil muligens være viktigst på ledelsesnivå, med et langsiktig perspektiv på BIM-satsningen i organisasjonen.

Spørsmål: *"Hvilke drivere påvirker bruken av BIM i produksjonsfasen negativt?"*

Denne rapporten avdekker følgende drivere som påvirker bruken av BIM i produksjon i negativ retning:

- **Mangel på kunnskap** er den viktigste negative driveren. Det vil være spesielt viktig å øke kompetansen om hvordan BIM kan brukes i produksjonsfasen.
- En **konservativ byggebransje** påvirker utviklingen negativt. BIM representerer et paradigmeskifte i bransjen, og krever vilje til endring og nytenking. Det er problematisk at enkelte ikke ønsker å lære å bruke BIM, men mener at dagens kunnskap og teknologi er nok.
- **Dårlig strukturerte modeller.** Man må ha et visst nivå av struktur om modellene skal bli effektivt brukt i produksjon.
- **Mangel på konkrete mål** i arbeidet med bruk av BIM er en negativ driver. Man må vite hvor man vil, og tilpasse modellene etter dette.
- Mange **har ikke tid i hverdagen til å utforske BIM**, og har gjerne nok med hverdagen som den er.
- **Mangel på etterspørsel fra mellomledernivået** er en negativ faktor.
- Det er **mangel på aktører som tilbyr tottalleveranse** av det man har behov for i forbindelse med BIM (prosjekthotell, modellserver, KS, HMS).

7.2 Anbefalinger og veier videre

I det følgende presenteres anbefalinger og forslag til veier videre for bransjen i arbeidet med BIM i produksjon:

- **Øk kunnskapsnivået** i organisasjonen om BIM, og spesielt kompetansen om bruksområder, muligheter og fordeler for BIM i produksjonsfasen. Dette kan for eksempel gjøres gjennom kursing av nøkkelpersoner, som deretter skal spre kunnskapen videre i organisasjonen. Man bør også fokusere på dette ved nyansettelser, og sørge for at man tilfører kunnskap man mangler til organisasjonen. Heving av kunnskapsnivået, spesielt for de som jobber i produksjonsapparatet, vil kunne øke etterspørselen etter BIM internt.
- Man bør **evaluere** hvor flinke man er med BIM i produksjon i dag og etter hvert som man tar det i bruk på nye områder, og vurdere ulike aktiviteter i forhold til nytte/kostnad. Dette vil avdekke hva man må jobbe mer med, og hvilke aktiviteter som faktisk genererer verdi.
- **Krev bruk av åpenBIM**, for eksempel IFC-format. Dette vil løse mange problemer i forhold til samarbeid på tvers av fag, og de ulike aktørene kan jobbe i det systemet de ønsker selv.
- **Sørg for å ha konkrete mål** i forhold til hva BIMen skal brukes til og hva som skal oppnås. Krev et visst detaljnivå i modellene, og sørg for at modellen er nøyaktig nok for det den skal brukes til.
- **Vis vilje til utvikling.** Byggebransjen karakteriseres stadig som konservativ, noe som er problematisk i arbeidet med å implementere BIM, som vil kreve nytenking og nye arbeidsmetoder. Det er vanskelig å komme med en konkret løsning på dette, men det bør jobbes i organisasjonen med å endre holdninger ovenfor BIM og andre nye løsninger. Kompetanseheving kan bidra til å gjøre dette enklere, da det ikke er unaturlig at det finnes motstand mot noe nytt og ukjent versus de trygge og kjente metodene som man vet fungerer.
- Sørg for at de som er i en opplæringsfase har tilstrekkelig **tilgang til hjelp og kompetanse**. Dette vil sørge for at de ikke mister interessen og gir opp.
- Det må **settes av tid til opplæring** – invester i tid for å spare i fremtiden.

Referanser

- Autodesk, Inc. (2007). *BIM and Cost Estimating*. Autodesk, Inc.
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11: 241-252
- Bernstein, P. G. & Pittman, J. H. (2004). *Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in the Building Industry*: Autodesk, Inc. Autodesk, I.
- Bostad, M., Singsdal, I. & Gjerp, L. (2011). *BIM i byggeprosessen*. Bacheloroppgave: Høgskolen i Sør-Trøndelag, Avdeling for teknologi, Program maskinteknikk og logistikk.
- Bryde, D., Broquetas, M. & Volm, J. M. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- Brækkan, K. (2011). *Evaluering av planleggingsmetoder og bruk av 4D i produksjonsfase*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport.
- buildingSMART. (2012a). *The BIM Evolution Continues with OPEN BIM*. Tilgjengelig fra: http://www.buildingsmart.org/organization/OPEN%20BIM%20ExCom%20Agreed%20Description%2020120131.pdf/at_download/file (lest 04.02.13).
- buildingSMART. (2012b). *buildingSMART*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/buildingsmart> (lest 05.02.13).
- buildingSMART. (2012c). *buildingSMART Dataordbok*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/standarder/buildingsmart-ordbok> (lest 06.02.13).
- buildingSMART. (2012d). *buildingSMART International*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/international> (lest 05.02.13).
- buildingSMART. (2012e). *buildingSMART Norge*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/organisasjon> (lest 05.02.13).
- buildingSMART. (2013). *buildingSMART Proses*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/standarder/buildingsmart-prosess> (lest 18.02.13).
- Consigli AS. (2012a). *buildingSMART: bSNP2. Bruk av BIM til visualisering*. buildingSMART

Consigli AS. (2012b). *buildingSMART: bSNP3. Bruk av BIM til kollisjonskontroll*.buildingSMART

Consigli AS. (2012c). *buildingSMART: bSNP4. Bruk av BIM i kostnadskalkyle*.buildingSMART

Consigli AS. (2012d). *buildingSMART: bSNP5. Bruk av BIM til fremdrift og ressursstyring (4D)*.buildingSMART

Deutsch, R. (2011). *BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. 2 utg. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Haaland, S. M. (2012). *Effektiv bruk av BIM i byggebransjen*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport.

IMDb. (u.d). *Tron*. Tilgjengelig fra: <http://www.imdb.com/title/tt0084827/> (lest 05.02.13).

Kubba, S. (2012). Chapter 5. Building Information Modeling. I: *Handbook of Green Building Design*, s. 201-226: Butterworth-Heinemann.

Larsen, A. K. (2010). *En enklere metode*. Bergen: Fagbokforlaget.

McGraw-Hill Construction. (2010). *The Business Value of BIM in Europe*. I: Bernstein, H. M. (red.). *SmartMarket Report*

McGraw-Hill Construction. (2012). *The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007-2012)*. I: Bernstein, H. M. (red.). *SmartMarket Report*.

Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Porwal, V. (2013). *World's Tallest Building Sky City-1 Changsha China and BIM, Lean and Green - What might be coming?* Tilgjengelig fra: <http://bimleangreen.blogspot.no/2013/01/v-behaviorurldefaultvmlo.html> (lest 02.06.2013).

Ramsdal, R. (2013). *Sky City One. Bygger verdens høyeste hus på 90 dager*: Teknisk Ukeblad. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/bygg/2013/05/24/bygger-verdens-hoyeste-hus-pa-90-dager> (lest 01.06.2013).

Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Seehusen, J. (2006). *IT-modellene inn i byggenæringen*: Teknisk Ukeblad. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/nyheter/bygg/2006/05/09/it-modellene-inn-i-byggenaringen> (lest 05.02.2013).

Seehusen, J. (2008). *BIM krever disiplin*: Teknisk Ukeblad. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/nyheter/2008/12/15/-bim-krever-disiplin> (lest 05.02.2013).

Seehusen, J. (2013). Byggeprisen kan mer enn halveres. *Teknisk Ukeblad*, 160 (04): 14-15

Smith, A. (2009). *BIM benefits*. Tilgjengelig fra: http://communities.bentley.com/products/building/building_analysis___design/w/building_analysis_and_design___wiki/bim-benefits.aspx (lest 04.03.13).

Solibri, Inc. (2012). *Solibri Model Checker v8 - Checking Layout* [Video]: YouTube. Tilgjengelig fra: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Nig6wV8pen4#! (lest 03.04.2013).

Statsbygg. (u.d.-a). *BIM - En kortfattet innføring*. Tilgjengelig fra: <http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/BIM-En-kortfattet-innforing/> (lest 05.02.13).

Statsbygg. (u.d.-b). *Bruk og nytteverdi av BIM*. Tilgjengelig fra: <http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/Bruk-og-nytteverdi-av-BIM/> (lest 05.02.13).

Statsbygg. (u.d.-c). *Forretningsprosesser*. Tilgjengelig fra: <http://statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/BIM-En-kortfattet-innforing/Forretningsprosesser/> (lest 18.02.13).

Veidekke. (u.d.). *Fakta om Veidekke*. Tilgjengelig fra: <http://www.veidekke.no/om-veidekke/fakta-om-veidekke/> (lest 19.05.2013).

Yan, H. & Damian, P. (2008). *Benefits and barriers of building information modeling*. 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Beijing, Kina.

Personlig kommunikasjon

Gullbrekken, Bjørnar. Prosjekteringsleder, Veidekke Entreprenør (e-post 09.11.2012)

Gullbrekken, Bjørnar. Prosjekteringsleder, Veidekke Entreprenør (samtale 19.11.2012)

Vedlegg

Vedlegg 1: Følgerev og spørsmål e-postintervjuer

Vedlegg 2: E-postintervjuer

Vedlegg 3: Intervjuguide personlige intervjuer

Vedlegg 4: Personlige intervjuer

Vedlegg 5: Følgerev og spørsmål spørreundersøkelse

Vedlegg 6: Forprosjektrapport

Vedlegg 1: Følg brev og spørsmål e-postintervjuer

V1.1

Hei,

Jeg studerer ved NTNU og skriver masteroppgave med tema "BIM i produksjon" i samarbeid med Veidekke og Bjørnar Gullbrekken. Viser til e-post fra Bjørnar 14. februar hvor han foreslår at du kan svare på noen spørsmål i forbindelse med temaet. Dersom du ønsker å delta hadde jeg satt stor pris på om du kan svare på spørsmålene under innen fredag 8. mars. Svarene vil bli brukt som grunnlag for å svare på problemstillingen samt for å utforme en større spørreundersøkelse. Vennligst si fra dersom du ønsker å være anonym.

- 1: Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?
- 2: Har du erfaring med bruk av BIM i produksjonsfasen? Hvis ja, beskriv.
- 3: Hvordan opplever du statusen og omfanget i forhold til bruk av BIM i produksjon i Veidekke?
- 4: Hvilke muligheter/fordeler ser du ved bruk av BIM i produksjonsfasen?
- 5: Hvilke barrierer/utfordringer ser du ved bruk av BIM i produksjonsfasen?
- 6: Har du noen tanker om utviklingen og veien videre i forhold til BIM i produksjon?
- 7: Ser du noen faktorer/drivere som kan føre til bedre utnyttelse av BIM i produksjonsfasen?
- 8: Ser du noen faktorer/drivere som påvirker bruken av BIM i produksjon i negativ retning?

Håper å høre tilbake fra deg!

Vennlig hilsen

Lise Grong

Eirik Kristensen (11.03.2013)

1: Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?

Jeg er Tømrer som har videreutdannet meg innen bygg ved Teknisk fagskole i Oslo. Videre har jeg gått BIM-tekniker linjen, også ved fagskolen i Oslo. Jeg er i dag BIM Ansvarlig i Veidekke Entreprenør, Distrikt Oslo.

2: Har du erfaring med bruk av BIM i produksjonsfasen? Hvis ja, beskriv.

Indirekte ja vil jeg si. Det jeg mener er at jeg i mange tilfeller gir råd og innspill i forhold til bruk av BIM i produksjon. Gjennom dette arbeidet får jeg også bred kjennskap til mange måter å bruke BIM i produksjonsfasen på. Modellene blir generelt godt mottatt av faglærte og funksjonærer i de prosjektene hvor dette er lagt til rette for.

3: Hvordan opplever du statusen og omfanget i forhold til bruk av BIM i produksjon i Veidekke?

Sterkt stigende vekst. Det er stadig flere prosjekter som ønsker å ta i bruk mulighetene BIM kan gi prosjektene i produksjon. Vi er på mange måter også i startgropa. Det utforskes i plattformer og bruk av teknologi.

4: Hvilke muligheter/fordeler ser du ved bruk av BIM i produksjonsfasen?

Mulighetene og fordelene er mange.

- Geometriforståelse (Alle ser hva som skal bygges og utfordringer som venter)
- Tverrfaglig koordinasjon (Kollisjonskontroller, Visuell kontroll, utfordringer)
- HMS/SHA (HMS/SHA modeller, SJA, Vernerunder)
- 4D (Fremdriftsplanlegging)
- Tidsbesparende
- Geodesi (stikning)
- Visualisering
- Innkjøp
- Innkjøpsoppfølging
- Mengdeuttak
- FDV håndtering

Her er det bare fantasien som setter grenser for bruk.

5: Hvilke barrierer/utfordringer ser du ved bruk av BIM i produksjonsfasen?

Vi må tørre å stole på modellene. Det krever en god målbeskrivelse på bruk av BIM i tidligfase når vi bestiller prosjekteringstjenester. Våre rådgivere jobber generelt ikke

strukturert nok med modellene de leverer. Skal man effektivt få tatt i bruk modellene i produksjon kreves et minimum av struktur i modell. Om modellene er dårlig strukturert vil man kunne risikere å bruke unødvendig mye tid på å hente ut informasjonen i modellen. Da faller mye av gevinsten bort og spesielt nye brukere mister fort troen og interessen.

Det er i dag flere aktører som tilbyr programvare og løsninger for hvordan vi skal få BIM ut i produksjon, men det er få som har en totalleveranse av hva man trenger. Eks. prosjekthotell, modellserver, KS og HMS. Det kan i dag fort bli dyrt å leie alle disse tjenestene i prosjekter. En totalpakke hadde vært fantastisk, men nå skal det jo også sies at leverandørene av disse tjenestene opp mot BIM også jobber på ukjent mark. Løsninger testes og utvikles med brukerne.

6: Har du noen tanker om utviklingen og veien videre i forhold til BIM i produksjon?

Det er ikke mange år før vi tar i bruk BIM modellene våre på alle byggeplasser på ett eller annet nivå. Det er jeg ganske sikker på. BIM modellen kommer i fremtiden til å være informasjonsbæreren innen avvikshåndtering, sikker jobb analyse, generelt HMS, FDV og generell produksjonsoppfølging. Alt tyder på at det går den veien når vi får bygget en bred og stabil brukergruppe av denne typen verktøy og arbeidsmetodikk.

7: Ser du noen faktorer/drivere som kan føre til bedre utnyttelse av BIM i produksjonsfasen?

- Kompetanseheving i organisasjon og vilje til utvikling.
- Bestillerkompetanse
- Godt strukturerte modeller.
- Konkrete mål for bruk av BIM i alle prosjektets faser.

8: Ser du noen faktorer/drivere som påvirker bruken av BIM i produksjon i negativ retning?

- Vanskelige brukergrensesnitt
- Dårlig strukturerte modeller
- Ingen konkrete mål for bruk av BIM i prosjektet

1: Kan du beskrive din bakgrunn og din nåværende stilling i Veidekke?

Utdannet sivilingeniør innen bygg og miljøteknikk ved NTNU, med fordypning i bygningsfysikk og masteroppgave i fuktsikre konstruksjoner.

Har jobbet i Veidekke siden ferdig utdannelse. Var ansvarlig for utarbeidelse og gjennomføring av strategi for implementering av BIM i Veidekke 2009-2011.

Jobber nå som Anleggsleder på Hagebyen-prosjekt utenfor Oslo. Hagebyen er et pilotprosjekt i VDC.

2: Har du erfaring med bruk av BIM i produksjonsfasen? Hvis ja, beskriv.

Jobber med BIM daglig. Som tidligere ansvarlig for BIM i Veidekke har jeg erfaring med BIM i alle faser. Som anleggsleder er bruken av BIM i produksjonsfasen mitt primære fokus nå. Vi bruker BIM til ukentlig planlegging og koordinasjon av aktiviteter. Begrenset i forhold til riggplan, men hyppig i forhold til visualisering av plasskrevende arbeider, materialbestillinger, koordinasjon av aktiviteter og kapasitetsplanlegging.

3: Hvordan opplever du statusen og omfanget i forhold til bruk av BIM i produksjon i Veidekke?

BIM er nok mer vanlig i prosjektering enn i produksjon, men merker mye interesse for hva BIM kan bidra med på produksjonssiden.

4: Hvilke muligheter/fordeler ser du ved bruk av BIM i produksjonsfasen?

Den store øyeåpneren har vært måten BIM endrer måten man tenker mengder på. Før var mengding tidkrevende og noe man gjorde når man måtte. Med BIM er mengding raskt og enkelt, noe som endrer tankegangen fra å mengde det man må, til å mengde det man kan. Vi mengder både til innkjøpsprosesser, planleggingsprosesser og økonomistyring. Vi ser også store fordeler med koordinasjon gjennom BIM-modeller og forhindre stopp i produksjonen pga problemstillinger det er vanskelig å se på vanlige 2D-tegninger.

5: Hvilke barrierer/utfordringer ser du ved bruk av BIM i produksjonsfasen?

Den vanligste problemstillingen er at man ikke helt har det klart for seg hva man vil med BIM. BIM er såpass altomfattende at det er fort gjort å gå seg vill i mulighetene man har. Det er en barriere at BIM ofte er drevet av entusiaster som overser problemet med at de fleste brukere har mer enn nok med sin vanlige hverdag. Skal man lykkes med BIM i produksjonen er man nødt til å spisse målsetningene for hva man ønsker å bruke modellene til, og tilpasse dem til denne bruken. Klarer man å tilrettelegge for å hente ut enkle gevinster for den enkelte prosjektdeltager er det ikke vanskelig å få til mye med BIM. Problemene oppstår når formålet med BIM i prosjektet er udefinert, variantene software mange og fokuset på BIM er

teknisk. BIM er en sammenstilling av informasjon fra mange aktører, og man må derfor fokusere på samarbeidsprosesser, ikke det datateknologiske.

V2.4

Det som kan være en barriere er påstander om at BIM koster mer. Det er også en utfordring om det er slik at lisensene må betales på prosjekt. BIM-lisenser er dyre, og gevinsten ligger primært i bred bruk. Dette er en potensielt stor kostnad for de enkelte prosjektene.

6: Har du noen tanker om utviklingen og veien videre i forhold til BIM i produksjon?

BIM i produksjonen kommer til å spre seg fort. Gevinstene er åpenbare, det er lett å hente dem ut bare man er bevisst på struktur og mål med modellene.

7: Ser du noen faktorer/drivere som kan føre til bedre utnyttelse av BIM i produksjonsfasen?

Vellykkede BIM-prosjekter er den primære drivkraften som vil føre til bedre utnyttelse av BIM.

8: Ser du noen faktorer/drivere som påvirker bruken av BIM i produksjon i negativ retning?

Prosjekter som går i gang med BIM uten å ha en klar målsetning og ide om hvordan modellene skal fungere og hva og hvem som skal bruke dem gir BIM et negativt omdømme. Uten et klart definert detaljeringsnivå bygget rundt brukernes behov framfor teknologiens muligheter gjør at BIM fort drar på mer kostnader, samtidig som modellene som lages ikke støtter de prosesser de kunne ha støttet fordi strukturen er dårlig og informasjonen som ligger inne feil. Når modellene da ikke fungerer som en prosjektstøtte, og gjerne i kombinasjon med et avansert grensesnitt mellom ulike software man må bruke, risikerer man negative omtale om at BIM er vanskelig, ikke virker og koster mye. Ingen av delene er tilfelle, men det er mye dårlig styring av BIM i prosjekter ute og går.

Vedlegg 3: Intervjuguide personlige intervjuer

V3.1

- Bakgrunn – stilling i Veidekke
- Hvordan oppleves omfanget i Veidekke, hvor mye brukes BIM i produksjonsfasen
- Programvare
- Hvem bruker modellen i produksjonsfasen
- Muligheter/fordeler ved BIM i produksjon
- Utfordringer/barrierer ved BIM i produksjon
- Forslag til faktorer/drivere som fører til bedre utnyttelse av BIM i produksjonsfasen
- Forslag til faktorer/drivere som gjør det motsatte – påvirker bruken av BIM i produksjon negativt

INTERVJU 04.03.2013

rb: Rune Braa, tømmerformann Horneberg b2

re: Roger Eggen, driftsleder Kunnskapssenteret

Bakgrunn – stillinger i Veidekke

rb: Jeg er formann på tømmer, har vært i VD siden 2000. Har jobbet som formann i 7 år. Vi startet litt på det forrige prosjektet jeg var med på med å se på modellen, med å klikke på gulv og se antall kvadratmeter og så videre. Jeg har jobbet litt mer med BIM nå, slik at jeg har lært med å seksjonere ting, og plukke ut interessant info, på etasjenivå eller leilighetsnivå, og plukke ut material som hører til faget.

re: Jeg har jobbet i VD i 27 år, har jobbet med betong hele tiden, og ble formann i 2000. Nå er jeg driftsleder med ansvar for planlegging av fremdrift, personell og akkord stort sett i råbyggfasen. I dette prosjektet har jeg hatt ansvar for alle bygningsmessige UE-er. Når det gjelder BIM er det de siste to årene her på prosjektet at jeg har fått litt kunnskap om dette. Har brukt det veldig mye i råbyggfasen, i forhold til mengdeuttak, planlegging, vi bruker det fremdeles nå i innredningsfase og tett bygg-fase, i planlegging rett og slett. Det brukes i basemøter, og alle ledd i planlegging. Det er en del andre verktøy som brukes i forbindelse med KS og ferdigstilling – ikke selve modellen, men vi bruker grunnlaget der i forbindelse med annen programvare. Jeg har ikke brukt BIM tidligere. Hovedutfordringen har vært verktøy og maskin/programvare, i alle fall i starten. Vi hadde ikke PC-er som tålte dette, det er veldig kapasitetskrevende. Oppdaterte, ferske modeller har også vært en utfordring. Konsulentene var heller ikke drevne på BIM når de begynte. Det å få samhandlingsmodeller oppe og gå krevde mye. Det har vært litt sånn "hvilken programvare skal vi bruke?" Det brukes mye forskjellig, både i praksis og i prosjektering.

Hvordan oppleves omfanget i Veidekke, hvor mye brukes BIM i produksjonsfasen

rb: Sånn som jeg oppfatter det er det blandet. Det sitter langt inne til enkelte, som mener du ikke får samme tegningskontroll eller kvalitetskontroll som før. Du sitter bare på modellen og ser, og fanger ikke opp alt av tegningsfeil. Det er kanskje en kombinasjon. Modellene har vært litt for dårlig. Noen har erfart at hvis du skal ta ut mengder så har det ikke stemt bestandig.

re: Det som har skjedd her er at dette med at modellen skal være komplett har vært litt mangelfullt til tider. Arkitekter og rådgivere har oppdatert modell hele tiden, men de har tegnet først, og så har modellen kommet etterpå. De prosjekterer ikke i modellen. Dette er på grunn av kompetanse hos rådgiverne, det har vært nytt for dem også.

rb: Jeg tror det er samme på horneberg også. Vi har ønsker i forhold til arkitekten for hvordan modellen skal se ut, men han mener budsjettet ikke er tilstrekkelig. Vi skal prøve å få til en egen person på horneberg som fikser modellen utenom arkitekten.

re: Men som visualiseringsverktøy, og for å se kollisjoner har det vært utrolig bra. Her har vi en egen RIB-modell som etter hvert har blitt veldig bra. Har også en samhandlingsmodell hvor alle fagene ligger inne, og der er det endel smånusk.

rb: Det er nok prosjekteringsgruppa som har brukt modellen mest i forhold til kollisjoner. Det har ikke vært tenkt så mye i forhold til produksjon, det er nok derfor vi sliter med modellene i drift.

re: Her har vi brukt råbyggsmodellen slavisk i forhold til mengder. Det har vært noen småfeil, men den er veldig presis.

rb: Jeg sliter litt med modellen, det er ikke nøye nok tegnet.

re: Visjonen har alltid vært – slik jeg har forstått det - at tegningene skal komme rett ut fra modellen, men dette har ikke vært tilfellet.

Programvare

re: Jeg har brukt Solibri stort sett. Navisworks-modellen tenker jeg å bruke nå mot slutten, for den blir hele tiden oppdatert. Det brukes ikke ressurser på samhandlingsmodellen, som er i Solibri.

rb: Jeg har bare brukt Solibri.

-Hvordan fungerer samarbeidet mellom dere og de prosjekterende i forhold til programvare?

re: De prosjekterende bruker mange andre programmer, men det blir satt sammen i en samhandlingsmodell for at vi skal klare å bruke den. Det har vært mye krøll med ulik programvare. Jeg har vært vant til å bruke AutoCAD, men det har vi ikke fått det på dette prosjektet. Jeg synes det er greit å ta ut mengder fra dette. Jeg har gitt opp å forstå hva rådgiverne bruker.

rb: På horneberg bruker vi AutoCAD.

re: Det har vært en del konflikter mellom programvaren de har brukt. De skylder på dette når modellen ikke er oppe og går, og når noe mangler. Det er et ganske innfløkt system.

Hvem bruker modellen i produksjonsfasen

rb: Min erfaring er at det er prosjekteringsleder og jeg som formann.

re: Det er formenn og driftsledere stort sett som bruker den i forhold til produksjon. Vi har ikke fått modellen ut på prosjektet. Det er kanskje noen baser som har begynt å se på den, men den er ikke brukt ute i produksjon enda. Jeg vet ikke om modellen kommer ut på byggeplassen. Jeg har vært på prosjekt i Sverige med pc tilgjengelig på byggeplassen, og det er ikke så enkelt. Det krever en del engasjement fra fagarbeidere og baser for å lære seg å ta det i bruk. Nå er vi jo i en iPad-verden hvor det er mye programmer og applikasjoner som vi ser for oss at havner ut før modellen.

rb: Jeg er usikker på nytten modellen har ute på byggeplassen. Du får jo ikke ut noen detaljer eller målsatte tegninger, så bruken er litt begrenset.

re: Det er tegninger som gjelder ute, evt. digitale, rette revisjoner. Vi har hatt voldsomme revisjoner her. Utfordringen har vært at guttene har rett tegning. Vi holder på og ser på digitale versjoner som kan være nyttige ute. Papirversjon er kanskje på vei ut? Vi er enda på prøvestadiet her. Vi har noen friske ingeniørspirer som er nysgjerrige på iPad/nettbrett. Du har hele tiden siste versjon av tegning på brett. Jeg tror dette kan komme fremover, jeg ser dette før BIM-modell på byggeplass.

rb: Det er vel noen som forsker eller jobber med at du kan ha med nettbrett som er koblet mot GPS som viser hvor du er i modellen.

re: Dette bruker vi her på KS og vernerunder. Du tar frem tegningen av etasjen eller fløyen du er på, tar bilde – av for eksempel en skade – og så blir det anmerket på tegningen hvor det er. Da kan du kommentere og skrive avvik. Dette fungerer veldig godt. Vi har med oss arbeidstegninger på iPad. Det er mye nytt som kommer som er mer hensiktsmessig ute i produksjon enn selve BIM-modellen. Jeg tror ikke BIM-modellen kommer ut i tomte til håndverkerne enda, det krever så mye ressurser i forhold til data og opplæring.

Muligheter/fordeler ved BIM i produksjon

rb: Muligheter jeg ser er mengdeuttak (+til akkord) og logistikk. Kanskje også visualisering i stedet for tegninger på lagsmøter. Eventuelt til riggplanlegging og HMS-planlegging.

re: Man får innblikk i virkeligheten når det gjelder fag på tvers. Uttak av mengder, planlegging av materiell og utstyr.

re: Hvis du lærer deg å bruke BIM, og underlaget er riktig, sparer du vannvittig med tid på mengdeuttak på store prosjekter. Her brukte jeg det i råbyggfase, og det gikk veldig fort. Det er tidsbesparende. Du kan få regneark med alt du vil vite. Det mangler armering i modellene, men du får bøyeliste fra rådgivere. I forhold til innredning får du synliggjort materialer, og veggtyper.

rb: Vi har sett på noe du kan legge inn i modellen slik at du får antall meter stender osv.

re: Jeg har store drømmer om 3D-modeller, og jeg synes vi har kommet langt, men jeg savner komplettering for å få det på stell. Rådgivere jobber med dette.

Målet er å ha tegninger til rett tid, det er den største utfordringen i forhold til produksjon. Tegningene kommer for sent, og modellene blir ferdig for sent. Produksjon kommer for tidlig, eventuelt så blir prosjektering for sen. Drømmen hadde vært å ha underlaget ferdig 1 måned før man skal begynne! Dette er et drømmescenario spesielt i forhold til mengder. Her sitter arkitekter og rådgivere og prosjekterer enda, og vi skal være ferdige om 1 mnd! Da har de holdt på i 4 år. Masse detaljer er ikke på plass i rett tid.

rb: Prosjekteringsgruppa er nesten ferdig når produksjonen begynner på bolig.

re: Til slutt brukes det ikke ressurser på modellen, det blir tegnet på vanlig vis. Her venter jeg på den siste samhandlingsmodellen som skal være oppdatert med siste revisjoner. Man kan ikke stole blindt på modellen, men må dobbeltsjekke at det er riktig.

Utfordringer/barrierer ved BIM i produksjon

rb: Jeg tror og føler du må ha tid til å lære det, det er nok den største utfordringen. Man går fra prosjekt til prosjekt, og er midt oppi det, uten at man har tid til å sette seg ned og lære alt.

re: Det går fort å lære når du sitter med det. Man må bruke ressurser rundt seg, og folk som kan det.

Forslag til faktorer/drivere som fører til bedre utnyttelse av BIM i produksjonsfasen

re: Det er å få modellen så rett som mulig når du skal produsere. Når du vet at modellen er i orden så bidrar det til økt bruk.

rb: Du må stole på den, så det ikke blir feil mengder og så videre.

re: Jeg tror dette er framtiden, men det må jobbes med det i alle ledd, spesielt de som skaper det, alle i den gruppa på et prosjekt må ha samme interesse og samme mål – da kan dette bli et kjempeverktøy. Jeg tror det kommer etter hvert ut på byggeplass, hvis det blir så bra som det kan bli for produksjon. Hvis verktøyene og løsningene for bruk i praksis kommer på plass kan dette bli benyttet, spesielt i innredningsfasen.

re: Det skal være så enkelt at man bare klikker på noe og det skal være riktig! I starten her så vi at vi kunne ikke stole 100 % på det, men det kom etter hvert. Man tør ikke stole helt på noe når det er nytt, så jeg har gjort mye kontrollregning. Etter hvert har magesfølelsen blitt grei.

rb: Jeg tenker nå at jeg skal stole på modellen og ta mengder derfra. Skulle det ikke stemme tar jeg etasje for etasje for å være sikker, da har jeg mulighet til å kontrollere og justere.

re: Jeg har positive erfaringer så langt, men det handler om å ha komplett underlag.

Forslag til faktorer/drivere som gjør det motsatte – påvirker bruken av BIM i produksjon negativt

V4.5

re: Det er mange som må lære det, men jeg ser bare fordeler. I forhold til visualisering på tvers av fag må det være bra. Men vi ser at det blir kollisjoner likevel. Når vi går inn i modellen nå ser vi feil som faktisk er feil i bygget nå, som ikke er blitt oppdaget. Det er et stort arbeid å kontrollere at alt stemmer. Det er fortsatt bare mennesker som holder på med dette. I fremtiden tror jeg det kan bidra til å minimalisere feil.

Bjørnar Gullbrekken, prosjekteringsleder City Lade

Bakgrunn – stilling i Veidekke

Jobbet i VD siden 1997, har vært prosjekteringsleder hele tiden.

Hvordan oppleves omfanget i Veidekke, hvor mye brukes BIM i produksjonsfasen

Omfanget av BIM i produksjon i Veidekke er veldig beskjedent, og i mange distrikter helt fraværende. Det er sikkert mange årsaker til dette, men BIM er nytt i industrien. Dette viste seg egentlig når vi startet på Kunnskapsenteret, da vi skulle legge inn objekter i BIMen. Vi hadde en formening om at veldig mange laget digitale objekter, men når vi begynte å gå etter markedet fant vi bare ett objekt, som vi selvfølgelig ikke hadde bruk for. Vi oppdaget også etter hvert at veldig få var klare for å bygge objekter, selv om man skulle tro at det var veldig enkelt.

På dette prosjektet ville vi ha rulletrapper i BIM-objekter, men det har de ikke klart enda. Vi maser, og de sier at det kommer snart, men nå er det 6 måneder siden jeg spurte først, og de sier bare at de jobber med det. Man kan kanskje si at det er de som er trege, men dette er faktisk gjengs i markedet. Byggebransjen, og leverandørmarkedet til byggebransjen, er veldig konservative, og så har de veldig små marginer. Hadde du hatt 10-15-20 % margin, og en kunde vil ha noe, er det lettere å ta kostnaden med det, men har du liten margin sparer du der du har mulighet. Men alle vi prater med nå prøver å gi et inntrykk av at de har det klart, eller at det er rett rundt hjørnet, så det er like før det begynner å skje. Det kommer stadig på flere produkter også.

Angående tegninger, så kan du jo når du tegner i 2D gå inn og sette på mål på forhånd, og etter hvert som du reviderer får du opp en revisjonssky, alt er veldig entydig og lett å tolke. Hvis vi tar med BIMen ut på byggeplassen må vi kunne å sette målene etter hvert, noe som er en uvant øvelse. Du må også kunne programvaren godt for å få det til, men dette er en relativt lav frukt å plukke etter hvert, særlig med yngre generasjoner som er mer vant med å håndtere elektroniske hjelpeverktøy.

Når modellen endres har man ingen revisjonsmarkering enda, så du må hele tiden vite at du har med deg den siste versjonen. Men dette mener jeg er kun et administrativt problem.

Og så er det jo mengden informasjon som ligger i modellen i forhold til maskinkraften. Store PC-er vil de jo ikke ha ute på byggeplassen, så da er det snakk om å sette opp stasjonære skur eller tegningsboder som man kan heise rundt og flytte etter hvert som produksjonen går fremover. Og så er det jo bruk av iPad, men dette er så fersk teknologi.

Nå har vi holdt på med betongarbeider, og de har brukt BIMen slik at de har kommet for å se når det er for eksempel vanskelig geometri. Vi tar bilder fra ulike vinkler i modellen, og så tar

de med seg papirene ut, noe som forklarer veldig godt visuelt hvordan ting skal bygges opp, men de bygger fortsatt etter 2D-tegninger. Slik er BIMen mye til hjelp.

V4.7

Jeg ser at BIMen nesten ikke brukes i driftsmøtene, noe jeg synes er litt rart, jeg tror det er terskelen på det mellomledernivået som styrer dette. De fleste av dem har ikke blitt "etterspørere" av dette enda. Jeg tror dette har med flere ting å gjøre, som kunnskap, tilgang til hjelp, slik som BIM-teknikere, og så har det med noe så banalt som maskinvare å gjøre. De fleste får PC-er som noen andre har "brukt opp", i alle fall i formannsleddet og basleddet, og denne maskinvaren må skiftes ut, noe som tar tid. Vi har begynt med dette her nå, og så får vi se om etterspørselen stiger.

I boligproduksjonen vår tror jeg ikke BIM har vært i bruk i det hele tatt. Det er fordi produksjonsapparatet ikke har sett nytten av det, og byggherren har ikke etterlyst det. Ingen har gått inn i det for å se på potensialet. Men nå skjer det jo en endring der også.

Hvem bruker modellen i produksjonsfasen

Alle som jobber i prosjektering har tilgang til modellen, og alle prosjektledere, anleggsledere, og alle formenn, og nå får enkelte baser tilgang. De begynner å få maskinvaren, og de bruker det i varierende grad. Jeg tror ting går sin gang, men den største barrieren her er nok dette med støtte og BIM-teknikere, som tilrettelegger for akkurat deres bruk. For eksempel så vil ikke betongbasen ha tilgang til hele modellen, han vil bare ha betongen, og gjerne akkurat der han holder på nå. En BIM-tekniker kan fort skille ut for eksempel et trapperom og målsette dette og få det på en iPad til betongbasen.

Muligheter/fordeler ved BIM i produksjon

Jeg har ikke fantasi til å se alle mulighetene som ligger der, jeg er for gammel! Men jeg tror at man kan bygge så å si uten tegninger ved å bruke en BIM-modell. Muligheten for å forstå en 3D-modell er mye større enn en 2D-tegning, og det er bare snakk om å få den ut på en praktisk måte. Dette er snart ikke et problem lengre, ettersom det kommer så mange verktøy som fungerer godt for dette. Og så kommer også det at selv vi litt tilårskomne i bransjen har smartphones og PC-er, og blir mer og mer vant til å bruke det. Alt skjer jo digitalt nå, og sakte men sikkert begynner vi å venne oss til det, og da er det rart at vi ikke skal bruke det mer på jobb.

Mulighetene er at man kan bygge nesten papirløst, det er mye enklere å få generert for eksempel armering rett fra modellen, fra beregningsprogrammet til rådgiveren, via leverandøren og rett ut på byggeplassen. Vi kan jobbe med logistikk på en helt annen måte.

For eksempel kan en leietaker få modellen enten før de kommer eller på et brett når de er her, og gå og se i 3D. Da kan de se i arealet hvor de må gjøre tilpasninger. Kommunikasjonen i forhold til at de skal skjønne hva de må gjøre er veldig bra.

Ellers i produksjonen så slipper man lagring og arealer for tilpasning, prefabrikasjon er en enorm mulighet. Dette gjelder alt av teknisk, himling, stenderverk og veggskiver.

V4.8

Vi har begynt å bygge rekkehus, og jeg har spurt hvor mye de har BIMet, og det er så å si ingenting. Det er jo et kjempepotensial, man kan jo prekappe alle husene. Det er ingen planer om å gjøre det, men det er en gryende forståelse for at dette kanskje går an. Men når man skal gjøre endringer som dette er alle redd for at noe skal gå galt. Det er mange, mange aktører involvert, og kanskje 2-3 personer som trykker på for at alle skal se mulighetene, og da går det litt sakte.

Her ville jeg at vi skulle BIMe alt i bakken, spunt, peler, grunnkonstruksjoner. Anleggslederen vår hadde ikke noe ønske om dette, og så ikke noe behov for det. Rådgiveren, altså geoteknikeren, kunne heller ikke BIMe, så dette fikk de ikke til når jeg spurte om det. Når vi nå starter på et nytt prosjekt er vi enige om at hele terrengmodellen skal legges inn, og så skal alt fra bakken og opp BIMmes.

Da kommer vi inn på annen type BIM i produksjon som vi virkelig har brukt, med graverne. De kjører jo på GPS, med bruk av modellen. Dette er vanlig nå, i alle fall på store anleggsprosjekter. Dette er kanskje den mest vanlige måten å bruke BIMen på, derfor tenker man ikke på det. Om noen år genererer vi sikkert automatisk inn alt stenderverk, og så tenker vi ikke på det heller. Du kan bare gi en regel inn i maskinen, inn i modellen, definere område, og så kommer den med et forslag. Du må kanskje justere et par plasser, så er du ferdig. Da kan du sende det direkte og få kapplister, ferdig kappet stenderverk. Ingen kommer til å tenke at det er BIMen som er "skyld" i dette om fem år.

I forhold til mengdeuttak og alt av innkjøp kan du liste ut alt du trenger av varer, og så får du direkte bestilling. Du kan bestille direkte digitalt, og man trenger ikke noe papir på det.

-Har dere målt noen besparelser?

I forhold til BIM i produksjon har vi ikke gjort noen målinger på om vi har oppnådd besparelser, og dette er fordi at det er helt i starten enda. På Kunnskapssenteret har vi helt sikkert spart penger på graverne, men dette er ikke målt.

Vi har ikke målt om vi sparer penger enda, men alle er så positive og mener at dette er måten å gjøre det på.

Utfordringer/barrierer ved BIM i produksjon

De viktigste barrierene tror jeg er tilgang til hjelp og kompetanse, som for eksempel BIM-teknikere, og kunnskap om hvor mye du kan spare og hva bruksområdene er, og verktøy for å bruke det, altså store nok PC-er og iPader i produksjon.

Ulemper kan være at KS-systemene våre ikke er tilpasset BIM, hvor man har tegningsgranskning i stedet for modellsjekk. Det blir vanskeligere å sjekke at du jobber med siste revisjon, og vi må gjøre ting administrativt som vi ikke har tilrettelagt rutinemessig for enda. Jeg ser egentlig ikke så mange ulemper, men du vil jo ha mer finteknikk som verktøy, og det er to ulemper med det. For det første er det en feilkilde, det kan bli mer feil på en iPad enn på papir, og kan være vanskelig å oppdage. I tillegg er det dyrere i innkjøp. Disse ulempene er selvfølgelig små. Kostnadene er høyere enn for papir, men de er vanvittig små i forhold til hva du kan spare.

-Hva med juridiske utfordringer, har dere tenkt noe på dette i forhold til eierskap av modellen, ansvar for feil og så videre?

Jeg har ikke lest noe om dette, men jeg ser ikke helt problemet. Når jeg sitter med en modell på min PC er jo det en fellesmodell generert av mange små modeller, der leverandører og rådgivere har levert inn informasjon. Om det er en feil i den er det ikke noe problem å spore tilbake til modellen det gjelder, og den modellen er laget av noen som er kontrahert, og da har man jo kontraktuelle bestemmelser som kommer inn. Spørsmålet er jo om det kan oppstå mer sammensatte feil på en modell fordi at den er flerfaglig mer kompleks, men dette er jo samtidig noe vi henter store fordeler av. Jeg ser ikke helt at dette skal bli noe annerledes om man tegner i en BIM-modell enn på papir, så jeg ser ikke helt problemet.

I forhold til eierskap så tenker man kanskje at når arkitekten har en papirtegning så har arkitekten copyright på den. Men arkitektens modell er jo også arkitekten sin. Det er jo ikke så mye mer komplisert enn at du har tatt noe som før var på papir inn i en datamaskin og fått det i 3D. Nå kan det hende at jeg ser litt lettvtint på dette, og at vi må gjøre tilpasninger i kontraktene våre. Dette kan ikke være problematisk, og er nok bare i en overgangsperiode.

Forslag til faktorer/drivere som fører til bedre utnyttelse av BIM i produksjonsfasen

Den sterkeste driveren for BIM i produksjon i bransjen generelt vil være når produksjonsapparatet begynner å etterspørre det. Når håndverkerne våre sier at "det vil vi ha!", kommer vi til å få en eksplosiv utvikling i forhold til i dag, fordi det er der all verdien skapes. Det som skal til for at de skal etterspørre det mer er vel at de ser mulighetene og får prøvd ut mulighetene. På det visuelle har vi så vidt begynt, men jeg har tro på at neste sommer har vi kommet så langt at vi har gjort oss noen erfaringer med dette. Fra et prosjekteringsståsted vet jeg at alle som har vært innom her vil gjøre ting litt annerledes, og har helt andre forventninger og krav når det gjelder BIM, og det samme tror jeg vil skje på produksjon. Når det først løsner på produksjon vil det bli mye sterkere.

En annen positiv driver vil være dette med bestilling og mengder. Om du skal plukke ut antall av noe du skal bestille slipper du å sitte og telle, du kan enkelt liste opp mengder. I dag sitter man og teller i dagevis, nå kan man liste det rett ut. Dette vil være en sterk pluss.

Jeg tror ikke du får flere feilkilder med BIM-utviklingen, jeg tror tvert om at du får mindre. I USA har de økt prefabrikasjon, og en av årsakene til at man kan gjøre dette er at de har fjernet en del av feilkildene, slik at man kan produsere mye mer ferdig på fabrikk og sette sammen på byggeplassen, fordi det er riktig.

V4.10

Forslag til faktorer/drivere som gjør det motsatte – påvirker bruken av BIM i produksjon negativt

Det er mulig jeg er alt for positiv, ser ikke så mange minuser. Den største er nok at man får mindre følelse av kontroll. KS-systemene våre er ikke tilpasset, slik at kontroller skjer ikke til rett tid og på rett måte.

Noen kan si at man blir mindre tilpasningsdyktig, men jeg ser ikke helt det problemet. Hos kundene merker jeg en økt interesse for modellen, og de ser at her kan de se hvordan bygget blir seende ut.

Jeg ser stort sett bare fordeler i enden av utviklingen, men jeg ser at det er mye barrierer enda, særlig når jeg snakker med deg nå og tenker på det. Men minuser i enden av det ser jeg ikke noe mye av.

I forhold til ferdig bygg er det også store fordeler, man kan jo legge inn alt. Det finnes ingen begrensninger, og det kan være utfordrende å finne riktig nivå av hvor mye man skal legge inn.

Dette er i grunn også bare en barriere, etter hvert vil det komme standardiseringer. Dette er en klassiker i byggebransjen: ”nei, dette kan vi ikke gjøre, det må standardiseres og gjøres erfaringer først”. Og så har man 5000 pilotprosjekter, det går 10 år, og så skal man begynne å jobbe med en standardisering, hvor alt og alle skal høres. Og så er det de som er dyktigst i den innsatsen, uavhengig av målsetting, som blir toneangivende i den standarden. Dette er et kjempeminus med byggebransjen i Norge, alt stopper opp.

Nå begynner folk å se fordelene med BIM, men i stedet for å gjøre det de kan for å jobbe med det, stikker de hodet i sanden, og lar være å jobbe positivt med utviklingen i håp om at de kan få bruke kunnskapen sin som den er, uten å endre den, i så mange år som mulig.

Vedlegg 5: Følgerev og spørsmål spørreundersøkelse

V5.1

Følgerev:

Håper alle dere som mottar denne mailen tar dere tid til å svare.

Spørreundersøkelsen er en del av masteroppgaven "BIM i produksjon" ved NTNU, som utføres i samarbeid med Veidekke Distrikt Trondheim. Undersøkelsen tar ca 10 minutter å gjennomføre. Vennligst svar innen 5. april.

Ved spørsmål ta kontakt med lisekjg@stud.ntnu.no.

Link til undersøkelsen:

<https://survey.ime.ntnu.no/limesurvey/index.php?sid=97418&lang=nb>

Section B: Kunnskap og erfaring

V5.4

Her stilles noen spørsmål knyttet til din kunnskap og erfaring med BIM.

B1. Hvordan vil du beskrive din kunnskap om BIM?

Veldig god kunnskap

God kunnskap

Ganske god kunnskap

Begrenset kunnskap

Har hørt om BIM, men har svært begrenset kunnskap

Aldri hørt om BIM

B2. Har du deltatt i et prosjekt i Veidekke hvor BIM har blitt brukt i produksjonsfasen?

Ja

Nei

Vet ikke

B3. Hvordan opplever du omfanget av BIM i produksjon i Veidekke?

Svært stort - brukes i alle prosjekter

Stort - brukes i mange prosjekter

Moderat - brukes i noen prosjekter

Beskjedent - brukes i få prosjekter

Svært beskjedent - brukes i nesten ingen prosjekter

B4. I hvilken grad etterspør du bruk av BIM i produksjonsfasen i prosjektene du deltar i?

Alltid

Ofte

Ikke så ofte

Aldri

Section F: Utnyttelse av BIM i produksjon

Her stilles noen spørsmål knyttet til utnyttelse av BIM i produksjon.

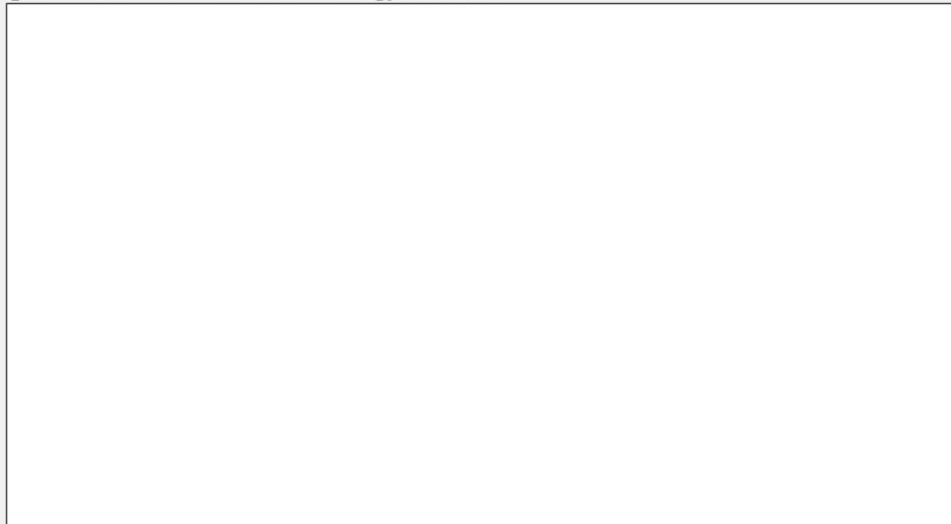
V5.9

F1. I hvilken grad tror du disse faktorene vil bidra til å øke bruken av BIM i produksjonsfasen?

| | Svært stor grad | Stor grad | Ganske stor grad | Mindre grad | Liten grad | Svært liten grad |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Etterspørsel | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bedre kunnskap | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tid til å evaluere bruken av BIM | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bedre kommunikasjon mellom aktørene i et byggeprosjekt | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Dokumenterte tidsbesparelser | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Dokumenterte økonomiske besparelser | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bedre tilpasset programvare | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vilje til utvikling | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Konkrete mål for bruk av BIM | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Godt strukturerte modeller | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vellykkede BIM-prosjekter | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

F2. Er det andre faktorer du mener vil bidra til økt bruk av BIM i produksjonsfasen?

- H1. Har du noen øvrige kommentarer eller synspunkter angående BIM i produksjon som ikke fremkommer av spørreundersøkelsen? Del dem gjerne her.**



Takk for at du deltok i undersøkelsen!

Forprosjekt til masteroppgave våren 2013

BIM i produksjon

NTNU, Institutt for bygg, anlegg og transport

Lise Kjerringvåg Grong

Innhold

| | | |
|-------|----------------------------------|---|
| 1 | Innledning..... | 1 |
| 1.1 | BIM | 1 |
| 1.1.1 | BIM i prosjektering | 2 |
| 1.1.2 | BIM i produksjon | 2 |
| 1.1.3 | Veidekke Entreprenør | 3 |
| 1.2 | Problemstilling..... | 3 |
| 1.2.1 | Forskningsspørsmål | 3 |
| 1.3 | Project Overview Statement | 4 |
| 2 | Metodebeskrivelse | 5 |
| 3 | WBS | 6 |
| 4 | Tidsplan | 6 |
| 5 | Referanser | 7 |
| 5.1 | Litteraturliste..... | 7 |
| 5.2 | Personlig kommunikasjon | 7 |

Vedlegg 1: WBS

Vedlegg 2: Tidsplan

1 Innledning

V6.3

1.1 BIM

BIM er ifølge buildingSMART (2012) en forkortelse som representerer tre ulike, men linkede, funksjoner:

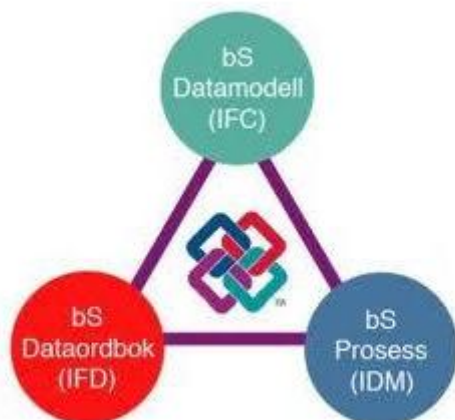
Bygningsinformasjons**modellering**, som er en prosess for å generere nødvendig bygningsdata for å prosjektere, bygge og drifte en bygning gjennom livssyklusen. BIM sørger for at alle interessenter har tilgang til samme informasjon til samme tid gjennom kommunikasjon mellom teknologiplattformene.

Bygningsinformasjons**modell**, som er den digitale fremstillingen av de fysiske og funksjonelle egenskapene til bygget. Modellen blir en felles kunnskapsressurs med informasjon om bygningen, og danner grunnlag for beslutningstaking gjennom hele livssyklusen.

Bygningsinformasjons**styring (Management)** på engelsk), som er administrasjon og kontroll av prosessen ved at man benytter informasjonen i den digitale fremstillingen til å påvirke informasjonsflyten over hele livssyklusen. Fordelene med dette er sentralisert og visuell kommunikasjon, mulighet for tidlig utforskning av muligheter, økt bærekraftighet, effektiv design, økt integrasjon mellom disiplinene, bedre byggeplasskontroll og så videre – effektiv utvikling av bygningens livssyklus fra idé til avhending.

BIM-trekanten representerer tre hovedelementer som må være på plass for å klare å bruke BIM i praksis (Statsbygg, u.d.-a):

- Omforent lagringsformat (IFC)
- Enighet om terminologi (IFD)
- Koble BIM-en til relevante forretningsprosesser (IDM)



BIM-trekanten (buildingSMART u.d.)

1.1.1 BIM i prosjektering

V6.4

BIM er tradisjonelt mest brukt i prosjekteringsfasen av arkitekter og øvrige prosjekterende, og det er enkelt å se nytteverdien her. Man kan opprette objekter, for eksempel en dør, som kan tildeles egenskaper og ha relasjoner (Statsbygg, u.d.-a). En felles modell av bygningen sørger for at man enkelt kan sjekke for kollisjoner mellom fagene, som for eksempel ventilasjonskanaler som går gjennom bærende søyler. Man kan også kjøre energisimuleringer, akustiske simuleringer, sol/skyggestudier, kontrollere i forhold til universell utforming og kalkulere tidlige kostnader (Statsbygg, u.d.). I tillegg kan man lage 3D-visualiseringer som kan være nyttige når man skal kommunisere med brukere, myndigheter og naboer.

1.1.2 BIM i produksjon

BIM er ikke bare et prosjekteringsverktøy, det har også stor nytteverdi i produksjonsfasen. Viktige bruksområder er ifølge Haaland (2012):

- **Kollisjonskontroll.** Tradisjonell kollisjonskontroll med bruk av 2D-tegninger er tidkrevende, kostbart og har stort potensial for feil. Bruk av BIM til kollisjonskontroll har mange fordeler, men krever riktig forhåndsarbeid, blant annet at modellen er detaljert etter behov og hvilken grad av kontroll man ønsker.
- **Mengdeuttak og kostnadsestimering.** Dersom prosjekteringen tidlig forflyttes til en BIM-modell vil objektene være definerte, noe som tillater tidlige og mer nøyaktige kostnadsestimater. Et problem med bruk av BIM i denne sammenhengen kan være at elementer ikke er tilstrekkelig definerte – noe som kan føre til at materialer blir oversett, som for eksempel armering i betong. BIM er imidlertid foreløpig ikke avansert nok til å ta i betraktning alle elementer i kostnadsestimater, så foreløpig kan det fungere som et støtteverktøy til tradisjonelt estimeringspersonell.
- **Fremdriftsplanlegging (4D).** Fremdriftsplanlegging gjennom BIM (4D) skal sikre god arbeidsflyt og sekvens på arbeidet, slik at man unngår omarbeid og overlappende arbeid. Avgjørende skritt for utvikling og koordinering av en 4D-modell for fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter er **(1)** Bryt ned arbeidet og identifiser arbeidsflyten, **(2)** Etabler en installasjonssekvens, **(3)** Reorganisering av 3D-modellen, **(4)** Oppdatering av fremdriftsplanen, **(5)** Koble 3D-objektene opp mot aktivitetene og **(6)** Avgrens 4D-simulasjonen.
- **Prefabrikkering.** Prefabrikkering krever god planlegging og nøyaktig prosjektering, og BIM gir et godt utgangspunkt for dette, da modellen inneholder detaljerte geometriske beskrivelser av komponenter og materialer.

Andre bruksområder for BIM i produksjon er kvalitetssikring ved at modellen fungerer som en målestokk for prosjekteringshensikten, enkel oppdatering av prosjektering og endringer, grunnlag for Lean-prinsipper, HMS-tiltak og innkjøpskoordinering (Haaland, 2012).

Masteroppgaven skrives i samarbeid med Veidekke Entreprenør Trondheim.

Veidekke satser på produksjonsfokuset utvikling av BIM, både når det gjelder prosesser, software og hardware. De henter kunnskap og inspirasjon fra VDC i samarbeid med Stanford University og Lean Construction i samarbeid med IGLC og NTNU. Satsingen og utviklingen innen BIM foregår primært i Stockholm, Oslo og Trondheim.

1.2 Problemstilling

BIM representerer et stort potensial både for prosjekterings- og produksjonsfasen, og Arbulo og Fischer (Seehusen, 2013) mener at byggeprisen kan mer enn halveres med full bruk av BIM med tilhørende VDC og god prosjektledelse. Likevel benyttes BIM i mindre grad i produksjon. Det er ifølge Moum (gjengitt etter Seehusen, 2008) forventninger til at BIM vil føre til et paradigmeskifte, men det gjenstår mye arbeid før det kan fungere knirkefritt. Selv om verken teknikk eller prosesser er ferdig utviklet, er utviklingen kommet tilstrekkelig langt til at det kan tas i bruk på noen områder.

Veidekke Entreprenør ønsker et større fokus på BIM i produksjon, og denne masteroppgaven skal se nærmere på hvordan BIM kan brukes i produksjonsfasen og hvilke muligheter og barrierer som finnes, og hva som er status på utviklingen globalt. Oppgaven skal også kartlegge erfaringene med bruk av BIM i produksjon i Veidekke Entreprenør, og se på om dette samsvarer med mulighetene og barrierene som avdekkes i litteraturen.

Hvilke årsaker som ligger til grunn for at BIM benyttes i mindre grad i produksjon skal også kartlegges. Bjørnar Gullbrekken (samtale 19.11.2012) hos Veidekke Entreprenør Trondheim antyder at en konservativ byggebransje kan være en årsak. Dette fremheves også av Fischer (Seehusen, 2013), som påpeker at BIM knapt noen gang har vært i full bruk fra A til Å i et prosjekt. I tillegg til å se på årsaker skal oppgaven finne forslag til løsninger og veier videre for Veidekke Entreprenør og resten av byggebransjen.

Oppgaven skal omfatte følgende forskningsspørsmål:

1.2.1 Forskningsspørsmål

- Hva er BIM? Gi en kort beskrivelse av hva BIM er, hvordan det tradisjonelt benyttes og hvordan utviklingen har vært.
- Hvordan kan BIM brukes i produksjonsfasen, og hvilke erfaringer, muligheter og barrierer finnes?
- Hva er status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt? Se på eksisterende forskning.
- Finne drivere til at BIM kan bedre utnyttes i produksjonsfasen.

1.3 Project Overview Statement

V6.6

Problembeskrivelse

BIM i produksjon har stort potensial, og Veidekke Entreprenør satser på en produksjonsfokuset utvikling av BIM. Utviklingen i bransjen ser likevel ut til å gå relativt sent, selv om man kan spare penger ved å bruke BIM.

Prosjektets hovedmål

Prosjektet har fire hovedmål:

- H1. Beskrive hva BIM er og hva det brukes til*
- H2. Kartlegge hvilke erfaringer, muligheter og barrierer som finnes i forhold til bruk av BIM i produksjon*
- H3. Finne status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt*
- H4. Finne drivere til at BIM kan bedre utnyttes i produksjonsfasen*

Delmål

For å svare på hovedmålene har oppgaven følgende delmål:

- D1. Litteraturstudium for å kartlegge muligheter og barrierer ved bruk av BIM i produksjon*
- D2. Finne status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt ved å se på eksisterende forskning*
- D3. Innhente informasjon og erfaringer om BIM i produksjon fra bransjen*
- D4. Studere informasjon fra bransjen opp mot funn i litteratur*
- D5. Sammenstille informasjonen til en rapport*

Suksesskriterier

- Oppgaven får karakteren A
- Fremdriftsplanen blir overholdt

Forutsetninger, risiko, hindringer

- Tilstrekkelig tilgang på informasjon: representanter for Veidekke Entreprenør må ha mulighet til å svare på spørsmål
- Oppgaven har gode mål (SMART – spesifisert, målbart, akseptert, realistisk, tidsbegrenset)
- Uforutsette hendelser
- Begrenset litteratur om BIM i produksjon

2 Metodebeskrivelse

V6.7

Her beskrives kort metodene som skal benyttes for å svare på oppgavens fire hovedmål. Det skal gjennomføres et litteraturstudium for å få bakgrunnsinformasjon om temaet, men hovedvekten av arbeidet skal legges på forskning og empiri gjennom intervjuer og spørreundersøkelse.

H1: For å beskrive hva BIM er og hva det brukes til skal det gjennomføres et litteraturstudium.

H2: For å kartlegge erfaringer, muligheter og barrierer som finnes i forhold til bruk av BIM i produksjon i bransjen skal det gjennomføres et litteraturstudium og en spørreundersøkelse. Bransjen er i oppgaven begrenset til å omfatte Veidekke Entreprenør. Det skal gjennomføres noen få dybdeintervjuer med ressurspersoner innen BIM i Veidekke før spørreundersøkelsen utformes, for å få en indikasjon på hvilke spørsmål og tema undersøkelsen bør omfatte. Deretter skal en spørreundersøkelse utarbeides ved hjelp av den nettbaserte tjenesten LimeSurvey. Undersøkelsen skal sendes ut til aktuelle personer i Veidekke Entreprenør, eventuelt også i Sverige og Danmark. For å få flest mulig respondenter bør undersøkelsen sendes ut av en person i Veidekke Entreprenør.

H3: Status på utviklingen innen BIM i produksjon globalt skal kartlegges ved hjelp av litteraturstudium av eksisterende forskning, og eventuelt kontakt med ressurspersoner innen temaet.

H4: Drivere til at BIM kan bedre utnyttes i produksjonsfasen skal identifiseres gjennom intervjuer og spørreundersøkelsen som nevnt over.

Resultatene fra intervjuer og spørreundersøkelsen skal til slutt analyseres og vurderes opp mot litteraturstudiet, og danne grunnlag for diskusjon og konklusjon på oppgaven.

En WBS (Work Breakdown Structure) for prosjektet er utarbeidet. WBS-en består av flere arbeidspakker som beskriver prosjektets aktiviteter, og basert på denne er en fremdriftsplan for prosjektet utarbeidet. Denne skal følges så godt det lar seg gjøre, men kan revideres underveis. Det kan også bli aktuelt å revidere problemstillingen.

3 WBS

V6.8

Det er utarbeidet en enkel WBS for prosjektet, se vedlegg 1.

4 Tidsplan

En tidsplan for prosjektet er utarbeidet, se vedlegg 2. Arbeidet er delt inn i hovedfasene **forberedelse, hovedarbeid** og **slutføring**, og skal foregå i tidsrommet mellom 14. januar og 10. juni 2013. I fasene hovedarbeid og slutføring er det lagt inn tidsmarginer i form av ”diverse gjenstående arbeid”, som skal fange opp forsinkelser i arbeidet grunnet sykdom, ferie etc. Påsken er ikke spesielt tatt hensyn til i tidsplanen.

5 Referanser

5.1 Litteraturliste

buildingSMART. (2012). *The BIM Evolution Continues with OPEN BIM*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.org/about-us/buildingsmart-international/OPEN%20BIM%20ExCom%20Agreed%20Description%2020120131.pdf> (lest 04.02.13).

buildingSMART. (u.d.). *buildingSMART*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/buildingsmart> (lest 05.02.13).

Haaland, S. M. (2012). *Effektiv bruk av BIM i byggebransjen*. Masteroppgave. Trondheim: NTNU, Institutt for bygg, anlegg og transport.

Seehusen, J. (2008). *BIM krever disiplin*: Teknisk Ukeblad. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/nyheter/2008/12/15/-bim-krever-disiplin> (lest 05.02.2013).

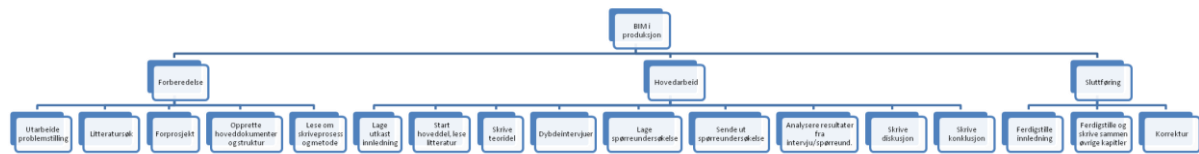
Seehusen, J. (2013). Byggeprisen kan mer enn halveres. *Teknisk Ukeblad*, 160 (04): 14-15.

Statsbygg. (u.d.-a). *BIM - En kortfattet innføring*. Tilgjengelig fra: <http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/BIM-En-kortfattet-innforing/> (lest 05.02.13).

Statsbygg. (u.d.-b). *Bruk og nytteverdi av BIM*. Tilgjengelig fra: <http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/Bruk-og-nytteverdi-av-BIM/> (lest 05.02.13).

5.2 Personlig kommunikasjon

Gullbrekken, Bjørnar. Prosjekteringsleder, Veidekke Entreprenør (samtale 19.11.2012)



WBS forstørret (leses fra venstre mot høyre i figuren):

