

HØGSKOLEN I OSLO  
OG AKERSHUS

**Institutt for Bygg- og energiteknikk**  
Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo  
Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

GRUPPE NR. 5

TILGJENGELIGHET  
Åpen

Telefon: 67 23 50 00  
www.hioa.no

# BACHELOROPPGAVE

BACHELOROPPGAVENS TITTEL Bruk av BIM til armeringsarbeider på byggeplass  Use of BIM for onsite reinforcement works	DATO 26.mai.2015  ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG 60 / 4
FORFATTER Torstein V. Gunnarsen, Samuel A. Embaye, Javad Kazemi & Hemen Nori	VEILEDER Christoph Merschbrock

UTFØRT I SAMMARBEID MED EDR & MEDESO AS	KONTAKTPERSON Marcus Rodriguez
--	-----------------------------------

## SAMMENDRAG

Denne rapporten har som hovedfokus å undersøke bruken av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) til armeringsarbeider. Vår problemstilling i denne oppgaven er som følger: *Hvordan blir BIM oppfattet av aktørene som er involvert i armeringsprosessen på byggeplass, og hva kan gjøres for å forbedre denne prosessen, og øke bruken av BIM?*

Til dette formålet har vi valgt ut et byggeprosjekt der vi har utført en casestudie, Oslo Lufthavn T2-prosjektet. I forbindelse med dette prosjektet har vi utført kvalitative intervjuer av aktører involvert i en armeringsprosess der BIM har blitt benyttet til å bygge etter. Vi har benyttet Technology acceptance Model for å strukturere våre intervjuguider og våre funn.

Det kom frem at aktørene syntes at BIM var nyttig til deres arbeid, og at systemet var brukervennlig, og kunne implementeres på en måte som ikke krevde en alt for stor del med opplæring for jernbinderne. Aktørene ønsket også å bruke BIM fremover, og det er prosjekter planlagt i fremtiden som skal gjøre akkurat dette. Undersøkelsen vår viste at systemet som de fikk utdelt var tilstrekkelig for å kunne armere etter, og at store endringer derfor ikke nødvendigvis var påkrevd.

Vi mener etter utførelsen av denne oppgaven, at motivasjon og kommunikasjon er viktige faktorer for en vellykket implementering av en ny metode som BIM.

3 STIKKORD
BIM
Armeringsprosessen
TAM



## FORORD

Denne oppgaven er utført ved Høgskolen i Oslo og Akershus vårsemesteret 2015. Oppgaven er utført som et avsluttende arbeid for bachelorstudium i Ingeniørfag – bygg. Oppgaven er skrevet i samarbeid med vår eksterne veileder EDR & MEDESØ AS. Oppgaven ble valgt på grunn av våre tidligere erfaringer med armeringstegninger, vår forkjærlighet for BIM og på grunn av at denne oppgaven ble foreslått av vår eksterne veileder. Oppgavens målgruppe er vår eksterne veileder, samt medstudenter som ønsker å lære mer om BIM og BIM til armeringsarbeider samt andre aktører i bransjen som er interesserte i problemstillingen vi utforsker.

Vi ønsker å takke vår interne veileder ved Høgskolen i Oslo og Akershus, Christoph Merschbrock for inspirasjon, gode ideer og positiv støtte. Vi ønsker også å takke Marcus Rodriguez i EDR & MEDESØ AS for at han la til rette for oppgave og for å sette oss i kontakt med aktører i byggebransjen. Vi ønsker til slutt å takke alle aktørene som takket ja til å bli intervjuet av oss, og som ved dette har vært til stor hjelp for oss i forbindelse med denne oppgaven.

Vi vil også takke Skanska, NCC, Rambøll og Celsa Steel Service for å ha tatt seg tid til å svare på vårt intervju og våre henvendelser, og gitt oss et dagsaktuelt innblikk i dagens BIM-situasjon.

Oslo, mai.2015

---

Torstein V. Gunnarsen (sign.)

---

Javad Kazemi (sign.)

---

Samuel A. Embaye (sign.)

---

Hemen Nori (sign.)

# INNHOLDFORTEGNELSE

FORORD.....	I
SAMMENDRAG .....	IV
ABSTRACT .....	V
DEFINISJONER .....	VI
FORKORTELSER .....	VI
FIGURER OG TABELLISTE .....	VII
1 INNLEDNING .....	1
1.1 BAKGRUNN .....	2
1.1.1 LITTERATURSTUDIE .....	3
1.2 AVGRENSNINGER OG MÅLGRUPPE .....	4
1.3 HENSIKT .....	5
1.4 PROBLEMSTILLING .....	5
2 TEORI .....	5
2.1 HVA ER BIM.....	5
2.2 BIM BEGREPET .....	5
2.2.1 PROSESS (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT).....	6
2.2.2 PRODUKTMODELL (BUILDING INFORMATION MODELL) .....	6
2.2.3 MODELLERING (BUILDING INFORMATION MODELLERING) .....	6
2.3 ÅPENBIM .....	6
2.3.1 IFC DATAMODELL .....	7
2.3.2 IFD DATAORDBOK.....	7
2.3.3 IDM PROSESS .....	8
2.4 BIM-PROGRAMVARE .....	8
2.4.1 TEKLA STRUCTURES .....	8
2.4.2 TEKLA BIMSIGHT .....	8
2.4.3 TEKLA FIELD3D.....	9
2.4.4 ANDRE BIM-PROGRAMMER .....	9
2.5 LAV PRODUKTIVITET I BYGGEBRANSJEN .....	9
2.6 BIM-SITUASJONEN I DAG OG FREMOVER .....	10
2.7 BIM I NORGE I DAG .....	12
2.8 FORDELER VED BRUK AV BIM.....	13
2.9 HINDRINGER OG UTFORDRINGER TIL IMPLEMENTERING AV BIM.....	13
2.9.1 KUNNSKAPSNIVÅ .....	13
2.9.2 TEKNOLOGIUTFORDRINGER .....	14
2.9.3 UKLAR ANSVARFORDELING MED BIM .....	14

2.9.4	TID OG ØKONOMI .....	14
2.9.5	EN STOR ANDEL MINDRE SELSKAPER.....	15
2.9.6	PARADIGMESKIFTE.....	15
2.9.7	INTEROPERABILITET .....	15
2.9.8	SAMARBEID .....	15
2.9.9	ETTERSPOELSE.....	15
2.10	PLASSTØPT ARMERINGSPROSESS.....	15
2.11	TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM).....	16
3	METODE .....	17
3.1	DRØFTING AV METODER.....	17
3.1.1	KVANTITATIVE METODER .....	17
3.1.2	KVALITATIVE METODER.....	17
3.1.3	INTERVJU .....	18
3.2	CASESTUDIE.....	18
3.2.1	OSLO LUFTHAVN T2-PROSJEKTET .....	18
3.2.2	VALG AV INTERVJUOBJEKTER, UTFØRELSE OG ETTERARBEID.....	21
3.2.3	INTERVJUER AV YTTERLIGERE AKTØRER I BRANSJEN.....	22
3.3	REFLEKSJON OG KVALITETSSIKRING.....	22
3.3.1	VALIDITET .....	22
3.3.2	RELIABILITET .....	22
3.3.3	KILDEKRITIKK.....	22
4	RESULTAT.....	23
4.1	OPPFATTET NYTTE.....	23
4.2	BRUKERVENNLIGHET .....	25
4.3	INTENSJON OM BRUK.....	28
4.4	REELL BRUK .....	29
5	DISKUSJON .....	33
6	KONKLUSJON.....	39
7	VEIEN VIDERE .....	42
	REFERANSER .....	43
	VEDLEGG .....	46
	VEDLEGG A – EKSEMPLER PÅ ANALYSERING AV DATA.....	A
	VEDLEGG B – INTERVJUGUIDE .....	D

## **SAMMENDRAG**

Denne rapporten har som hovedfokus å undersøke bruken av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) til armeringsarbeider. Vår problemstilling i denne oppgaven er som følger: *Hvordan blir BIM oppfattet av aktørene som er involvert i armeringsprosessen på byggeplass, og hva kan gjøres for å forbedre denne prosessen, og øke bruken av BIM?*

Til dette formålet har vi valgt ut et byggeprosjekt der vi har utført en casestudie, Oslo Lufthavn T2-prosjektet. I forbindelse med dette prosjektet har vi utført kvalitative intervjuer av aktører involvert i en armeringsprosess der BIM har blitt benyttet enten enkeltstående, eller som et supplement til tradisjonelle 2D-tegninger. Vi har benyttet Technology acceptance Model for å strukturere våre intervjuguider og våre funn. Vi fant i disse intervjuene ut hvordan aktørene oppfattet BIM når det gjelder nytthet, brukervennlighet, deres fremtidige intensjon om bruk, og deres faktiske bruk av BIM.

Det kom frem at aktørene syntes at BIM var nyttig til deres arbeid, og at systemet var brukervennlig og kunne implementeres på en måte som ikke krevde en alt for stor del med opplæring for jernbinderne. Aktørene ønsket også å bruke BIM fremover og det er prosjekter planlagt i fremtiden som skal gjøre akkurat dette. Undersøkelsen vår viste at systemet som de fikk utdelt var tilstrekkelig for å kunne armere etter, og at store endringer derfor ikke nødvendigvis var påkrevd.

Videre mener vi etter utførelsen av denne oppgaven, at motivasjon og kommunikasjon er viktige faktorer for en vellykket implementering av en ny metode som BIM. I tillegg til dette kom det frem at det finnes mangler ved dagens kontraktsformer når det gjelder BIM. Vi konkluderte med at det må utføres flere pilotprosjekter og at resultatene fra disse må dokumenteres slik at lærdom ervervet blir ført videre og for at andre aktører skal kunne se de dokumenterte effektene av BIM, og dermed få et insentiv til å implementere det selv.

## **ABSTRACT**

The main focus of this rapport is to examine the use of building information modeling (BIM) for reinforcement works. Our research question for this rapport is as follows: *How do the actors involved in on site reinforcement works perceive BIM, and what can be done to improve this process, and increase the use of BIM?*

To this end, we have chosen a construction project as the object of a case study, the Oslo Airport T2-project. In connection with this project, we have conducted qualitative interview with actors involved in a reinforcing process where BIM has been used either exclusively, or as a supplement to traditional 2D drawings. We have used the Technology Acceptance Model to give structure to our interview guide and to our findings. In these interviews, we found out how BIM is perceived when it comes to its usefulness, its ease of use and the actor's future use of BIM, as well as their actual use of BIM.

We discovered that the actors perceived BIM as useful for their work, that the BIM-system was user friendly, and that it could be implemented in a way, which would not demand too much training for the steel fixers. The actors also wished to use BIM in future projects and we found that there are projects in the planning stages that intends to use BIM in the future. Additionally we found that the system the workers were given was sufficient, and could be used as the basis for reinforcement works, and that big changes to the system therefore was not necessarily required.

Furthermore we found that motivation and communication are important factors for implementation of a new method like BIM. In addition, we found that the contract models are inadequate when it comes to BIM. We concluded that more pilot projects must be performed, and that the results from these must be documented so that the lessons acquired from these are of use in future projects, and so that the other actors can see the documented effects of BIM, and thus get an incentive for implementing BIM themselves.

## DEFINISJONER

Tabell A 1: Tabellen viser begreper og definisjoner.

Nr.	Begreper	Forklaring/ Definisjoner
01	BIM	En digital representasjon av fysiske og funksjonelle egenskaper av en konstruksjon. Kan ha flere betydninger: Prosess, modell modellering.
02	buildingSMART	En ikke-kommersiell og fagnøytral bedriftsorganisasjon for bygge- og eiendomsnæringen.
03	IDM	En standardisert prosess og leveranse spesifikasjon som beskriver aktører, prosedyrer og krav til leveranser i prosjekter.
04	IFD	En standard for terminologi databaser.
05	IFC	En datastandard som muliggjør deling av informasjon mellom prosjektmedlemmer og mellom forskjellige programmer datamodellen.
06	TAM	Å forklare og forstå menneskers holdninger og intensjoner når det gjelder deres innledende aksept av informasjonsteknologi.
07	Tekla BIMsight	Et verktøy for samarbeid og deling av data for alle som er involvert i bygg og anlegg, deriblant arkitekter.
08	Tekla Structure	Et Building Information Modeling (BIM) programvare utviklet av programvareselskapet Tekla.
09	åpenBIM	Handler om at bruk av ulike BIM-programvarer ikke skal hindre en i å samarbeide med hverandre. Handler om samarbeid mellom forskjellige aktører i et prosjekt gjennom BIM.

## FORKORTELSER

Tabell A 2: Tabellen viser forkortelser og betydninger.

Nr.	Forkortelser	Betydning
01	2D	To-dimensional tegning(x,y)
02	AEC	Architecture, engineering, and construction
03	BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
04	CAD	Computer Aided Design
05	IDM	Information Delivery Manual
06	IFC	Industry Foundation Class
07	IFD	International Framework for Dictionaries
08	IPD	Integrated Project Delivery
09	IS	Informasjonssystem
10	FDVU	Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling
11	OSL	Oslo Lufthavn AS
12	OSLT2	OSLO Lufthavn AS T2
13	TAM	Technology Acceptance Model
14	TRA	Theory of Reasoned Action
15	RIB	Rådgivende Ingeniør Bygg
16	åpenBIM	BIM basert på fritt tilgjengelige standarder.



## FIGURER OG TABELLISTE

Figur 1.1-1: Endringer i Harmon Hotell etter oppdaget feil i installasjon av armering, (Las Vegas Sun, 2009). Illustrasjon: Steve Marcus og Chris Morris.....	2
Figur 2.3-1: buildingSMART utvikler og vedlikeholder standarder for digitalisering av byggenæringen på åpne formater. Hentet fra (buildingSMART.no, 2014).....	7
Figur 2.3-2: Illustrasjon av buildingSMART data modell (IFC). Hentet fra (buildingSMART.no, 2014) .....	7
Figur 2.3-3: IFD får datamaskinene til å forstå hverandre. Inspirert fra (buildingSmart.no, 2015) .....	8
Figur 2.5-1: Indekser for produktivitet for byggebransjen og andre bransjer (ekskludert jordbruksbransjen) 1964- 2009. Hentet fra (BIM Handbook, 2011, s. 10).....	9
Figur 2.9.4-1: Produktivitet ved implementering av BIM, inspirert av (Oakley, 2012).....	14
Figur 2.11-1: Technology acceptance model, TAM (Davis et al., 1989).....	16
Figur 3.2.1-1: Illustrasjon av Oslo Lufthavn T2-prosjektet, synsretning mot sør. Hentet fra (Avinor.no, 2012). .....	19
Figur 3.2.1-2: 3D-modell av Pir Nord på T2-prosjektet, synsretning mot sør. Hentet fra (Avinor.no, 2014).....	19
Figur 3.2.1-3: BIM-armering i T2-prosjektet. Hentet fra (Team_T AS, 2014a, s. 7).....	20
Figur 3.2.1-4: Detalj BIM-armering i T2-prosjektet. Hentet fra (Team_T AS, 2014b, s. 8).....	20
Figur 3.2.1-5: Kartlegging av aktørene fra pilotprosjektene. ....	20
Tabell A 1: Tabellen viser begreper og definisjoner. ....	VI
Tabell A 2: Tabellen viser forkortelser og betydninger. ....	VI
Tabell 1.1.1-1: Liste over litteraturstudie	3
Tabell 2.6-1: Bruk av BIM og bevissthet om BIM over tid. Hentet fra (National BIM Report, 2014, s. 12)	10
Tabell 2.6-2: Anslått bruk av BIM blant dem som er klar over BIM. Hentet fra (National BIM Report, 2014, s. 12)	11
Tabell 2.6-3: En spørreundersøkelse fra NBS hvor de undersøker: "Hvor sterkt er du enig eller uenig i følgende utsagn?". Hentet fra (National BIM Report, 2014, s.13)	11
Tabell 2.11-1: Begreper og teoretisk definisjoner av TAM	17
Tabell 3.2.1-1: Liste over aktørene med rolle og intervjumetode fra 2012 prosjektet.	21
Tabell 3.2.1-2: Liste over aktørene med rolle og intervjumetode fra 2013 prosjektet.	21



# 1 INNLEDNING

I mange år har BIM vært en viktig del av byggebransjen. Det er mange som ser nyttheten ved bruk av BIM i deres byggeprosesser. Men likevel er det en lang vei til man bruker BIM fullt ut istedenfor de tradisjonelle metodene. Byggeprosesser er sekvenserte prosesser der de ulike delene av prosessen blir gjennomført av forskjellige aktører. Blant disse har man byggherren, arkitekter, rådgivende ingeniører, entreprenører og flere andre aktører som er involvert i en byggeprosess, som er uavhengige, men samtidig avhengig av informasjon fra hverandre. Tidligere har BIM-programmene blitt brukt hovedsakelig til detaljering, men i det siste har det blitt et større fokus på informasjonsflyten mellom de ulike aktørene som tar del i byggeprosessen gjennom en felles BIM, en åpenBIM.

I dag blir BIM brukt som regel i de tidlige fasene i byggeprosessen. Modelleringen blir brukt for kalkulasjon, prisbud, kollisjons kontroll og flere andre oppgaver. Men når prosessen går mot produksjon faller BIM ofte bort, og det blir produsert 2D-tegninger isteden. Det er et stort potensial og tilgjengelighet til informasjon i en BIM modell som ikke blir utnyttet i dag. Vi er interesserte i å finne ut hva årsaken til dette kan være.

Et av områdene der BIM kan gjøre jobben enklere er i armeringsprosessen. Mange konsulent- og entreprenørselskaper benytter BIM programmene aktivt i sine prosjekter for dimensjonering, bestilling, og kollisjonskontroll for armering. Når det kommer til produksjonsfasen på byggeplass, er BIM-modeller lite til stede, og lite brukt. Det har vært utført flere forsøk på å øke bruken av BIM i denne fasen, slik at det blir økt effektivitet, reduserte kostnader og mindre tidsbruk. Et logisk mål framover er å erstatte tradisjonelle 2D-tegninger med en BIM-modell med nødvendig informasjon og 3D-visualisering, kort sagt en overgang fra tradisjonelle 2D-tegninger til BIM-modeller.

Vi skal i denne oppgaven se nærmere på produksjonsfasen for armeringsarbeider på byggeplass. Med bacheloroppgaven ønsker vi å bidra til en bedre forståelse av dagens bruk av BIM, forstå de aktuelle aktørenes synspunkter, og eventuelt bidra til å bedre tilbringe informasjonen i en BIM-modell ned på byggeplass i form av applikasjoner som kan benyttes på bærbare og stasjonære enheter. Vi ønsker også å finne ut hva som kan gjøres for å øke bruken av BIM. Det er flere fordeler med å utnytte potensialet som ligger i BIM fullt ut, og derfor skal vi undersøke hvordan dette kan gjøres. Oppgaven går ut på å analysere og finne svar på følgende spørsmål: For å svare på dette spørsmålet har vi utført flere intervjuer med ulike aktører i en case studie.

*Hvordan blir BIM oppfattet av aktørene som er involvert i armeringsprosessen på byggeplass, og hva kan gjøres for å forbedre denne prosessen, og øke bruken av BIM?*

Dette tilsvarer en undersøkelse av nyttheten av bruken av BIM slik det er oppfattet av aktørene involvert i to pilotprosjekter som har benyttet BIM til armeringsarbeider, og en undersøkelse av de mulighetene og utfordringene som finnes. Samtidig har vi også hatt møter med flere aktører for finne mer dagsaktuell, og relevant informasjon fra byggebransjen i Norge når det gjelder BIM.

## 1.1 BAKGRUNN

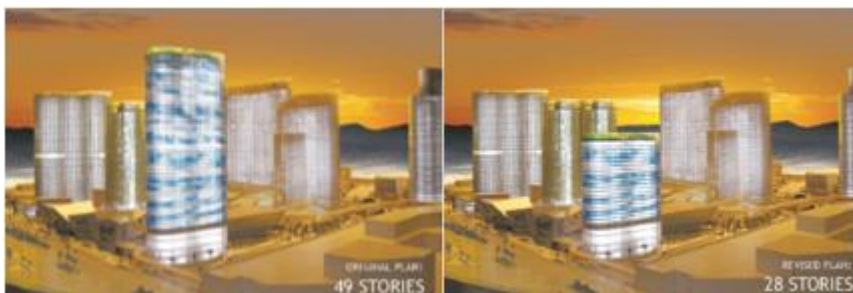
MacLeamy som er styreleder ved buildingSMART International sa følgende ved spørsmålet angående hvordan BIM kan forandre byggebransjen over de neste tiårene;

“I think there’s going to be a huge shake-out. Those who practice the old way are soon going to find themselves without work. Either change, get with the program or go out of business” (SmartMarket Report, 2012, s. 15).

Dette kan være litt urealistisk i dag, men snart kommer BIM-teknologien til å ta over byggebransjen for fullt. Etter at vi hadde hatt samtaler med vår eksterne veileder ble vi motivert til å skrive om BIM. Når vi studerte BIM, ble det åpenbart for oss at BIM i seg selv er et veldig bredt område. Det var derfor viktig for oss å fokusere på et mer begrenset område. Som nevnt tidligere er ikke BIM implementert fullt ut i alle delene av byggeprosessen i dag. Vi identifiserte en del av byggeprosessen der BIM ikke er i så mye brukt, og fant ut at bruk av BIM på byggeplass til armeringsarbeider var en av disse.

En utfordring med armeringprosessen er muligheten for at man kan installere armeringen på feil plass. Slike problemer burde helst oppdages før betongen støpes. Feil kan føre til forsinkelser og økte kostnader, og eventuelle kollapser av konstruksjoner. Dessuten kan produktiviteten bli dårligere og kvaliteten av prosjektet kan lide.

Et eksempel på et katastrofalt utfall forårsaket av feil ved armeringen er Harmon Hotell i Las Vegas som var den største privat finansierte hotellet USAs historie. (Way, 2011, s.1). Tårnet ble planlagt til å huse 400 hotellrom og ca. 207 Sameierboliger (74-269 m<sup>2</sup>) på 49 etasjer. Prosjektet begynte i 2007, og var forventet å være ferdig i 2009. Feilen ble oppdaget i 2008 etter at bygget allerede hadde blitt reist til 15 etasjer, og oppsto på grunn av feilinstallasjon av armering. Feilen førte til at bygningen måtte dimensjoneres på nytt, og antall etasjer redusert fra 49 til 28. Bygget endte til slutt med å måtte rives. Hovedfeilen var at armeringen ble feilplassert inni bjelker som overførte horisontal lastvirkninger til byggets skjærvegger. Dessuten stod armeringen i feil avstand mellom bøylekroker.



Figur 1.1-1: Endringer i Harmon Hotell etter oppdaget feil i installasjon av armering, (Las Vegas Sun, 2009). Illustrasjon: Steve Marcus og Chris Morris.

Entreprenøren klaget på at armeringstegningene kom for seint hver måned og inneholdt mange feil og utelatelser. Prosjektet ble forsinket til 2010 og i juni 2011 kom det en ny rapport som fastslo at bygningen sto i fare ved jordskjelv. Til slutt ble det bestemt at hele prosjektet skulle rives i 2015. (Illia, 2010)

Prosjektet var en del av et \$8,5 milliarder prosjekt for byens utviklingsprogram. I de første ni månedene tapte prosjektet \$1 milliard. Entreprenøren tapte \$490 millioner. Rivning av prosjektet forventes å koste \$11.5 millioner. Dessuten har alle aktørene og arbeiderne som skulle delta på dette prosjektet tapt økonomisk på grunn av stansen av prosjektet. Under prosjektet vil kostnader knyttet til revisjoner øke med tiden. Dette eksempelet viser at enkelte feil som oppdages sent i prosjektet kan føre til dramatiske kostnader. Dette er et praktisk eksempel som kanskje kunne ha vært unngått ved bruk av BIM, der visualisering kunne ført til en bedre forståelse tidligere. (Way, 2011, s.1-4)

De store problemene i dette prosjektet kan skyldes menneskelige feil, som har en bakgrunn i mangelfull kommunikasjon mellom aktørene. Slike feil kan reduseres ved en effektiv og betimelig kommunikasjon. For å gjøre dette må bransjen bevege seg fra en tradisjonell kommunikasjonsmetode til en metode basert på nettbasert kommunikasjon, og prosjektledelse-teknologi, ifølge (Becerik-Gerber, Pollalis, 2006, s. 1) ved Harvard University.

Etter at vi hadde fastslått at feillegging av armering er et stort problem, som er eksemplifisert av tilfellet ovenfor, ble det klart for oss at vi hadde lyst til å finne ut mer om BIM er nyttig på byggeplass, og hvordan dette kan erstatte tradisjonelle metoder i armeringsprosessen på byggeplass. Under hele prosessen har vi hatt en aktiv dialog med vår interne veileder, som ga en retning til våre ideer slik at dette kunne bli et prosjekt som kunne bidra med noe. Vi har undersøkt tidligere forskning og artikler der BIM og BIM på byggeplass blir diskutert.

### 1.1.1 LITTERATURSTUDIE

Som studenter har litteraturstudiet vært starten på prosjektet vårt, der vi først studerte generelt om BIM. Deretter så vi på tidligere forskning, og artikler som er relatert til vår problemstilling. Det var viktig for oss å studere den nyeste informasjon fra byggebransjen, siden BIM-teknologien, og bruk av den er i stadig utvikling. I denne sammenhengen har vi hatt møter med flere aktører fra bransjen, for å vite mer om dagens bruk av BIM på byggeplass i deres selskaper. Tabellen under viser et utvalg over litteraturen vi har studert i forkant av vår oppgaveskriving.

Tabell 1.1.1-1: Liste over litteraturstudie

Navn	Utgitt dato	Tema	Forfatter	Type
BIM Handbook (edition 2)	Mars 2011	BIM	Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston	Bok
A Research Review on Building Information Modeling in Construction—An Area Ripe for IS Research	Desember 2012	IS Research	Christoph Merschbrock, Bjørn Erik Munkvold.	Artikkel

Implementering av BIM i produksjonsprosessen	Mai 2012	BIM	Martin Lindbæck, Øyvind Johansen og Eirik H. Granli	Bacheloroppgave
Implementering av BIM i armeringsprosessen	Mai 2014	BIM	Jon Børresen, Pål Røe Larsen og Nikolai Evensen Sørbye	Bacheloroppgave
BIM i produksjon	Juni 2013	BIM	Lise Kjerringsvåg Grong	Masteroppgave

Det var nødvendig for oss å forstå hva BIM-programmene kan tilby i dag, og hvordan bruken av disse fungerer i praksis. Derfor har vi deltatt på kurs, og fått en innføring i bruken av programmene Tekla Structure, Tekla BIMsight og Field 3D. Disse programmene har blitt brukt i pilotprosjektene vi har undersøkt på T2-prosjektet på Oslo Lufthavn.

## 1.2 AVGRENSNINGER OG MÅLGRUPPE

I oppgaven har vi vært nødt til å avgrense vårt fokusområde. Et hovedprosjekt er beregnet etter en tidsramme på 500 timer/person. Avgrensingen har skjedd underveis som arbeidet i oppgaven har pågått, og har skjedd i dialog med interne- og eksterne veiledere.

Oppgavens målgruppe er flere aktører i byggeprosess, blant annet entreprenører, jernbindere og produsenter av programvare og armering. Oppgaven er også rettet mot studenter som har lyst til å lære mer om BIM generelt, og som også har en interesse i å lære mer om problematikken knyttet til implementeringen av BIM på byggeplass.

BIM er et stort og omfattende tema. BIM kan berøre alle de ulike delene av en byggeprosess. Med tanke på begrenset tiden og ressursene vi har til rådighet i denne bacheloroppgaven, vil det være vanskelig å skrive dyptgående om BIM i alle de forskjellige delene i byggeprosessen. En generell kunnskap om BIM er derimot nødvendig for å ha en solid kunnskapsbakgrunn når vi skal fokusere på ett område i byggeprosessen. Området vi har valgt å begrense oss til er bruk av BIM på byggeplass, med plasstøpt armeringsarbeid som hovedfokus. Vi valgte dette området fordi vi mener det er et stort potensial når det gjelder bruk av BIM til dette arbeidet. Vi har selv hatt erfaring med komplekse armeringstegninger fra tidligere i studiet, og mener derfor at en visualisering i 3D ved bruk av BIM-programvare vil være nyttig og nødvendig for byggebransjen. Samtidig var dette et ønsket tema fra vår eksterne veileder, EDR & MEDESOS AS som bidrar til utvikling av BIM-programvare, samtidig som de gir opplæring til aktører som bruker programmene.

Oppgaven har ingen strenge geografiske begrensninger. Det er likevel slik at vi har begrenset oss til Oslo-området på grunn av vårt valg av prosjekt, og den geografiske posisjonen til aktørene som er involvert i det prosjektet vi skal utdype oss i. Samtidig begrenser vår egen geografiske posisjon, og begrensede muligheter til å reise, vår evne til å se på prosjekter utenfor Oslo med omegn.

### **1.3 HENSIKT**

Produktiviteten i byggebransjen har stagnert de siste tiårene, og mange tror at dette kan forbedres ved en økt implementering av datateknologiske løsninger. BIM er den mest vesentlige av disse, og har hatt en økende popularitet og grad av implementering i AEC-bransjen i nyere tid. Hensikten med bacheloroppgaven vår er å undersøke implementeringen, og bruken av BIM-modeller for armeringsarbeider på byggeplass i dag.

Vi er interesserte i å bidra med noe positivt, og dermed å ha en mer original oppgave, noe som har betydning, og nytte for en del aktører i bransjen. Vi fant ut at bruk av BIM er godt i gang i flere deler av armeringsprosessen, men likevel ikke i alle deler, hovedsakelig på byggeplass. Vi brukte TAM-teori, siden det passet godt sammen med vår hensikt med oppgaven, nemlig å undersøke om BIM er til fordel for armeringsarbeiderne, hvordan det ble oppfattet, og utrede hva man trenger for å ha et effektivt verktøy basert på BIM. Hensikten var overordnet å bidra til en mer effektiv byggebransje når det gjelder tid, økonomi og kvalitet.

### **1.4 PROBLEMSTILLING**

Vi har i denne oppgaven lyst til å undersøke implementeringen, og bruken av BIM-modeller for armeringsarbeider på byggeplass, samt oppfattelsen aktørene i armeringsprosessen har av BIM. Vi har dermed formulert følgende problemstilling:

*Hvordan blir BIM oppfattet av aktørene som er involvert i armeringsprosessen på byggeplass, og hva kan gjøres for å forbedre denne prosessen, og øke bruken av BIM?*

## **2 TEORI**

Teoridelen består av to deler. En del som tar for seg generell informasjon om BIM. Denne delen er viktig for å få en forståelse for BIM, dagens bruk av BIM, og fordeler og utfordringer tilknyttet BIM. Den andre delen tar for seg en teoretisk modell ved navn Technology Acceptance Model som vi har strukturert oppgaven etter. TAM egner seg godt til å studere innledende aksept av informasjonsteknologi og er videre utdypet i et senere kapittel.

### **2.1 HVA ER BIM**

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) er en digital representasjon av fysiske og funksjonelle egenskaper av en konstruksjon. BIM er både en teknologi og en prosess som produserer, analyserer og kommuniserer bygningsmodeller. Disse bygningsmodellene er bygget opp av digitale komponenter (objekter). Disse objektene inneholder grafiske og informasjonsrelaterte egenskaper, i tillegg til informasjon relatert til design, konstruksjon, logistikk, vedlikehold, budsjetter, tidsplan og mer. (Building value og Branz, 2014, s.1)

### **2.2 BIM BEGREPET**

Begrepet BIM kan ha ulike betydninger, og brukes ofte litt upresist. BIM kan bety prosess, produktmodell og modellering.

### **2.2.1 PROSESS (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT)**

Byggeprosjekter er delt i ulike faser, og de er knyttet sammen til en helhet som et prosjekt der informasjonen overføres mellom de forskjellige fasene. Denne overføringen er hovedfokuset i BIM-prosessen, der informasjonsoverføring går gjennom BIM. Da er det viktig at BIM er gjenbrukbar, og at data ikke går tapt i overføringen. Alle aktører som er involvert i BIM-prosessen må sørge for å produsere informasjon som er mulig å overføre. Filen som overføres må inneholde all den relevante informasjonen, og mottakeren må kvalitetssikre informasjonen som blir mottatt. Dette er hovedessensen i en effektiv BIM-prosess. BIM-prosess kan være et hovedverktøy i en integrert-design prosess. BIM-prosesser åpner for nye muligheter, og klarer man å bruke BIM som en sentral del i byggeprosessen, kan det føre til bedre samhandling og resultater (Jæger, 2012, s.6).

### **2.2.2 PRODUKTMODELL (BUILDING INFORMATION MODELL)**

BIM som en digital modell av konstruksjonen er den mest brukte av begrepene. Det er en geometrisk 3D-modell med informasjon i tre dimensjoner. Dette kan være en modell til et spesielt fagfelt innen et byggeprosjekt, men det optimale er å ha en tverrfaglig modell der alle aktører deler sine modeller med nødvendige data i en samlet modell. Dette krever at aktører jobber i samme system eller produserer modellen i filformater som tillater overføring mellom programmene med minst mulig tap av data. IFC-fil er et eksempel på et slikt filformat. Egenskaper knyttet tid, kostnad, materialbruk i modellen vil bidra til å bygge gode hus med en effektiv prosess (Jæger, 2012, s.6).

### **2.2.3 MODELLERING (BUILDING INFORMATION MODELLERING)**

Modellering er prosessen som skaper bygningsinformasjonsmodellen. Modellering erstatter tegninger og dokumentasjoner i prosessen. Det er viktig å benytte et program som er tilpasset de tre formålene med BIM, slik at det blir mer effektivt for alle parter. Ulike fagfolk benytter en modell til ulike formål. Du har en som bruker modellen som modelleringsverktøy, en som bruker modellen for koordinering av byggeprosessen, og en som bruker modellen til prosesser relatert til produksjon. (Jæger, 2012, s.6)

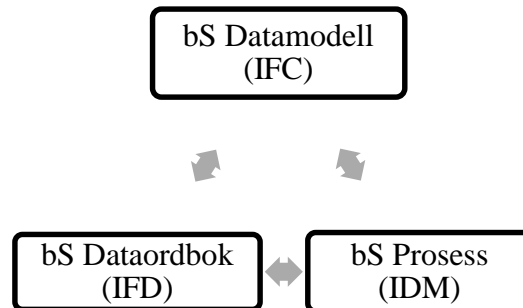
## **2.3 ÅPENBIM**

ÅpenBIM handler om at bruk av ulike BIM-programvarer ikke skal hindre en i å samarbeide med hverandre. Ved bruk av åpne filformater som IFC kan ulike BIM-programmer kommunisere med hverandre. Dette medfører at mange forskjellige programvarer er tilgjengelige, og at man ikke trenger å begrense seg til bare et fåtall. Dette gjør at man kan fortsette å bruke de programmene man liker å bruke, og potensielt spare penger i forhold til opplæring og lisenser. Dette gjør også at firmaer som bruker ulike programvarer lettere kan samarbeide, samt at ulike fag med tilsvarende predikament også kan overføre data mellom sine ulike programvarer.

Samarbeid mellom de forskjellige aktørene er også et viktig element i åpenBIM. Endring av en komponent i modellen medfører at alle visninger knyttet til komponenten også endrer seg. Dette medfører at alle visninger knyttet til komponenten vil vise den mest oppdaterte og nyeste informasjonen. Dette er viktig i forhold til at alle jobber på den samme modellen, og at man unngår å bruke utdaterte modeller. BuildingSMART sitt åpenBIM system bygger på tre



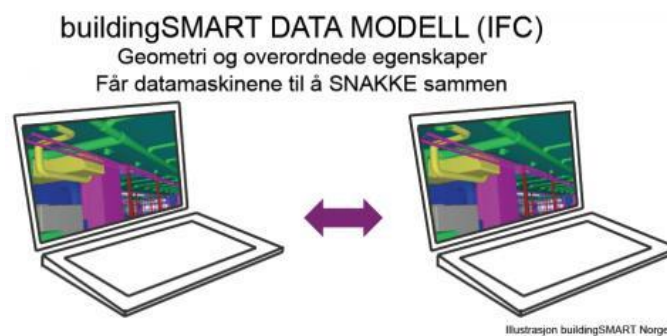
internasjonale standarder som består av Datamodellen (IFC), Dataordboken IFD (bsDD) og Prosessen (IDM) (buildingSMART internasjonal, 2014a), som skal sikre dataflyt i hele verdikjeden. Figuren under illustrerer disse tre hovedelementene som må foreligge for en mest mulig effektiv bruk av åpenBIM (buildingSMART Norge, 2014)



Figur 2.3-1: buildingSMART utvikler og vedlikeholder standarder for digitalisering av byggenæringen på åpne formater. Hentet fra (buildingSMART.no, 2014)

### 2.3.1 IFC DATAMODELL

Industry Foundation Class (IFC) er en datastandard som muliggjør deling av informasjon mellom prosjektmedlemmer, og mellom forskjellige programmer innenfor design, bygging, anskaffelser og vedlikeholdsarbeid. Informasjonen som kan deles mellom programmene er ikke begrenset av geometri, men inneholder også metadata relatert til andre aspekter ved konstruksjonen (Steel et al., 2012). IFC er viktig fordi forskjellige fagfolk i et prosjekt bruker mange forskjellige programmer, og det nødvendiggjør at disse programmene kan kommunisere seg imellom. Det er også viktig at man ikke mister for mye informasjon når man overfører filen sin til IFC-formatet. Dette kan være et problem i dag da viktig informasjon kan gå tapt i denne prosessen. (buildingSMART internasjonal, 2014b)



Figur 2.3-2: Illustrasjon av buildingSMART data modell (IFC). Hentet fra (buildingSMART.no, 2014)

### 2.3.2 IFD DATAORDBOK

International Framework for Dictionaries (IFD) er en standard for terminologi-databaser. Denne standarden muliggjør at alle modeller tolkes entydig av aktører og forhandlere. IFD databasen gjør kobling mellom en modell og databasen mulig. Fra databasen kan man hente prosjekt –og produktspesifikk informasjon. IFD-biblioteket tilbyr ifølge (IFD Library for buildingSMART internasjonal, 2014):

- Berikning av modellen som tilgjengeliggjør avanserte analyse-, simulasjons- og designkontroller i en tidlig fase.
- Muligheten til å generere en IFC-BIM for drift med lagring av produktspesifikke data.
- En metode for å koble til eksisterende kunnskapssystemer til en IFC-BIM.
- Flerspråklige- og oversettelsesegenskaper til informasjonen i en IFC-BIM



Figur 2.3-3: IFD får datamaskinene til å forstå hverandre. Inspirert fra (buildingSmart.no, 2015)

### 2.3.3 IDM PROSESS

“BuildingSMART Prosess (tidligere kalt IDM, Information Delivery Manual) er en standardisert prosess, og leveranse spesifisering som beskriver aktører, prosedyrer og krav til leveranser i prosjekter. Beskrivelsene er viktig for å få alle fag tilknyttet et prosjekt til å jobbe effektivt sammen. Standardiserte prosessbeskrivelser definerer ytelsene fra, og grensesnittet mellom fagene i prosjekter.” (buildingSMART Norge, 2015). Hovedpoenget ved bruk av åpenBIM er ifølge buildingSMART muligheten for gjenbruk av modellert materiale.

## 2.4 BIM-PROGRAMVARE

Nedenfor er det beskrevet ulike BIM-programvare som er aktuelle i dagens byggebransje. Vi har ikke gått i dybden på bruk av programvarene da dette ville blitt for spesifikt, og det ville trekke oss vekk fra vår egentlige problemstilling. Vi har rettet et spesielt fokus på Tekla sine produkter, da det er disse som er benyttet i pilotprosjektene vi forsker på.

### 2.4.1 TEKLA STRUCTURES

Tekla Structures er et bygningsinformasjonsmodellering-programvare utviklet av programvareselskapet Tekla. Tekla Structures egner seg for modellering av nøyaktige og detaljerte 3D-modeller av byggkonstruksjoner, uavhengig av kompleksitet og materialvalg. Programvaren inneholder på lik linje med mange andre BIM-programvarer, mange nyttige funksjoner, men tilbyr også funksjoner for stål- og betongkonstruksjoner. Tekla Structures støtter åpenBIM, der mange kan jobbe på samme modell, samtidig som de kan bruke den samme modellen gjennom hele byggeprosessen med tanke på prosjektering, detaljering, produksjon og bygging.

Tekla Structures kan brukes til en mer nøyaktig estimering, økt produktivitet og bestilling av armering. Programmet er utviklet i Finland, og ble i 2012 kjøpt opp av det amerikanske selskapet Trimble Navigation (Reuters, 2012).

### 2.4.2 TEKLA BIMSIGHT

Tekla BIMSight er et verktøy for samarbeid og deling av data for alle som er involvert i bygg og anlegg. Programvaren kombinerer flere modeller og filformater fra en rekke BIM-

programmer i ett prosjekt. Med Tekla BIMsight kan man for eksempel utføre kollisjonssjekker, håndtere endringer, godkjenne kommentarer, og fordele arbeidet i 3D ved å lagre kommunikasjonen med bilder og beskrivelser i modellen. Det er også mulig å måle avstander direkte i modellen for å verifisere designkrav og konstruksjonstoleranser.

### 2.4.3 TEKLA FIELD3D

Tekla Field3D er et 3D-samarbeidsverktøy for alle som er involvert i byggeprosessen. Tekla Field3D muliggjør en ny måte å bruke og samarbeide enkelt på BIM-modellene via smarttelefon eller nettbrett. Med Tekla Field3D kan en samarbeide med alle prosjektmedlemmer, inkludert de som ikke har tilgang til en stasjonær BIM-programvare, eller mangler dypere kunnskap om BIM.

Tekla Field3D gjør en i stand til å arbeide effektivt med åpne standard IFC-modeller. En kan kombinere IFC-modeller på bruker-enheten, slik at man kan vise og dele modellen med all den nødvendige bygningsinformasjonen.

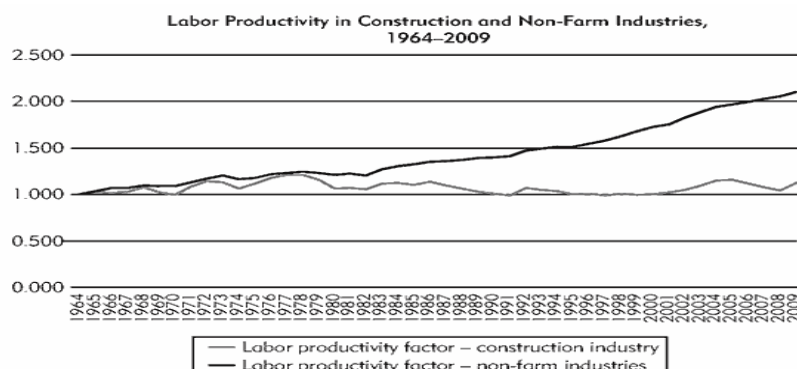
### 2.4.4 ANDRE BIM-PROGRAMMER

Vi har i vår oppgave valgt å fokusere på Teklas programmer, da det er disse som har blitt brukt i vår casestudie. Likevel er det viktig å erkjenne at det finnes mange andre programvarer på markedet som blir brukt, som vi ikke har skrevet om i en dypere grad.

Autodesk er en av de største aktørene på markedet, med mange ulike BIM-programmer. I forhold til vår oppgave kan det være spesielt relevant å nevne Autodesk BIM 360 Field, som er et program som i likhet med Tekla Field3D kan brukes på nettbrett på byggeplass.

## 2.5 LAV PRODUKTIVITET I BYGGEBRANSJEN

Det er viden kjent at byggebransjen har hatt en stagnasjon i produktivitet de siste årene, og har hatt en dårlig utvikling i produktivitet siden 1990-tallet. (Linstad, 2006, s.1). Det er også en utbredt oppfatning at produktiviteten i bransjen har vært avtagende de siste 10-15 årene (Langlo, J. A et al., 2013, s.2). Mange mener at en av grunnene til den svake produktiviteten er at AEC-bransjen tradisjonelt sett har vært trege med å implementere ny informasjonsteknologi som BIM.



Figur 2.5-1: Indekser for produktivitet for byggebransjen og andre bransjer (ekskludert jordbruksbransjen) 1964-2009. Hentet fra (BIM Handbook, 2011, s. 10)

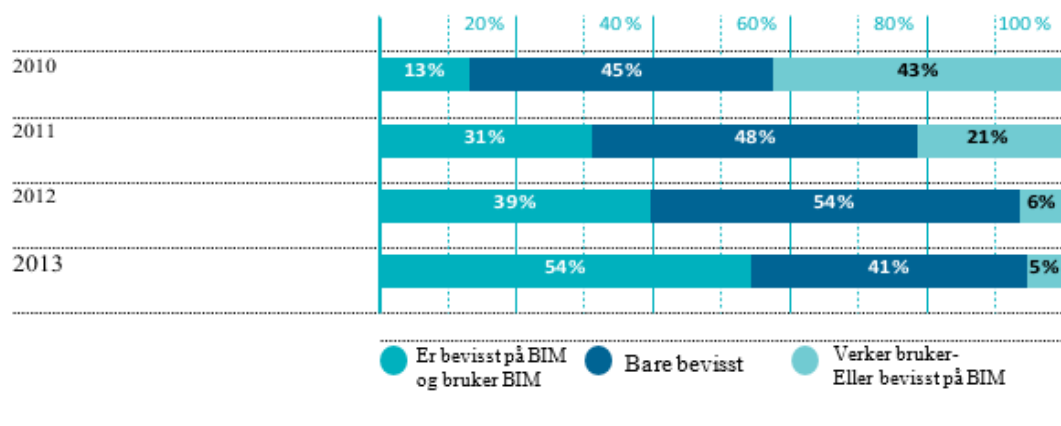
Økt produktivitet er en av de største nyttene assosiert ved bruk av BIM. Myndighetene i Storbritannia forventer at man vil kunne redusere kostnadene relatert til en konstruksjon gjennom hele dens livssyklus med 20-30 %, etter at alle infrastrukturprosjekter fra 2016 krever bruk av BIM (Building value og Branz, 2014, s.1). Håpet er at økende implementering av BIM i bransjen vil bedre produktiviteten

## 2.6 BIM-SITUASJONEN I DAG OG FREMOVER

Nedenfor er det skrevet om rapporter som omhandler bruken av BIM i USA og Storbritannia. Det var i løpet av vår litteraturstudie vanskelig å finne statistikk om bruken av BIM i Norge. Derfor har vi sett på statistikk utført i disse landene. Vi mener at Norge er ganske komparativ med disse landene, og rapportene kan derfor også være indikativ på hvor langt Norge har kommet med implementering av BIM.

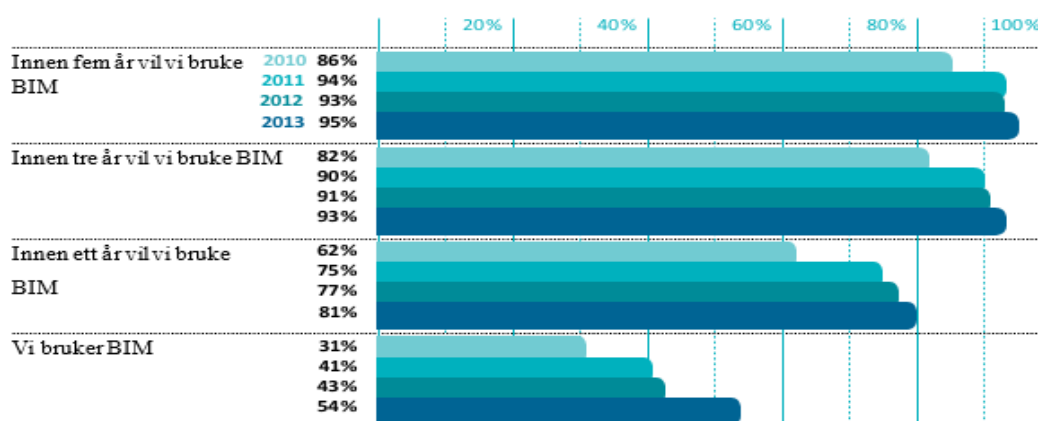
Forskning utført av McGraw-Hill Construction i 2012 viser at det er en rask økning i bruk av BIM blant arkitekter, ingeniører, entreprenører og eiere i Nord-Amerika. Andelen selskaper som bruker BIM var ved utførelsen av denne forskningen 71 %, som var en økning fra 49 % i 2009 (McGraw-Hill Construction, 2012). Resultater fra organisasjon National Building Specification (NBS) sin National BIM Report 2014 som undersøker bruken av BIM i Storbritannia, antyder at vi er på et vendepunkt. BIM beveger seg fra å være en nisjepraksis til å bli en implementert prosess i hele bransjen. I rapporten står det at 54 % brukte BIM i deres selskaper i 2013. Dette er en stor økning fra 2012 da bare 39 % gjorde det. Man ser også at bevisstheten rundt BIM har økt kraftig i løpet av de siste årene (NBS National BIM Report, 2014, s. 12-13).

Tabell 2.6-1: Bruk av BIM og bevissthet om BIM over tid. Hentet fra (National BIM Report, 2014, s. 12)



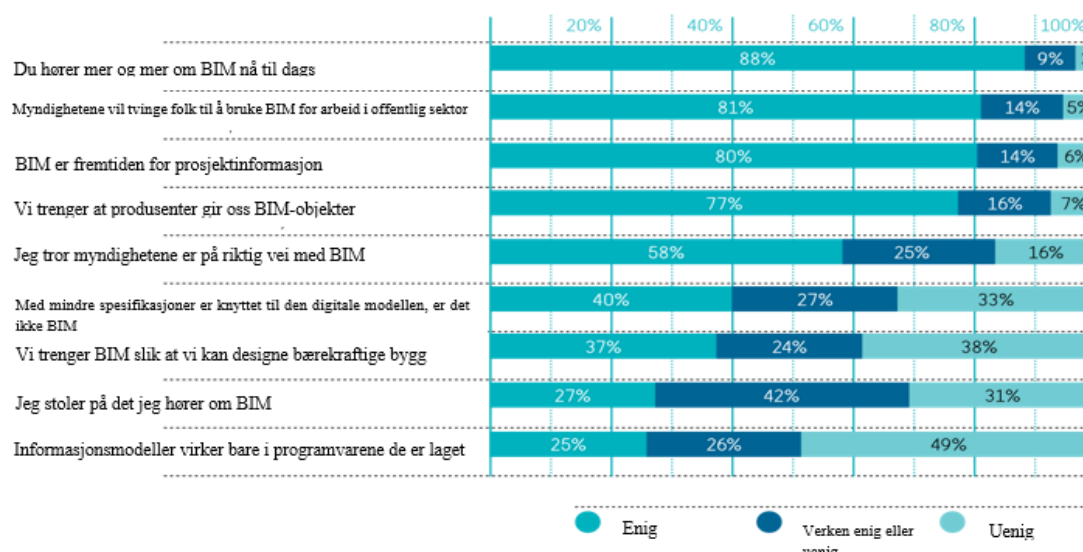
Det fremkommer også i rapporten at en stor andel blant de som vet om BIM, men ikke bruker det, har tanker om å bruke det i fremtiden.

Tabell 2.6-2: Anslått bruk av BIM blant dem som er klar over BIM. Hentet fra (National BIM Report, 2014, s. 12)



Et annet punkt som fremkommer i rapporten er at 80 % av respondentene er enige om at BIM er fremtiden for prosjektfinformasjon, og bare 6 % er uenige i dette. Det fremkommer også at BIM blir et større og større samtaleemne. Dette viser at BIM har fått et sterkt og økende fotfeste i byggebransjen.

Tabell 2.6-3: En spørreundersøkelse fra NBS hvor de undersøger: "Hvor sterkt er du enig eller uenig i følgende utsagn?". Hentet fra (National BIM Report, 2014, s.13)



Disse to rapportene rapporterer om bruken av BIM hos de forskjellige aktørene i byggebransjen generelt. De går ikke dyptgående på spesifikke områder som bruk til for eksempel armeringsarbeider. Slik statistikk er ikke lett tilgjengelig, og vi må derfor i teoridelen begrense oss til statistikk som ser på implementering av BIM generelt. Det fremkommer av litteraturen og statistikken vi har lest og sett på, at implementeringen av BIM er voksende. Det fremkommer også at BIM blir mer og mer akseptert av de forskjellige aktørene. Følgende sitater underbygger dette.

“Fremtiden til BIM er både spennende og utfordrende. Man håper at den økte bruken av BIM vil forbedre samarbeid, og redusere fragmenteringen i AEC-industrien, og til slutt føre til forbedret ytelse og reduserte prosjektkostnader.” (Azhar, 2011, s. 252)

“Slik fremgangen i BIM er nå, er det ikke veldig langt unna at BIM vil fullstendig erstatte CAD-systemer. Nå som markedet fortsetter å adoptere BIM som en standard, vil bruken av BIM blomstre. Nye framskritt i teknologi vil tillate brukerne til og øyeblikkelig bruke BIM til å kommunisere og til å gjøre raske avgjørelser.” (Azhar, et al., 2012, s. 25-26)

## **2.7 BIM I NORGE I DAG**

Det har vært vanskelig å finne litteratur som omhandler BIM-situasjonen i Norge i dag. Det har derimot vært viktig for denne oppgaven å ha oppdatert informasjon om bruk av BIM. I denne sammenhengen har vi hatt flere møter med store bygg- og anleggsselskaper i Norge. Målet med intervjuene var å få innsikt i hvordan selskapene jobber med BIM, se hvordan utviklingen er, og få vite hva målene deres er i fremtiden. Hovedfokuset i møtene var bruk av BIM på byggeplass. Aktørene vi hadde møter med var BIM-ledere og BIM-teknikere i utviklingsavdelingene i selskaper som Skanska, NCC og Rambøll.

Alle aktørene var enige i at BIM var nyttig på byggeplass, og de viste interesse i oppgaven vår. Flere av disse hadde planer om å ha pilotprosjekter, der de skulle forske videre på muligheter for å tilbringe BIM på byggeplass. Skanska hadde utført et slikt pilotprosjekt i et rehabiliteringsprosjekt der arbeiderne fikk vite den nødvendige informasjonen gjennom BIM på stasjonære PC-er. Vi fikk vite at NCC bruker blant annet en programvare ved navn Dalux Field, som de brukte til kontroll etter bygging. Både organisasjonen og fremdriften er knyttet til programmet, slik at oppdagede feil kan merkes gjennom programmet.

Flere av aktørene hadde pilotprosjekter i planene som skulle forske på BIM til armeringsarbeider, men de var i prosjekteringsfasen. Det var derfor ikke aktuelt for oss å gå dypere på disse prosjektene når vi skrev oppgaven vår. Intervjuene våre med entreprenører viste oss at flere aktører er i gang med å satse mer på BIM på byggeplass i Norge, og at de således er klar over at BIM kan medføre gevinster.

Statsbygg, som den største byggherren i Norge, har utviklet en BIM-manual der det tas hensyn til og settes krav til bruk av BIM i prosjektene sine. Når det gjelder bruk av BIM under bygging, skriver de:

“Statsbygg har i øyeblikket begrenset erfaring med bruk av BIM under bygging. Statsbyggs krav er hovedsakelig relevante under prosjektering – og ved prosjektavslutning. I byggefasen står entreprenøren i prinsippet fritt til å bruke BIM-en som han velger, med mindre spesifikke krav (analyser osv.) er fastsatt i prosjektet” (Statsbyggs BIM-manual, 2013, s. 56)

Overnevnte sitat viser at det er fortsatt en god del arbeid igjen å gjøre når det gjelder å kunne sette krav til BIM på byggeplass.

## **2.8 FORDELER VED BRUK AV BIM**

BIM har ifølge (Grong, 2013, s. 22) følgende bruksområder i produksjonsfasen:

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

Ifølge Oslo Lufthavn AS (Krav til BIM - Bilag D9, 2011, s. 4) kan følgende fordeler ved BIM listes ved bruk ved gjennomføring av Oslo Lufthavn T2-prosjektet:

- Forenkle dataflyt og tilgjengeliggjøring av informasjon
- Gi oversikt og tilgjengelighet til rom- og byggeprogram
- Visualisering av alternative løsninger i innledende prosjekteringsfaser, og ved endringer i byggefasen.
- Underlag for kostnadsestimater og kalkyler
- Forenkle samhandling, og gi godt grunnlag for beslutninger mellom byggherre, prosjekterende og utførende
- Identifisere tekniske konflikter og fysiske grensesnitt i byggeprosessen
- Forenkle koordinering av byggeprosesser med tanke på rekkefølge
- Færre feil på byggeplass
- Gi større muligheter for prefab-løsninger
- Gi godt grunnlag for FDVU i bygget-/anleggets levetid

For armeringsarbeider vil visualiseringsbiten være en av de mest vesentlige fordelene for jernbindere. Samtidig vil bruk av ett mindre antall modeller være en enklere løsning enn tusenvis av 2D-tegninger for jernbinderne.

## **2.9 HINDRINGER OG UTFORDRINGER TIL IMPLEMENTERING AV BIM**

BIM står foran flere barrierer og utfordringer som må løses for at implementeringen skal bli enda mer vellykket og utbredt. I følgende underkapitler nevnes mulige utfordringer.

### **2.9.1 KUNNSKAPSNIVÅ**

Det er få aktører i byggebransjen som virkelig kan BIM. Dette kan føre til kommunikasjonsproblemer. Det er problematisk at ulike aktører har forskjellige synspunkter på hva BIM innebærer. Det er også et problem at mange aktører har forskjellige grader av

kompetanse når det gjelder bruk av BIM. Mindre aktører er de som har de største problemene når det gjelder å henge med, og implementere BIM. Det er også mange som ikke ønsker å lære seg BIM, da de mener at tradisjonelle metoder er tilstrekkelige, og derfor ikke ønsker å bruke tiden og pengene som må til for å implementere BIM. (Grong, 2013, s. 30).

### 2.9.2 TEKNOLOGIUTFORDRINGER

Bruk av BIM innebærer også teknologiske utfordringer. Selskapene har investert mye tid til å lære CAD og det å akseptere at man må kaste vekk dette, og lære seg en helt ny prosess er vanskelig å akseptere for mange. Det er gjort erfaringer om at IFC-formatene ikke alltid er tilfredsstillende, siden informasjon og elementer kan forsvinne i overgangen mellom ulike formater. (Grong, 2013, s. 30).

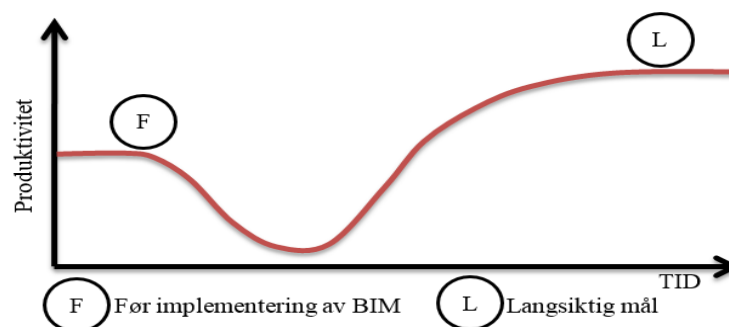
### 2.9.3 UKLAR ANSVARFORDELING MED BIM

Som tidligere nevnt er byggeprosessen veldig sekvensert med mange forskjellige aktører, og dette fører til at ansvarsfordeling blir løst gjennom ulike kontrakter. Ulike kontraktsformer har blitt utviklet over tid i bransjen, men man har ennå ikke kommet helt i mål når det gjelder kontraktsformer knyttet opp mot BIM. I det siste har Integrated Project Delivery (IPD) prosessen vært omtalt som den mest optimale prosessen for å kunne utnytte BIM fullt ut. Dette innebærer samarbeid mellom alle aktører deriblant byggherre, prosjekterende, entreprenør og andre aktører helt fra starten av prosjekt til slutt, der de deler visjon, mål og informasjon med hverandre gjennom hele byggeprosessen. Når alle aktørene samarbeider og legger til informasjon til den samme modellen, kan dette gjøre at ansvarsspørsmål kan være litt uklare. (Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K., 2011, s. 9).

### 2.9.4 TID OG ØKONOMI

Tid og økonomi er begrensende faktorer når det gjelder implementering av BIM. Mange mener at implementering av BIM er for kostbart og tar for lang tid. (Grong, 2013, s. 31) Det er forventet at en implementering av BIM vil føre til et tap av produktivitet innledningsvis etterfulgt av jevn stigning etter dette. Man kan altså ikke forvente en øyeblikkelig fortjeneste ved bruk av BIM, og dette kan være en avskrekkende faktor for mange.

Grafen under (Oakley, 2012) viser at man vil oppleve en dupp i produktivitet innledningsvis når man implementer BIM, som forhåpentligvis er etterfulgt av en vekst. Det kan tenkes at ikke alle selskaper overlever den innledende duppen i produktivitet, eller at selskaper vegrer seg for å implementere BIM på grunn av denne duppen.



Figur 2.9.4-1: Produktivitet ved implementering av BIM, inspirert av (Oakley, 2012).



### **2.9.5 EN STOR ANDEL MINDRE SELSKAPER**

En stor andel av selskapene i AEC-industrien er små selskaper som består av mindre enn fem personer. Det kan være vanskelig for selskaper av denne størrelsen å investere i ny teknologi som BIM. (Eastman et al., 2011, s. 12)

### **2.9.6 PARADIGMESKIFTE**

En god og fullstendig implementering av BIM krever endringer i nesten alle aspekter ved et firma. Man kan ikke bare kjøpe en programvare og fortsette å jobbe på den samme måten. I tillegg til at byggeprosessen må utføres på en ny måte, krever implementering en forståelse for BIM-teknologi, prosesser relatert til BIM, samt en plan for implementering. (Grong, 2013, s. 31)

### **2.9.7 INTEROPERABILITET**

Mange ulike programmer brukes, og det kan være en utfordring å få disse til kunne utveksle informasjon mellom seg. IFC er en løsning på dette, men det har oppstått utfordringer ved bruk av denne, som eksempelvis tap av informasjon ved overføringen. (Grong, 2013, s. 31)

### **2.9.8 SAMARBEID**

En effektiv implementering av BIM stiller store krav til samarbeid, og det kan være en utfordring å danne effektive team. Det er i denne sammenheng viktig for de ulike aktørene å bestemme gode metoder for å dele informasjon innad i prosjektet. En annen utfordring er som nevnt tidligere interoperabiliteten mellom ulike programvare. IFC kan løse dette ganske godt, men kan medføre noen ulemper som tap av informasjon. (Grong, 2013, s. 31)

### **2.9.9 ETTERSPORSEL**

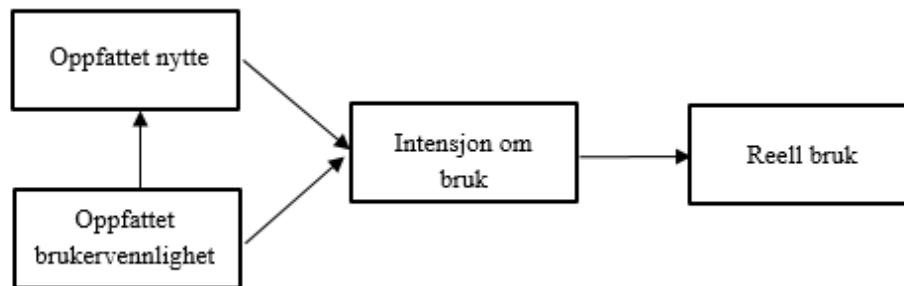
Etterspørsel etter bruk av BIM er svært viktig for å få en større grad av implementering. Manglende krav i forhold til lovverk og fra kunder er en av hovedårsakene til den manglende etterspørselen. (Grong, 2013, s. 32)

## **2.10 PLASSTØPT ARMERINGSPROSESS**

På slutten av det 19. århundret fant ingeniører ut hvordan betongens svakhet kunne styrkes med armering. Betong er et konstruksjonsmateriale med sprø egenskaper og lav strekkfasthet. Armeringen kompenserer dermed for betongens svakheter ved å tilføre det sammensatte materiale strekkfasthet. Armeringsprosessen begynner med at RIB dimensjonerer konstruksjoner etter gjeldende lovverk. Etter at RIB har dimensjonert med riktig mengde, plassering og type armering modelleres det i BIM eller blir tegnet etter tradisjonelle metoder, eksporteres den nødvendige armeringsinformasjonen til bøyelister. Tegninger eller en BIM-modell, og bøyelister blir så sent videre til entreprenører. Entreprenører benytter seg av enten BIM eller tradisjonelle tegninger til å utføre arbeidet på byggeplass. Kjerneaktivitetene når det gjelder armeringsarbeider på byggeplass består av prosesser tilhørende leveranse av armering, oppsett av forskaling, legging av armering og støp av betong. Jernbindernes jobb er å binde sammen armeringen og montere den i forskalingen. I tillegg til legging av armering er det nødvendig å utføre en kontroll, etter gjeldene regelverk (NS3420), av det som er bygget. Det finnes tre kontrollklasser; Utvidet kontroll, normal kontroll og begrenset kontroll (Juliebø, 1997, s.71).

## 2.11 TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM)

Flere forskere har utarbeidet ulike modeller for aksept av informasjonsteknologi med utgangspunktet i TRA modellen. Det mest kjente modellen som gir forklaring på teknologiaksept er «Technology Acceptance Model» (TAM) som er utarbeidet av (Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R., 1989). Hensikten med TAM er å forklare og forstå menneskers holdninger og intensjoner når det gjelder deres innledende aksept og bruk av informasjonsteknologi.



Figur 2.11-1: Technology acceptance model, TAM (Davis et al., 1989).

TAM bidrar til å forklare hvilke faktorer som legges til grunn for at teknologi i størst mulig grad kan aksepteres. TAM bygger på to variabler: opplevd brukervennlighet og opplevd nytteverdi som kan være med å belyse brukerens aksept eller avslag av et informasjonssystem (IS), og det er TAMs modellens viktigste bidrag.

Theory of Reasoned Action (TRA) (Fishbein & Ajzen, 1975) kommer fra den sosialpsykologiske forskningsstradisjonen. TRA forskningsmodellen bidrar til å forklare personers valg og aksept på et generelt nivå. Teorien går ut på at en persons adferd er bestemt av hans intensjon om å utføre adferden, og hans intensjon er påvirket både av subjektive normer og individuelle holdninger. Denne modellen har vært brukt i ulike prosjekter til ulike formål der det er behov for presise prognoser angående menneskelig beslutningstaking og personlige valg mellom ulike alternativer. I vårt tilfelle kan vi benytte oss av TAM-modellen for å forstå nyttigheten og brukervennligheten av BIM til armeringsarbeider, og hva som kan gjøres for å bedre BIM-systemet, og hva som kan gjøres i bransjen for å øke bruken.

Vi benytter TAM fordi det er en godt egnet, og mye brukt metode for å finne ut i hvilken grad en informasjonsteknologi som BIM er akseptert og brukt, og hvilke faktorer som påvirker bruken og aksepten av systemet. Dette passer godt med vår oppgave da BIM er et informasjonssystem som er nytt for jernbinderne på byggeplassen. Vi har lyst til å forklare og forstå jernbindernes holdninger og intensjoner når det gjelder innledende aksept av BIM, samt finne ut hva de mener som skal til for å forbedre teknologien og prosessen, for dermed å øke bruken.

Tabell 2.11-1 forklarer begreper i TAM og teoretisk definisjoner med hensyn til vår problemstilling.

Tabell 2.11-1: Begreper og teoretisk definisjoner av TAM

Begrep i TAM	Teoretisk definisjon
<b>Oppfattet nytte</b>	I hvor stor grad brukeren opplever at bruk av BIM øker den jobberelaterte ytelsen. Hva brukeren synes er nyttig med BIM. Brukerens subjektive oppfatning.
<b>Oppfattet brukervennlighet</b>	I hvor stor grad brukeren opplever BIM som enkelt å bruke, og samsvarer med forventningene. Hva brukeren mener at kreves for at BIM skal være brukervennlig. Brukerens subjektive oppfatning.
<b>Intensjon om bruk</b>	En konsekvens av oppfattet nytteverdi og holdning til bruk av BIM. Brukerens intensjon om bruk av BIM i fremtiden.
<b>Reell bruk</b>	Brukerens virkelige bruk av BIM, noe som kan måles for eksempel økonomiske fordeler eller tidsbesparelser eller økt kvalitet på ferdig produkt. Vi er i dette punktet også interessert i å få vite om aktørene har noe ideer rundt hvordan man kan forbedre BIM-en som de fikk utlevert.

### 3 METODE

#### 3.1 DRØFTING AV METODER

Vilhelm Aubert i Hellevik definerer metode slik: «En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder.» (Hellevik, 2002, s. 487). Det finnes hovedsakelig to typer metoder, kvalitativ og kvantitativ. Avhengig av problemstilling og type oppgave velger man en eller flere metodikker for å kunne uthente informasjon relevant for oppgaven.

##### 3.1.1 KVANTITATIVE METODER

Kvantitativ metode baserer seg på målinger av antall eller mengder. Denne metoden er passende når man skal undersøke fenomen som kan måles. Typiske måter å samle inn informasjon til ved denne metoden er gjennom spørreundersøkelser eller målinger (Kothari, 2004, s.3).

##### 3.1.2 KVALITATIVE METODER

Kvalitativ metoder søker en dypere forståelse av menneskelig oppførsel. Spørsmålene som blir stilt inneholder hva og hvordan, og ikke bare de mer kvantitative spørsmålstypene hva, hvor og når. Metoden benyttes for å finne ut de underliggende motivene og ønskene til mennesker, hvor dyptgående intervjuer blir brukt til dette formålet. Formålet med metoden er å finne ut hvorfor mennesker oppfører seg slik de gjør, eller hvorfor de liker eller misliker noe. (Kothari, 2004, s.3)

### **3.1.3 INTERVJU**

#### **3.1.3.1 SEMISTRUKTURERTE INTERVJUER:**

Karakteristikker ved semistrukturerte intervjuer ifølge (Cohen, D., & Crabtree, B. 2006, s.1):

- Intervjuet er formelt
- Intervjueren utvikler og bruker en intervjuguide. Denne er en liste med spørsmål og emner som skal bli besvart og utforsket gjennom samtalen, som regel i en gitt rekkefølge
- Intervjueren følger guiden, men er åpen for at nye ideer blir diskutert og nye spørsmål stilt, basert på hva intervjuobjektet sier.

I vår oppgave vil vi utføre semistrukturerte intervjuer av aktører som har en tilknytning til armeringsarbeider på byggeplass. Vi valgte den semistrukturerte intervjuformen fordi den gir oss verdifull informasjon om intervjuobjektene synspunkter og opplevelser.

Intervjuobjektene i vår casestudie vil inkludere jernbindere, bas, RIB, og andre aktører som har en tilknytning til implementeringen av BIM på byggeplass. Vi har intervjuet folk som jobber med implementasjon av BIM i bransjen, og som har kunnskap om temaet som vi kan nyttiggjøre oss av i denne oppgaven.

#### **3.1.3.2 INTERVJUGUIDE**

En intervjuguide er en liste med spørsmål og temaer som skal diskuteres i løpet av et intervju. Intervjuguidene ble utviklet for bruk under intervjuene av de forskjellige aktørene. Disse intervjuguidene har hatt en form basert på TAM-teorien.

## **3.2 CASESTUDIE**

Casestudiemetoden er en veldig populær form av den kvalitative metoden. Kort sagt kan man si at metoden er en form for kvalitativ analyse hvor man utfører en forsiktig og fullstendig observasjon av et individ, en situasjon eller et individ (Kothari, 2004, s.113).

I boken Casestudier definerer Svein S. Andersen casestudie slik: "Casestudier er intensive kvalitative studier av en eller noen få undersøkelsesenheter" (Andersen, 2013, s15). Gjennom metoden ønsker man å studere detaljene nøysomt, og gjøre generalisering og slutninger ut i fra informasjonen man har innhentet i løpet av studiet (Kothari, 2004, s.113). Bakgrunnen for at vi har valgt å bruke metoden er at vi har lyst til å finne faktorene som forklarer hvordan BIM-modeller blir brukt, hvorfor de blir brukt, og i tillegg finne potensielle forbedringsområder for disse ved bruk på byggeplass.

### **3.2.1 OSLO LUFTHAVN T2-PROSJEKTET**

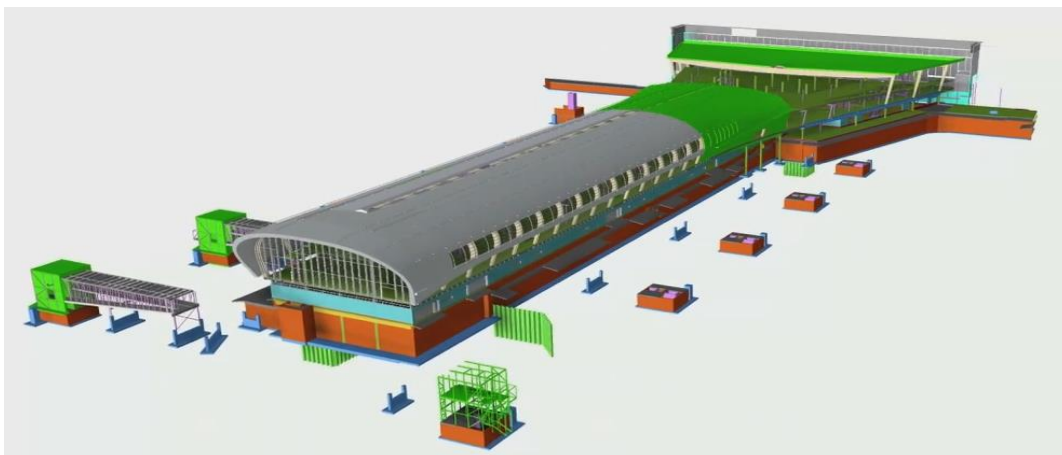
Oslo Lufthavn ble utvidet på grunn av en økning i antall reisende. Lufthavnen ble dimensjonert for 17 millioner passasjerer årlig. Den opprinnelige planen for utvidelsen av Oslo Lufthavn er resultatet av en arkitektkonkurranse som ble vunnet i 1990. Denne inkluderte en generell masterplan i tillegg til terminalbygningen. T2-prosjektet ble begynt i 2010 og er forventet å stå ferdig i 2017. Byggherren for prosjektet er Oslo Lufthavn AS, og prosjektet vil inkludere totalt over 150 entrepriser. Kostnadsrammen til prosjektet er på 14,05 milliarder NOK, og blir sett på i bransjen som verdens største og mest avanserte når det gjelder BIM-armeringsmodeller

(Hasle, 2014). Dette gjør at dette er et veldig spennende prosjekt for oss å velge for vår casestudie.

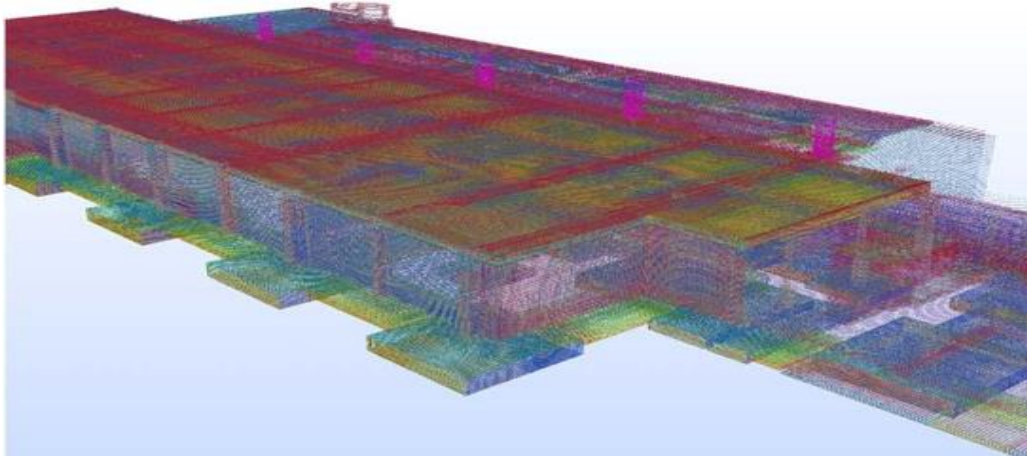


Figur 3.2.1-1: Illustrasjon av Oslo Lufthavn T2-prosjektet, synsretning mot sør. Hentet fra (Avinor.no, 2012).

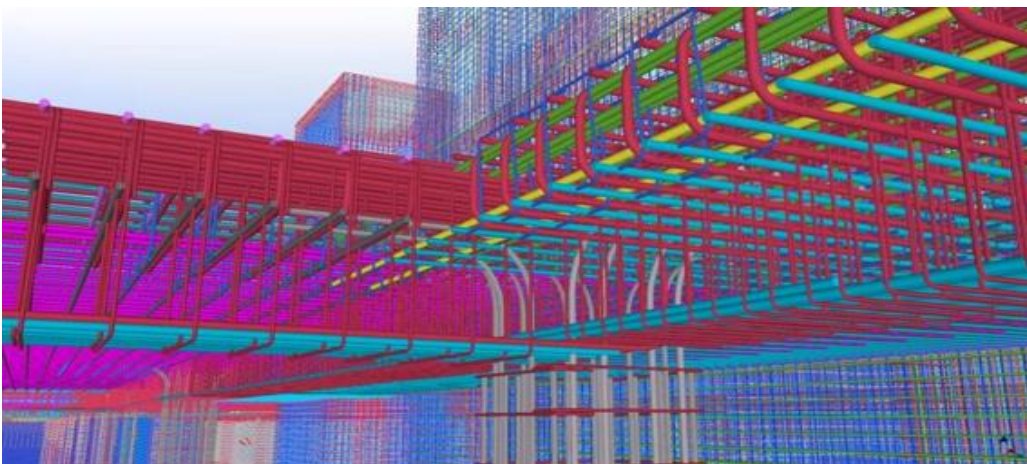
Opprinnelig ble prosjektet kontraktlagt på grunnlag av 2D-tegninger. Det ble forventet omtrent 50.000 tegninger og dokumenter, men på grunn av kompleksiteten i prosjektet ble det bestemt at hele prosjektet skulle modelleres i BIM, ved hjelp av åpenBIM og IFC-filformatet. Det bestilles armering direkte fra modeller. Over 10.000 tonn armeringsstål har blitt levert fra Celsa Steel Service AS, med et produksjonsgrunnlag fra BIM. Vi ser i vår oppgave på to pilotprosjekter der BIM ble brukt til armeringsarbeider på byggeplass. Begge disse ble utført på Oslo Lufthavn, i forbindelse med T2-prosjektet. Figur 3.2.1-2 viser en BIM av Pir Nord på T2-prosjektet.



Figur 3.2.1-2: 3D-modell av Pir Nord på T2-prosjektet, synsretning mot sør. Hentet fra (Avinor.no, 2014).

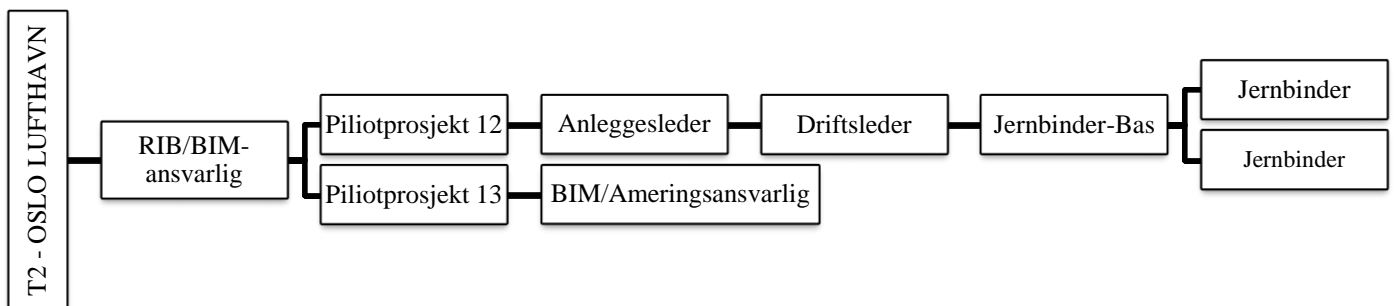


Figur 3.2.1-3: BIM-armering i T2-prosjektet. Hentet fra (Team\_T AS, 2014a, s. 7).



Figur 3.2.1-4: Detalj BIM-armering i T2-prosjektet. Hentet fra (Team\_T AS, 2014b, s. 8)

Kartlegging av aktørene vi har intervjuet i forbindelse med pilotprosjektene vises i figur 3.2.1-5.



Figur 3.2.1-5: Kartlegging av aktørene fra pilotprosjektene.

I pilotprosjektet som ble utført i 2012 var NCC hovedentreprenør. Underentreprenøren som sto for armeringsarbeidet var Ameringssservice AS. Team\_T, som består av ansatte fra konsultantselskapene Nordic, Aas-Jakobsen, Norconsult, Cowi og Ing. Per Rasmussen var aktørene som sto for prosjektering av armering. Intervjuobjektene som var involvert i dette prosjektet er listet under:

Tabell 3.2.1-1: Liste over aktørene med rolle og intervjumetode fra 2012 prosjektet.

<b>Aktør intervjuet</b>	<b>Rolle</b>	<b>Intervjumetode</b>
<b>Aktør 1*</b>	RIB/BIM-ansvarlig	Face-to-face
<b>Aktør 2</b>	Jernbinder-Bas	Face-to-face
<b>Aktør 3</b>	Anleggsleder	Face-to-face
<b>Aktør 4</b>	Driftsleder	Face-to-face
<b>Aktør 5</b>	Jernbinder	Face-to-face
<b>Aktør 7</b>	Jernbinder	Face-to-face

I det andre pilotprosjektet som vi ser på var AF Gruppen hovedentreprenør, mens GA gruppen sto for armeringsarbeidet. Team\_T AS sto for prosjektering av armering. Intervjuobjektene som var involvert i dette prosjektet er listet under. Vi hadde i dette prosjektet planlagt å intervju flere aktører men dette ble ikke realisert på grunn av at aktørene ikke var villige til å bli intervjuet, og vi fikk heller ikke muligheten til å komme kontakt med jernbinderne. Intervjuobjektene som var involvert i dette prosjektet, og som vi har intervjuet er listet under:

Tabell 3.2.1-2: Liste over aktørene med rolle og intervjumetode fra 2013 prosjektet.

<b>Aktør intervjuet</b>	<b>Rolle</b>	<b>Intervjumetode</b>
<b>Aktør 1*</b>	RIB/BIM koordinator	Face-to-face
<b>Aktør 6</b>	BIM/Ameringsansvarlig	Face-to-face

\* deltatt på begge pilotprosjektene.

### **3.2.2 VALG AV INTERVJUOBJEKTER, UTFØRELSE OG ETTERARBEID**

Vi kontaktet en rekke aktører som var involvert i vår casestudie. Vi valgte å se på disse to pilotprosjektene siden begge ble utført i forbindelse med Oslo Lufthavn T2-prosjektet, og hadde mange likheter, blant annet samme selskap som prosjekterte armeringen. Den største forskjellen mellom pilotprosjektene, slik vi har oppfattet det, ble det brukt forskjellige underentreprenører som sto for armeringsarbeidet. Vi valgte ut intervjuobjekter som var direkte involvert i armeringsprosessen. Det var viktig å utføre intervjuer med disse for å få et bedre bilde av hvordan pilotprosjektene gikk. Vi bestemte oss for å utføre intervjuer med rådgivende ingeniører innen bygg, anleggsleder, driftsleder, bas og jernbindere. Disse aktørene var direkte involvert i pilotprosjektene, og vi anså dere synspunkter som de mest vesentlige i forhold til vår problemstilling. Målet med intervjuene var å undersøke hvordan BIM ble brukt i pilotprosjektene, og hvordan bruken ble oppfattet av de forskjellige aktørene som var involvert i prosessen. Hovedfokuset i oppgaven vår var bygningsinformasjonsmodellen som jernbinderen

bruker til å utføre arbeidet sitt, og har derfor utelukket temaer som for eksempel HMS. Vi gjorde opptak av samtlige intervjuer, og transkriberte disse. Vi hørte gjennom intervjuene flere ganger for å få en overordnet sans for synspunktene til intervjuobjektet. Deretter fant vi sitater som underbygget disse, og som var viktige resultater i forhold til vår oppgave. På grunn av at vi ikke fikk intervjuet flere aktører i 2013-prosjektet ligger oppgavens hovedfokus på 2012-prosjektet.

### **3.2.3 INTERVJUER AV YTTERLIGERE AKTØRER I BRANSJEN**

Vi har i tillegg til intervjuene med aktørene i casestudiet, intervjuet andre BIM-fagfolk i bransjen som har et dagsaktuelt innblikk i både deres bedrifts implementering av BIM og bransjen som helhet. Dette har vi gjort fordi BIM er i rask utvikling, og vi har derfor vært nødt til å intervju aktørene for å få den mest oppdaterte informasjonen til vår oppgave.

## **3.3 REFLEKSJON OG KVALITETSSIKRING**

### **3.3.1 VALIDITET**

Kvalitative intervjuer ble utført for å finne ut bakgrunnen til den manglende implementeringen av BIM til armeringsarbeider, samt å prøve å finne områder for forbedring i bruken av BIM. Det er en rekke mulige feilkilder i de utførte intervjuene. Intervjuobjektene kan ha hatt egne subjektive syn og interesser som kan ha formet deres svar. Intervjueren kan ha bidratt til å lede intervjuet i en retning basert på egne synspunkter og forhåndstanker om BIM.

### **3.3.2 RELIABILITET**

Vi tar i vår oppgave utgangspunkt i hovedsakelig én enkelt casestudie og prosjekt. Dette innebærer at resultater og slutninger man tar i forbindelse med denne, ikke nødvendigvis vil gjelde for andre prosjekter. Erfaringsnivået på jernbinderne når det gjelder BIM kan være forskjellig fra prosjekt til prosjekt. Graden av motivasjon hos jernbinderne til å utføre arbeidet sitt ved hjelp av BIM kontra de tradisjonelle metodene de er vant til, vil også variere mellom prosjekter. Derimot mener vi at forskjellene mellom forskjellige prosjekter når det gjelder armeringsprosessen ikke er veldig store, og at man kan trekke generelle slutninger fra våre resultater om man tar i betraktning de overnevnte variablene.

### **3.3.3 KILDEKRITIKK**

Kildekritikk er viktig da det kan finnes stoff på internett som er publisert av useriøse aktører, eller aktører som har personlige interesser i å publisere det de publiserer. Dette har vi tatt som et forbehold i vår utvelgelse av kilder. Vi har også sammenlignet forskjellige kilder mot hverandre for å vurdere om de motsier hverandre, eller om de har en konsensus. Siden BIM er i stadig utvikling har det også vært viktig for oss å benytte de nyeste kildene når det har vært mulig, spesielt når vi har sett på utviklingen når det gjelder implementering. Når det gjelder intervjuobjektene våre representerer de bare ett prosjekt, og man kunne kanskje fått litt forskjellige svar om man hadde valgt å undersøke et annet prosjekt.

Vi har benyttet oss av søkemotorene Google Scholar, Google, Bibsys og ASCE Library i forbindelse med oppgaven.



## 4 RESULTAT

Det er mange prosesser i et byggeprosjekt med sine tilhørende spesialister. Armeringsprosessen er et eksempel på dette. Denne prosessen starter med at rådgivende aktører prosjekterer en konstruksjon (dimensjonerer og kalkulerer mengde armering), videre til entreprenører som får ansvaret for bygging, armeringsprodusenter, og til slutt underentreprenører som monterer og produserer bygget. Målet vårt er å bidra til en forbedret prosess i alle faser, med tanke på tid, mengder og økonomi. Et av de største virkemidlene som kan bidra til en utvikling og forbedring av prosessen er BIM med medfølgende teknologi og prosesser. BIM blir brukt i dag i stor grad tidlig i prosjekter, men lite på byggeplass. Vi bruker i denne oppgaven TAM-teori for å få et innblikk i et prosjekt som har benyttet seg av BIM. Vi ønsker ved å benytte denne teorien å finne ut hvordan et BIM-system blir oppfattet når det gjelder nytte og brukervennlighet. Vi ønsker også å finne ut om aktørene har noen planer om å bruke systemet i fremtiden, nå som de har prøvd det ut. Vi ønsker i tillegg å finne ut hva slags påvirkning systemet hadde på det ferdige produktet når det gjelder kvalitet, tidsbruk og det økonomiske. Videre ønsker vi å finne ut hva aktørene tenker at bør endres og forbedres ved BIM-systemet de brukte. I vår casestudie har vi som nevnt tidligere fokusert på to pilotprosjekter på Oslo Lufthavn T2-prosjektet. Se oversikt over intervjuobjekter for å se hvilke av disse som har deltatt i hvilket prosjekt.

### 4.1 OPPFATTET NYTTE

Det først punktet vi undersøkte er hvorvidt aktørene synes at BIM er nyttig og eventuelt hva de synes det er nyttig til. Dette punktet omhandler intervjuobjektene subjektive synspunkter.

Vi spurte først om hvorvidt aktørene synes at BIM er nyttig, og hvordan systemet ble oppfattet av jernbinderne som skulle gjøre jobben ved hjelp av BIM. Det kom fram i intervjuene at de to pilotprosjektene hadde blitt oppfattet veldig annerledes av arbeiderne. Prosjektet som ble utført i 2012 ble oppfattet som positivt, og ble omfavnet av jernbinderne. Prosjektet i 2013 derimot, møtte motstand blant jernbinderne, da jernbinderne mente at de ikke trengte ett nytt system da de kunne gjøre den samme jobben slik de alltid har gjort:

“Jeg synes det var nyttig, men det gjorde tydeligvis ikke de! Sånn som jeg tolket det så var det jo sånn at de følte ikke at det var nødvendig å lære seg noe nytt for å gjøre den samme jobben som dem allerede gjør. Da møter du på allerede utfordringer der, hvordan skal du da overbevise han om at det vi gjør nå på en måte sånn kommer det til å være i fremtiden.” (Aktør 6)

“Egentlig så trodde jeg at det skulle være litt tungvint, faktisk, fordi jeg var vant til 2D-tegninger, så hadde jeg låst meg litt på det, men jeg ble positivt overraska når jeg så hvordan det var. Det var noe helt annet, du trenger ikke å tenke så fælt for å skjønne hvordan ting skal se ut da, du ser det jo.” (Aktør 5)

“Jeg synes at det var kjempefint egentlig, for du har jo alle tegningene med deg når du har det for eksempel på en iPad.” (Aktør 7)

Vi ønsket også å finne ut hva aktørene eventuelt syntes at var nyttig med BIM. Kompleksiteten i armeringstegninger er en utfordring som ble nevnt at kan bli enklere for jernbinderne ved hjelp av BIM, og at mye tid kan bli spart ved at det tar kortere tid å forstå hva som skal bygges og at man sparer seg for en stor del av diskusjoner rundt hva som skal bygges, ved bruk av BIM. Muligheten for lettere å se rekkefølgen på hva som skal bygges, nevnes som noe som kan gjøre byggingen lettere:

“Det som er tungvint med å drive 2D-tegninger, er at vi må se kanskje fem tegninger før vi kan se fra alle mulige vinkler, det synes jeg er veldig tungvint. Når vi hadde 3D(modell) så du alt på engang. Som nå må jeg ha mange snitt for å se, det er veldig tungvint. På 3D-en der ser du hvordan det skal se ut, det synes jeg var veldig bra i hvert fall. [...] Vi kan stå å diskutere ting du ikke hadde trengt å diskutere. Hvis du hadde sett en tegning så ser du det jo, det er jo ikke effektivt.” (Aktør 5)

“Det er tegninger som er problemet. Jeg mener det hele tiden, det er derfor jeg er mer for det der. For eksempel hvis jeg sitter med en plantegning også plukker jeg et jern ut i fra det, også plutselig kommer jeg over et snitt, en annen vinkel, og så ser du masse poster som ikke står på plantegningen, det kan jo være et lite problem da. Hadde du hatt den (BIM-modell) så hadde du jo sett det.” (Aktør 5)

“Altså jeg vil tro det vil hjelpe på alt. Kompleksiteten vil du bedre synliggjøre for å ta riktig rekkefølge. Det vil bli enklere å ta rekkefølgen.” (Aktør 3)

Hvordan man kan løse kompleksiteten ved hjelp av modellen varierer. Å benytte farger for ulike armering i en modell ble nevnt som et eksempel på en mulig fordel med BIM, i motsetning til 2D-tegninger som bare inneholder svarte og hvite farger. Jernbinderne mente at BIM var spesielt nyttig når de skulle armere komplekse konstruksjoner.

“Da er det lettere å se problemer enn du gjør på 2D tegninger, for vanlige tegninger i dag er jo i svarthvitt. Så det var det som overaska oss, hvor lett det var med Tekla. Hvor du kunne snu et fundament, du kunne snu hele bygget opp ned, se det under ifra, og du kunne plukke det ifra hverandre, del for del. Du kunne klippe gjennom bygget, dele det i to. Sånt noe det hjalp oss veldig med å se vanskelige løsninger.” (Aktør 2)

“Hvis de skulle armere en kompleks heisgrubbe for eksempel at dem på en måte fikk gått gjennom modellen og snurra litt på den, også sett hvordan faktisk det skal være, og tar med seg tegninger og kanskje de noterer litt på tegninger, også får de litt mer informasjon enn det som står på tegningen, det er jo absolutt nyttig [...]” (Aktør 6)

“Men hvis det var litt mer komplekse ting, så det var jo greit å kunne se hvor de forskjellige ting lå hen. For det var fargelagt forskjellige koder og det synes jeg var veldig greit. Men hvis det er veldig enkle ting da er det egentlig ikke nødvendig, men når det blir mer komplisert da var det litt greit å bruke Tekla-programmet, å gå inn på de spesifikke postene.” (Aktør 7)

En enklere og bedre forståelse av armeringen i en konstruksjon kan bidra til å bedre kvalitetssikring både under bygging og kontroll etter produksjonen, men dette forutsetter at du har en modell som er av god kvalitet, og dermed er mulig å bygge etter. Driftslederen håpet at BIM kan føre til færre feil, og dermed økonomiske besparelser:

“Kvalitet er selvsagt en stor utfordring og en viktig utfordring. Mye av det går jo rett tilbake til de som prosjekterer også. Leverer du ut søppel så kan du ikke forvente at noen skal bruke heller. Det må være kvalitetssikret det som går ut av modellen. [...] Vi kom underveis og sa, RIB-en kom så langt at vi så ganske tidlig at vi er i stand til å levere modeller som vi også vet at er av god kvalitet. Så god kvalitet at det kunne brukes likeverdig med tegninger.” (Aktør 1)

“Jeg har jo et håp om at vi, ved å bruke modell gjør mindre feil, og da er det jo en innsparing.” (Aktør 4)

Basen mener at det er mye penger å spare hvis man håndterer revisjoner gjennom BIM, og viste til et eksempel i et annet prosjekt der en stor del penger hadde blitt tapt på grunn av en for sen informering angående en revisjon. En av jernbinderne mente at det som var bra med Tekla i forhold til revisjoner var at man kunne få oppdateringene fortere:

“Jeg tror hvis man hadde nettsystemet, så hadde den kostanden som var på 250 000 ikke vært der. Så jeg tror det er store penger å spare på å gå over til bare nettbruk og ikke bare på papirformat. At kommunikasjonen går gjennom modellen.” (Aktør 2)

“Ja, vi får revisjoner rett som det er. Det er jo greit når du har Tekla, da får du det direkte, du får det fortløpende, oppdateringer.” (Aktør 7)

Den ene jernbinderen mente at effektiviteten blant jernbinderne er veldig lav i dagens situasjon, og han synes at en forbedring som BIM er en veldig etterlengtet forbedring:

“Effektiviteten, hvis jeg gir en karakter på en skala fra 1 til 10, så ligger den på 3-4 synes jeg i hvert fall, jeg synes at det er tungvint.” (Aktør 5)

En av jernbinderne mente at man kunne utnytte BIM ved kontroll av det som er bygget. Dette fordi man lettere kan se hvordan det ferdige produktet skal se ut:

“Ja, da ser man eksakt hvordan det skal være, da måler man der det skal skjøttes og kontrollere overdekningen.” (Aktør 7)

## **4.2 BRUKERVENNLIGHET**

Ifølge TAM er et annet viktig punkt når det gjelder innledende aksept av BIM hvor brukervennlig det oppfattes av brukerne. Brukervennlighet omfatter hvor lett produktet er å bruke, hvor lang tid opplæringen tar, praktiske vanskeligheter og andre hindringer. Dette punktet omhandler intervjuobjektene subjektive synspunkter.

Vi spurte først om hvor brukervennlig aktørene syntes at bruken av Tekla-systemene hadde vært. Basen mente at han var en av de med minst datakunnskap på prosjektet, men syntes at selv han ikke hadde hatt noen problemer med å bruke systemet, og syntes heller at det var ganske enkelt. Basen mente at arbeiderne ikke hadde hatt noen problemer. En av jernbinderene mente at han hadde hatt det enkelt med å tilpasse seg til det nye systemet, og mente at det er enklere for en fersk jernbinder å lære seg å armere ved hjelp av BIM enn det er med tradisjonelle metoder:

“Til å begynne med så hadde vi tegninger, men dem la vi helt vekk, men vi hadde de tilgjengelig, men vi hadde ikke behov for det fordi vi hadde alt på det, det var lettvent. Selv for meg som ikke er datakyndig, så var det veldig enkelt.” (Aktør 2)

“De lærer det samme som oss, de gamle 2D-tegningene. Men jeg tror det er mye enklere å få satt dem inn i det der(BIM) for å si det sånn” (Aktør 5)

“Jeg har ikke fått andre tilbakemeldinger enn at dette var lettere å bruke. De tegningene som vi låste inn i skapet ble ikke brukt. Det tyder jo på at det var lettere.” (Aktør 1)

Det er viktig å få med all informasjonen som er på en 2D-tegning med i en BIM, og som samtidig er mulig å bygge etter, slik at en jernbinder enkelt ser hvor det starter, og finner det han er ute etter. Dette løste de i pilotprosjektene ved lage screenshots, strukturert etter monteringsrekkefølge og ved å legge ved den nødvendige informasjonen på screenshotene. Disse bildene ble lastet opp på Dropbox, sammen med IFC-fila, slik at de også kunne gå inn på modellen for å få et helhetlig bilde:

“Det vi gjorde var som var helt enkelt var at lagde små IFC-filer av diverse fundamenter, i flere typer og fasonger. Vi lagde i tillegg et lite program i Tekla der vi kunne strukturere oppbygningen i lag, også lagde vi noen screenshots i tillegg som viste på en måte lag 1,2,3,4 osv., som viste hele prosessen fra begynnelsen til slutt, hvor både posisjonsnummer, antall og senteravstand sto. De ble lastet opp som bilder på Dropbox, hvor de kunne åpne sammen med IFC-fila for å få en helhetlig i det da.” (Aktør 6)

“Den biten der, sånn som vi la det opp der, var det høyst manuelt hvor man laget et dokument og så satt det noen her og tok ut de bildene som skulle brukes og satt det i rekkefølge. Det er jo noe jeg tror, hvis man hadde fått full backing for det her kunne man programmert noe som kunne gjort akkurat det samme. Dette var en test som vi gjorde, med å levere ut bildene har man ikke behov for noe opplæring. Du får det inn i Dropbox og klikker deg inn og får det opp og ser de fundamentene eller konstruksjonene han jobber med, og du kan bla deg nedover i dokumentet og finne de forskjellige rekkefølgene du skal montere jernene i. Da er det så enkelt at du ikke trenger opplæring. Det er mye enklere enn som sagt å se på 30 tegninger.” (Aktør 1)

Praktiske vanskeligheter kan oppstå når man bruker avansert teknologi ute på byggeplass. Vi spurte aktørene om de opplevde problemer i forhold til at BIM. Temperatur ble nevnt som et mulig problem, samt teknologiske begrensninger ved dagens maskinvare. Et mulig problem som vi så på før intervjuene var vanskeligheter med bruk av BIM i forhold det at jernbinderne bruker hansker. Dette mente basen og jernbinderen at ikke var et så veldig stort problem, og at de gikk helt fint:

“Det har ikke jeg noen formening om. Hansker tror jeg ikke er et problem for det finnes hansker som takler nettbrett, som er laget for nettbrett, arbeidshansker, så det tror jeg ikke er noe problem. Men jeg kan jo se noe problem i å bruke iPad ute i minus 20. Det vil ikke fungere, det er jeg ganske sikker på. Også finnes det noen andre tablets, som jeg heller ikke tror fungerer, i hvert fall hvis du tenker at du skal kjøre modellen på iPad, og snurre. Da er du inne på helt andre arbeidsprosesser der du må legge opp til et system der du kanskje splitter modellen i hver enkelt konstruksjon, og så deler du bare småmodeller ut. Det vil kanskje fungere. Men hele modellen i seg selv, i hvert fall for oss har ikke vært mulig å kjøre på iPad slik de fungerer i dag.” (Aktør 1)

“Jeg tar av hanskene hele tiden uansett, så det spiller ingen rolle.” (Aktør 5)

“Det vi har sett lite gran på om er hva om det regner? Hva om det er kaldt? Det var det vi fokuserte mest på.” (Aktør 2)

“Det eneste problemet er hvordan en iPad fungerer når det er kaldt og sånn da, det vet vi jo ikke. Det er klart at hvis du har den inne så er det jo lettere.” (Aktør 7)

Når jernbinderen ble spurt om alder kunne ha vært en utfordring, mente han at det ikke nødvendigvis var det. Samtidig nevnte han at de eldre trengte mer tid for å komme i gang med systemet, men kom med positive tilbakemeldinger etter prosjektets slutt. RIB mente at det generelt ville være vanskelig å få en eldre kar til å bytte til en annen arbeidsprosess enn en yngre og mer uerfaren én:

“Jeg vet at de eldre sleit litt, fordi de er ikke så vant til PC, men kan du PC så er det ikke noe problem [...] men de hadde positive tilbakemeldinger” (Aktør 5)

“Gjennomsnittsalder var på ca. rundt 30 år. Yngste var ned imot 18-19 år og eldste var 50” (Aktør 2)

“Hvis man ser tilbake på han ungdommen som vi traff på det første prosjektet er det ingen tvil om at han ønsket å jobbe sånn, og følte det var mer effektivt enn å bla i en haug med tegninger. Går du tilbake til en litt eldre kar, den typen mennesker som begynner å se pensjonsalderen i hvitøyet. Det er selvsagt forskjell på folk, men jeg har en oppfatning, en følelse, av at dess eldre folk blir i forhold til dette dess vanskeligere er det å få dem til å legge opp til å jobbe på andre måter.” (Aktør 1)

### 4.3 INTENSJON OM BRUK

Vi spurte til slutt aktørene om hvordan de ser på fremtiden til BIM, og hva som skal til for at bruken skal økes. I denne sammenhengen spurte vi også om de skal ha noen nye prøveprosjekter i fremtiden der BIM blir brukt til armeringsarbeider. Basen som deltok i pilotprosjektet var svært positiv til BIM og har ønsket å bruke det samme systemet i etterfølgende prosjekter. En av Jernbinderne vi intervjuet ønsket også å bruke BIM mer i fremtiden, da han syntes at dagens situasjon med 2D-tegninger er lite effektiv og at dette bedres med BIM. En annen ville spørre om BIM på det neste prosjektet han skulle delta i. Basen stilte seg spørrende til hvorfor de ikke har brukt BIM i etterfølgende prosjekter. Det kom derimot fram i det etterfølgende intervjuet med anleggsleder og driftsleder at NCC skal levere et anbud på et prosjekt den 21. april som skal benytte seg av BIM på byggeplass. RIB spådde at man om en 5-10 år ville oppnå en god del fremgang når det gjelder implementering av BIM på byggeplass:

“Jo det har vi bedt om flere ganger, og jeg har savna det flere ganger. Vi har spurt hvorfor dem ikke har tatt det mer i bruk, blant annet her på Gardermoen, men vi har ikke fått noe godt svar på hvorfor dem ikke vil ta det mer i bruk.” (Aktør 2)

“Jeg vil ha noe nytt. Jeg har lyst til å få ting bedre, mer effektivt, fordi jeg synes det (armeringstegninger) er tungvint.” (Aktør5)

“Ja det tror jeg, det hadde gjort om jeg hadde kommet på helt ny byggeplass og ikke visste om de hadde så hadde jeg kanskje spurt etter det, det tror jeg. Fordi det var et ganske nyttig verktøy. Det var utrolig fascinerende å se hele flyplassbygningen her sånn, tegninga i 3D og så gikk du fra etasje til etasje og så så du hvordan det ble [...]” (Aktør 7)

“Hvor mange år? Tja. Tør ikke helt å spøke med det, men jeg har et håp om kanskje 5 til 10 år så burde man komme veldig veldig langt i forhold til det.” (Aktør 1)

“Ja vi leverer det første anbudet den 21. denne måneden. Så vi har ikke noe anlegg som går i dag, hvor kontrakten er skrevet på grunnlag av BIM, det kommer.” (Aktør 3)

2D-tegninger har blitt brukt i alle år. Nye metoder som benytter seg av datateknologi vil være en erstatning eller et supplement til det eksisterende. Da kan det oppstå en del motstand fra fagpersoner som er mer konservative, og som er mindre villige til å utforske nye muligheter og forandre sine arbeidsmetoder. Intensjon om bruk spiller en viktig rolle her. Hvordan ser de på utviklingen, og vil de prøve den nye metoden? Dette spørsmålet ble stilt til basen i pilotprosjektet:

“Det har jeg sett på som utfordring. Jeg har vært bas nå i over 20 år og bestilt jern. De har ikke fått noe enklere i løpet av de 20 åra for å bestille. Jeg tror jeg ville ha gått for 3D uansett. Fordi jeg har vært borti det en gang, men kanskje hvis jeg ikke hadde sett det før så vet jeg ikke. Men jeg tror man må nå med informasjon.” (Aktør 2)

Anleggslederen mente at det var skremmende i starten, men at han til slutt satt igjen med et positivt inntrykk:

“Alt som er nytt er litt skremmende, du distanserer deg litt fra det i starten. Jeg hadde egentlig ingen forventning på det. Jeg så egentlig på det som nytt og rart. Men når du begynner å lære deg det og ser nytten av det så er det veldig bra. Var positivt overrasket” (Aktør 3)

Driftslederen på pilotprosjektet mener at bruken av BIM blir mer og mer alminnelig, og at utviklingen er ustoppelig:

“Du får jo ikke stoppet etter det her, du gjør jo ikke det. Den første gangen er det litt rart, men dette her blir jo bare mer og mer alminnelig.” (Aktør4)

RIB nevnte at man i dag ikke hadde gode nok kontraktsforutsetninger knyttet opp mot BIM, og mente at et standardisert kontraktsregelverk ville være et stort bidrag til en større grad av BIM implementasjon på byggeplass.

“Det gjør jo at i dag vi har kontraktsforutsetninger som sier at fortsatt tegninger som gjelder. [...] Altså det største bidraget ville vært å få et standardisert kontraktsregelverk som sier noe om det, som regulerer hvordan man bruker BIM.” (Aktør 1)

RIB mente at god kunnskap om BIM også er en mangelvare hos de prosjekterende, og at det er få som behersker programmene.

“Det er jo mangelvare i bransjen i dag å ha folk som skal gjøre den jobben som jeg gjør. Det er ikke en vanskelig jobb men det er forferdelig få som behersker stor sett fra original programvare til fri programvare som BIMsight, Solibiri etc.” (Aktør 1)

#### **4.4 REELL BRUK**

Punktet i TAM som omhandler reell bruk handler om brukerens virkelige bruk av BIM. Det handler om hvorvidt BIM har vært økonomisk fordelaktig, har ført til tidsbesparelser eller har økt kvaliteten på det ferdige produktet i pilotprosjektene. På grunn av få pilotprosjekter, som medfølger et begrenset sammenligningsgrunnlag har det vært vanskelig for aktørene vi har snakket med, å få presise tallmessige svar på hvor fordelaktig bruken av BIM har vært. De har heller ikke dokumentert de økonomiske effektene BIM har hatt. Vi har derfor ikke fått noen presis statistikk på dette, og har vært nødt til å basere oss på deres forståelse og erfaring av hvordan disse prosjektene gikk.

De to pilotprosjektene hadde forskjellige grader av suksess. Aktørene mente grunnen til at 2013-prosjektet var mindre vellykket var på grunn av at jernbinderne var lite motivert til å prøve BIM-systemet i dette prosjektet, og aktivt motsatte seg innføringen. Det ble nevnt at krav som tilsier at armeringsjobben skal utføres ved hjelp av BIM kan gjøre en i stand til å luke ut de som ikke har kompetanse eller vilje til å utføre jobben ved BIM.

“Hvis motivasjonen hadde vært 100 % over hele linja, både ledelsen og alle nedover i rekkene var innforstått med at sånn ønsker vi å jobbe, så tror jeg ameringsansvarlig hadde hatt en lettere jobb enn han faktisk hadde. [...] Det er åpenbart at dette med motivasjon i forhold til nye arbeidsprosesser er veldig viktig.” (Aktør 1)

“Jo, det virker ikke som om viljen til å gjøre noe annerledes var tilstede, og det er veldig lite egentlig som jeg fysisk kunne ha gjort for å få dem til å endre viljen sin. [...] Ja, hvis du hadde spesifisert det, da hadde du jo også på en måte filtrert ut de som ikke har lyst til å gjøre den jobben, og de som ikke har kompetanse til å gjøre den jobben har ikke noe konkurrere med om den jobben heller, så da hadde du kanskje fått inn folk som faktisk var interessert i å gjennomføre noe sånt, ved at det faktisk står som krav i kontrakten [...]” (Aktør 6)

Vi spurte aktørene om hvorvidt de syntes at BIM hadde ført til en forbedret kvalitet på det ferdige produktet. Inntrykket vi fikk fra dem var at de syntes at kvaliteten var på omtrentlig det samme nivået som de hadde hatt oppnådd ved hjelp av 2D. De kunne ikke svare sikkert den ene eller den andre veien på spørsmålet om forbedret kvalitet grunnet et begrenset antall pilotprosjekter, og dermed manglende sammenligningsgrunnlag:

“ Ja, altså vi har jo ikke noe grunnlag for å si at dem gjør noe dårligere kvalitet enn om de hadde bygget med hjelp fra tegninger, de hadde jo fått det like godt til med tegninger, men jeg tror ikke at kvaliteten blir noe dårligere om du bruker modellen.” (Aktør 1)

I tillegg til dette spurte vi også om hvorvidt de hadde spart tid i pilotprosjektene. Basen mente at de ikke kunne si noe med sikkerhet på grunn av prosjektets korte varighet, men mente at man generelt sett ville spare tid, og nevnte revisjoner som et område som ville blitt forbedret tidsmessig ved bruk av BIM. De andre aktørene involvert i 2012-pilotprosjektet var samstemte om at tidsbruk generelt sett ville reduseres ved bruk av BIM ved at det tar kortere tid å forstå hva som skal bygges og ved at man slipper å bla i en haug med tegninger. Basen har savnet bruk av BIM i etterfølgende prosjekter, fordi han mener at det vil gjøre jobbene deres enklere og at de vil spare tid:

“Det vet jeg ikke, ikke på det prosjektet der, det er for lite. Men jeg tror at hvis du er ut etter at man sparer tid, Så tror jeg svaret er ja! Tror man sparer veldig mye tid. Det er revisjoner som tar tid. Og du vet at når du får revisjoner til arbeidstegninger så kan det gå mange dager istedenfor et taste trykk. Så enkelt!” (Aktør 2)

“Det (BIM) har jeg savna på flere prosjekter, fordi det gjør jobben vår litt enklere. Vi sparer mye tid.” (Aktør 2)

“Jeg har aldri diskutert byggetid med dem på noe vis, jeg tror det er noe som dem selvfølgelig må svare på selv, men jeg tror ikke at det hemmet dem på noe vis” (Aktør 1)



“Det gjorde det mye raskere, når gutta kommer inn og vil ha en forklaring på en litt sånn problem på både forskaling og armering, så går du da inn på nettet og så har du dette her med en gang, bare printer ut et bilde av den situasjonen og så har dem problemet løst med en gang, og så bare rett ut igjen, uten å bla i tegninger. Kanskje dem måtte hatt flere tegninger for å komme til samme saken.” (Aktør 4)

“3D-greiene tror jeg var mest effektivt, så lenge du får det der på tegninga så er det mer effektivt. Som sagt med 2D-tegninger når jeg holder på å montere noe, så må jeg se på 5 tegninger for å utføre en jobb, mens med den(modell) så holder det jo med en.” (Aktør 5)

Det økonomiske er kanskje det viktigste aspektet ved et prosjekt. Vi spurte derfor aktørene om hvorvidt de mente de oppnådde økonomiske gevinster ved bruk av BIM kontra 2D. De mente at man kunne tjene mye ved å erstatte tegninger med BIM. Derimot mente RIB at det generelt sett ville koste mye å utdanne folk til bruk av BIM, og at det ville koste mye å endre fra en byggeprosess til en annen. For dette spesifikke prosjektet har de ikke gjort en økonomisk analyse og har derfor ingen spesifikke tall, men de mener at det gikk ganske bra økonomisk. De hadde i dette prosjektet heller ikke behov for å bruke mye penger på å utdanne jernbinderne:

“Vi har ikke gjort noen økonomisk analyse. Bygget står nå der.” (Aktør 1)

“Du betaler kanskje 20- 30 000kr for en pc, men det koster mye mer å utdanne folk, å få de til å endre fra en arbeidsprosess til en annen arbeidsprosess. Det er noe av utfordringen for hele bransjen.” (Aktør 1)

“Og det å kunne erstatte, la oss si 2500 tegninger. Og hvis du begynner å regne på kostnadene det er å lage 2500 tegninger så tror jeg at du blir overasket. Der tror jeg det ligger mye penger.” (Aktør 1)

“Det vet jeg ikke, men jeg tror det må være stort i papirpenger. Nå vet jeg ikke hvor mye det koster å bestille papir, men jeg vet at det er dyrt.” (Aktør 2)

Etter at vi hadde spurt om hvordan prosjektet hadde gått, tenkte vi at det var nyttig for vår oppgave å få vite synspunktene til aktørene rundt hva de tenker at kan gjøres for å forbedre BIM-modellen som de fikk utlevert i pilotprosjektene, og hva de mener er nødvendig å ha med i en slik modell, dersom det skal kunne være mulig å bygge uten tegninger. Basen mente at enkelhet var viktig og at han bare ønsket å ha med det som var nødvendig for å gjøre jobben. Det som var spesielt viktig for basen og RIB-en var å ha med var hva slags jern det var og posisjonsnummeret. Basen etterspurte også enklere beskrivelser og en søkefunksjon i programmet der du kan søke deg fram til de relevante snittene. Jernbinderen mente at den viktigste informasjon han trengte var overdekning, antall jern, dimensjoner, senteravstander og lengder. Jernbinderen mener at modellen også burde inneholde betongdimensjoner, for dette er nyttig hvis han skal prefabrikkere armeringen før det løftes på plass i forskalingen. RIB-en hadde i etterkant av prosjektet snakket med jernbinderne, og han fikk ingen innspill om at det manglet så mye informasjon ved modellen de fikk utdelt:

“Jeg vet ikke om jeg ville ha for mye informasjon. Kanskje når man trykker på jernet, så ville det ha holdt med at pos-nummeret (posisjonsnummer) hadde kommet opp. Jeg ville ha det veldig enkelt, hva slags jern det er og hva pos-nummeret er.” (Aktør 2)

“ [...] og hvis jeg da har et sted der jeg kan skrive inn, f. eks at jeg skal ha fundament akse A1 f. eks, også kan jeg skrive det inn, og så trykker jeg ikke sant for å gå inn, får jeg det da fram her nå?” (Aktør 2)

“Enklere beskrivelser, jeg sitter veldig mye på nettet, med bilder og det er veldig enkelt for meg å gå inn og finne. Når jeg skal finne tegninger, så var ikke det så enkelt å finne.” (Aktør 2)

“1) plassering av jernet 2) hvilken kvalitet det har 3) hva jernet heter for å hente det igjen (pos-nummer) [...] Også har du noen generelle regler som går på overdekning som er generelt for hele prosjektet.” (Aktør 1)

“Selvfølgelig snakket vi med arbeiderne og vi har ikke fått noen innspill på at det manglet veldig mye informasjon.” (Aktør 1)

“Jeg må jo ha overdekning det er jo en selvfølge, også må jeg ha antall jern, og dimensjoner, lengder på jern selvfølgelig, senteravstand.” (Aktør 5)

“På 2D-tegninger står det ikke noe. Jeg må på en forskalingstegning for å finne ut hva størrelsen på en ting er, det er greit at det står på jerntegningene og. ... Jeg får ikke vite størrelsen på hva betong skal bli, jeg får bare vite hvordan jerna skal se ut. Det er veldig greit å vite med tanke på overdekning. Det hender jeg prefabrikker vet du, at jeg binder jerna sammen også heises det på plass etterpå. Da er det greit å kunne se på tegninga mi hva de måla skal være, istedenfor å gå og prate med en forskalingsnekker for å se på tegningene hans hvordan fundamentet skal se ut.” (Aktør 5)

## 5 DISKUSJON

Vi ønsker i denne oppgaven å svare på følgende problemstilling: *“Hvordan blir BIM oppfattet av aktørene som er involvert i armeringsprosessen på byggeplass, og hva kan gjøres for å forbedre denne prosessen, og øke bruken av BIM?”*

Våre funn gjør det mulig for oss få en bedre forståelse av bruk av BIM til armeringsarbeider. Vi ønsket i starten å få en bedre forståelse av armeringsarbeider og hvordan dette kan forbedres ved BIM. Vi mener at dette er viktig på bakgrunn av den lave produktiviteten i bransjen, og antallet kostbare feil som kan oppstå ved tradisjonelle metoder. Vi ønsket også å finne ut måter til å forbedre BIM-produktene som brukes. Vi valgte tidlig i oppgaveskrivingsprosessen å benytte oss av Technology Acceptance Model TAM, for å kunne lage intervjuguiden basert på denne for å finne den mest relevante informasjonen, og for å kunne strukturere oppgaven. Samtidig har TAM-teori passet godt med oppgavens formål, nemlig å undersøke nyttigheten av den nye teknologien, og den opplevde brukervennlighet av denne hos brukerne, jernbinderne.

Vi har tatt for oss to pilotprosjekter på Oslo Lufthavn T2-prosjektet i denne hovedoppgaven. På grunn av manglende tid, og vanskeligheter med å komme i kontakt med aktørene i pilotprosjektet utført i 2013, har vi bare et begrenset antall intervjuobjekter i dette prosjektet. Vi syntes derimot at mange gode poeng kom fram i intervjuet med aktørene, og vi valgte derfor å inkludere dette i resultatet. Det faktum at begge pilotprosjektene foregikk på Oslo Lufthavn T2-prosjektet, og at begge benyttet seg av den samme programvaren gjorde at prosjektene delte mange karakteristikk, og at sammenligninger derfor kunne gjøres mellom dem.

Nedenfor listes hovedpoenger fra våre funn:

### **Oppfattet nytte:**

- BIM ble oppfattet forskjellig blant jernbinderne i de to prosjektene, positivt i det første, utført i 2012, og negativt i det andre, utført i 2013.
- BIM koordinatorene/RIB/Ledere positive til bruk av BIM i begge prosjekter.
- Aktørene mente at det var lettere tilgjengelighet til informasjon i BIM.
- Lettere å forstå komplekse løsninger.
- Visualisering oppfattet som nyttig.
- Klippe-funksjon ansett som nyttig.
- God modell viktig for nyttigheten ved bruk på byggeplass.
- Produktiviteten i bransjen er lav og jernbinderen tror at BIM kan hjelpe med å øke denne.

### **Brukervennlighet:**

- Tekla-systemet ble oppfattet som lett å lære seg, og å bruke.
- Lettere for yngre, mer datakyndige mennesker å lære seg å armere ved bruk av BIM, men ikke et problem å lære seg for eldre jernbindere heller.
- Lett tilgjengelighet av den viktigste informasjonen viktig for brukervennligheten.

- BIM ble overført til byggeplass ved hjelp av Dropbox. Screenshots kan bli skrevet ut, og modellen kan tas ut på byggeplassen ved bruk av nettbrett, eller studert i brakka. Denne løsningen fungerte bra, og man møtte ingen særlige vanskeligheter.
- Dårlige værforhold ble nevnt som de største praktiske utfordringene.

### **Intensjon om bruk:**

- Jernbindere og bas i 2012-prosjektet var positive til Tekla-systemet og har savnet systemet i etterfølgende prosjekter.
- Standardisert kontraktsregelverk knyttet opp mot BIM viktig for større implementasjon.
- NCC har et nytt prosjekt i planene som skal ha kontrakt basert på BIM.
- Flere andre selskaper som vi har vært i kontakt med har også planer om dette.
- Aktørene mener at BIM kommer til å bli brukt i større og større grad fremover.
- RIB mente at få av de prosjekterende har like god kunnskaper om BIM, og at dette må økes dersom BIM skal oppnå en større grad av implementasjon.
- Motivasjon er et område som må jobbes med for at implementering av BIM skal lykkes.

### **Reell Bruk:**

- Omtrent samme kvalitet med BIM som med tradisjonelle metoder i pilotprosjektet, men lite sammenligningsgrunnlag for å si noe mer spesifikt.
- Aktørene mente at man generelt sett ville spare en del tid ved bruk av BIM.
- Aktørene har ikke gjort noen økonomisk analyse og kunne derfor ikke gi et definitivt svar om hvordan prosjektet gikk økonomisk. Derimot mente de at man kunne spare penger på å redusere antall tegninger, og bruke mindre tid på å forstå komplekse konstruksjoner gjennom BIM. I tillegg til dette ble revisjoner nevnt som et område som kunne bli forbedret ved bruk av BIM.
- En enkel BIM var viktig for basen. Han ville bare ha den informasjonen som var nødvendig for han for å gjøre jobben. Informasjon som ble nevnt som nødvendig var type jern og posisjonsnummer. Han etterlyste også en søkefunksjon for å lettere finne fram til relevante snitt.
- RIB mente at de tre viktigste tingene å ha med i en BIM var plassering av jernet, kvaliteten og hva jernet heter. I tillegg til dette burde man få vite noen generelle regler som går på overdekning.
- En av Jernbinderene mente at den viktigste informasjon han trengte var overdekning, antall jern, dimensjoner, senteravstander og lengder.

Vi har funnet ut at bransjen generelt er positive til økt bruk av BIM. Blant aktørene vi intervjuet i casestudiet vårt fant vi forskjeller i de to pilotprosjektene. I prosjektet utført i 2012 var jernbinderne positive til Tekla-systemet, mens systemet ble møtt med større motstand, og en liten grad av motivasjon blant jernbinderne i prosjektet utført i 2013. Suksessen av de to pilotprosjektene var forskjellige. Der prosjektet i 2012 oppnådde resultater tilsvarende eller bedre enn tradisjonelle metoder, var ikke prosjektet i 2013 like vellykket. Årsaken til at 2012-prosjektet var vellykket kan være at det var en del relativt yngre jernbinderne involvert. Deres engasjement kan ha smittet over på de eldre, og de kan også ha bidratt til å gjøre overgangen

lettere for de eldre ved å bidra i opplæringen. Den forskjellige graden av suksess kan lede oss til å konkludere at motivasjon er en viktig faktor når det gjelder en vellykket implementering av BIM. I forbindelse med dette er det viktig å få vite årsaken til aktørenes mangel på motivasjon i dette pilotprosjektet. Vi har ikke klart å komme i kontakt med de utførende aktørene i dette prosjektet, og mangler derfor denne informasjonen. Holdninger er et av de sentrale områdene som må bearbeides slik at fagfolkene er villig til å forandre på det de har holdt på med i mange år. Det er nødvendig å overbevise dem om at de tar med seg fordeler ved bruk av BIM. Forandringen må starte i et punkt, og det viktigste er å fortsette med det, slik at det å benytte BIM blir en kultur under hele prosessen, og optimalt sett erstatter 2D tegninger fullt ut. Jernbinderne i 2012-prosjektet var innledningsvis skeptiske til BIM, men ble positivt overasket, og utviklet et ønske om å bruke systemet videre i fremtiden. Som tidligere nevnt har mange aktører kommet langt med å implementere BIM i sine prosjekter, men likevel er det et stort forbedringspotensial som bør utnyttes.

En av forutsetningene for en god implementering av BIM på byggeplass, er selvfølgelig at modellen som blir levert er av god kvalitet, slik at det er mulig å bygge etter modellen. Modellen i dette prosjektet var av god kvalitet og dette har nok vært en stor bidragsyter til at prosjektet ble vellykket. En god modell krever at flere av de prosjekterende får den nødvendige kunnskapen og evnen rundt armering i BIM-programmer, slik at de er i stand til å lage gode nok armeringsmodeller som kan bygges etter. RIB mente at tilfellet var at få av de prosjekterende har gode nok kunnskaper innenfor BIM. Dette nødvendiggjør også at kunnskapsnivået om armerings-BIM blant de prosjekterende også må økes.

Jernbinderne fikk utdelt screenshots av BIM-en samt IFC-filen. Dette fungerte bra, og jernbinderne hadde ikke behov for 2D-tegningene, og kunne uten problemer basere seg eksklusivt på modellen. Jernbinderne møtte ikke på noen særlige praktiske problemer underveis, men det ble nevnt at det ved veldig lave temperaturer kan være vanskelige å medbringe et nettbrett ut på byggeplassen. Dette kan løses ved at man ser på modellen inne på brakka, mens man medbringer utskrifter av modellen ut på byggeplassen.

Jernbinderne og basen som vi intervjuet var veldig positive til BIM. De synes at man ved tradisjonelle metoder sløser mye tid og penger ved tolkning av tegninger, revisjoner og feil. I byggefasen er det lite rom for feil, siden prosjektet har kommet langt og en liten forandring kan koste en god del penger. Dette ser vi tydelig i eksempelet i Harmon Hotell som vi så på tidligere i oppgaven. Basen nevnte også en revisjon som kostet 250 000,- kr i et tidligere prosjekt grunnet dårlig kommunikasjon som forårsaket bestilling av feil armering. Problemene ved Harmon Hotell kunne vært unngått ved at man fikk en bedre forståelse av utfordringene tidligere, eksempelvis ved BIM. Ved BIM og nettbaserte løsninger kan man raskere, og lettere få formidlet revisjonene til jernbinderne, og feilkommunikasjon når det gjelder revisjoner kan lettere unngås. Komplekse konstruksjoner kan lettere forstås, og det er lettere å se rekkefølgen på hva som skal bygges med BIM. Basen og jernbinderne var positive til implementeringen av BIM i pilotprosjektet, og har vært skuffet av den manglende bruken i etterfølgende prosjekter.

Det aktørene oppfattet som mest nyttig med bruken av BIM og som en forbedring over tradisjonelle metoder var at mindre tid blir brukt på å forstå hva som skal bygges. Ved tradisjonelle metoder blir mye tid brukt til å forstå tegningene og å danne seg et mentalt bilde av hva som skal bygges. En av Jernbinderne vurderte effektiviteten blant jernbinderne til 3-4 på en skala på 1-10. Han mente altså at det er en lav effektivitet med 2D-tegninger, og at det er et stort område for forbedring. Dette samsvarer med forskning vi har sett på tidligere, som konkludere med at byggebransjen ikke er effektivt. Ved hjelp av BIM ser man med en gang akkurat hva som skal bygges, og dette fører til færre uenigheter og dermed mindre tidsbruk.

Revisjoner står tradisjonelt for en stor del av kostnadene, spesielt store kostnader tilhører dannelsen av nye tegninger og omarbeid. Forvirring tilknyttet hvilket dokument som er den nyeste revisjonen, og forsinket levering av revisjoner tilknyttet tradisjonelle prosesser har kommet fram i våre undersøkelser som en potensielt veldig stor kostnad. Ved bruk av BIM kan informasjon og revisjoner overføres digitalt ved for eksempel Dropbox, en sentral server eller eventuelt en nettbasert modell. Dette fører til en raskere levering av revisjoner, og en bedre tilgang på den nyeste versjonen. Samtidig vil en modell med god kvalitet ha stadig mindre behov for revisjon enn 2D-tegninger, siden det er lettere å oppdage feil og umuligheter tidligere ved hjelp av BIM enn det er ved bare bruk av 2D-tegninger. Dette er fordi at man kan utføre kollisjonskontroller gjennom BIM-programvaren og at man kan lage en tidlig visualisering av den endelige konstruksjonen.

Når det gjelder brukervennligheten oppfattet aktørene systemet som relativt enkelt å bruke. Det ble i særlig stor grad klart at det for en helt fersk jernbinder-aspirant ville være lettere å lære seg jobben gjennom BIM, enn ved tradisjonelle metoder. En av jernbinderne mente at BIM ville ta mindre tid å lære seg å bygge etter for en fersk jernbinder. Dette viser at en opplæring i BIM for jernbinderne ikke nødvendigvis vil koste så mye. Det kan også tenkes at kostnader blir spart ved at ferske jernbindere lærer forttere, og kan bidra med mer tidligere når BIM blir brukt kontra tradisjonelle metoder.

Vi har intervjuet flere store aktører i byggebransjen i tillegg til de som var involvert i case-studiet vårt, for å få et bilde av hvordan BIM blir implementert i Norge. Flere av selskapene har fremtidige prosjekter i planene, som skal benytte seg av BIM i byggestadiet. NCC som sto bak pilotprosjektet vårt i 2012, har også planer om BIM i fremtidige prosjekter, og var i anbudsfasen på et av disse når vi intervjuet dem. På grunn av manglende tid var vi ikke i stand til å se dypere på disse prosjektene, men det viser at mange aktører i bransjen har planer om å komme lengre med implementeringen av BIM under bygging.

Planlegging av pilotprosjekter må være grundig gjennomført, slik at det oppnås resultater som viser utfordringene og mulighetene man møter ved bruk av BIM på byggeplass. Ved å sette krav for BIM i kontrakten vil man kunne luke ut aktører som ikke har motivasjon eller vilje til å gjøre jobben slik blir luket ut. Når det gjelder pilotprosjekter som setter krav til bruk av BIM i armeringsprosessen, er det viktig å gi tilstrekkelig opplæring og informasjon til brukere av BIM, slik at de har tilstrekkelig evne til å gjøre jobben etter den nye metoden. Vi mener at manglende kunnskap om BIM kan føre til manglende motivasjon og vilje, og opplæring er

derfor viktig. Det er resultater fra slike pilotprosjekter som vil gi grunnlag for tolkning av brukbarheten og nyttigheten av BIM. Dette kan danne grunnlaget for en bedre prosess og programvare. Brukerne må få grundig opplæring, bli tatt med i prosjektet fra tidlig i planleggingsfase, og være villig å være med på dette. De må se på pilotprosjektene som starten på en forandring og ikke som et engangsprosjekt som skjer over en kort periode for deretter å havne glemmeboka. Jernbinderne må spørre etter modell hvis de synes det var nyttig og hjelpsomt, og snakke om det i jobbmøtene sine. Deres meninger må bli spurt om i større grad og tatt med i vurderingen av pilotprosjektet, noe som savnes i prosjektene. Dette tyder på en dårlig kommunikasjon i pilotprosjektet. Jernbinderne har bedt om, og ønsket å bruke BIM i fremtiden, men har ikke blitt hørt. Vi mener at alle partene må bidra i forandringen, for å øke gevinstene for alle partene i byggeprosessen.

Videre har vi undersøkt resultatene som har vært oppnådd ved bruk av BIM i pilotprosjektene. Som nevnt tidligere har ikke aktørene gjort noen økonomiske analyser av prosjektene og har derfor ikke noen spesifikke tall å vise til. Derimot ser man ut i fra intervjuene at det er oppnådd tilsvarende eller bedre resultater. Når BIM blir mer utbredt og arbeiderne mer vant til systemet, og prosessen mer utviklet kan det tenkes at større fordeler blir oppnådd. Det kan også tenkes at hvis man utfører flere pilotprosjekter og dokumenterer effektene av disse, at man vil få et klarere bilde av de reelle fordelene BIM medfører.

En viktig del av denne oppgaven har vært å komme i kontakt med de utførende på byggeplassen for å finne ut mer om hva deres synspunkter er når det gjelder innholdet i BIM-applikasjonen som blir sendt til byggeplass, og som dermed bygges etter. Det kan være vanskelig for programvareprodusenter å komme i kontakt med aktørene som utfører arbeidet, og vi har i denne oppgaven tatt på oss dette ansvaret. Ut i fra svarene vi har fått er et enkelt system som bare inneholder informasjonen nødvendig for å bygge det som er ønsket. Informasjonen som ble nevnt av bas og jernbinder som nødvendig var kvaliteten på jernene, posisjonsnummer, senteravstand, antall jern, lengder og overdekning. Basen etterspurte også en søkefunksjon som gjorde det lettere å finne fram til relevante snitt. Som tidligere nevnt var jernbinderne stort sett fornøyd med Tekla-systemet de fikk utdelt, og oppfattet systemet som fullt mulig å bygge etter. Store endringer er derfor kanskje ikke nødvendig i den generelle oppbygning av programmet. Hvis man ønsker å utvikle programvaren til å bli bedre må det til en prosess der jernbindere får et program i en periode, gir råd angående hvordan programmet kan forbedres for deretter å teste ut programmet etter at foreslåtte endringer er gjort. En slik iterativ prosess mener vi at er nødvendig hvis man skal kunne optimalisere programmet, og var noe vi håpet på å gjøre i starten. Vi har derimot ikke fått til dette på grunn av mangel på pilotprosjekter som gjør dette i vår oppgaves tidsramme.

Mange i byggebransjen er skeptiske til ny teknologi og er trege til å implementere det. Dette handler også om BIM. Mange tror at teknologien ikke er utviklet nok til å erstatte den tradisjonelle metoden. Dette tankegangen vil hindre en god del av bransjen i å bevege seg mot den nye teknologien. Vår funn viser at utfordringen ligger mer i kommunikasjon og konservative tankeganger som har utviklet seg over mange år. Med kommunikasjon mener vi dialog mellom ulike aktører i et byggeprosjekt, som er avhengige av informasjonsoverføring

mellom hverandre. Disse utfordringene er vanskelige å forandre på i løpet av kort tid. Derimot er det viktig å starte på riktig måte slik at overgangen fra tradisjonelle 2D-tegninger til fullstendig bruk av BIM blir kortere. Mange selskaper har visjoner og planer om å bruke BIM i mye større grad i fremtidige prosjekter og dette viser at det er en positiv utvikling på området. Tiden spiller en viktig rolle her, det vil si hvor lenge det tar før BIM brukes som en prosess og selskaper får en forbedret produktivitet i forhold til det som er opplevd tidligere. Det er også viktig å utvikle kontraktsformer som tilrettelegger for bruk av BIM, da dette ble nevnt som en utfordring både i tidligere rapporter og i vår casestudie. Dette vil gjøre det enklere å utvikle prosjekter basert på BIM.



## 6 KONKLUSJON

Vi har ved hjelp av TAM-teorien kunnet få et dyptgående innblikk i implementering av BIM til armeringsarbeider på byggeplass. TAM har hjulpet oss til å få en bedre forståelse av hvordan BIM blir oppfattet av aktørene i entreprenørbransjen, og hvorvidt det blir akseptert. TAM eger seg godt til å undersøke aksepten av en ny informasjonsteknologi som BIM blant brukerne. I vårt tilfelle er jernbinderne og bas de som skal bruke systemet, og deres erfaringer har derfor vært hovedfokuset i oppgaven. Andre aktørers synspunkter som rådgivende og aktører fra entreprenørselskapene har også vært sentrale i vår oppgave. Vi har også undersøkt fremtiden til BIM på byggeplass, og har tilegnet oss en bedre kunnskap rundt hva som kreves av et BIM-program for å kunne bruke dette effektivt til bygging.

I en av hovedoppgavene vi studerte innledningsvis, var fokuset mer rettet mot bruk av BIM i prosessen generelt og de har vært i kontakt med flere aktører som har vært involvert i tidlige faser av byggeprosessen. Vi har i vår oppgave rettet fokuset mot et av områdene der BIM blir lite brukt i dag, altså byggeplass. Vi har vært i kontakt med jernbindere som har vært med på pilotprosjekter, og har hatt erfaring med bruk av BIM på byggeplass. Vi har ikke funnet noen oppgaver som har intervjuet jernbindere innenfor dette området tidligere, og det gjorde at det ble et relevant område for oss å forske på. Vi mener at de som faktisk bruker BIM på byggeplass, har erfaringer og meninger som er viktige, og som må bli hørt, noe som ikke har skjedd i så stor grad til nå. Vi har kommet frem til at det finnes mangler i kommunikasjon mellom de utførende på byggeplass, overentreprenører, og de prosjekterende. Dette fører til at jernbinderne har vanskelig for å bli involvert i diskusjoner rundt byggeprosessen, og de har dermed liten mulighet kunne bidra til endringer i denne.

Vi fant ut at det aktørene ønsket var et system som var enkelt å bruke og forstå, samt at det ekskluderte unødvendig informasjon. Aktørene ønsket seg et program som inneholdt overdekning, antall jern, dimensjoner, senteravstander, lengder, kvaliteten og posisjonsnummer. I tillegg til dette ønsket basen seg en søkefunksjon for å lettere finne fram til relevante snitt.

Byggebransjen har generelt sett brukt dataverktøy for detaljering i ulike faser av prosjekter i nyere tid, men har hatt et mindre fokus på informasjonsflyt mellom aktørene gjennom hele byggeprosessen som er en sentral del av BIM. Bransjen har lenge vært konservativ med implementering av nye teknologier og prosesser. I nyere tider har derimot BIM blitt mer og mer akseptert og brukt, men ikke i særlig stor grad når det gjelder bruk til armeringsarbeider. Vi har funnet ut at BIM er noe som mange av jernbinderne i pilotprosjektet har ønsket at blir brukt videre, men ikke har hatt muligheten til. Dette kan skyldes manglende eller mangelfull kommunikasjon mellom jernbinderne og de som bestemmer. Det er de større entreprenørselskapene som bestemmer, og underentreprenører slik som Armeringsservice AS har en begrenset mulighet til å stille BIM-krav i prosjekter. Derfor er det byggherrer eller hovedentreprenører som må stille krav til BIM hvis det skal benyttes.

Tradisjonelle metoder har vist seg å føre til en lav produktivitet, mange kostbare feil og mye unødvendig tidsbruk. Dette er underbygget av svarene vi fikk fra intervjuobjektene i casestudiet

vårt, og viser at en endring i bransjen er nødvendig. Aktørenes positivitet til BIM etter endt pilotprosjekt gir oss inntrykket av at BIM er den nødvendige endringen.

Vi var i begynnelsen skeptiske til kvaliteten til BIM i form av applikasjoner, og mente at løsningen lå hovedsakelig i å forbedre applikasjonen produsert av programvareprodusenter som EDR & MEDESO AS. Etterhvert som vi gikk dypere i temaet og snakket med flere i bransjen, fant vi ut at utviklingen av BIM-applikasjoner ikke er den eneste, eller den største utfordringen som implementasjon av BIM til armering står ovenfor. Vi mener at programvarene som er på markedet i dag er relativt gode, og at den største utfordringen man møter i dag ligger i å forandre på holdningene og bedre kommunikasjonsflyten mellom aktørene i bransjen.

Vi mener at flere selskaper må investere langsiktig i BIM, når det gjelder endring av prosesser slik at de er mer tilpasset BIM, slik at større gevinster kan oppnås. En av våre visjoner er at hierarkiet som er i byggebransjen, og ikke minst i selskapene må reduseres slik at det blir enklere for de forskjellige aktørene å kommunisere med hverandre, eksempelvis ved at en jernbinder enklere kan si til en RIB hva han trenger for å gjøre jobben sin mer effektiv.

Jernbinderne i 2012-prosjektet var stort sett fornøyd med Tekla-systemet de fikk utdelt, og var i stand til å bygge etter dette på en effektiv måte. De kunne bygge utelukkende etter BIM, og hadde ikke behov for 2D-tegninger. Dette krever naturligvis at modellen er av god kvalitet, og dette krever igjen at de prosjekterende er flinke til å modellere armering, noe som var tilfellet i dette prosjektet. RIB mente at kunnskap om BIM er en mangelvare i bransjen, også blant de prosjekterende. Dette betyr at prosjekterende også må tilegne seg mer kompetanse når det gjelder BIM, for at de skal kunne lage gode armeringsmodeller som er av en kvalitet som kan bygges etter.

Samtlige av aktørene vi har intervjuet har vært positive til BIM etter endte pilotprosjekter. Dette viser at BIM kan brukes effektivt til armeringsarbeider med dagens teknologi. Når BIM blir tatt imot på en positiv måte, og aktørene gjør et forsøk på å få det til å virke kan BIM føre til tidsbesparelser ved en raskere forståelse av hva som skal bygges, færre revisjoner og færre feil. For at dette skal være tilfellet må modellen være av en god kvalitet. Dette krever at de prosjekterende er i stand til å lage gode armeringsmodeller. Modellen må inneholde all den informasjonen som kreves for å kunne utføre byggingen, og helst utelukke informasjon som er unødvendig.

Vi har i tillegg til dette funnet ut at motivasjon og vilje er viktig for en god implementering av BIM. I tillegg til dette krever en større implementering av BIM til bygging et kontraktsregelverk som er rettet mot BIM, slik at det blir lettere å tilrettelegge for implementering av BIM. Våre funn viser at det har vært manglende kommunikasjon mellom underentreprenører og entreprenører før og etter endt pilotprosjekt, angående jernbindernes erfaringer med og holdninger til BIM-systemet. Dette kan ha ført til at jernbindernes erfaringer ikke har blitt dokumentert skikkelig, og at pilotprosjektet derfor har hatt en lavere verdi for etterfølgende prosjekter. Det må kommuniseres i en større grad mellom alle aktørene i prosjektet for at BIM skal kunne brukes bedre, slik at de utførende kan komme med sine erfaringer, og kunne gi råd

til hovedentreprenører, og de prosjekterende rundt hvordan deres arbeidsprosess best skal kunne optimaliseres.

Tidligere forskning som vi har studert i løpet av skrivingen av denne oppgaven har listet opp en rekke fordeler ved bruk av BIM. Vi har i sammenheng med vår forskning ikke funnet noe som motsier at BIM medbringer seg mye nyttig. Samtidig vil gevinstene ved en implementering ikke nødvendigvis komme med en gang, siden man innledningsvis vil kunne oppleve en dupp i effektivitet når man tilpasser seg til nye arbeidsmetoder. Denne duppen kan være avskrekkende for en del aktører og man må sette fokuset på de eventuelle forbedringene som oppnås etterhvert. Det vil ta tid til å forandre systemet, det holder ikke bare med å innføre bruk av programmet, selskapet må også innføre en BIM prosess for å få ut alle gevinstene ved BIM.

Entreprenørene vi har vært i kontakt med satser på BIM fremover, og har flere prosjekter i planene. Generelt sett ser man en stor økning når det gjelder implementering av BIM i alle faser av byggeprosjekter, og bruken vil etter all sannsynlighet bare øke fremover.

Pilotprosjekter fremover burde ha et fokus på å dokumentere de eventuelle økonomiske, tidsmessige og kvalitetsmessige forbedringene som oppnås. Hvis et stort antall pilotprosjekter gjør dette, og viser at BIM har en positiv effektiv, vil dette være et insentiv for flere aktører involvert i armeringsprosesser å innføre BIM. Det er jo slik at det økonomiske er den faktoren bedrifter vektlegger mest, og hvis man kan vise at det å bygge med BIM er økonomisk gunstig, vil det naturligvis føre til at flere implementerer det.

Vi har i denne oppgaven sett på to pilotprosjekter i Oslo Lufthavn T2-prosjektet, og vi har intervjuet et begrenset antall mennesker grunnet tidsbegrensninger. Vi har også hatt vanskeligheter med å få i stand intervjuer med alle aktørene i pilotprosjektene siden flere av disse har takket nei til å bli intervjuet. Vi mener derimot at det er mye å lære av vår forskning, og at lærdommen jernbinderne som deltok i pilotprosjekt har ervervet kan være til nytte for fremtidige pilotprosjekter, og til nytte for aktører som har en interesse i BIM til armeringsarbeider.

## 7 VEIEN VIDERE

Fremover kan studenter som ønsker å studere videre på BIM til armeringsarbeider, prøve å se nærmere på spesifikke tall vedrørende økonomisk, tidsmessige og kvalitetsmessige aspekter ved fremtidige pilotprosjekter kontra prosjekter gjort etter tradisjonelle metoder, da vi ikke har hatt muligheten til å gjøre dette i vår oppgave.

Fremover kan det også være en ide å gjennomføre en iterativ prosess, der man lar jernbinderne få prøve seg på et BIM-program i en periode, for så å høste deres synspunkter. Deretter kan man utvikle programmet videre, og så la de samme jernbinderne få prøve seg på nytt med det oppdaterte programmet. Slik har man en syklus som har til formål å forbedre programmene. Dette har ikke vi hatt mulighet til i vår oppgave, da vår casestudie omhandlet et pilotprosjekt som allerede var ferdig utført. Uten en slik iterativ prosess kan det være vanskelig å utvikle programmer som er skreddersydd jernbinderne, og vi anbefaler derfor denne fremgangsmåten for de som vil optimalisere armeringsmodellene som jernbinderne skal benytte seg av.

Vi fant ut at det var en mangel på kommunikasjon og samarbeid blant aktørene i etterkant av pilotprosjektet, noe som reflekterer dagens situasjon i byggebransjen godt. Vi mener at samarbeid er den drivende kraften for implementering av BIM i prosessen. Vi er veldig skeptiske til at en suksessfull implementering av BIM kan oppnås uten samarbeid, der aktører benytter BIM for sin egen fordel, og ikke prosjektet som helhet. Ut i fra dette anbefaler vi at forskning utføres på samarbeid og kommunikasjon innen byggebransjen, slik at det blir laget et system som muliggjør bedre samarbeid i prosjektet. Optimalt kan det tenkes at man jobber under samme tak i starten, eller innenfor samme datarom.

Etter flere møter med aktører i bransjen der flere hadde pilotprosjekter i gang, mener vi at det er tilstrekkelig erfaring med bruk av BIM på byggeplass. Nå er det på tide å benytte seg av kunnskapen som er blitt tilegnet, og starte med prosessen som skal til for å kunne sette krav i BIM-manualen hos statsbygg til bruk av BIM under bygging. Dette kan være et krav til bruk av BIM som et supplement i starten, og videre fullt ut.

Vi mener at byggeprosessen og BIM må bli en større del av utdanningen for byggingeniørstudenter. Gjennom studiet fikk vi lite opplæring i disse temaene. Vi lærte å bruke noen programmer, men lærte lite om BIM som tema. Nyutdannede ingeniører er de som tar ansvaret i framtiden, og med et tydeligere bilde av bransjen og utfordringene som foreligger, kan de forme en mer effektiv bransje i framtiden.

## REFERANSER

- Andersen, S. S. (2013). *Casestudier: forskningsstrategi, generalisering og forklaring*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. doi:10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Construction Economics And Building*, 12(4), 15-28. doi:<http://dx.doi.org/10.5130/CEB.v12i4.3032>
- Becerik-Gerber, B., Pollalis, S. N., & Harvard University. (2006). *Computer aided collaboration in managing construction*. Cambridge, MA: Harvard Design School, Department of architecture.
- Building and Construction Productivity partnership building value og Branz (2014). *Productivity Benefits of BIM*. Hentet 17. april. 2012, fra <http://buildingvalue.co.nz/sites/default/files/Economic-Benefits-BIM.pdf>
- buildingSMART internasjonalt. (2014a). *Technical Vision*. Hentet 17. 04. 2012, fra <http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/>
- buildingSMART internasjonalt. (2014b). *Open Standards 101*. Hentet 17. 04. 2012, fra <http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards-101/>
- buildingSMART Norge. (2015). *buildingSMART Proses*. Hentet 15. januar. 2015, fra <http://www.buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-prosess>
- buildingSMART Norge (2014, Mai 25) *BS Standarder*. Hentet 12.05.2015 fra <http://www.buildingsmart.no/standarder>
- Illustrasjon av buildingSMART data modell (IFC). [Bilde] (2014). Hentet fra [http://www.buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/imagepicker/190/ifc\\_20120425\\_3.jpg](http://www.buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/imagepicker/190/ifc_20120425_3.jpg)
- Cohen, D., & Crabtree, B. (2006). Qualitative research guidelines project. *Semi-structured Interviews*. Hentet 04.02.2015, fra [http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/COHEN%202006%20Semistructured%20Interview.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/COHEN%202006%20Semistructured%20Interview.pdf)
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982-1003. doi:10.1287/mnsc.35.8.982
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub.Co.
- Grong, L. K. (2013). *BIM i produksjon*. (Mastergradsavhandling, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport). L. K. Grong, Trondheim.

- Hasle, Geir (2014, 31.03). Avinor-armering i verdenstoppen. *Byggfakta.no*. Hentet 03.mars.2015, fra <http://www.byggfakta.no/avinor-armering-i-verdenstoppen-74027/nyhet.html>
- Hellevik, O. (2002). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. Oslo: Universitetsforlaget.
- IFD library for buildingSMART internasjonal. (2014). *IFD Library*. Hentet 15. mars. 2014, fra [http://www.ifd-library.org/index.php?title=Main\\_Page](http://www.ifd-library.org/index.php?title=Main_Page)
- Illia, T. (2010, 04.07). Harmon Hotel stuck in limbo. *Las Vegas Review-Journal*. Hentet 22.april.2015, fra <http://www.reviewjournal.com/business/harmon-hotel-stuck-limbo>
- Illustrasjon av Gardemoen T2. [Bilde] (2012). Hentet 25.februar.2015, fra [https://avinor.no/globalassets/oslo-lufthavn/om-oslo-lufthavn/illustrasjoner-utbygging/visualisering\\_luftperspektiv\\_dag\\_tcm181-164230.jpg](https://avinor.no/globalassets/oslo-lufthavn/om-oslo-lufthavn/illustrasjoner-utbygging/visualisering_luftperspektiv_dag_tcm181-164230.jpg)
- Juliebø, E. (1997). *Ameringsboka*. Oslo: Universitetsforlaget
- Jæger, P (2012). *BOLIGPRODUSENTENESBIM MANUAL* (Boligprodusentenes Forening BIM Manual - Versjon 2.0). Hentet fra <http://boligprodusentene.no/getfile.php/Dokumenter/BIM-manual%202.0%20Boligprodusentene.pdf>
- Kothari, C. R. (2004). *Research methodology: Methods & techniques*. New Delhi: New Age International (P) Ltd. (S. 3 & 113)
- Langlo, J. A., Bakken. S., Karud, O. J., Malm, E. & Andersen B. (2013). *Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen* (SINTEF Problemnotat 102004661). Hentet fra <http://www.dibk.no/globalassets/bygg21/problemnotat---produktivitetsmaling-i-byggenaringen.pdf>
- Las Vegas Sun. *Foto illustrasjon av Harmon Hotell* [Bilde] (2009). Hentet 22.april.2015, fra <http://lasvegassun.com/photos/2009/feb/07/21472/>
- Linstad. E. H. (2006). Store svingninger i bygge- og anleggsvirksomhet. *Norsk økonomi*, Hentet 02.mars.2015, fra [http://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/sa\\_98/kap5.pdf](http://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/sa_98/kap5.pdf)
- McGraw-Hill Construction. (2012). *New Research by McGraw-Hill Construction Shows Dramatic Increase in Use of Building Information Modeling (BIM) in North America*. Hentet 11. 02. 2015, fra <http://construction.com/about-us/press/new-research-by-MHC-shows-dramatic-increase-in-use-of-BIM-in-North-America.asp>
- Merschbrock, C., & Munkvold, B. E. (2012). A research review on building information modelling in construction – An area ripe for IS research. *Communications of the Association for Information Systems*, 31(1), 10
- NBS National BIM Report 2014. (2014). *National Building Specifications National BIM Report 2014*. Hentet 30.mars.2015, fra <http://www.thenbs.com/pdfs/NBS-National-BIM-Report-2014.pdf>
- Oakley, J. (2012, April 30). Why BIM Implementations Fail, and What You Can Do About It: AECbytes Viewpoint #65. Hentet 11.mars.2015 fra [http://www.aecbytes.com/viewpoint/2012/issue\\_65.html](http://www.aecbytes.com/viewpoint/2012/issue_65.html)
- OSL – Terminal 2. (2011). *Krav til BIM – Bilag D9*. Hentet 20.02.2015, fra <http://www.oslt2.no/ShowFile.ashx?FileInstanceId=e4da08bd-d56d-46fb-90b4-edb8527f863c>

- Team\_T AS. *BIM-armering i T2-prosjektet*. [Bilde] (2014a). Hentet 20.mai.2015, fra [http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2014/1450155\\_BIM-for-byggeiere/Markussen\\_140905\\_BIM\\_for\\_byggeiere\\_-\\_Armering\\_BIM\\_i\\_T2.pdf](http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2014/1450155_BIM-for-byggeiere/Markussen_140905_BIM_for_byggeiere_-_Armering_BIM_i_T2.pdf)
- Team\_T AS. *Detalj BIM-armering i T2-prosjektet*. [Bilde] (2014b). Hentet 20.mai.2015, fra [http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2014/1450155\\_BIM-for-byggeiere/Markussen\\_140905\\_BIM\\_for\\_byggeiere\\_-\\_Armering\\_BIM\\_i\\_T2.pdf](http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2014/1450155_BIM-for-byggeiere/Markussen_140905_BIM_for_byggeiere_-_Armering_BIM_i_T2.pdf)
- Trimble Finland Has Acquired Title to All Shares in Tekla Corporation, *Reuters*. (2012, 02.10). Hentet 13.januar.2015, fra <http://www.reuters.com/article/2012/02/10/idUS141869+10-Feb-2012+HUG20120210>
- Statsbyggs BIM-manual. (2013). Statsbyggs manual for bygningsinformasjonsmodellering Versjon 1.2.1 (SBM1.2.1). Hentet 15.mai.2015 fra <http://www.statsbygg.no/Files/publikasjoner/manualer/StatsbyggBIM-manual-Ver1-2-1-2013-12-17.pdf>
- Steel, J., Droegemuller, R., Toth B. (2012) "Model interoperability in building information modelling." *Software & Systems Modeling* Februar 2012, Volume 11, Issue 1, pp. 99-109. Hentet 10.mars.2015 fra <http://industrialized-software.wdfiles.com/local--files/kiss-aswec-2009/Steel.pdf>
- SmartMarket Report. (2012). *The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007-2012)*. Hentet 09.februar.2015, fra [http://images.autodesk.com/adsk/files/mhc\\_business\\_value\\_of\\_bim\\_in\\_north\\_america\\_2007-2012\\_smr.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/mhc_business_value_of_bim_in_north_america_2007-2012_smr.pdf)
- Way, A. (2011). Deconstructing a \$1 Billion Disaster. *How implementing online collaboration and project management technology can revolutionize the architecture, engineering and construction industry's communication, efficiency and overall project completion*, 1-4. Hentet 22.april.2015 fra [https://www.mysmartplans.com/Deconstructing\\_a\\_\\$1\\_Billion\\_Disaster.pdf](https://www.mysmartplans.com/Deconstructing_a_$1_Billion_Disaster.pdf)

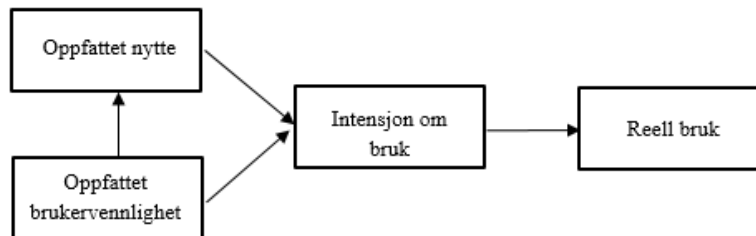
## **VEDLEGG**

Vedlegg A	-	Eksempler på analysering av data	A
Vedlegg B	-	Intervjuguide	B



## VEDLEGG A – EKSEMPLER PÅ ANALYSERING AV DATA

Noen sitater har i rapporten blitt benyttet i sin helhet, mens man med andre bare har brukt en del. Nedenfor listes tre eksempler innenfor de fire ulike begrepene i TAM (se figuren under), på hvordan sitater er tatt ut i fra transkribering, og satt inn i resultat. Det som er streket under er de delene av sitatene som vi har benyttet oss av i resultatet.



Figuren referer til (Figur 2.11-1, s.16)

### Oppfattet nytte:

#### Eksempel 1:

##### Hva slags forventninger hadde du før dere satt i gang?

Egentlig så trodde jeg at det skulle være litt tungvint, faktisk, fordi jeg var vant til 2D-tegninger, så hadde jeg låst meg litt på det, men jeg ble positivt overraska når jeg så hvordan det var. Det var noe helt annet, du trenger ikke å tenke så fælt for å skjønne hvordan ting skal se ut da, du ser det jo.

(Aktør 5)

#### Eksempel 2:

##### Vil du definere modellen som nyttig å ha på byggeplass?

Jeg synes at det var kjempefint egentlig for du har jo alle tegningene med deg når du har det for eksempel på en iPad. Det eneste problemet er hvordan en iPad fungerer når det er kaldt og sånn da, det vet vi jo ikke. Det er klart at hvis du har den inne så er det jo lettere.

(Aktør 7)

#### Eksempel 3:

##### Hvis du vurderer effektiviteten på jobben blant jernbindere, hvordan vil du vurdere det?

Effektiviteten, hvis jeg gir en karakter på en skala fra 1 til 10, så ligger den på 3-4 synes jeg i hvert fall, jeg synes at det er tungvint.

(Aktør 5)

### Oppfattet brukervennlighet:

#### Eksempel 1:

##### Praktiske utfordringer, å ta av hansker for eksempel for å se på modellen ville det være et problem?

Jeg tar av hanskene hele tiden uansett, så det spiller ingen rolle. Når man skal gjøre et eller annet så skal man ta av uansett.

(Aktør 5)

### **Eksempel 2:**

#### **Brukte dere bare 3D på det prosjektet, eller var det som et supplement?**

Til å begynne med så hadde vi tegninger, men dem la vi helt vekk, men vi hadde de tilgjengelig, men vi hadde ikke behov for det fordi vi hadde alt på det, det var lett vint. Selv for meg som ikke er datakyndig, så var det veldig enkelt.

(Aktør 2)

### **Eksempel 3:**

#### **I hvor stor grad tror du at armerings- arbeidene opplever at bruk av BIM øker den jobbrelevante ytelsen?**

Jeg tror, da er du veldig tilbake til holdning, og der finner du mange forskjellige typer av mennesker. Hvis man ser tilbake på han ungdommen som vi traff på det første prosjektet er det ingen tvil om at han ønsket å jobbe sånn, og følte det var mer effektivt enn å bla i en haug med tegninger. Går du tilbake til en litt eldre kar, den typen mennesker som begynner å se pensjonsalderen i hvitøyet. Det er selvsagt forskjell på folk, men jeg har en oppfatning, en følelse, av at dess eldre folk blir i forhold til dette dess vanskeligere er det å få dem til å legge opp til å jobbe på andre måter. Det er gjerne todelt. En ung uerfaren jernbinder vil ikke ha med seg en ryggsekk av erfaringer om hvordan du gjennomfører et byggeprosjekt, hva man kan forvente av feil og mangler og ting og tang som gjør at du kan få kontraktmessige utfordringer i forhold til jobben du har gjort. Der vil nok en eldre kar med lang erfaring skjønne det at gjør du en feil blir det et haraball uten like, med masse arbeid om å dokumentere hva som ble gjort ikke gjort, hva som ble feil osv. Jeg tror det er forskjell på folk, og det viser erfaringen at det er vanskeligere å få de som har lang erfaring til å akseptere at man skal jobbe på en annen måte. Når det er sagt så har det også noe med hvordan man legger det frem ovenfor de som sitter og mottar dette på entreprenørsiden. Igjen; vi har vært veldig bundet av at det er tegninger som gjelder. Og når vi kommer i møte med dem og fått lov å vise dem hva BIM inneholder. Får lov å vise at du finner samme opplysning som på tegningene på modellen, og du har en prosjektering som sier at dette kan du faktisk bygge etter, at det er riktig som ligger i modellen. Da har du kommet langt i overbevise de som er veldig opptatt av kontrakten, som så tar det videre i sin organisasjon og da gjør så godt de kan for å utnytte dette.

(Aktør 1)

### **Intensjon om bruk:**

#### **Eksempel 1:**

#### **Var dere interessert i BIM?**

Du får jo ikke stoppet etter det her, du gjør jo ikke det. Den første gangen er det litt rart, men dette her blir jo bare mer og mer alminnelig.

(Aktør 4)

### **Eksempel 2:**

**Er du villig til å lære noen nye ting, eller vil du bare utføre jobben og dra hjem?**

Jeg vil ha noe nytt. Jeg har lyst til å få ting bedre, mer effektivt, fordi jeg synes det er tungvint.

(Aktør 5)

### **Eksempel 3:**

**Kan dere se for dere at dere skriver kontrakter ut i fra modeller og ikke tegninger?**

Person 3: Ja.

**Har dere begynt med det?**

Person 3: Ja vi leverer det første anbudet den 21. denne måneden. Så vi har ikke noe anlegg som går i dag, hvor kontrakten er skrevet på grunnlag av BIM, det kommer.

(Aktør 3)

### **Reel bruk:**

#### **Eksempel 1:**

**Men tror du at BIM kommer til å bli brukt etterhvert i andre prosjekter?**

Ja, det tror jeg at det gjør. Jeg har savna Tekla-systemet, som jeg var borti. Det har jeg savna på flere prosjekter, fordi det gjør jobben vår litt enklere. Vi sparer mye tid. Det som jeg, jeg vet ikke om dere forstår hvis jeg sier revisjoner, og det er det vi sliter med i dag, at vi ofte får veldig mye revisjoner, og da må du vente på papirformat, og det er en veldig kostbar løsning med å arkivere. Stort arkiv i forhold til å ha en iPad eller ett eller annet.

(Aktør 2)

#### **Eksempel 2:**

**Men det er den samme kvaliteten som det skulle vært med 2D?**

Ja, altså vi har jo ikke noe grunnlag for å si at dem gjør noe dårligere kvalitet enn om de hadde bygge med hjelp fra tegninger, de hadde jo fått det like godt til med tegninger, men jeg tror ikke at kvaliteten blir noe dårligere om du bruker modellen. Det som jeg tror at du kan spare kroner på er at hvis vi hadde hatt en kontraktsmessig forutsetning om at det skal brukes modell, og kanskje bare modell, som jeg tror kommer om noen år. Da har man en forventning om at dette skal bli rimeligere. For det er mye lettere å se armeringen i en modell, framfor å sammenholde mange tegninger. Vi kunne i prinsippet sendt ut en modell for all armeringen for hele flyplassen, ikke det at vi ønsker å gjøre det, men vi kunne ha gjort det. Og det kunne erstatte, la oss si 2500 tegninger. Og hvis du begynner å regne på kostnadene det er å lage 2500 tegninger så tror jeg at du blir overasket. Der tror jeg det ligger mye penger. La oss si at vi kunne ha kuttet ut halvparten av tegningene, selv det hadde vært en enorm gevinst i et såpass stort prosjekt.

(Aktør 1)

#### **Eksempel 3:**

**Hvordan opplevde dere Bruk av BIM?**

Det gjorde det mye raskere, når gutta kommer inn og vil ha en forklaring på en litt sånn problem på både forskaling og armering, så går du da inn på nettet og så har du dette her med en gang, bare printer ut et bilde av den situasjonen og så har dem problemet løst med en gang, og så bare rett ut igjen, uten å bla i tegninger. Kanskje dem måtte hatt flere tegninger for å komme til samme saken.

(Aktør 4)

## **VEDLEGG B – INTERVJUGUIDE**

Intervjuene vi har utført har hatt denne intervjuguiden som generelt grunnlag, men tilleggsspørsmål har blitt stilt etter hvert som intervjuet har utviklet seg, og på bakgrunn av deres kunnskapsnivå og ferdigheter. Som nevnt tidligere har intervjuguiden blitt utviklet på bakgrunn av TAM.

### **INTERVJUGUIDE**

#### **Spørsmål til aktørene:**

- Spørsmål om bakgrunnen til intervjuobjektene.
- Spørsmål om kunnskapsnivået deres om BIM før Casestudiet på Gardermoen.

#### **Oppfattet nytte:**

- Tror dere at BIM-modeller på byggeplass til armeringsarbeider er nyttig? (Hvorfor/hvorfor ikke?)
- Hva tror dere eventuelt at BIM modeller på byggeplass til armeringsarbeider kan være nyttig til?

#### **Oppfattet brukervennlighet:**

- Er programmene enkle å lære seg, hvorfor/hvorfor ikke?
- Er programmene enkle å bruke, hvorfor/hvorfor ikke?
- Tror dere at det kommer til å oppstå praktiske vanskeligheter ved bruk av BIM-modeller på byggeplass. (For eksempel batteriliv, internettbredbånd, støv, regn)

#### **Intensjon om bruk:**

- Har dere lyst til å bruk BIM-modeller til armeringsarbeider I fremtiden? Hvorfor/hvorfor ikke?
- Har dere planer om bruk av BIM i fremtidige prosjekter innenfor armering?

#### **Reel bruk:**

- Hva slags effekt hadde bruk av BIM på det ferdige produktet?
- Førte BIM til tidsbesparelser?
- Hvordan synes du at bruken av BIM kan forbedres? Hvilke ting synes du manglet eller var unødvendig?
- Har du en sluttkommentar?