

# Digitalisering av produksjonsfasen i byggeprosjekter

**Simen Holter**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2018

Hovedveileder: Olav Torp, IBM

Medveileder: Jens Olav Kjærstad, Backe Romerike AS

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg- og miljøteknikk





Oppgavens tittel: Digitalisering av produksjonsfasen i byggeprosjekter	Dato: 06.06.2018 Antall sider (inkl. bilag): 108
	Masteroppgave <input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input type="checkbox"/>
Navn: Simen Holter	
Faglærer/veileder: Olav Torp	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Jens Olav Kjærstad	

#### Sammendrag:

Ny teknologi, moderne programvare og digitale verktøy er de senere årene brukt som prosjekteringsverktøy i byggeprosjekter. Heldigitalisering av byggeprosessen er beregnet til å kunne kutte kostnader i byggeprosjekter med 25%, men krever at en også effektiviserer produksjonsprosessen ved bruk av digitale hjelpemidler ute på byggeplassen. Økt bruk av mobiltelefon og nettbrett med tilhørende programvare på byggeplassen fører til tids- og kostnadskutt i produksjonen, hvilket vil øke produksjonshastigheten til entreprenørene.

Hensikten med oppgaven er å kartlegge arbeidsrutiner på byggeplass med effektiviseringsgevinst ved å ta i bruk digitale verktøy, og å vurdere omveltningprosessen det kreves å digitalisere arbeidsrutinene. Følgende forsknings spørsmål ligger til grunn for oppgaven:

- I hvilken grad brukes digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen i dag?
- Hvordan kan dagens digitale hjelpemidler brukes ute på byggeplass for å effektivisere produksjonsprosessen?

Studiet er gjennomført i samarbeid med BackeGruppen. Informasjonen brukt i studiet er primært innhentet ved casestudie i et av deres byggeprosjekter og ved samtale med funksjonærer og håndverkere hos bedriften. Det er gjennomført litteraturstudier som teoretisk grunnlag for oppgaven og kartlegging av allerede kjente observasjoner ved bruk av digitale verktøy i produksjon. Det er gjort kvalitative intervjuer av Backes ansatte, programvareleverandører og representanter fra andre entreprenører, i tillegg til en kvantitativ spørreundersøkelse blant funksjonærer hos Backe Romerike AS.

Elektronisk føring av sjekklister, elektronisk avviks- og utbedringshåndtering og tilgang til tegninger på mobiltelefon og nettbrett på byggeplass for prosjektorganisasjonen vil lette produksjonsledelsens arbeid i betydelig grad. Totalt kan en anta besparelser på opp mot ti dagsverk per funksjonær for et leilighetsprosjekt med byggekostnad i størrelsesorden 200 millioner kroner og 18 måneders byggetid. Håndverkerens arbeid vil også effektiviseres ved direkte tilgang til informasjon tilgjengelig via prosjekthotell og 3D- modell på håndholdt enhet.

#### Stikkord:

1. Digitalisering
2. Produksjon
3. BIM
4. Effektivisering

---

Simen Holter



## Forord

Masteroppgaven er utført vårsemestret 2018 ved Institutt for bygg- og miljøteknikk på NTNU i Trondheim. Oppgaven er vektet 30 studiepoeng og er den avsluttende oppgaven i forbindelse med masterstudiet bygg- og miljøteknikk.

Temaet for oppgaven er utarbeidet i samarbeid med Backe Romerike AS, en bedrift jeg har hatt sommervikariat for de to siste somrene i løpet av studietiden. I tillegg har jeg jobbet deltid på et av deres byggeprosjekter når tiden har strukket til. BackeGruppen er i en prosess der en ser på digitalisering av produksjonen i håp om å effektivisere, og konsernet ønsket i den forbindelse å inngå et samarbeid med masteroppgave for å se på potensiale ved bruk av digitale hjelpemidler i produksjonen.

Jeg ønsker å takke Øystein Nordal og Jens Olav Kjærstad for lov til å benytte Backe Romerikes prosjekter i arbeid med oppgaven. Takk for ressursene som er stilt til rådighet på vegne av firmaet i form av datamaskin, mobiltelefon, kontorplass på Jessheim og kanskje aller viktigst, de ansatte. En takk rettes også til Olav Torp, veileder på NTNU, for gode og konstruktive tilbakemeldinger både ved forprosjekt og masteroppgave.

En spesiell takk rettes til funksjonærene på Jessheim Park som har bidratt med både faglig og sosial input underveis i masterskrivingen. Det gjelder Vegard Sætermoen, Kristian Stenrød, Ola Anders Fletsten og Stein Erik Mølmen. Til tross for en travel hverdag med drift av byggeplassen har dere fulgt opp og svart på spørsmål, og med det bidratt til at denne oppgaven er blitt til.

Trondheim, 06.06.2018

---

Simen Holter



## Sammendrag

Ny teknologi, moderne programvare og digitale verktøy er de senere årene brukt som prosjekteringsverktøy i byggeprosjekter. Heldigitalisering av byggeprosessen er beregnet til å kunne kutte kostnader i byggeprosjekter med 25%, men krever at en også effektiviserer produksjonsprosessen ved bruk av digitale hjelpemidler ute på byggeplassen. Økt bruk av mobiltelefon og nettbrett med tilhørende programvare på byggeplassen fører til tids- og kostnadskutt i produksjonen, hvilket vil øke produksjonshastigheten til entreprenørene.

Hensikten med oppgaven er å kartlegge arbeidsrutiner på byggeplass med effektiviseringsgevinst ved å ta i bruk digitale verktøy, og å vurdere omveltningssprosessen det kreves å digitalisere arbeidsrutinene. Følgende forskningsspørsmål ligger til grunn for oppgaven:

- I hvilken grad brukes digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen i dag?
- Hvordan kan dagens digitale hjelpemidler brukes ute på byggeplass for å effektivisere produksjonsprosessen?

Studiet er gjennomført i samarbeid med BackeGruppen. Informasjonen brukt i studiet er primært innhentet ved casestudie i et av deres byggeprosjekter og ved samtale med funksjonærer og håndverkere hos bedriften. Det er gjennomført litteraturstudie som teoretisk grunnlag for oppgaven og kartlegging av allerede kjente observasjoner ved bruk av digitale verktøy i produksjon. Det er også gjort kvalitative intervjuer av Backes ansatte, programvareleverandører og representanter fra andre entreprenører, i tillegg til en kvantitativ spørreundersøkelse blant funksjonærer hos Backe Romerike AS.

Elektronisk føring av sjekklister, elektronisk avviks- og utbedringshåndtering og tilgang til tegninger på mobiltelefon og nettbrett på byggeplass for prosjektorganisasjonen vil lette produksjonsledelsens arbeid i betydelig grad. Totalt kan en anta besparelser på opp mot ti dagsverk per funksjonær for et leilighetsprosjekt med byggekostnad i størrelsesorden 200 millioner kroner og 18 måneders byggetid. Håndverkerens arbeid vil også effektiviseres ved direkte tilgang til informasjon tilgjengelig via prosjekthotell og 3D- modell på håndholdt enhet.

Med dagens programvaresystemer kreves bruk av ulike leverandører for å dekke ønskelige behov. Det gjøres forsøk på å utvikle enkeltprogrammer som bidrar til å heldigitalisere

byggeprosessen, og mye tyder på at dokumentasjon og tegninger på papir vil fases ut til fordel for digital dokumentasjon og arkivering i tiden som kommer.



## Abstract

New technology, software and digital tools have in recent years become common design tools for construction projects. Complete digitalization of the building process is estimated to cut costs in construction projects by 25%, but requires improved efficiency of the production process by using digital aids on the construction site. Increasing use of mobile devices with appropriate software on site leads to cuts in time and money spent on production, which in turn increases construction speed for contractors.

The intent of this thesis is to catalogue routines on site that can be improved by using digital tools, and assess the changes required to digitalize the work routines. The following questions are the basis of this thesis:

- To what degree is digital aids used in the production process today?
- How can today's digital tools be used on site to increase efficiency of the production process?

The study is carried out in collaboration with BackeGruppen. The information used in this study is collected primarily from case studies of their construction projects, and through conversation with workers in the company. A literature review was carried out and used as a theoretical basis for the thesis, as well as cataloging of already observed effects of digital tools used for production. Additionally, qualitative interviews of Backe's employers, software distributors and representatives from other contractors was carried out, as well as a quantitative questionnaire given to workers of Backe Romerike AS (a division of BackeGruppen).

Electronic logging of check lists, error- and improvement management, and access to drawings on mobile phones and tablets on site will significantly ease the work of production management for the project organization. Savings up to ten days of work per worker in the management can be assumed in total for an apartment project with a construction cost in the range of 200 million NOK and an 18-month construction time. A carpenter's work will also be improved by direct access to information available on web hotels and 3D- models on mobile devices.

With today's software systems different providers are required to cover different needs. It is being attempted to develop single programs that digitalize the entire construction process,

and there are many indications that drawing and documentation on paper will be phased out in favor of digital documentations and archiving in the time to come.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	i
Sammendrag.....	iii
Abstract .....	v
Figurliste .....	ix
Tabelliste.....	xi
1. Innledning .....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.1.1 BackeGruppen .....	2
1.2 Problemstilling .....	2
1.3 Omfang og avgrensninger.....	3
2. Metode .....	5
2.1 Forskningsmetoder .....	5
2.1.1 Intervju som metode .....	6
2.2 Litteraturstudie .....	7
2.2.1 Databaser .....	8
2.2.2 Relevans .....	8
2.2.3 Pålitelighet.....	8
2.2.4 Litteratursøk .....	9
2.3 Valg av metode .....	10
2.3.1 Intervju .....	11
2.3.2 Spørreundersøkelse .....	13
2.3.3 Casestudie – Jessheim Park F,G,H .....	15
2.4 Workshop med programvareutvikler og entreprenør .....	17
3. Teori.....	19
3.1 Byggeprosessen .....	19
3.1.1 Byggeprosjektets faser .....	20
3.1.2 Årsaker til forsinkelser og overskridelser.....	22
3.2 Kommunikasjon i byggeprosessen .....	24
3.2.1 Nettbrett som kommunikasjonsverktøy .....	25
3.2.2 Innhenting av informasjon .....	27
3.3 BIM.....	28

3.3.1 BIM i produksjonsfasen.....	28
3.3.2 Flerdimensjonal planlegging .....	31
3.4 Digitalt veikart.....	33
4. Resultat og observasjoner .....	35
4.1 Elektronisk befaringsverktøy .....	36
4.1.1 Mulig besparelse for totalentreprenør .....	40
4.1.2 Forenkling ved bruk av digitalt verktøy .....	40
4.2 Digitale sjekklister .....	41
4.2.1 Potensiell besparelse ved bruk av digitale sjekklister.....	42
4.2.2 Gevinst ved digitale sjekklister.....	45
4.3 Digitale arbeidstegninger og modell i produksjon .....	46
4.3.1 Sløsing ved bruk av utdaterte tegninger .....	47
4.4 Sikkerhetserklæringer og oversiktslister .....	48
4.4.1 Elektronisk sikkerhetserklæring .....	49
4.5 Behov for datakapasitet .....	50
4.6 Oppsummering resultater .....	51
5. Diskusjon.....	53
5.1 I hvilken grad brukes digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen i dag?.....	53
5.2 Hvordan kan dagens digitale hjelpemidler brukes ute på byggeplassen for å effektivisere produksjonsprosessen? .....	53
5.2.1 Befaringer og sjekklister.....	53
5.2.2 Prosjekthotell ute i produksjon .....	54
5.2.3 Digitale sikkerhetserklæringer og egenregistrering av HMS- kort.....	57
5.2.4 Standardisering og arkivering .....	58
5.3 Oppsummering diskusjon .....	59
6. Konklusjon .....	61
6.1 Digitale verktøy i produksjonsprosessen i dag .....	61
6.2 Arbeidsprosesser med effektiviseringsmuligheter .....	61
6.3 Begrensninger ved dagens maskin- og programvare .....	63
7. Referanser .....	65
8. Vedlegg .....	67

## Figurliste

Figur 1: Byggeprosessens delprosesser (Vestermo and Murvold, 2016) .....	20
Figur 2: Byggeprosjektets kjerneprosesser (Vestermo and Murvold, 2016) .....	20
Figur 3: Informasjonskilder blant utførende (Ørstavik and Røsdal, 2011).....	27
Figur 4: Viktigste kommunikasjonskanaler for utførende (Ørstavik and Røsdal, 2011) .....	28
Figur 5: Logo (Rendra, 2018) .....	30
Figur 6: Logo (Norge, 2018) .....	30
Figur 7: Logo (HP-Entreprenør, 2018) .....	31
Figur 8: Fire forutsetninger for heldigitalisert bygg-, anleggs- og eiendomsnæring (Landsforening, 2017).....	34
Figur 9: BackeGruppens inndeling av prosesser (Backe, 2018) .....	35
Figur 10: Utbedringer - kontrollskjema på papir.....	39
Figur 11: Utbedringer - utbedringer registrert digitalt.....	40
Figur 12: Sjekkliste for kontroll av arbeider .....	41
Figur 13: Elektronisk sjekkliste utarbeidet ved RørAPP .....	42
Figur 14: Respondentenes opplevelse av potensiell tidsbesparelse ved mobilt prosjekthotell på byggeplass .....	46
Figur 15: Respondentenes svar på tidsbruk som følge av avbrytelser på byggeplasskontoret .....	47
Figur 16: Sikkerhetserklæring ved arbeid på byggeplass. Erklæring fylles ut ved bruk av penn og papir.....	49
Figur 17: Elektronisk sikkerhetserklæring .....	50
Figur 18: Informasjons- og dokumentutveksling i prosjektorganisasjonen.....	56



## Tabelliste

Tabell 1: Kjennetegn ved kvantitative og kvalitative metoder (Dalland, 2013).....	5
Tabell 2: Evaluering av intervjuformer .....	7
Tabell 3: Oversikt over søkeord, databaser og antall treff.....	9
Tabell 4: Metoder for å besvare forskningsspørsmål.....	10
Tabell 5: Tradisjonell avvikshåndtering vs. avvikshåndtering på nettbrett .....	26
Tabell 6: Tidsbruk befaringer digitalt vs. papir.....	37
Tabell 7: Mengde KS- dokumentasjon blant entreprenører i casestudiet.....	44
Tabell 8: Tidsbruk for for- og etterarbeider ved papirutskrevne sjekklister .....	45
Tabell 9: Kostnadskonsekvens ved produksjon etter gammelt tegningsunderlag .....	48





# 1. Innledning

Kapittelet gir en introduksjon for temaet i oppgaven og beskriver formålet med studiet. I tillegg gis leseren informasjon om valg av problemstillingen oppgaven er bygget på samt presentasjon av samarbeidspartner og deres rolle i studiet.

## 1.1 Bakgrunn

Bruk av bygningsinformasjonsmodell (heretter omtalt som BIM) i prosjekterings- og produksjonsfasen har stort potensiale. Martin Fischer fra Stanford University mener at en ved god prosjektledelse og bruk av BIM og virtual design construction (heretter omtalt som VDC) kan opp mot halvere byggeprisen (Seehusen, 2013). Med økt grad av prefabrikking, billigere datakraft og forenkling av planleggings- og produksjonsprosessen vil prisene på nybygg synke i tråd med økt IT- kompetanse. I dag brukes digitale verktøy allikevel i begrenset grad i produksjonen, og til tross for at en venter seg et paradigmeskifte innen få år kreves det tilpasninger og tid før prosessen går «knirkefritt». Konsernsjef i SINTEF, Alexandra Bech Gjørsv, uttalte under Byggedagene 2018 at en fortsatt ikke anser byggenæringen som digital moden, men at bransjene er i ferd med å se mulighetene digitaliseringen gir og at måten det jobbes på vil endres (Aga, 2018). Byggenæringenes landsforbund har utarbeidet et digitalt veikart med mål om en heldigitalisert bygg-, anleggs- og eiendomsnæring innen 2025, hvilket skal bidra til 25% kostnadsreduksjon og 50% raskere gjennomføring av prosjektene (Landsforening, 2017). Formålet med dette er at bedriftene skal jobbe sammen om mer effektiv produksjon ved digitalisering av byggeprosessen.

Byggebransjen påstås å være konservativ (Seehusen, 2006), og til tross for store omveltninger de siste århundrene når det gjelder produksjonstempo og teknisk standard på byggene er byggeprosjektene i stor grad organisert på samme måte (Dainty et al., 2007). Villigheten til å være først ute med utprøving av ny programvare virker å være begrenset, men med BIM som et viktig verktøy i prosjekterings- og produksjonsfasen sees det også på muligheter for å flytte 3D-modell og digitale arbeidstegninger ut på byggeplass. Tidligere studier har sett på mulighetene som gis ved bruk av BIM i produksjonsfasen (Grong, 2013), hvordan bruk av nettbrett på byggeplass kan forbedre kommunikasjonen i et byggeprosjekt (Harstad et al., 2015) og kartlagt erfaringene som er gjort ved bruk av BIM- kiosker i norske byggeprosjekter (Murvold et al., 2016). Allikevel har ingen av disse studiene tatt for seg

konkret effektiviseringsgevinst ved å forenkle arbeidsrutiner knyttet til produksjonen ved bruk av digitalt verktøy.

Dette studiet ser nærmere på hvilke arbeidsoperasjoner som ved mindre omveltninger kan effektiviseres ved bruk av digitale verktøy. I oppgaven er Backe Romerikes rutiner og dokumentasjon i flere prosjekter undersøkt, i tillegg til at rutinene til flere av de andre store entreprenørene i Norge, deriblant AF Gruppen, Consto, Con-Form og Ø.M. Fjeld, er kartlagt. Selv om oppgaven er skrevet i samarbeid med BackeGruppen kan det antas at effektiviseringstiltakene som tas opp i oppgaven også gjelder for øvrige entreprenører, da rutinene i produksjonsfasen for de ulike selskapene i stor grad er lik.

### 1.1.1 BackeGruppen

Masteroppgaven skrives i samarbeid med Backe Romerike AS, en del av BackeGruppen. BackeGruppen er et av Norges største entreprenørselskaper med nesten 900 ansatte og en omsetning i 2016 på 3 710 millioner kroner (BackeGruppen, 2018).

BackeGruppen inngikk i slutten av 2017 en konsernavtale med Rendra for bruk av deres programvare i sine prosjekter (Byggeindustrien, 2017). Bruk av programvaren skal tilgjengeliggjøre 3D- modeller og digitale arbeidstegninger ute på byggeplassen ved hjelp av håndholdte enheter og være brukervennlig og funksjonelt på en måte som bidrar til økt produktivitet. Målsetningen er å koble alle digitale prosesser sammen slik at en får en helhetlig digital byggeprosess fra A til Å.

## 1.2 Problemstilling

Formålet med oppgaven er å kartlegge arbeidsrutiner på byggeplass med effektiviseringsgevinst ved bruk av digitale hjelpemidler, og å vurdere omveltningssprosessen det kreves for å digitalisere eksisterende arbeidsflyt.

Studiet baseres på følgende forskningsspørsmål:

- I hvilken grad brukes digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen i dag?
- Hvordan kan dagens digitale hjelpemidler brukes ute på byggeplass for å effektivisere produksjonsprosessen?

### 1.3 Omfang og avgrensninger

Masteroppgaven er gjennomført i løpet av 20 uker, og er vektet 30 studiepoeng som en del av Bygg- og miljøteknikkstudiet på NTNU i Trondheim.

Oppgaven begrenser seg til å se på effektiviseringspotensialet i produksjonen, og vil ikke inkludere kalkulasjon-, prosjektering-, og reklamasjonsfasen. Det vil bli sett på arbeidsoperasjoner som primært berører anleggsleder, produksjonsleder/formann, bas og øvrige håndverkere. Erfaringsinnhenting i studiet kommer fra entreprenørbedrifter, mens effektiviseringsgevinst for rådgivende ingeniørers og byggherres bruk av digitale verktøy utelates i oppgaven. Resultatene baseres på informasjon innhentet ved intervjuer av ansatte hos entreprenører, casestudie gjennomført i et av Backe Romerikes prosjekter, litteraturstudie og spørreundersøkelse besvart av Backes funksjonærer.



## 2. Metode

*Metoden forteller oss noe om hvordan vi bør gå til verks for å fremskaffe eller etterprøve kunnskap. Begrunnelsen for å velge én bestemt metode er at vi mener den vil gi oss gode data og belyse spørsmålet vårt på en faglig interessant måte (Dalland, 2013).*

### 2.1 Forskningsmetoder

En skiller vanligvis mellom to hovedtyper metode, kvantitativt og kvalitativt.

**Kvantitativ metode** oppgir data i målbare enheter og er lette å etterprøve. Tall gir oss muligheter til å foreta regneoperasjoner, enten det er ønskelig å måle gjennomsnitt eller beregne prosentmessig andel. Kvantitative undersøkelser kan gjøres ved bruk av spørreskjema med faste svaralternativer, og systematiske og strukturerte observasjoner.

**Kvalitativ metode** tar sikte på å fange opp meninger og opplevelser som ikke lar seg måle ved tall eller statistikk. Metoden legger stor vekt på relevans og har helhetsforståelse som mål (Samset, 2014). Feltet som undersøkes er ofte smalt, og informasjon hentes inn ved intervjuer, observasjoner og relevant dokumentasjon. Etterprøvbare av kvalitative metoder er ofte vanskelige.

Tabell 1: Kjennetegn ved kvantitative og kvalitative metoder (Dalland, 2013)

<b>Kvantitativt orientert</b>	<b>Kvalitativt orientert</b>
Gå i bredden. Innhente et lite antall opplysninger om mange undersøkelsesenheter	Gå i dybden. Mange opplysninger om få undersøkelsesenheter
Forskeren ser fenomenet utenifra, og tilstreber nøytralitet og avstand	Forskeren ser fenomenet innenfra, og erkjenner påvirkning og delaktighet
Få frem det som er felles, det representative	Få frem det som er spesielt, eventuelt avvikende
Datainnsamling skjer uten direkte kontakt med feltet	Datainnsamling skjer i direkte kontakt med feltet

**Et casestudie** gir mulighet for deltagende og ikke- deltagende observasjon, og er en av flere måter å forske på for økt forståelse og innsikt om et problemområde. Casestudier er spesielt relevant hvis en ønsker å besvare spørsmål om «hvorfor» eller «hvordan» enkelte fenomen

virker (Yin, 1998). Dette gjelder også spørsmål som krever en grundig besvarelse.

Forskningsmetoden ansees som intensiv og skiller seg på dette området fra surveybaserte forskningsstrategier. Det går i dybden og gir marginaliserte grupper en stemme. Casestudier er tids- og stedsspesifikke.

### 2.1.1 Intervju som metode

Det viktigste redskapet i arbeid med andre mennesker er samtalen. Intervjueren og den som blir intervjuet er sammen om å produsere kunnskap, slik at målet med å gjennomføre intervjuene er å innhente informasjon og produsere ny viten (Dalland, 2013). Intervju er en kvalitativ forskningsmetode og kjennetegnes ved at informanten selv formulerer sine egne svar.

Kvalitative intervjuer sikter på å gå i dybden, og da kan antallet intervjuobjekter ikke være for stort. Gode intervjuer med to til tre personer kan gi mye stoff til en oppgave av begrenset omfang (Dalland, 2013). Ved innsamling av data er det mer hensiktsmessig å samle mer data enn det som blir benyttet, fremfor at mengden innsamlet data er for lite.

Gjennomføring av intervjuer kan være ved direkte samtale med intervjuobjekt, ved samtale per telefon og ved e-postkorrespondanse. Bakgrunnen for valg av medium vil være avhengig av geografisk tilholdssted for respondentene og hva som ansees som mest praktisk med tanke på hvilken informasjon som er ønskelig å innhente.

En evaluering av de ulike formene for intervjuer er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Evaluering av intervjuformer

Intervjuform	Fordeler	Ulemper
E-postintervju	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effektivt og tidsbesparende</li> <li>- Krever ingen koordinering for gjennomføringstidspunkt</li> <li>- Informanten har ubegrenset tid til å besvare spørsmålene</li> <li>- Korte og presise spørsmål og svar</li> <li>- Unngår feilsiteringer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informanten kan misforstå spørsmålene, og intervjuer kan misforstå svarene. Dette kan svekke reliabiliteten</li> <li>- Kan være ineffektiv form for kommunikasjon, avhengig av responstid</li> <li>- Upersonlig. Dette kan også sees på som en fordel i enkelte tilfeller</li> </ul>
Telefonintervju	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mulighet for raske oppfølgingsspørsmål</li> <li>- Raske oppklaringer ved eventuelle misforståelser</li> <li>- Lite tidskrevende</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Krever noe koordinering for gjennomføringstidspunkt</li> <li>- Mindre personlig enn direkte samtale</li> </ul>
Direkte samtale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mulighet for raske oppfølgingsspørsmål</li> <li>- Raske oppklaringer ved eventuelle misforståelser</li> <li>- Gir mulighet for demonstrasjoner og fremvisninger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Krever koordinering for gjennomføringstidspunkt</li> <li>- Tidskrevende</li> </ul>

## 2.2 Litteraturstudie

Som et ledd i arbeidet med masteroppgaven er det gjennomført et litteraturstudie for innhenting av informasjon og kartlegging av eksisterende forskning gjort innenfor emnet. Informasjonen hentet inn har belyst hva som er gjort av forskning på området, hvilket fremkommer i deler av teori- delen i oppgaven. Dette har også påvirket bruk av metodevalg for innhenting av data og informasjon som ikke allerede er kjent.

### 2.2.1 Databaser

Ved innhenting av litteratur er søkemotorene og databasene Google Scholar, Oria, Google og Scopus benyttet. Google Scholar gir tilgang til NTNU Universitetsbiblioteks digitale samling av avhandlinger, sammendrag, artikler med mer. Oria gir mulighet for søk av trykt og elektronisk litteratur ved norske fag- og forskningsbibliotek. Disse søkemotorene er benyttet for innhenting av faglitteratur og eksisterende forskning om bruk av BIM i produksjonsprosessen. Scopus er en tverrfaglig referansedatabase med stort utvalg av artikler og konferanserapporter. Databasen er brukt for kvalitetssikring av forfatterne som står bak de vurderte artiklene ved å se på antall publiseringer utgitt av forskerne. I tillegg er Google brukt for å undersøke bakgrunnen til forfatterne.

### 2.2.2 Relevans

Et grunnleggende krav til data er at de må være relevante for problemstillingen. Grad av relevans må vurderes uavhengig av om data er hentet fra eksisterende litteratur eller fra intervjuobjekter. Hvis kilden vurderes relevant må det også vurderes *hva* som er relevante data til sitt bruk. Godt egnede intervjuobjekter er til lite hjelp hvis spørsmålene ikke bidrar til å belyse problemstillingen, og informasjonen en henter inn ikke gir svar på det en ønsker å undersøke (Dalland, 2013).

Grad av relevans er primært vurdert ut ifra sammendraget og «keywords» i artikler og publikasjoner. I tillegg er årstall for publikasjonene tatt i betraktning, da moderne teknologi er et viktig verktøy i masteroppgavens problemstillinger. Forskningspublikasjoner med høy grad av relevans er brukt videre i studiet.

### 2.2.3 Pålitelighet

Selv om data er relevante må det også være samlet inn på en slik måte at det er pålitelig. Leddene i prosessen ved innsamling av data må være frie for unøyaktigheter og feil. Ved gjennomføring av intervjuer må man stille seg spørsmålet om spørsmålene er riktig forstått av intervjuobjektet, om notater en tar er forståelige for senere bruk, og om svarene er riktig notert. Ved misforståelser hos informanten og unøyaktige notater fra intervjuer kan innholdet endres ved reinskriving, hvilket fører til redusert grad av pålitelighet. Grad av pålitelighet er viktig både ved evaluering av eksisterende kilder og ved fremleggelse av egne resultater.



I masteroppgaven er det forsøkt lagt ekstra vekt på «peer reviewed» litteratur. Det innebærer at forskningsartiklene er kvalitetssikret ved at eksperter innenfor faget vurderer bidraget før publikasjonen.

#### 2.2.4 Litteratursøk

Søk etter eksisterende litteratur ble forsøkt generelle, som «BIM site» og «BIM construction», før det ble gjennomført mer innsnevrede søk for mer spesifikk litteratur.

Tabell 3 viser komplett søkeliste etter litteratur.

Tabell 3: Oversikt over søkeord, databaser og antall treff

Søkeord	Antall treff		
	Google Scholar	Oria	Google
BIM site	132 000	20 520	46 800 000
BIM construction	94 600	21 752	20 300 000
Communication in construction	3 920 000	1 033 247	809 000 000
BIM tablets	21 700	835	734 000
BIM stations	19 700	648	717 000
Tablets construction work	295 000	34 384	12 300 000
Experience* BIM stations	13 000	849	571 000
Tablets BIM site	19 300	444	2 490 000
BIM 5D	14 900	3 189	446 000
BIM produksjon	343	16	54 700
Implementing sitebim	245	2	2 920
«BIM i produksjon»	10	1	1290
BIM BAS produksjon	156	0	5 780

Enkelte publikasjoner ble undersøkt da de var referert til i annen relevant litteratur.

Det finnes store mengder publikasjoner relatert til bruk av 3D, 4D og 5D i byggeprosjekter, men majoriteten av dette er knyttet til prosjekterings- og planleggingsfasen av byggingen. Konkret kartlegging av arbeidsoperasjoner i produksjon hvilket kan effektiviseres ved bruk av ny teknologi finnes det færre studier relatert til.

### 2.3 Valg av metode

I oppgaven er både kvalitative og kvantitative forskningsmetoder benyttet. Kvalitative intervjuer gir informasjon om hvordan produksjon og rutiner gjennomføres blant de ulike entreprenørene, og ligger til grunn for undersøkelse av effektivisering av prosessene. En survey sendt ut til ansatte i BackeGruppen har kartlagt potensialet for tidsbesparelser ved digitale arbeidstegninger tilgjengelig for alle prosjektdeltagere, og mulig besparelse ved innlegging av avvik digitalt. Dette er en kvantitativ forskningsmetode som gir målbare data. Undersøkelsen var anonym, og totalt 10 respondenter er registrert. Spørsmålene med svaralternativer i spørreundersøkelsen kan sees i vedlegg 1.

Casestudie er brukt i denne oppgaven for observasjon av arbeidsprosedyrer og rutiner på byggeplass, og for mulighet til å stille spørsmål til prosjektdeltagere. I casestudiet har totalentreprenør stilt prosjektets dokumenter til disposisjon og med det gitt mulighet for kartlegging av flere underentreprenørers arbeidsprosedyrer. Følgende kilder er brukt i casestudiet for innhenting av informasjon:

- Dokumentstudier
- Intervjuer
- Direkte observasjoner
- Deltagende observasjoner

Tabell 4 gir oversikt over hvilke kilder som er brukt til innhenting av informasjon for å besvare forskningsspørsmålene.

Tabell 4: Metoder for å besvare forskningsspørsmål

<b>Forskningsspørsmål</b>	<b>Metode for innhenting av informasjon</b>
1. I hvilken grad brukes digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen i dag?	Litteraturstudie Casestudie Intervjuer
2. Hvordan kan dagens digitale hjelpemidler brukes ute på byggeplass for å effektivisere produksjonsprosessen?	Casestudie Spørreundersøkelse

Litteraturstudie gir informasjon om eksisterende arbeidsrutiner gjennom tidligere gjennomførte studier. Intervjuer og casestudiet har kartlagt dagens arbeidsrutiner ved forskjellige entreprenører og gitt et innblikk i hvordan ting gjøres i dag på byggeplass. Intervjuer ansees som en god metode for innhenting av informasjon fra ansatte hos forskjellige entreprenører på begrenset tid, mens et casestudie gir en dypere forståelse av rutinene på byggeplass og hvordan hverdagen til formenn og anleggsledere er.

Under arbeid med casestudiet er det sett på hvilke arbeidsoperasjoner som gjøres unødvendig effektive og som kan effektiviseres ved bruk av digitale verktøy. I den forbindelse er det utarbeidet en spørreundersøkelse for å se mer konkret på potensiell tidsbesparelse ved bruk av digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen.

### 2.3.1 Intervju

Intervju er brukt som metode i studiet for å kartlegge dagens arbeidsrutiner blant ulike entreprenører. Respondentene er blitt kontaktet ved e-post, per telefon eller intervjuet ved direkte samtale.

#### 2.3.1.1 Valg av intervjuobjekter

I studiet er følgende personer intervjuet:

- Simon André Petersen, prosjektingeniør hos AF Gruppen. Intervjuobjekt er brukt som informant for innhenting av informasjon vedrørende AF Gruppens arbeidsrutiner på byggeplass. Intervju ble gjennomført ved en uformell direkte samtale 22.02.2018. Se vedlegg 9 for intervjuguide.
- Cato Hoel, kategorisjef BIM hos Backe Entreprenør. Intervjuobjekt er brukt som informant for innhenting av informasjon vedrørende BackeGruppens strategi relatert til digitale arbeidstegninger i produksjon. Intervjuet ble gjennomført ved telefonsamtale 20.09.2017. Se vedlegg 9 for intervjuguide.
- Kristin Omholt- Jensen, adm. direktør i Rendra AS, utvikler av StreamBIM. Intervjuobjekt er brukt for innhenting av informasjon vedrørende StreamBIMs bruksområder og muligheter. Intervju ble gjennomført ved direkte samtale i Rendras kontorer på Lysaker 03.10.2017. Se vedlegg 9 for intervjuguide.
- Joacim Syvertsen, formann/produksjonsleder i Backe Romerike. Intervjuobjekt er brukt for innhenting av informasjon vedrørende bruksområder og utfordringer ved

programvaren som testes ut hos Backe Romerikes prosjekter. Intervjuer ble gjennomført ved direkte samtale på byggeplasskontor 29.09.2017 og 15.03.2018. Se vedlegg 9 for intervjuguide.

- Odd Anders Amdahl, leder for kompetanse og forbedring hos Ø.M. Fjeld. Intervjuobjekt er brukt som informant for innhenting av informasjon vedrørende Ø.M. Fjelds arbeidsrutiner på byggeplass. Respondenten er kontaktet per e-post 06.02.2018. E-postkorrespondanse ligger vedlagt i vedlegg 3.
- Ola Holter, tidligere prosjektleder hos Consto. Intervjuobjekt er brukt som informant for innhenting av informasjon vedrørende Constos arbeidsrutiner på byggeplass. Samtale med Ola skjedde 07.03.2018. Se vedlegg 9 for intervjuguide.
- Kristofer Huslid, jobbet som daglig leder i HP Entreprenør og er utvikler av HP HSEQ, applikasjon for HMS og KS. Intervjuobjekt er brukt i forbindelse med utprøving av programvare på mobil enhet. Intervjuet ble gjennomført per telefon 27.02.2018. Se vedlegg 9 for intervjuguide.
- Lala Lacramioara Telehos Nilsen, universitetslektor NTNU Ålesund. Vedkommende er brukt som informasjonskilde til bruk av Synchrono, et 4D-verktøy som kobler fremdriftsplan opp mot BIM- modell. Hun er og brukt som kontaktperson i forsøk på å komme i kontakt med brukere av programmet. Samtale med Lala ble gjennomført per telefon 02.02.2018. Se vedlegg 9 for intervjuguide.
  - Det er ikke lyktes å få til en avtale med Veidekkes leder for kalkyle og BIM distrikt Oslo, Eirik Kristensen. Vedkommende har ifølge Lala kjennskap til praktisk bruk av Synchrono i byggeprosjekter sett fra en totalentreprenørs ståsted. Etter samtale med to av Backes ansatte med grunnleggende kjennskap til programmet er det valgt å ikke gå videre med undersøkelser av verktøyet, da deres oppfatning er at det må investeres unødvendig mye tid i bruk av programmet i forhold til gevinsten en sitter igjen med.
- Jimmy Johansen, betongbas i Backe Romerike. Informanten bruker nettbrett med 3D-modell og prosjekthotell aktivt på byggeplass, og er brukt som informasjonskilde for kartlegging av basenes erfaring ved bruk av nettbrett på byggeplass. Intervju er gjennomført ved direkte samtale på byggeplass 15.03.2018. Se vedlegg 9 for intervjuguide.

- Marianne Gjelten, salgssjef Oslo, Akershus og Sør- Norge for Infobric. Informanten er bruk for innhenting av informasjon vedrørende registrering av HMS- kort på byggeplassen. Respondenten er kontaktet per E-post 13.03.2018. Se vedlegg 8 for E-postkorrespondanse.

### 2.3.1.2 Fokusert intervju

*Intervjuet fokuserer på bestemte temaer; det er verken stramt strukturert med standardiserte spørsmål eller fullstendig «ikke-styrende». (Dalland, 2013)*

Intervjuene gjennomført ved direkte samtale og per telefon med intervjuobjekter er fokuserte. Intervjuene er ikke fast strukturerte med ferdige spørsmål, men har klart fokus. Valg av metode for intervjuene er gjort for å unngå at spørsmålene styrer samtalen, men at intervjuobjektene har fritt spillerom til å uttale seg om sine meninger, tanker og erfaringer knyttet til tema. Det er allikevel stilt korte, men åpne spørsmål, for å innhente ønskelig informasjon og holde fokuset på temaet slik at det ikke sklir ut.

### 2.3.1.3 Samtale med Rørentreprenørene Norge 23.03.2018

I forbindelse med casestudiet og undersøkelser ved sjekklister ble underentreprenørens føring av kvalitetskontroll kartlagt. Rørleggeren på prosjektet benyttet seg av RørApp, en applikasjon knyttet opp mot et websystem levert av Rørentreprenørene Norge. Den 23.03.2018 ble det avholdt møte med Martin Andersen og Oddgeir Tobiassen fra Rørentreprenørene Norge i deres lokaler i Oslo for å se på deres programvare. Agenda for samtalen var som følgende:

- Bruk av digitale hjelpemidler på byggeplass
- Info RørNorges KS- system og RørApp
- Bruk av systemet – bruk av studentlisens
- Eventuelt

Under møtet ble det presentert hvilke områder programvaren dekker, hvordan bruken og tilgangsrettighetene kan forenkle føring av sjekklister, oppfølging av avvik og service og søknadsprosedyrer mot kommunene.

### 2.3.2 Spørreundersøkelse

Det ble gjennomført en kvantitativ spørreundersøkelse blant funksjonærer hos Backe Romerike AS for innhenting av data knyttet opp mot forskningsspørsmålene. Spørsmålene i

undersøkelsen var «lukkede», det vil si at svaralternativene var gitt på forhånd og at respondentene kun skulle krysse av (Larsen, 2012). Ved å stille lukkede spørsmål anses sannsynligheten større for høy svarprosent, av den bakgrunn at det letter intervjuerens arbeid og koding av svar. Lukkede spørsmål gjør det også enkelt å sammenligne svar fra ulike respondenter, i tillegg til at det forenkler prosessen ved databehandling.

Ved utarbeidelsen av spørreundersøkelsen er følgende råd tatt i betraktning (Larsen, 2012):

- Det er i stor grad benyttet 4-6 svaralternativer.
- Lengden på spørreskjemaet er begrenset for å unngå at respondentene utelater å besvare undersøkelser som følge av lengden.
- Undersøkelsen begynner med et «oppvarmingsspørsmål». Dette kan eksempelvis være spørsmål om alder, kjønn, stillingsnavn også videre.
- Ledende svar er unngått.

Ved å følge disse rådene oppnås normalt sett høy svarprosent, enkel databehandling i etterkant og resultater som gjenspeiler virkeligheten.

Spørreundersøkelsen har som hensikt å kartlegge tid funksjonærene på byggeplassen bruker på å besvare spørsmål fra underentreprenører som ikke har umiddelbar tilgang til tegninger og øvrige dokumenter i prosjekthotellet. Dette gjelder primært underentreprenørens håndverkere, og ikke deres produksjonsledere eller byggeplassadministrasjon.

Undersøkelsen er sendt til elleve personer, en gruppe bestående av prosjektingeniører, anleggsledere, prosjektledere og formenn/produksjonsledere. Totalt besvarte ti stykker undersøkelsen, hvilket gir en svarprosent på 91%. For økt grad av reliabilitet burde et større antall enn ti respondenter besvart undersøkelsen, men det gis allikevel resultater med høy grad av validitet. For høyere antall respondenter og økt grad av reliabilitet måtte undersøkelsen vært sendt ut til en større gruppe. Ti respondenter ansees allikevel et tilfredsstillende antall undersøkelsesobjekter.

Spørreundersøkelsens utforming og fullstendig oversikt over svarfordeling kan sees i vedlegg 1 og 2.

### *2.3.2.1 Validitet*

Validitet sier noe om i hvilken grad resultatene fra et studie er gyldige. Innenfor validitet skilles det mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet beskriver i hvilken grad

resultatene er gyldige for det utvalget som er undersøkt, mens ekstern validitet beskriver i hvilken grad resultatene kan overføres til andre utvalg og situasjoner (Dalen). Ekstern validitet gjelder i tilfellene der resultatene er gyldige utenfor den gitte undersøkelsen. Ofte krever det en mottakelig leser for å muliggjøre overførbarhet, og at avsenderen har beskrevet og innhentet rikelig med relevant informasjon.

For å måle validitet bør funn og observasjoner, både egne og andres, sammenlignes med resultater fra andre kilder. Triangulering av kilder, forskere, publikasjoner og teori er vesentlig.

### **2.3.2.2 Reliabilitet**

Reliabilitet beskriver graden av etterprøvbarehet for et studie. Metoden skal kunne etterprøves og gi tilsvarende, eller ikke usannsynlig fravikende, resultat. Høy grad av indre reliabilitet i en undersøkelse omhandler om gjentatte undersøkelser med samme måling gir samme resultat, og høy grad av ytre reliabilitet beskriver i hvilken grad forskjellige forskere vil observere tilsvarende fenomener eller resultater ved like undersøkelser (Dalen).

Reliabiliteten er høy hvis uavhengige undersøkelser gir samme resultat uten tilfeldige feil som avviker fra trenden. Samtidig må vi kjenne til hvilke informanter som inngår, hvilke metoder for datainnsamling som er brukt, og få bekreftelse fra andre kilder og forskere for å måle grad av reliabilitet.

En reliabel undersøkelse eller måling indikerer ikke nødvendigvis høy grad av validitet. Ved systematiske målefeil kan det oppnås liten grad av spredning i en måling uten at målingen er korrekt.

### **2.3.3 Casestudie – Jessheim Park F,G,H**

Jessheim Park F,G,H er sjettede byggetrinn på gamle Jessheim Stadion, området der fotballklubben Ullensaker/Kisa spilte sine hjemmekamper frem til 2010. Backe Romerike AS har stått for byggingen av fem leilighetsblokker på området, og påbegynte arbeidet med tre nye blokker årsskiftet 2016/2017. Prosjektet består av 72 leiligheter fordelt på tre blokker med gjennomgående parkeringskjeller under byggene. Leilighetene vil være 2-, 3- og 4-roms, der størrelsen strekker seg fra de minste på 37,7 m<sup>2</sup> til den største på 143,7 m<sup>2</sup>.

Konstruksjonene utføres med bærekonstruksjon av betong og stål, og fasadene vil bli

bestående av mørk puss, trepanel, glass og beslag. Leilighetene skal stå ferdig i midten av 2018. Kontraktsum er på omtrent 200 millioner kroner inkludert merverdiavgift.

Prosjektet er byggeteknisk i stor grad likt som de foregående fem byggetrinnene, og mange av involverte aktører er kjent med løsninger da de har vært involvert i tidligere trinn.

Totalentreprenørs prosjektleder på prosjektet har vært involvert i byggingen av samtlige leilighetsblokker på Jessheim Park.

Forfatteren av oppgaven har jobbet på prosjektet fra og med mars til og med august 2017 i tillegg til en og en halv måned rundt årsskiftet 2017/2018, slik at total arbeidstid på prosjektet var i overkant av et halvt år. Dette har gitt god innsikt i rutiner ved blant annet fremdriftsplanlegging, oppfølging av produksjon for underentreprenører og egne arbeider, håndtering av avvik, oppfølging av helse, miljø og sikkerhet (heretter omtalt HMS), kvalitetskontroller og endringer av leilighetene etter kundenes ønske. God kjennskap til prosjektet og prosjektdeltagerene samt tilgang til prosjektdokumentene på byggeplasskontoret og dataserverne gjorde at casestudiet ble brukt til studiet. Arbeid på prosjektet har også gitt inspirasjon til undersøkelse av rutiner der potensialet for effektivisering er stort.

#### *2.3.3.1 Dokumentstudie*

Med tilgang til alle dokumenter og dokumentasjon totalentreprenøren satt med ga det muligheter for kartlegging av blant annet sjekklister, avvikshåndteringen og risikoevaluering som er gjort på prosjektet. Totalt er mer enn 400 dokumenter og papirer med kvalitetskontroll av egne og underentreprenørers arbeider gjennomgått, i tillegg til dokumentasjonen for kvalitetskontroll gjort av totalentreprenør for egne arbeider under oppføring av blokk D.

#### *2.3.3.2 Egenbefaringer*

I løpet av arbeidstiden til undertegnede er det gjennomført en rekke kontrollrunder ettersom de ulike fagene har gjort seg ferdig etasjevis i de tre blokkene. Disse befaringsrundene er blitt brukt til testing av elektronisk avviksverktøy i samarbeid med totalentreprenør for utarbeidelse av utbedringslister. Totalt er det gått fem runder med produksjonsleder for malerarbeider, hvorav en av rundene er gjennomført med elektronisk kontrollrapport, mens de øvrige fire er gjennomført med penn og papir.



Å teste dette i praksis har vært en god måte å undersøke digitale hjelpemidlers potensiale for effektivisering av avvikshåndtering, og å se på hvilke utfordringer som foreligger ved bruk av dagens programvare.

### *2.3.3.3 Intervjuer og samtaler - Triangulering*

*Med metodetriangulering menes at vi bruker ulike metoder i samme undersøkelse. Enhver metode har svakheter, og ved å bruke flere metoder kan svakheter ved den ene oppveies av styrken ved de andre. (Larsen, 2012)*

I tillegg til dokumentstudier og utprøving av verktøy ved egenbefaringer er det gjennomført samtaler og uformelle intervjuer av prosjektleder, anleggsleder og formenn på prosjektet. Byggeplassledelsen har erfaring fra byggeprosjekter og tilhørende rutiner, og jobber daglig med rutiner det er sett på mulighet for å effektivisere i dette studiet. Blant de involverte i prosjektet er prosjektleder Vegard Sætermoen, anleggsleder Kristian Stenrød og formann Ola Anders Fletsten brukt for innhenting av informasjon.

## **2.4 Workshop med programvareutvikler og entreprenør**

En gang i kvartalet har BackeGruppen i samarbeid med Rendra, utvikler av programvaren StreamBIM for applikasjon på mobil og nettbrett, gjort avtale om å avholde workshop for å se på forbedringer og optimalisering av programvaren. Første workshop ble avholdt 31.01.2018 med tre representanter fra Rendra og fjorten personer fra de ulike Backe-konsernene. Undertegnede var også tilstede. Seansen ble brukt til drøfting av hva en som entreprenør ønsker at programvaren skal benyttes til, hvilke funksjoner det er ønskelig å ha og hvilke begrensninger og muligheter programvareutvikler så ved de ulike forslagene. Referat fra workshopen ligger vedlagt. Se vedlegg 4.



### 3. Teori

I dette kapittelet beskrives teori forankret i eksisterende litteratur relatert til kommunikasjon i byggeprosessen og bruk av digitale hjelpemidler i prosesser som kan forenkles ved bruk av ny teknologi og programvare. I tillegg fremstilles dagens arbeidsflyt og tilhørende rutiner.

Etter gjennomføring av intervjuer og casestudie er effektiviseringspotensial ved følgende prosesser undersøkt nærmere:

- Avviksrapportering relatert til kvalitet og sikkerhet i henhold til byggesaksforskriften og internkontrollforskriften
- Kvalitetssikringsrutiner i henhold til byggesaksforskriften
- Dokumentasjon i forbindelse med førstegangsbesøk på byggeplass i henhold til internkontrollforskriften
- Registrering av HMS- kort for føring av elektroniske oversiktslister i henhold til byggherreforskriften
- Egenbefaringer for kontroll av kvalitet
- Undersøkelse av tegninger, dokumenter og modell blant håndverkerne

Første delen av teorikapittelet beskriver den teoretiske forankringen bak de nevnte arbeidsrutinene.

#### 3.1 Byggeprosessen

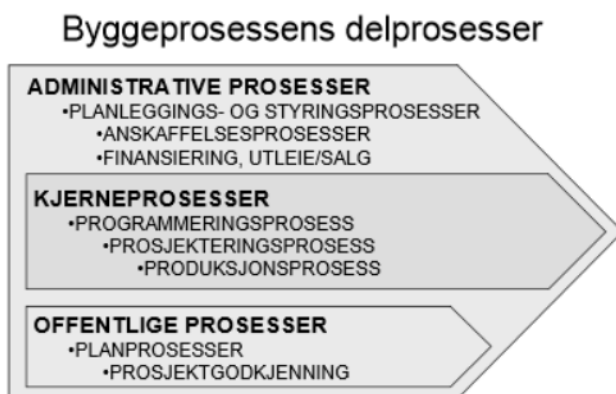
De siste århundrene har byggebransjen gjennomgått store omveltninger. Det bygges raskere, i større skala, med høyere standard, og samtidig muliggjør moderne teknologi mer komplekse byggverk. Likevel har den grunnleggende operasjonelle enhet bestått, nemlig prosjektet (Dainty et al., 2007). Prosjektene eksisterer i en gitt tidsperiode, og ethvert prosjekt vil alltid være unikt. Det at ingen prosjekter er like fører til ulike utfordringer når det gjelder ledelse, involvering av mennesker med ulik kompetanse, informasjonsflyt og håndtering av kunnskap og læring (Hartmann and Doree, 2010).

Prosjektbasert jobbing gir også mange fordeler. Til ethvert prosjekt kan prosjektorganisasjonen tilpasses slik at egnede ressurser tilføres, samtidig som en har mulighet til å kunne tilføre og trekke ut ønsket kompetanse avhengig av hvilken fase en er i. Prosjekt gir muligheter for læring på tvers av fag og til å få frem nye ideer (Bresnen et al.,

2003), imidlertid er det også utfordringer knyttet til god læring på tvers av prosjekter. Dette er som følge av at prosjektorganisasjonen ofte har nok å gjøre med eget prosjekt, og at en ikke har tilstrekkelig tid for erfaringsutveksling mellom prosjektorganisasjonene.

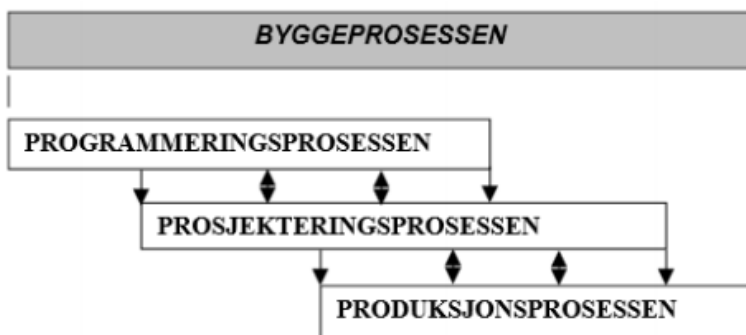
### 3.1.1 Byggeprosjektets faser

Byggeprosessen består av en rekke delprosesser med ulik hensikt, men som sammen skal føre til å nå prosjektets hovedmål (Vestermo and Murvold, 2016). Byggeprosjektets delprosesser kan deles inn på mange ulike måter. I (Vestermo and Murvold, 2016) sitt studie er det oppdelt i administrative prosesser, kjerneprosesser og offentlige prosesser. Se figur 1.



Figur 1: Byggeprosessens delprosesser (Vestermo and Murvold, 2016)

De administrative prosessene sørger for å kontrollere, planlegge og administrere byggeprosessen, de offentlig sørger for godkjenning fra myndighetene i forbindelse med byggingen, mens kjerneprosessene står for den fysiske produksjonen av bygget. Programmerings-, prosjekterings- og produksjonsprosessen har beskrivelse eller produksjon av det planlagte bygget som resultat. Selv om prosessene har en viss rekkefølge er det i praksis ofte overlapp mellom aktivitetene. Se figur 2.



Figur 2: Byggeprosjektets kjerneprosesser (Vestermo and Murvold, 2016)

Bakgrunnen for at prosessene løper parallelt er for å spare tid. Spesielt er prosjektering og produksjon i stor grad overlappende aktiviteter.

#### **3.1.1.1 Kvalitetskontroll**

Under byggeperioden skal det gjøres systematisk kontroll av arbeidene som utføres av entreprenørene.

*«Foretak som erklærer ansvarsrett for oppgaver som ansvarlig søker, prosjekterende, utførende eller kontrollerende i tiltak som krever ansvarsrett, skal ha gjennomføringsevne for oppgaver som er omfattet av ansvarsretten og oppfylle forskriftenes krav til kvalitetssikringsrutiner og kvalifikasjoner.»*, jf. Forskrift 26.mars 2010 nr. 488 om byggesak (byggesaksforskriften, SAK 10), §9-1 første ledd.

Videre spesifiseres krav til kvalitetssikringsrutiner for oppfylning av lovverket i byggesaksforskriften kapittel 10.

Kapittel 24 i Lov 27. juni 2008 nr. 7 om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven, pbl.) omhandler også kvalitetssikring og kontroll ved prosjektering og utførelse. Paragraf 24-1 første ledd pålegger prosjekterende og utøvende systemer som dokumenter at plan- og bygningslovens krav er oppfylt (Lovdata, 2009). *«Omfang, detaljering og gjennomføring av kontrollen tilpasses arbeidets vanskelighetsgrad, risiko for konsekvenser ved feil, og foretakets pålitelighet»*, jf. Pbl. §24-2.

Loven angir ut over dette ingen føringer for hvordan kvalitetskontroll blant prosjekterende og utførende skal gjennomføres.

#### **3.1.1.2 Sikkerhet og avvik**

Kapittel 2 i Forskrift 3. august 2009 nr. 1028 om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften) pålegger byggherre å sørge for at hensynet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på byggeplassen blir ivaretatt (Lovdata, 2010). Det skal utarbeides en skriftlig plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø som beskriver håndtering av risikoforhold på byggeplassen. I tillegg skal virksomhetene på plassen drive systematisk sikkerhetsarbeid under byggeprosessen. Byggherre kan avtale at hans eller hennes plikter følges opp av en juridisk eller fysisk person. Krav til entreprenørens rolle for å ivareta HMS på byggeplassen er nedfelt i Forskrift 6. desember 1996 nr. 1127 om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften). Som et ledd for

oppfyllelse av internkontrollforskriften gjennomføres utfylling av sikkerhetserklæring ved første gangs besøk på byggeplassen blant involverte i byggeprosjektene.

### 3.1.1.3 Oversiktslister

I henhold til byggherreforskriften §15 skal det føres oversiktslister over alle som utfører arbeid på byggeplassen. Listene føres av entreprenør utpekt av byggherre med ansvar for oppfølging av HMS med mindre byggherre gjør dette selv. Oversiktslistene skal føres elektronisk, og inneholde følgende opplysninger (Lovdata, 2010):

- Navn og adresse på bygge- eller anleggsplass
- Navn på byggherren
- Navn på arbeidsgivere eller enmannsbedrifter, eller for innleide arbeidstakere, navnet på innleievirksomheten
- Organisasjonsnummer for registreringspliktige virksomheter
- Navn, fødselsdato og HMS- kortnummer på alle som utfører arbeid på bygge- eller anleggsplassen

### 3.1.1.4 SJA – Sikker jobb analyse

*Sikker jobb analyse er en gjennomgang av og vurdering av farer i forkant av en aktivitet der det kan oppstå farlige situasjoner. Hensikten er å vurdere om sikkerheten er godt nok ivaretatt gjennom gjeldende arbeidsprosedyrer og planer, eller om det er behov for å iverksette ytterligere tiltak som kan fjerne eller kontrollere farene. (EBA, 2016)*

Sikker jobb analyse (heretter omtalt som SJA,) gjennomføres av entreprenør i forkant av arbeider som medfører avvik fra beskrivelser i prosedyrer og planer, ved nye og ukjente arbeidsoperasjoner og der forutsetningene for arbeidet er endret. Dette vil være eksempelvis endrede værforhold eller endret rekkefølge av oppgaver. SJA virker ikke som et ledd for tiltak i byggherrens SHA- plan.

### 3.1.2 Årsaker til forsinkelser og overskridelser

(Lindhard and Wandahl, 2012) har kartlagt 5014 aktiviteter i ulike byggeprosjekter, og observert at 1279 av aktivitetene ikke er ferdigstilt i henhold til oppsatt plan. Studiet viser til at det er ni årsaker til at arbeid forsinkes.

- 1) Byggeplassledelsen
  - a) Det produseres etter tegninger med feil mål

- b) Utdaterte tegninger
  - c) Kontrakter og eurokoder
  - d) Kommunikasjon mellom byggeplassledelse og håndverkere
  - e) Estimert varighet på aktivitet er undervurdert
- 2) Materialer
- a) Feilleveranse av materialer
  - b) Materialene kom ikke til angitt tid
  - c) Skader på materialene
- 3) Arbeidere
- a) Sykdom og annet uforutsett fravær
  - b) Det arbeides saktere enn estimert
  - c) Kvaliteten på arbeidet er ikke tilfredsstillende
- 4) Utstyr
- a) Utstyret er ikke levert til angitt tid
  - b) Mangler eller skader på utstyr
  - c) Utstyret benyttes av andre
- 5) Tilgang til arbeidsområde
- a) For lite plass
  - b) Andre aktører jobber på samme plassen
  - c) Avstengt område, eksempelvis låst dør
- 6) Etterfølgende arbeider
- a) Tidligere utførte arbeider er ikke ferdigstilt i henhold til planen
  - b) Tidligere utførte arbeider må gjøres om som følge av manglende kvalitet
- 7) Klimatiske forhold
- a) Fuktforhold i bygget
  - b) Snø og frost
  - c) Regn og vind
- 8) Sikre arbeidsforhold
- a) Arbeidsulykker tvinger arbeider til å stoppe
  - b) Sikkerhetsmessig usikre forhold oppdages
- 9) Usikre forhold
- a) Grunnforhold

Disse forholdene kan deles inn i kontrollerbare og ukontrollerbare forhold. Blant de kontrollerbare forholdene understreker (Blokpoel, 2003) presset på prosjektadministrasjonen relatert til tid og kostnader. En optimistisk holdning til effektivitet og planlegging kan føre til konsekvenser som avvik mellom kundes bestillinger og produksjon, mangelfull kommunikasjon mellom de involverte i byggingen og feil som følge av at gamle eller irrelevante dokumenter benyttes fremfor nyeste revisjon. Ved bruk av modell og åpen kommunikasjon vil det føre til mer innsikt og åpenhet for interessentene i prosjektet, bedre avgjørelser og høyere kvalitet på utførelsen. Studiet gjort av (Blokpoel, 2003) underbygges av (Harstad et al., 2015) sine observasjoner gjennomført ved intervjuer av ansatte i bygningsindustrien. Studiet viser til at prosjektgruppen, uavhengig av stilling, med tilgang til nettbrett eller mobiltelefon knyttet opp mot prosjektets prosjekthotell til enhver tid tar bedre avgjørelser og utfører høyere kvalitet på arbeidet. I prosjekthotellet finnes blant annet nyeste reviderte tegninger, beskrivelser, modeller og annen aktuell informasjon. Ved bruk av bærbare digitale enheter gis også muligheten for dokumentasjon av utført arbeid, kommunikasjon i samtid ved hjelp av videosamtaler, oversikt over arbeid som skal utføres og kartlegging av hvor langt byggeprosessen har kommet.

### 3.2 Kommunikasjon i byggeprosessen

*Effektiv kommunikasjon vil bidra til at prosjektteamet jobber sammen på en effektiv måte. Å opprettholde effektiv kommunikasjonsflyt bidrar til å gjøre et prosjekt mer oversiktlig og øker sannsynligheten for at prosjektet kan gjennomføres på den tiden man har til disposisjon, og innenfor oppsatt budsjett. Dårlig kommunikasjon gir svakere koordinering og øker uoversiktligheten for de ulike bidragsyterne. Prosjektet får større kostnader i forhold til å få utført operasjoner som avhenger av hverandre, og å få realisert ferdige utførelser av den kvaliteten man ønsker. Manglende kommunikasjon og dårlig kommunikasjon øker kort sagt kompleksiteten i allerede komplekse byggeprosjekter. (Ørstavik and Røsdal, 2011)*

I en skiftende prosjektorganisasjon vil aktørene tidvis ha uoverensstemmelser. Dette kan føre til utfordringer relatert til samarbeid mellom de ulike involverte og mangelfull grad av konstruktiv kommunikasjon, hvilket vil være et hinder for bestiller av arbeidene å nå sine hovedmål for prosjektet (Dainty et al., 2007). Mangelfull og dårlig kommunikasjon er omtalt i en rekke studier, og nevnes blant annet av (Atkinson, 1998) som en av de viktigste årsakene til at det oppstår feil under bygging.



Kommunikasjon innebærer utveksling av informasjon og er essensielt for at de involverte i et byggeprosjekt har oversikt over hva som skal utføres til gitt tid. Siden byggeprosjekter krever stor arbeidskraft, bred kompetanse og mange involverte stilles det strenge krav til informasjonsflyten. For å nå frem til de involverte med ønsket informasjon kan ulike kommunikasjonskanaler benyttes. Den viktigste og mest effektive måten å kommunisere på er ansikt-til-ansikt (Neher, 1997), men det benyttes også i stor grad telefon, e-post, brev og annen form for skriftlig informasjon i byggeprosjekter. I byggeprosjekter der nettbrett benyttes som verktøy på byggeplass til blant annet kommunikasjon er det observert at dette fungerer effektivt (Harstad et al., 2015). Samtidig er det viktig at kommunikasjonen skjer formelt. Uformelle kommunikasjonskanaler fører til informasjon av dårlig kvalitet, og resulterer i usikkerhet, uheldige avgjørelser og lavere produktivitet (Clampitt, 2012).

### 3.2.1 Nettbrett som kommunikasjonsverktøy

Med muligheter for å ta bilder, sende e-poster uavhengig av hvor en befinner seg og markere på skjermbilder med notater eller beskrivelser, fører nettbrett til raskere avgjørelser og forenkler muligheten for å besvare spørsmål (Harstad et al., 2015). Det gir en økt forståelse for hva som skal bygges ved å visualisere bygningsdelene ved hjelp av 3D-modell før detaljer studeres på 2D-tegninger. Ut ifra intervjuer av involverte i byggeprosjekter er det utarbeidet en oversikt over tradisjonell arbeidsflyt kontra bruk av nettbrett ved inspeksjon av usikre arbeidsforhold (Harstad et al., 2015). Se tabell 5.

Tabell 5: Tradisjonell avvikshåndtering vs. avvikshåndtering på nettbrett

Hvor	Tradisjonell arbeidsflyt	Prosess på nettbrett
<b>Byggeplasskontor</b>	1. Finne relevante lister og dokumenter 2. Skrive ut dokumenter og lister	1. Synkronisere nettbrettet, og få alle oppdaterte lister og dokumenter
<b>Byggeplass</b>	3. Markere aktuelle problemstillinger 4. Ta bilder 5. Håndskrive nødvendige notater	2. Opprette aktuelle problemstillinger 3. Gjør notater rett i dokumentet 4. Knytt bilder direkte til problemstillingen
<b>Byggeplasskontor</b>	6. Marker plantegning og skann dokumenter 7. Registrer notater på PC 8. Lim inn tilhørende bilder 9. Sett sammen aktuelle lister og dokumenter 10. Skriv ut tilhørende dokumenter og lister, eller send e-post til involverte parter	5. Synkroniser aktuelle lister og dokumenter opp mot hverandre 6. Last og send dokumentasjon til involverte parter

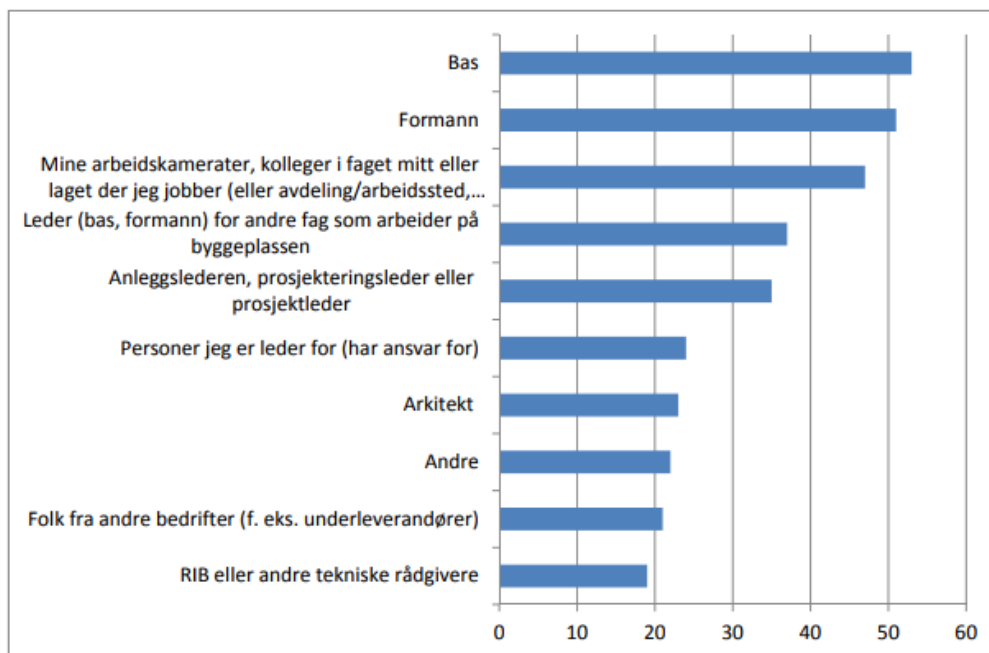
Samtlige av prosessene på nettbrettet kan om ønskelig gjøres ute på byggeplassen. Som tabell 5 viser fører bruk av nettbrett til høyere grad av kvalitet på dokumentasjonen og standardisering av håndteringen. Den største styrken ved bruk av nettbrett er allikevel ikke effekten det gir å effektivisere avvikshåndtering, men at en forhindrer produksjon av utdatert tegningsgrunnlag (Harstad, 2015). Studiet understreker også at det ikke er erfart noe markant nytteverdi ved bruk av nettbrett, og at det derfor er vanskelig å forsvare investeringskostnadene ved de digitale hjelpemidlene.

Studiet gjort av (Harstad, 2015) tar i hovedsak for seg kommunikasjonsfordelene et nettbrett gir ute på byggeplassen, og har lagt mindre vekt på effektiviseringspotensialet ulike

prosesser kan gi ved å gå over til digitale håndholdte enheter til fordel for de tradisjonelle arbeidsmetodene.

### 3.2.2 Innhenting av informasjon

I løpet av produksjonen dukker det opp en rekke spørsmål, ting som må avklares og utfordringer som må løses. For innhenting av informasjon er det kartlagt hvilke grupper som er nøkkelpersoner i deres arbeidshverdag. (Ørstavik and Røsdal, 2011) har ved et casestudie i et av Veidekkes leilighetsprosjekter kommet frem til at bas og formann er de viktigste kildene for innhenting av informasjon. Se figur 3.

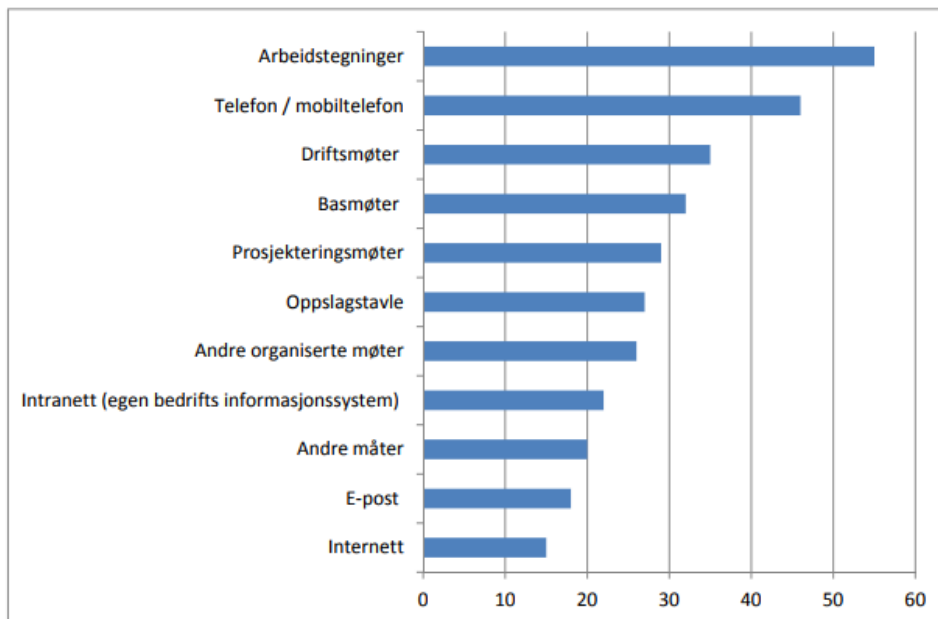


Figur 3: Informasjonskilder blant utførende (Ørstavik and Røsdal, 2011)

I studiet er fjorten utførende på arbeidsplassen spurt om å rangere hvor viktig kommunikativ funksjon de ulike gruppene har på en skala fra en til fem. X-aksens graf viser summen av svarene, der 70 poeng ville vært maksimal uttelling.

Viktigheten av faste arbeidslag og god kommunikasjon innad i arbeidslaget trekkes frem som en sentral faktor da det observeres at de nærmeste kollegene, i tillegg til bas og formann, er sentrale kilder for problemløsning i produksjonsprosessen.

Kommunikasjonskanalene som står frem som de viktigste for innhenting av informasjon er arbeidstegninger samt bruk av mobiltelefon (Ørstavik and Røsdal, 2011). Se figur 4.



Figur 4: Viktigste kommunikasjonskanaler for utførende (Ørstavik and Røsdal, 2011)

(Dainty et al., 2007) beskriver kommunikasjon som et redskap for å utjevne avstander. I byggeprosjekter gjør ulike lokaliseringer blant de involverte kommunikasjon over større avstander nødvendig. Til tross for arkitektens mindre sentrale rolle for innhenting av informasjon er tegningene han/hun produserer den viktigste kommunikasjonskanalen, og det mediet som benyttes hyppigst for innhenting av informasjon.

### 3.3 BIM

*BIM er en måte å digitalisere informasjon på, som innebærer at man kan utvikle samhandlingen i byggeprosessen på nye måter. Her skjer alle endringer koordinert og alle involverte kan hente ut den informasjonen de trenger. Dermed reduseres også byggekostnadene og man unngår feilprosjektering. (Haug, 2014)*

#### 3.3.1 BIM i produksjonsfasen

BIM i produksjonsfasen brukes i dag primært til mengdeuttak og kostnadsestimering (Grong et al., 2013). Ved å bruke attributtene til de forskjellige objektene kan man filtrere ut ønskede bygningselementer og summere mengdene eller antallet av ønsket bygningselement. Ved prisdatabaser og erfaringstall med enhetspriser kan en anslå kostnadene for produksjonsprosessen. Dette er en langt mer effektiv måte å gjøre prisestimer og kalkulasjoner på enn ved tradisjonell mengdeberegning ved bruk av papir og linjaler. I følge (Autodesk, 2007) brukes 50-80% av kalkulasjonstiden på

mengdeberegninger, så potensialet for besparelser ved effektivisering av mengdeuttak er stort.

I prosjekter der det er brukt BIM- kiosker tilsier erfaringer gjort fra tidligere studier at opplæringen av brukerne ikke har vært tilstrekkelig (Vestermo and Murvold, 2016). Hensikten med BIM- kiosken er at håndverkeren selv kan finne tegninger i web- hotellet og se på samlemodell for et eller flere fag, slik at det ikke vil være nødvendig å gå inn på byggeplasskontoret for å innhente informasjon. Det kreves en viss kompetanse og erfaring for effektiv bruk av BIM- kiosk slik at en raskere kan innhente informasjon ved hjelp av BIM på byggeplass fremfor innhenting av informasjon fra andre kilder, eksempelvis fra funksjonærer på byggeplasskontoret.

Et annet funn gjort i (Vestermo and Murvold, 2016) sitt studie er at tilgjengeligheten til BIM- kiosker krever strategisk plassering på byggeplassen. For store prosjekter kan avstanden bli stor mellom pågående arbeid og BIM- stasjonen, og håndverkerne går heller til byggeplasskontoret for å innhente informasjon fremfor til nærmeste BIM- stasjon.

Ved bruk av bygningsinformasjonsmodellen kan en med lite ressurser hente ut mye informasjon (Azhar, 2011). De ulike fagene kan bruke modellen for fremdriftsplanlegging, og en kan bruke verktøyet til å komme frem til gode byggetekniske løsninger på tvers av fagene.

#### *3.3.1.1 Applikasjoner på nettbrett og mobil*

Det finnes flere applikasjoner på nettbrett og mobil som kompletterer BIM- syklusen ved å gi tilgang til 3D- modell ute i produksjonen, eller som tilbyr elektroniske sjekklister direkte på håndholdt verktøy. Applikasjonene støtter deling av informasjon mellom prosjektdeltagerne og er tiltenkt å være bidragsytere for effektivisering på byggeplassen. Videre utdypes noen av applikasjonene det er forsket på i masteroppgaven.

**StreamBIM** omformer kompliserte 3D-modeller til navigerbare modeller for mobil og nettbrett. Informasjon fra modellen og digitale arbeidstegninger fra de ulike fagene kombineres i en integrert løsning. Programvaren inneholder også et kvalitetssikringssystem der håndholdt enhet tas i bruk for registrering av saker og avvik på byggeplassen. Saker og avvik knyttes opp mot 3D- modellen og suppleres med delegering av oppgaver og bilder (Harstad, 2015).



Figur 5: Logo (Rendra, 2018)

**RørApp** leveres av Rørentreprenørene Norge, og tilbyr elektronisk føring av sjekklister og avvik knyttet til HMS og kvalitet. Applikasjonen for nettbrett og mobil er knyttet opp mot et websystem som ivaretar rutiner for kvalitetssikring i henhold til byggesaksforskriften, bedriftens krav til HMS i henhold til internkontrollforskriften og SHA- dokumentasjon i henhold til byggherreforskriften. Websystemet støtter direkte opplasting av FDV- dokumentasjon til Boligmappa og håndtering av byggesøknader til aktuell kommune gjennom Altinn. Programmet er forbeholdt rørleggerbedrifter.



Figur 6: Logo (Norge, 2018)

**HP HSEQ** er en applikasjon utviklet av Kristofer Huslid i HP Entreprenør AS for oppfølging av HMS og kvalitetssikring (heretter omtalt som KS). Hovedfunksjonene i applikasjonen er (HP-Entreprenør, 2018):

- Rapportering av RUH (ulykke, nestenulykke, farlige forhold)
- Rapportering av KS hendelser (avvik, avklaringer, forbedringsforslag)
- Sikkerhetserklæring HMS
- Vernerunderapportering
- Sikker jobb analyse

Applikasjonen kan lastes ned blant alle involverte på byggeprosjektet med tilgang til nettbrett eller smarttelefon. Innlogging kreves, hvilket er løst av HP Entreprenør ved innloggingsinstrukser på oppslagstavle.



*Figur 7: Logo (HP-Entreprenør, 2018)*

### 3.3.2 Flerdimensjonal planlegging

Ved 2D- prosjektering arbeider en i plan, eksempelvis etasjeplan. Tegningene bygges opp ved hjelp av 2D- linjer, målsetting og diverse symboler (Jongeling, 2008). Ulike typer symboler og linjer representerer de ulike bygningsdelene i planet. Dette kan eksempelvis være ulike veggtyper.

De ulike 2D- tegningene utgjør beskrivelser for innholdet i prosjektet. Dette innebærer at en må regne eksempelvis antall dører manuelt, og at informasjon vedrørende dører, vinduer og så videre beskrives i egne skjemaer. En utfordring ved bruk av 2D-prosjektering er at samtlige dokumenter som påvirkes av en endring må revideres manuelt. Endringene kan også påvirke andre fag, slik at de må varsles vedrørende revisjoner (Jongeling, 2008).

Fremfor separat dokumentasjon fra arkitekt, landskapsarkitekt og rådgivende ingeniører kan det benyttes 3D- modell med all informasjon i ett (Czmoch and Pękala, 2014). 3D- modellene er bygd opp av objekter som defineres ved et navn og en kode. Objektene representerer eksisterende eller ny fysisk geometri som skal plasseres, bygges eller utføres (Thorsen, 2017). Objektene har tredimensjonal geometri. Komponentene fra de ulike fagene settes sammen i én modell, og forenkler samhandlingen på tvers av gruppene.

3D- modellene kan benyttes til å detektere kollisjoner mellom bygningskomponenter. (Czmoch and Pękala, 2014) deler kollisjonene inn i to undergrupper, tunge og lette kollisjoner. Tunge kollisjoner innebærer at to elementer okkuperer samme rommet, mens lette kollisjoner beskriver trange områder som muliggjør problematikk for installatør av bygningskomponenten.

Med 4D knytter en modellen opp mot tidsplanlegging, hvilket gir et verktøy som aktivt kan brukes i planlegging av byggefasen for entreprenør hvis 4D- modellen er godt utarbeidet.

(Henning Lindgren, 2012) har kommet frem til enkelte fordeler ved bruk av 4D i sitt studie, der det drøftes bruk av 4D i et skoleprosjekt, Hersleb skole i Oslo:

- Kunne forutse fremtidige problemer. Forsinkelser kan bli kostbart, og å få kartlagt risiko for tidsoverskridelser tidlig vil gi prosjektorganisasjonen informasjon om hvilke områder det kan være nødvendig å legge inn ekstra ressurser.
- Fremdriftsplanen vil være enklere å tolke.
- Nøyaktigheten i planleggingen forbedres.

I nevnt studie er programvaren Lumion benyttet sammen med Revit Architecture for utarbeidelse av 4D- modell.

4D vil også kunne brukes som planlegging av rigg ved å se på når ulike materialer kommer inn, eventuell plassmangel og til koordinering av utstyrlagring. Dette kalles arealbasert planlegging (Henning Lindgren, 2012). Ved å se objektene i sin fysiske størrelse før leveransen på byggeplass gir det prosjektteamet mulighet for å se utfordringer som for eksempel plassmangel og tilleggsarbeid for entreprenøren. Ved kollisjoner og konflikter kan bestillinger endres slik at en unngår tilrettelegging på byggeplass.

Tidfesting av objekter på bygget gjør visualisering av byggeprosessen mulig, og gir prosjektgruppene en bedre forståelse av prosjektets milepæler og planer. Problemer kan løses på et tidlig stadium og kartlegging av angrepspunkter som er uberørte av planlagte arbeider kan enkelt identifiseres. Dette gir muligheter for parallelle arbeidsoperasjoner slik at byggetiden kan reduseres (Henning Lindgren, 2012). I tillegg gir 4D muligheten til simuleringer av eksempelvis solforhold, hvilket kan være et nyttig verktøy i planleggingen av vegetasjon og byggets plassering i forhold til eksisterende bebyggelse. Verktøyet vil være nyttig både for prosjekterende og bestiller.

Ved bruk av 5D knytter en modellen opp mot kostnader. Dette gjøres ved å importere modellen til et kalkylieprogram, eller å berike objektene i modellen med kostnader (Henning Lindgren, 2012). Ved å bruke modellen aktivt i forprosjektfasen og knytte den opp mot kalkylien vil det være en direkte prosess der oppmerksomheten ikke tas bort fra prosjekteringen, men en allikevel har kontroll på de økonomiske konsekvensene av endringer. Studiet beskriver en god kostnadskalkylie som en kalkylie med:



- Sporbarhet i kalkylien
- Endringsmulighet
- Frihet i entreprisevalg

En god kalkylie gir enkelt oversikt over kostnadspostene for entreprenør, og kostnadskonsekvenser ved endringer kartlegges raskt.

### 3.4 Digitalt veikart

Digitalt veikart for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen har som formål å digitalisere Norges største fastlandsnæring, bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen. I 2016 var investeringene innenfor næringen på 422 milliarder kroner, og ifølge beregninger foretatt av briter kunne kostnadene vært kuttet med 100 milliarder kroner ved en heldigitalisert byggeprosess (Landsforening, 2017). Siden stat og kommune er store byggherrer er dette besparelser som vil komme felleskapet til gode.

Mer konkret handler det digitale veikartet om å planlegge og prosjektere digitalt før det bygges, og å teste, simulere og analysere det som skal bygges og dets funksjoner før oppstart av bygging. Med all data tilgjengelig vil kvaliteten på plan- og prosjekteringsmodellen være optimal, og vil redusere risikoen i utførelsesfasen og øker sannsynligheten for et vellykket prosjekt (Landsforening, 2017). Ved bruk av en «digital tvilling» er det tiltenkt å gå på befaring ved bruk av VR- briller før spaden settes i jorden. Da kan ting kontrolleres ved hjelp av digitale verktøy før fysisk byggestart. Tvillingen er tiltenkt brukt i bestilling av materialer, og også som et verktøy ved drift og vedlikehold.

Digitalt veikart beskriver fire forutsetninger som ligger til grunn for at næringen skal bli heldigitalisert:

- Etablere felles plattform med felleskomponenter for bygge- og anleggsprosjekter
- Sørge for at norske lover, standarder og regler blir tilrettelagt for digital samhandling
- Kompetanseutvikling i bedrift og skolesystemet
- Realisere gevinster ved å spre beste praksis om digitale arbeidsprosesser og forretningsmodeller, og måle effekten av dette

Se figur 8 for illustrasjon av de fire forutsetningene.



Figur 8: Fire forutsetninger for heldigitalisert bygg-, anleggs- og eiendomsnæring (Landsforening, 2017)

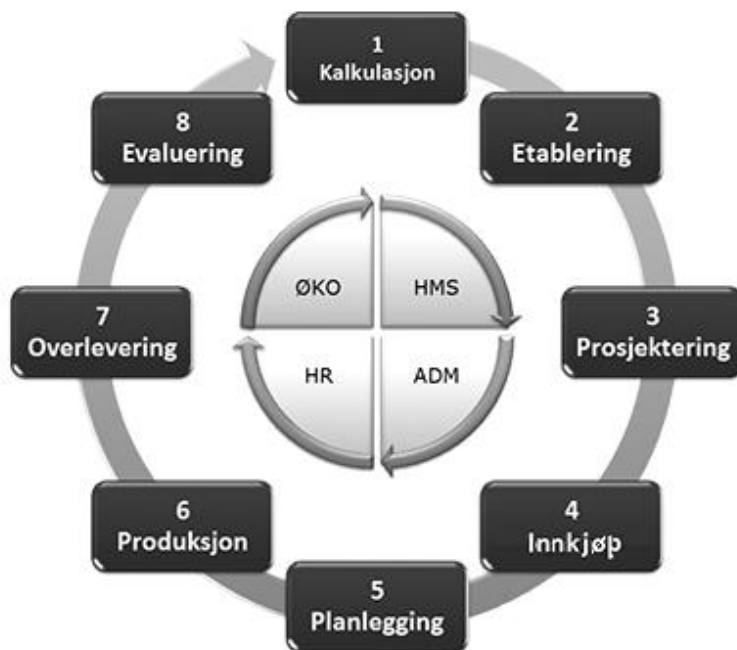
For å realisere ambisjonene knyttet til heldigitalisering og kostnads- og klimagassutslipp må bestillere etterspørre digital byggeprosess der dette legges inn i planlegging og prosjektering. Det må investeres i et digitalt løft de neste årene for å komme hit, og stat, fylkeskommuner og kommuner må gå foran å kreve at utbyggerne digitaliserer prosessene. Forsknings- og utdanningsinstitusjonene har også et stort ansvar ved å sørge for at fremtidens ingeniører og byggere har kompetansen som trengs.

## 4. Resultat og observasjoner

Dette kapitlet presenterer funn og observasjoner som er gjort ved casestudiet, litteraturstudiet, intervjuer og samtaler med funksjonærer og bas på byggeplass. Det er også gjennomført en spørreundersøkelse blant byggeplassledelsen i BackeGruppen vedrørende digitale arbeidstegninger.

Arbeidsflyt og rutiner på byggeplass når det gjelder befaringsverktøy, føring av kvalitetskontroll og tilgang til digitalt prosjekthotell virker å være lik blant flere av de store entreprenørene. Representanter fra BackeGruppen, AF Gruppen, Consto, Con-Form og Ø.M. Fjeld, som alle er blant de femti største entreprenørbedriftene i Norge (Byggeindustrien, 2018), sier de i stor grad bruker utskrevne papirark ved føring av KS og i forbindelse med egenbefaringer. Til tross for at store deler av resultatene baserer seg på casestudiet gjort i et av BackeGruppens prosjekter, kan resultatene antas å være representative for et vilkårlig prosjekt.

BackeGruppen som entreprenør har valgt å dele opp byggeprosessen på en annen måte enn i studiet gjort av (Vestermo and Murvold, 2016) omtalt i teorikapitlet. Se figur 9.



Figur 9: BackeGruppens inndeling av prosesser (Backe, 2018)

Denne inndelingen tar utgangspunkt i en entreprenørs rolle knyttet opp mot de ulike fasene i prosjektet. BackeGruppen deler produksjonsprosessen inn i følgende rutiner (Backe, 2018):

1. Oppstartsmøter
2. Fremdriftsmøter og ukeplanlegging
3. Avvik
4. Varsel om endringer til bestiller
5. Tegningshåndtering
6. Tilvalg og endringer
7. Kvalitetsrunder
8. Mottakskontroll på byggeplass
9. Gjennomføring av HMS
10. Ulykker og uønskede hendelser
11. Instruks for sikkerhet i egenproduksjon
12. Håndtering av stoffkartotek
13. Oppfølging relatert til prosjektøkonomi

Resultatene presenterer mulig effektiviseringsgevinst ved punkt 3. avvik, punkt 7.

kvalitetsrunder, punkt 5. tegningshåndtering og punkt 9. gjennomføring av HMS.

Bakgrunnen for at disse områdene er nærmere undersøkt er at det under arbeid med casestudiet er observert stort effektiviseringspotensial ved prosessene. Dagens rutiner ved arbeidsoperasjonene er i dag primært papirbaserte og har effektiviseringspotensial ved å ta i bruk ny teknologi.

#### **4.1 Elektronisk befaringsverktøy**

I studiet ble StreamBIM testet ut som elektronisk egenbefarings- og avviksverktøy til fordel for papirutskrevne kontrollrapporter. Testingen ble gjennomført ved kontrollrunder med ansvarlig for malerarbeidene i forkant av at andre fag skulle inn i rommene, dette for å kontrollere kvaliteten på arbeidet som var utført. Fire etasjer ble gjennomført ved kontrollrapporter på papir, og en etasje ble gjennomført med elektronisk befaringsverktøy. Samtlige utbedringer rettet mot malerarbeidene ble notert.

Det ble avdekket omtrent 60 punkter for utbedringer per etasje. Tabell 6 viser oversikt over omtrentlig varighet på rundene, antall punkter for utbedring og omtrentlig varighet på for- og etterarbeider. Forarbeider ved kontrollskjema for papir innebærer følgende:

1. Hente frem relevante papirer i datasystemet

2. Utskrift av plantegninger og kontrollskjemaer
3. Fylle ut fonter på rapporten

Etterarbeider innebærer:

4. Skann og arkivering av kontrollskjema i perm og digitalt
5. Utsending til underentreprenør per e-post for utførelse av utbedring.

Forarbeider ved bruk av digitalt registrerte avvik innebærer utarbeidelse av mal for raskere utfylling av punkter for utbedring underveis ved kontrollrunden. Tid for å laste ned applikasjon, oppsett av bruker etc. er ikke inkludert i oppgitt tid.

Tabell 6: Tidsbruk befaringer digitalt vs. papir

<b>Etasjeplan</b>	<b>Antall punkter</b>	<b>Kontrollskjema</b>	<b>Tid forarbeider [min]</b>	<b>Tid befaring [min]</b>	<b>Tid etterarbeider [min]</b>
Blokk G – plan 4	63	Papir	5	90	15
Blokk G – plan 3	65	Papir	5	80	15
Blokk G – plan 2	60	Papir	5	75	15
Blokk F – plan 3	57	Papir	5	60	15
Blokk F – plan 2	57	Digitalt	2	40	0

Resultatene fra tabell 6 er målt ved å ta tiden på de ulike arbeidsoperasjonene underveis i prosessen.

Befaring ved digital registrering av utbedringer/avvik ble gjort ved registrering av punkter i applikasjon med mobiltelefon. Bakgrunnen for at befaringen ved bruk av digitalt kontrollskjema gikk betydelig raskere enn foregående kontrollrunder var blant annet som følge av at representant fra underentreprenør hadde begrenset med tid. Tid for

etterarbeider ved digitalt kontrollskjema oppgitt i tabell 6 forutsetter at underentreprenør er bruker av programvaren.

Registreringen av hvert enkelt punkt for utbedring oppleves like tidsbelastende ved bruk av plantegning og kontrollskjema på papir som ved bruk av digital registrering. Tid ved befaringen vil dermed bli mer eller mindre lik uavhengig av verktøy en tar i bruk.

Forenklingen ligger i at det ikke kreves datamaskin og printer i forarbeidene, men at forarbeidene enkelt kan gjennomføres i applikasjonen eller i nettleser. Alt etterarbeid for totalentreprenør elimineres. Underentreprenør blir opplyst om punkter rettet mot sitt fag i applikasjonen, og utbedrer etter beskrivelser lagt inn ved tekst, bilde, markør på plantegning og visning i 3D- modell. Når punktene er utbedret markeres de som utbedret av utførende.

Figur 10 viser kontrollskjema på papir for blokk F - plan 3. Fullskala kontrollskjema finnes i vedlegg 5.





Figur 11: Utbedringer - utbedringer registrert digitalt

#### 4.1.1 Mulig besparelse for totalentreprenør

I byggeprosjektet brukt som casestudie er det totalt femten etasjeplan med leiligheter fordelt på tre blokker. Ved reduksjon av for- og etterarbeid tilsvarende vist i tabell 6 kan forventet tidsbesparelse i løpet av prosjektet være på 4-5 timer for kontroll av maleriarbeider etter utført arbeid. Tilsvarende tidsbesparelse kan forventes ved kontrollrunder etter utført arbeid med øvrige underentreprenører.

Ved egenbefaringer før sluttbefaring og overlevering ansees verktøyet til å være tidsbesparende i enda større grad. Hvert enkelt punkt for utbedring rettes direkte mot ansvarlig utførende, og det kreves ingen annen varsling til de ulike underentreprenører. Dette forutsetter at underentreprenører er bruker av programmet. Forarbeid reduseres betraktelig, og etterarbeid ved utsendelse av utbedringer til de ulike underentreprenørene vil i teorien elimineres. Mulig besparelse relatert til egenbefaringer hos totalentreprenør før sluttbefaringer i et prosjekt av størrelsesorden tilsvarende casestudiet estimeres til å være flere dagsverk.

#### 4.1.2 Forenkling ved bruk av digitalt verktøy

Punkter for utbedring av underentreprenører kan filtreres av underentreprenører og totalentreprenør, slik at en kan ha oversikt over de ulike punktene for utbedring rettet mot



de ulike fagene underveis i prosjektet. Dette bidrar til at en enklere får oversikt over ugjorte utbedringer rettet mot de ulike fagene.

Ved bruk av samme digitale plattform gis samtlige involvert i prosjektet med tilgang til programvaren oversikt over utbedringer og mulighet for registrering av nye punkter for utbedring. Dette kan bidra til standardisering av avviksregistrering relatert til kvalitet for totalentreprenør og forenklet kommunikasjon på tvers av ansvarsområder innad i prosjektorganisasjonen.

Ved eventuelle uoverensstemmelser eller andre forhold som gjør det nødvendig å se tilbake på avvik og utbedringer vil digital registrering gi rask og enkel tilgang til arkivet og historikk for dateringer, registrerer, lokasjon, utbedrer og andre forhold.

## 4.2 Digitale sjekklister

Etter å ha vært i kontakt med representanter fra flere av de store entreprenørene, blant annet Ø.M. Fjeld, AF Gruppen, Consto og Con-Form, i tillegg til undersøkelser gjort i forbindelse med føring av sjekklister i casestudiet, viser det seg at de fleste entreprenørene fører pålagt kvalitetskontroll på papirutskrevne sjekklister. Eksempel på utfylt sjekkliste fra casestudiet er vist i figur 12.

5-01-02 Sjekkliste tømrerarbeider  
Rev. dato: 01.01.12



Sjekklisetr.	Prosjekt Jessheim Park F,G,H 10047	Formann Ole Anders Fletsten
Dato 18.10.2017	Bygningsdel/tegnings nr. Dampspærre Blokk <i>F</i>	REV Bas Tomasz Kuran (Bas) Artur Klessen (Bas)
Kontrollmetode	Visuell <input checked="" type="checkbox"/> Bilder <input checked="" type="checkbox"/> Målinger <input type="checkbox"/> Beskrivelse målemetode:	
Beskrivelse	Dampspærre 2,6x15m 200my 39m2 Gram dampspærre med heftkant. Skjøter plast/plast tapet med Siga-Rissan 60mm. Overganger plast/betong tapet med Siga- Fentrim 20 50/85. Betonggulv primes med Hey'di KZ før taping.	

E: egenkontroll, S: sidemannskontroll

	Sjekkes	E/S	Kontroll av	Stedsangivelse	Beskrivelse av avvik/tiltak	Kontrollert av/dato
Dampspærre Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/>	E	Skjøter og tetthet	Alle fasader	<i>Mangler utbedret før kontroll</i>	<i>16/11-17 OAF</i>
	<input checked="" type="checkbox"/>	E	Gjennomføringer	Alle fasader		<i>16/11-17 OAF</i>
	<input checked="" type="checkbox"/>	E	Type	Alle fasader		<i>16/11-17 OAF</i>

Skal det utarbeides avviksrapport

Avvik som medfører mangel overføres mangelliste

Mottatt og kontrollert av (dato/sig., *16/11-17 OAF*)

Figur 12: Sjekkliste for kontroll av arbeider

Rutinene for føring av sjekklister gjennomført av totalentreprenør på prosjektet benyttet i casestudiet innebærer følgende:

1. Lete frem dokumenter i datasystemet

2. Utskrift av sjekklister
3. Kontroll av utført arbeid av bas og formann, hvilket dokumenteres ved utfylling av sjekklister
4. Eventuell fotodokumentasjon av utført arbeid
5. Skann av sjekklister for arkivering digitalt, i tillegg til arkivering i perm
6. Opplasting av fotodokumentasjon for arkivering digitalt

De fleste av underentreprenørene fulgte i stor grad tilsvarende rutiner, men det er ikke kjent at deres sjekklister lagres digitalt i tillegg til i permer.

#### 4.2.1 Potensiell besparelse ved bruk av digitale sjekklister

Et alternativ til utfylling av papirutskrevne sjekklister er digitale sjekklister utfylt direkte på nettbrett eller mobil der forhåndsutarbeidede maler ligger inne i programvaren. Disse fylles ut ved avkrysning, eventuell tekst og fotodokumentasjon før de lastes direkte opp til arkivering eller sendes på mail til ansvarlig for KS.

Eksempel på elektronisk sjekkliste fra rørlegger i casestudiet er vist i figur 13.

### Norsk Teknisk Installasjon AS

KVALITETSSYSTEM  
7-312B Sanitær rør i rør

LISENSNR.: 519472

Tiltakshaver: Jessheim Park	Prosjektnr: 16186
Tiltak: Boliger med underliggende garasje	Prosjektdato: 16.12.2016
Adresse: Kretten 14, 16 og 18 2068 Jessheim	Utnr: 135
	Bnr: 170
	Snr:

Tegn nr/favn	Lokalisering/plassering
	Blokk G 2etg


Forarbeider	OK	Kommentarer
Sjekkpunkter		
Tegninger - beskrivelse	✓	
Bygningsmessige forhold	✓	
Systemtilhørighet rør og deler	✓	

Utførelse	OK	Kommentarer
Sjekkpunkter		
Klammring - maks avstand	✓	
Antall bøyer - lengde rør	✓	
Rør lagt i S-bøye	x	
Spikeravvisere	✓	Rør går rett opp
Fordelerskap plassering	✓	
Sikker avrenning av RIR skap	✓	
Drenering til sluk	✓	
Synliggjøring evt. lekkasje fra innbyggings-systemer	x	
Flaggning - klargjøring	✓	
Merkning	✓	

Annet - beskriv

--	--

Tetthetsprøving - funksjonsprøving	OK	Kommentarer/avvik
Sjekkpunkter		
Prøvetrykk påsatt > 1,3 bar overtrykk	x	
Trykkprøvd tid - min 2 timer	x	
Protokoll - dokumentasjon	✓	
Avtapping - klargjøring	x	
Funksjonsprøving	x	

Utfyllt dato	Signatur rørlegger/faglig leder
11.01.2018	

### Norsk Teknisk Installasjon AS

KVALITETSSYSTEM  
LISENSNR.: 519472

Foto

Ulvvarme regulering	Toaletteramme	Avic
nov. 2017	10. nov. 2017	10. nov.
nov. 2017	10. nov. 2017	10. nov.
nov. 2017	10. nov. 2017	10. nov.
nov. 2017	10. nov. 2017	10. nov.
nov. 2017	27. nov. 2017	27. nov.
nov. 2017	27. 11. 2017	27. nov.

Plassering:  
Beskrivelse:

Markert dato: 01.08.2014/NBL	Sjaker dato: 16.11.2014/G.D.	Revidert dato: 16.11.2014/G.D.
------------------------------	------------------------------	--------------------------------

© FÅRENTREPRENØRENE NORGE

Markert dato: 01.08.2014/NBL	Sjaker dato: 16.11.2014/G.D.	Revidert dato: 16.11.2014/G.D.
------------------------------	------------------------------	--------------------------------

© FÅRENTREPRENØRENE NORGE

Figur 13: Elektronisk sjekkliste utarbeidet ved RørAPP

I likhet som ved digital føring av avvik ved befaringer er det potensiale for besparelse av tid ved digitale sjekklister i for- og etterarbeid. I tilfellene der bas står for gjennomføring av kvalitetskontroll vil gangtid til og fra byggeplasskontoret for å hente sjekklister også bortfalle ved tilgang på sjekklister direkte på håndholdt enhet. I casestudiet var byggeplasskontoret plassert med 1-5 minutters gangavstand fra byggeplass, avhengig av hvor på byggeplassen en befant seg. I casestudiet ble sjekklister hos totalentreprenør fylt ut og arkivert av produksjonsleder/formann med kontor på byggeplass.

Etter gjennomgang av kvalitetskontroll gjennomført av totalentreprenør og enkelte av underentreprenørene i casestudiet ble det registrert totalt 122 papirskrevne sjekklister for totalentreprenør og 372 papirark tilknyttet KS blant et utvalg av underentreprenørene. Kontrollen ble gjennomført 08.02.2018, omtrent ½ år før overlevering av bygget. Ingen av entreprenørene som ble undersøkt var ferdige med sine arbeider. Tabell 7 viser antall dokumenter fordelt på de ulike entreprenørene.

Tabell 7: Mengde KS- dokumentasjon blant entreprenører i casestudiet

Entreprenør	Antall sider i KS-perm	Type dokumentasjon
TE - Utvendig tømring	122	- Sjekkliste for dokumentert kvalitet på utført arbeid
UE - Brannsikring	238	- Sjekkliste for dokumentert kvalitet på utført arbeid - Diverse dokumentasjon for beskrivelse av KS- arbeider
UE - Glassfasade	8	- Sjekkliste for dokumentert kvalitet på utført arbeid
UE - Fasadepuss	102	- Sjekkliste for dokumentert kvalitet på utført arbeid - Pårørendeliste - Organisasjonskart - Arbeidskontrakter for arbeidede
UE - Maler	26	- Sjekkliste for dokumentert kvalitet på utført arbeid - Organisasjonskart

I tillegg finnes det stor mengde papirdokumentasjon i forbindelse med KS utført av andre underentreprenører, deriblant elektriker og utførende for råbygget. Enkelte underentreprenører, blant annet rørlegger, benyttet seg av elektroniske systemer for dokumentasjon av kvalitet på utført arbeid.

Ved kvalitetskontroll gjennomføres gjerne for- og etterarbeid i etapper slik at hver enkelt sjekkliste ikke skrives ut, fylles ut, lastes opp og arkiveres separat. Det er gjort et anslag på at fem sjekklister håndteres i hver etappe, og at rutine for føring av sjekklister (se punkter under «4.2 Digitale sjekklister») dermed er gjennomført omtrent 25 ganger for utfylling av totalentreprenørens 122 sjekklister. Utskrift av sjekklister er antatt gjort et fåtall ganger.

Estimert tidsbruk for for- og etterarbeid er gitt i tabell 8.

Tabell 8: Tidsbruk for for- og etterarbeider ved papirutskrevne sjekklister

	Tid [minutter]
<b>Forarbeid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finne frem dokumenter</li> <li>- Redigere og skrive ut aktuelle dokumenter</li> </ul>	10
<b>Etterarbeid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skann av sjekklister</li> <li>- Arkivering digitalt og i perm</li> <li>- Opplasting av fotodokumentasjon</li> </ul>	20

30 minutter arbeid i for- og etterarbeider opp mot 25 ganger i løpet av et prosjekt kan spare produksjonsleder hos totalentreprenør for opp mot 13 timer. For bas er potensialet for tidsbesparelse i samme størrelsesorden, da gangtrafikk mellom byggeplass og byggeplasskontor i forbindelse med kvalitetskontroll reduseres til null. Ved å eliminere for- og etterarbeider kan også arbeid ved utfylling av sjekklister gjøres i kombinasjon med andre gjøremål ute på byggeplassen uten at det trengs forberedelser for kvalitetskontrollen.

I casestudiet har totalentreprenør tilpasset den generelle malen for sjekklister til hver enkelt bygningsdel. Generell mal og eksempel på spesifisert sjekklister for bygningsdel ligger i vedlegg 6 og 7.

#### 4.2.2 Gevinst ved digitale sjekklister

I løpet av et byggeprosjekt vil antall ark tilknyttet KS bli stort, og å holde oversikt over de ulike entreprenørenes kvalitetskontroll er krevende. Ved reklamasjonssaker, eller andre forhold som skulle oppstå der det er aktuelt å undersøke kvalitetskontroller, vil digitale sjekklister forenkle prosessen ved å kartlegge dokumentasjon på utført arbeid. Spesielt i reklamasjonstiden der prosjektdokumentene er lagt i arkiv forenkles innhenting av utført kvalitetskontroll ved å ha lagret dataene digitalt. Det gis enkel tilgang til dokumentasjon via digital lagring innad i prosjektorganisasjonen, men også for øvrige deler av selskapet.

Digitale sjekklister vil bidra til standardisering for utførelse av kvalitetskontroll hos entreprenøren, hvilket er fordelaktig da det ofte er egne personer som jobber med oppfølging av reklamasjoner. Dokumentering og arkivering av arbeid gjøres i henhold til utarbeidede maler i konsernet undersøkt i casestudiet, men det er oppdaget prosjekter som har ført kvalitetskontroll utover bruk av standardoppsett.

### 4.3 Digitale arbeidstegninger og modell i produksjon

Det er gjennomført en spørreundersøkelse i studiet for kartlegging av potensiell tid- og kostnadsreduksjon ved tilgang til digitale arbeidstegninger og modell ute i produksjonen. Spørreundersøkelsens utforming med tilhørende resultater finnes i vedlegg 1 og 2.

Funn fra spørreundersøkelsen viser at det finnes potensiale for byggeplassledelsen å redusere tidsbruk som brukes på utveksling av informasjon som er utilgjengelig blant håndverkere og produksjonsledere ute på byggeplassen, men som er lagret digitalt. Flertallet av respondentene i spørreundersøkelsen oppgir at de befinner seg 11-15 ganger ute på byggeplassen i løpet av en normal arbeidsuke, og at det ofte eller svært ofte oppstår spørsmål utenfor byggeplasskontoret som kunne vært avklart med tilgang til prosjekthotell eller 3D- modell på byggeplassen. Når spørsmål kommer fra håndverkere kan de enkelte ganger besvares direkte. Alternativt må avklaringen avvete til saken er undersøkt på byggeplasskontoret, hvilket krever tid fra byggeplassledelsen. Figur 14 viser svarfordelingen for spørsmål knyttet til behov for mobile prosjekthotell på byggeplassen.

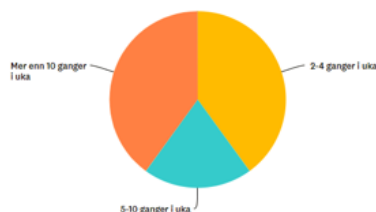


Figur 14: Respondentenes opplevelse av potensiell tidsbesparelse ved mobilt prosjekthotell på byggeplass

På byggeplasskontoret skjer avbrytelser av pågående arbeid for funksjonærene som følge av håndverkere eller produksjonsledere som ønsker informasjon som finnes i prosjekthotellet. Resultatene fra surveyen viser at byggeplassledelsen må avbryte sitt arbeid fra to til mer enn ti ganger i uken som årsak av at informasjon som finnes i prosjekthotellet ikke er tilgjengelig for håndverkere og produksjonsledere, og at hver avbrytelse gjerne tar 5-9 minutter. Se figur 15 for svarfordeling.

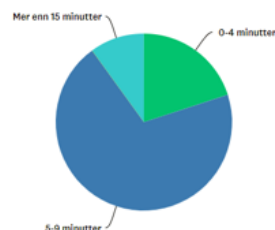
Hvor ofte forekommer det at arbeidet ditt på byggeplasskontoret avbrytes som følge av spørsmål fra håndverkere (inkl. bas) eller UEers produksjonsleder vedrørende tegninger eller annen informasjon som kan finnes på prosjekthotellet?

Besvart: 10 Hoppet over: 0



Ved avbrytelser på byggeplasskontoret av håndverkere (inkl. bas) eller UEers produksjonsleder vedrørende tegninger eller annen informasjon som kan finnes på prosjekthotellet; Hvor lang tid antar du en slik avbrytelse tar?

Besvart: 10 Hoppet over: 0



Figur 15: Respondentenes svar på tidsbruk som følge av avbrytelser på byggeplasskontoret

For betongbas intervjuet i studiet nevnes følgende punkter som de store fordelene med å ta i bruk nettbrett med digitale arbeidstegninger og 3D- modell på byggeplass:

- Tilgang til 3D- modell gir økt forståelse for hva som skal bygges ved mer komplekse bygningsdeler
- 3D- modell gir mulighet for å undersøke målsettinger som ikke finnes på produksjonstegninger uten å måtte gå til og fra byggeplasskontor
- En har hele tiden tilgang til siste tegningsrevisjon, og kan forsikre seg mot at det ikke produseres etter utdatert tegningsunderlag
- Antall turer til og fra byggeplasskontoret reduseres, da behovet for å se på modell eller andre produksjonstegninger inne på byggeplasskontoret ikke lenger er like stort

#### 4.3.1 Sløsing ved bruk av utdaterte tegninger

I surveyen er det undersøkt kostnader ved feil som følge av produksjon etter gamle arbeidstegninger for egenproduksjon. Aktuelle feilproduksjoner gjelder betong- og tømmerproduksjon. Anleggsledere, prosjektledere, prosjektingeniører og formenn/produksjonsledere har besvart spørreundersøkelsen. Se tabell 9 for kostnadskonsekvens for forrige opplevde feil blant respondentene.

Tabell 9: Kostnadskonsekvens ved produksjon etter gammelt tegningsunderlag

Respondent nr.	Kostnadskonsekvens i kroner
1	Har ikke opplevd feilproduksjon som følge av produksjon etter eldre tegninger
2	7 000,-
3	25 000,-
4	0 - 5 000,-
5	1 500,-
6	Usikker
7	Har ikke besvart spørsmålet
8	5 000,-
9	2 500,-
10	Usikker

Resultatene varierer i stor grad, men viser at det finnes potensiale for å redusere utgiftene i prosjektene som følge av bygging etter gammelt tegningsunderlag. Hyppigheten av feil er ikke undersøkt i spørreundersøkelsen.

Basen som er intervjuet i studiet mener all feilproduksjon som følge av bygging etter eldre revisjoner vil elimineres, da nettbrettet brukes hyppig for å kontrollere om rett tegningsunderlag befinner seg ute i produksjonen.

#### 4.4 Sikkerhetserklæringer og oversiktslister

Som et ledd i oppfyllelse av internkontrollforskriften for oppfølging av helse, miljø og sikkerhet skrives sikkerhetserklæringer av alle arbeidene på byggeplassen.

Sikkerhetserklæringene fylles ut og arkiveres av totalentreprenør sammen med kopi av HMS-kort. HMS-kort utsendes kun ansatte i bedrifter registrert i merverdiavgiftsregisteret, Aa-registeret<sup>1</sup> og enhetsregisteret for å skape bedre oversikt over aktørene på bygg- og anleggsplasser, og som et tiltak for å forhindre arbeidskriminalitet (Arbeidstilsynet, 2018).

I casestudiet er det per 01.03.2018, ½ år før ferdigstilling av prosjektet, fylt ut 498 sikkerhetserklæringer. Se figur 16 for utforming av sikkerhetserklæring benyttet av totalentreprenør i casestudiet.

---

<sup>1</sup> Arbeidsgiver- og arbeidstakerregisteret. Registeret gir oversikt over arbeidstakere ansatt i hver enkelt bedrift.



6-10-09 Eklæring og personlig sikkerhetsinstruks om HMS-arbeid  
Rev. dato: 28.07.15

**BACKE ROMERIKE**

**HMS ERKLÆRING VED ARBEID HOS Backe Romerike AS**

PROSJEKTNAVN:	Jesheim Park - Blokk F, G og H	
ARBEIDSTAKER NAVN:		MOBIL:
ARBEIDSGIVER:		
OPPDRAUGSGIVER (dersom innleid)		
FØDSELSDATO:		
STATSBORGERSKAP:		
HMS-KORT nr:		

- Undertegnede bekrefter med dette å være kjent med, og vil opptre i henhold til, følgende instruksjoner på ovennevnte prosjekt:
  - ✓ Personlig instruks for HMS-arbeid
  - ✓ Instruks for bruk av stillas
  - ✓ Handlingsplan ved ulykke
- Undertegnede erklærer herved og følge krav, rutiner og instruks fra byggeledelsen, samt bidra til et godt arbeidsmiljø og gode arbeidsforhold på byggeplassen.
- Undertegnede erklærer herved kun å utføre arbeid som jeg har kompetanse til å utføre.
- Undertegnede bekrefter å ha fått utdelt personlig verneutstyr fra sin arbeidsgiver inkl. synlighetsmarkert arbeidstøy (minimum vest), som vil bli benyttet iht. krav, i punkt 5 i personlig sikkerhetsinstruks for HMS-arbeid på byggeplass.
- Undertegnede erklærer at ved usikkerhet om regler og instruks vil nærmeste leder eller verneombud bli kontakert.
- Undertegnede plikter å varsle byggeplassledelse eller verneombud umiddelbart dersom det oppdages situasjoner/hendelser som kan generere skader eller fare.
- Undertegnede erklærer å ha lønns- og arbeidsvilkår som tilfredsstillende gjeldende allmenngjøringsforskrift.

Undertegnede er kjent med at brudd på sikkerhetsbestemmelser vil kunne medføre muntlig eller skriftlig advarsel, bortvisning fra arbeidsplassen eller avskjedigelse

Dato: \_\_\_\_\_

1

6-10-09 Eklæring og personlig sikkerhetsinstruks om HMS-arbeid  
Rev. dato: 28.07.15

**BACKE ROMERIKE**

Signatur: \_\_\_\_\_

**PERSONLIG SIKKERHETSINSTRUKS FOR HMS**  
(beholdes av arbeidstaker)

- ORGANISERING OG MÅL**  
Målsettingen er at prosjektet gjennomføres uten skade på person, eiendom eller miljø. Organisering av byggeplassen fremkommer av opplag.
- BEREDSKAP**  
Finn ut hvor du finner førstehjelpsutstyr, brannvernustyr, og viktige tif. nr.  
Varning av ulykker og usmakede hendelser skal skje i henhold til «Handlingsplan ved alvorlig ulykke».
- RISIKO OG SPESEILLE ARBEIDSPERASJONER**  
Du har et selvstendig ansvar for å utføre arbeidet på sikker måte. Vurder risiko for skader før du begynner å arbeide.  
Risikofylt arbeid skal ikke iverksettes uten egen arbeidsinstruks eller gjennomført Sikker Jobb Analyse. Du skal ikke under noen omstendighet utføre arbeid som du opplever som farlig eller at du ikke er tilstrekkelig sikret.
  - Det er ikke tillatt å arbeide over 2 meters høyde uten sikring.
  - Stiger skal være forskriftsmessig sikret, som hovedregel i topp og bunn
  - Bruk av gardinrapp skal begrenses. Gardinrapp med plattform over 2 meters høyde skal ha rekkverk og sidestutte.
  - Sikring som fjernes midlertidig skal umiddelbart settes på plass
- ARBEIDSTUTYR OG VARME ARBEIDER**  
Bruk av arbeidstøyt krever opplæring. Ved utstyr som sager, spiker- og boltepijoler, vinkelsliper, stillas, stropping osv. skal din arbeidsgiver sørge for dokumentasjon på opplæringen. Du er selv ansvarlig for å bruke og vedlikeholde utstyret i henhold til instruks.  
Ved varme arbeider som bruk av åpen ild, oppvarming, sveise-, skjære-, lodde- og eller slipestyr skal du sørge for å ha gyldig kursbevis, utstedt av Norsk Brannvernforening.
- PERSONLIG VERNEUTYR**  
Alle skal være kjent med kravene til personlig verneutstyr og bruke dette. Unntak fra dette kan kun gis av anleggsledelse og verneombud i fallsskapp.
  - Hjelpe, synlighetsmarkert arbeidstøy (minimum vest) og vernesko med spikarsåle er obligatorisk.
  - Vernehjelm skal brukes der det er fare for sprut, gnister eller splinter
  - Hørselvern skal brukes ved støvende arbeider
  - Fallsikring skal brukes ved arbeider i høyden der godkjent rekkverk ikke er satt opp
  - Øvrig verneutstyr skal brukes der bruksanvisning eller sikker jobb analyse / instruks beskriver dette.
- HELSEFARLIGE/BRANNFARLIGE STOFFER**  
Alle helse- og brannfarlige stoffer som brukes på byggeplassen skal være merket på norsk. Sikkerhetsdatablader arkiveres i eget stoffkartotek som er tilgjengelig for alle. For bruk av stoffet må du gjøre deg kjent med innholdet i sikkerhetsdatabladet, spesielt farer, førstehjelp, håndtering, verneutstyr og helsefare.
- ORDEN OG RENHOLD**  
Byggeplassens regler for avfallhåndtering, rydding, renhold og rent sett bygg skal følges.
  - Hold orden på egen arbeidsplass og rydd etter eget arbeid.....
  - Hold orden på utstyr og materialer
  - Gangveier skal være ryddige og fri for hindringer.
  - Arbeidstøyt skal settes på plass etter bruk.
- SKADER/SYKDOM**  
Ved skade eller sykdom som du mener er forårsaket i arbeidet, må du snarest varsle nærmeste leder. Ved mindre skade/sykdom skal du spørre om det er muligheter for alternativt arbeid. Ved fravær opplys om når du forventer å være tilbake på jobb.
- BRUK AV RUSMIDLER**

2

Figur 16: Sikkerhetserklæring ved arbeid på byggeplass. Erklæring fylles ut ved bruk av penn og papir.

For utskrift av skjemaer, avbrytelse av pågående arbeid, kopiering av HMS- kort og arkivering av dokumentasjon kan det påberegnes 2-3 minutter medgått tid fra byggeplassledelsen per utfylt samsvarserklæringsskjema. I et prosjekt av størrelsesorden tilsvarende casestudier kan det dermed påberegnes 20-30 timer for administrasjon av dokumentasjonen.

Ved første gangs registrering på byggeplass registreres også HMS-kort for elektronisk føring av oversiktslister over arbeidene på byggeplassen. Påberegnet tid for hver registrering av HMS- kort er beregnet til omtrent et minutt. Med opp mot 500 arbeidende innom en byggeplass i løpet av byggeperioden krever det mer enn 8 timer arbeid fra byggeplassledelsen.


#### 4.4.1 Elektronisk sikkerhetserklæring

Ved elektronisk utfylling vil administrasjon fra byggeplassledelsen i forbindelse med utfylling av sikkerhetserklæringsskjemaer reduseres betraktelig, og arkivering av dokumentasjon skjer automatisk. I tillegg gis mulighet for søk i listene over personer med

utfylt dokumentasjon, og oversikt over sertifiseringer og kursdokumentasjon blant de ansatte.

I studiet er HP HSEQs system for elektronisk utfylling av sikkerhetserklæringer i applikasjon undersøkt. Se figur 17 for generert sikkerhetserklæring ved registrering i applikasjon.

Sikkerhetserklæring		hp ENTREPRENØR AS
Prosjekt:Forskningsprosjekt	Navn:Simen Holter	
Mobil tlf:99562074	Epost adresse:simenhol@stud.ntnu.no	
Fødselsdato:05.10.1994	Arbeidsgiver:Student	
Telefon arb.giver:00000000		
Min bedrifts verneombud: Ola Nordmann		
Nærmeste pårørende: Karl Nordmann		
Tlf til pårørende:00000000		
Sertifikater/godkjenninger jeg innehar		
Byggekort Anhuking Truck Gravemaskin Fallsikring		
Fagbrev:		
Annen dokumentert opplæring:		
Jeg bekrefter å ha lest HPs byggeplassregler i denne applikasjonen samt info om HMS og KS, og plikter å følge disse. Videre har jeg satt meg inn i byggeplassens gjeldende regler. Dette innebærer bl.a. at jeg skal bidra til:		
Tiltak/varsling ifm ulykker, nestenulykker og farlige forhold. Utarbeide SJA ved behov. Holde meg oppdatert på informasjon fra HMS-tavle. Følge den prosjektspesifikke HMS-planen. Følge direktiver fra verneleder og evt. LFS. Holde det ryddig rundt meg, benytte påkrevd verneutstyr og ikke ta unødige risiko.		
Dato utfyllt: 01.03.2118	Signatur:	



Figur 17: Elektronisk sikkerhetserklæring

## 4.5 Behov for datakapasitet

Ved føring av sjekklister, navigering i 3D- modell og digitale arbeidstegninger, avvikshåndtering og utfylling av sikkerhetserklæring digitalt kreves nettverksforbindelse. I studiet er det benyttet 4G mobilnettverk på mobiltelefon ved utprøving av de ulike programvarene. De ulike systemene fungerer så lenge nettverkstilkoblingen er stabil, hvilket den var under utprøving i casestudiet. Et unntak var ved tilkobling til tjenestene fra kjellerplan, da det ikke var mobildekning der.

Tjenester som elektronisk utfylling av sjekklister og sikkerhetserklæringer krever minimalt med datamengde. Ved bruk av de ulike applikasjonene ble det målt et forbruk av datamengde på omtrent 0,5 megabyte både ved sjekklister og sikkerhetserklæringer. I tilfeller der store mengder bilder blir lastet opp må det forventes noe større forbruk.

Bruk av 3D- verktøy ved befaringer krever noe mer datamengde. Ved befaringrunde med underentreprenør ved bruk av digitalt verktøy testet i casestudiet ble forbruket målt til 25 megabyte. Befaringen varte omtrent 40 minutter, og det ble kontinuerlig notert punkter for utbedring.

#### 4.6 Oppsummering resultater

Total tidsbesparelse ved bruk av digitale verktøy under produksjonsprosessen vil avhenge av en rekke faktorer, deriblant størrelse på prosjekt, kvalitet på arbeid, mengde egenproduksjon, grad av oppfølging av underentreprenører fra totalentreprenør, erfaring innad i prosjektorganisasjonen og underentreprenørers villighet til å ta i bruk samme programvare som totalentreprenør. I et leilighetsprosjekt med byggekostnad i størrelsesorden 200 millioner kroner inkludert merverdiavgift med en byggetid på omtrent 18 måneder kan en anta tidsbesparelser på:

- Fire til fem dagsverk ved bruk av digitalt avviksverktøy
- To til tre dagsverk ved digital utfylling av sjekklister ved egenproduksjon tilsvarende 15 000 timeverk.
- Fire til fem dagsverk per funksjonær ved tilgang til prosjekthotell blant håndverkere og funksjonærer ute på byggeplassen
- Tre til fem dagsverk ved digital egenregistrering ved ankomst på byggeplass

I tillegg kan en anta kostnadsbesparelser som følge av redusert grad av feilproduksjon. Resultatene forutsetter at en får ut potensialet til verktøyene og at underentreprenørene er brukere. Gevinst knyttet til besparelser ved tilgang til prosjekthotell blant håndverkere krever at alle håndverkerne har tilgang og kompetanse til å bruke programvaren, hvilket sjeldent er tilfelle da hver enkelt håndverker ikke har tilgang til mobiltelefon eller nettbrett via arbeidsgiver.

Verktøyene krever liten til ingen ekstra kostnader som følge av økt bruk av mobildata da mengdene datakapasitet som kreves er begrenset.



## 5. Diskusjon

I kapittelet tas en vurdering ved bruk av digitale verktøy i produksjonsprosessen for arbeidsrutinene det er gjort funn ved i studiet. Diskusjonskapittelet legger størst vekt på forskningsspørsmål nummer to, da dette er et spørsmålet med størst rom for drøfting. Vurderingen tar utgangspunkt i intervjuene, spørreundersøkelsen, casestudiet og eksisterende litteratur innenfor emnet.

### 5.1 I hvilken grad brukes digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen i dag?

Ute på byggeplassen er det i dag begrenset bruk av digitale verktøy. Blant de store entreprenørene er registrering av uønskede hendelser og uønsket kvalitet eneste område en aktivt bruker mobile applikasjoner. Til tross for at flere tidligere studier peker på økt grad av effektivitet ved bruk av digitale hjelpemidler for bedret kommunikasjon og raskere informasjonsutveksling, viser undersøkelser og observasjoner at en i liten grad benytter seg av tilgjengelig program- og maskinvare. Enkelte entreprenører har kommet lengre med digitaliseringen, men generelt virker bedriftene i byggebransjen å ha stort potensiale for effektivisering ved å modernisere rutinene sine.

### 5.2 Hvordan kan dagens digitale hjelpemidler brukes ute på byggeplassen for å effektivisere produksjonsprosessen?

I studiet er det kartlagt en rekke arbeidsrutiner med effektiviseringspotensial ved å ta i bruk program- og maskinvare som finnes på markedet.

#### 5.2.1 Befaringer og sjekklister

De største gevinstene byggeplassledelsen får ved bruk av digitale verktøy virker å være tidsbesparelser av for- og etterarbeider ved de ulike arbeidsoperasjonene. Dette gjelder i hovedsak elektronisk verktøy ved bruk som befaringsverktøy og til utfylling av sjekklister. En utfordring med bruk av applikasjon ved befaringer er at en er avhengig av at ansvarlig for utbedring av mangler og avvik også er bruker av applikasjonen. Da elektronisk verktøy ble utprøvd som avviksverktøy i casestudiet måtte utbedringspunktene skrives over på kontrollrapporter på papir som følge av at underentreprenøren ikke var bruker av programmet. Generering av pdf- fil i elektronisk avviksverktøy for sending av informasjon per e-post fungerer dårlig, så informasjonsoverføring fra brukere til ikke- brukere av programvaren er tungvint. Såfremt vedkommende med behov for informasjonen som lagres

i programvaren ikke er bruker vil det være uhensiktsmessig å benytte seg av applikasjonen. Det er derimot mye tid å spare for totalentreprenør hvis underentreprenør eller annen aktør informasjonen er rettet mot benytter seg av programmet. I tillegg forenkles muligheten for de involverte å ha oversikt over hvilke avvik det er tatt tak i og hvilke det ikke er tatt tak i. Dette gjelder hele prosjektorganisasjonen, eventuelt de som er gitt tilgang til å se punkter rettet mot de ulike fagene. For maksimalt utbytte av programvaren bør totalentreprenør allerede under kontrahering med underentreprenører legge retningslinjer for ønsket kommunikasjon og rapportering av hendelser. Dette vil først og fremst lette totalentreprenørs arbeid under byggeperioden, men også gi underentreprenørene gevinst i form av bedre oversikt over avvik rettet mot sitt firma og enklere rapportering til totalentreprenør ved retting av feil. Underentreprenør kan også rapportere om avvik rettet mot totalentreprenør.

Sjekklisteføring skjer internt for hvert enkelt firma på byggeplassen og vil derfor ikke kreve annet enn at bedriften som er utførende av kvalitetskontroll innenfor sitt fag er bruker av programvaren for elektronisk sjekklisteføring. Her ansees potensialet for tidsbesparelser å være stort uten at det kreves administrasjon og samarbeidsvillighet ovenfor andre selskaper. Tilbydere av programvare for sjekklisteføring tilbyr brukervennlige programvarer som krever lite opplæring og som er enkle å ta i bruk både for baser og produksjonsledere/formenn.

### 5.2.2 Prosjekthotell ute i produksjon

Spørreundersøkelsen gjennomført blant funksjonærer hos Backe Romerike viser at det forekommer feilproduksjon som følge av at det benyttes eldre tegningsunderlag fremfor nyeste revisjon. Dette bekrefter studiet gjennomført av (Harstad, 2015), som trekker frem styrken ved nettbrett som kommunikasjonsmiddel for å unngå produksjon etter utdaterte tegninger. Ved tilgang til projekthotell på applikasjon vil enhver med tilgang til mobiltelefon eller nettbrett ha siste oppdaterte tegninger. Til tross for at foretrukket produksjonsunderlag for utførende håndverkere skulle være papirtegninger i målestokk 1:50 gis mulighet for egenkontroll i applikasjon av at det bygges etter oppdatert tegningsunderlag. I tillegg har en og mulighet til å undersøke tegninger tilhørende andre fag og eventuelle snitt- og plantegninger som ligger lagret i projekthotellet. Det er vanskelig å måle mulig besparelse ved tilgangsmulighet til projekthotell blant samtlige involverte i prosjektorganisasjonen da det med stor sannsynlighet vil forekomme produksjonsfeil på byggeplass uansett. Bas hos

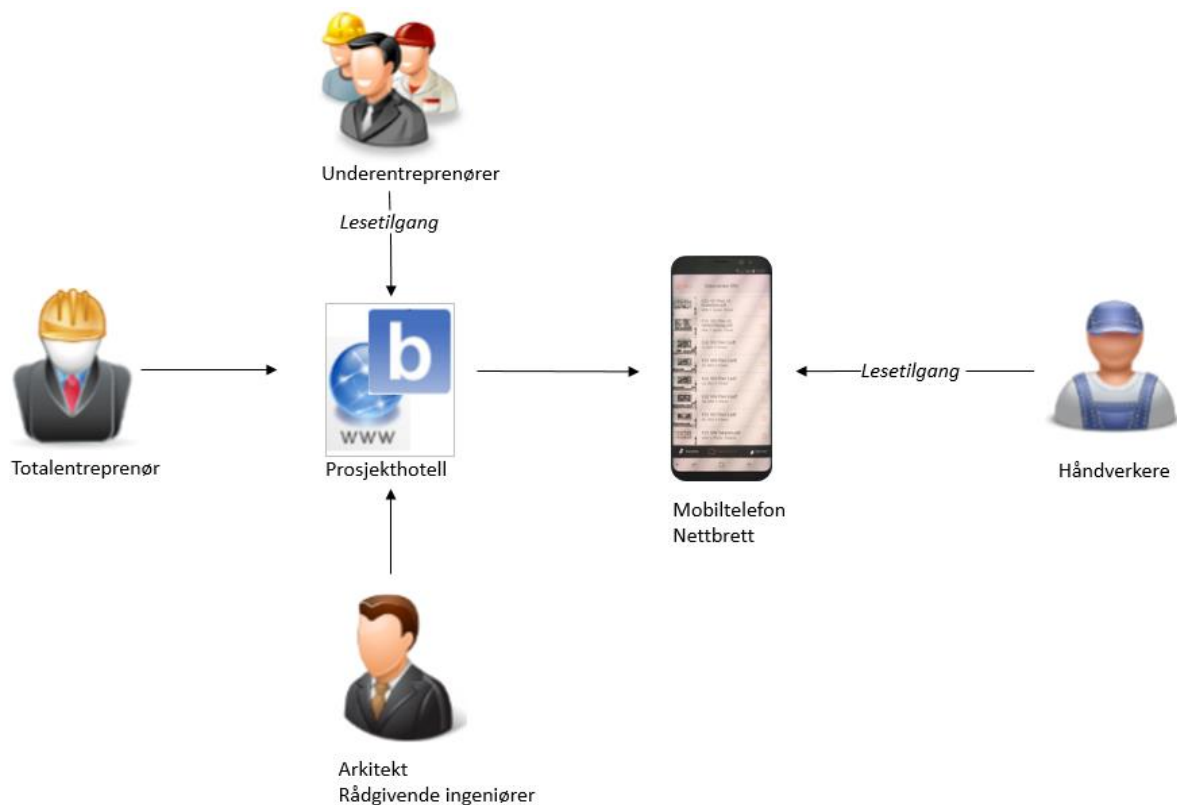
Backe Romerike så det som svært realistisk å redusere feilproduksjon som følge av produksjon etter eldre tegningsrevisjoner, da undersøkelse av produksjonstegninger er noe av det nettbrettet på byggeplassen brukes hyppigst til.

Med tilgang til prosjekthotell og modell direkte på mobil enhet finnes også potensiale for besparelser ved gangtrafikk til og fra byggeplasskontoret. Gangavstand til byggeplasskontoret varierer i stor grad avhengig av brakkeriggens plassering i forhold til byggeplassen og hvor på byggeplassen en befinner seg, men det må ofte påberegnes 5-10 minutter i total gangtid fra produksjonssted til byggeplass og tilbake. Bas hos Backe Romerike informerte om at arbeidets plassering, vær og hvilke aktører som er involvert i prosessene som gjøres er avgjørende for om nettbrettet bringes med på byggeplass, eller om det ligger inne på byggeplasskontoret. Risiko for mekaniske skader på enhet og tyveri er årsaken til at nettbrettet tidvis befinner seg innendørs. Basen nevner stor gevinst av å se på 3D- modell ved mer komplekse støp, og trekker spesielt frem et prosjekt ved støp av et terapibasseng med uvanlige vinkler og fall der nettbrett ble mye brukt. BIM- modell på byggeplass er også et kraftfullt verktøy der målsettingen på produksjonstegningene er mangelfull.

Å ha tilgang til 3D –modell virker å være et spesielt godt verktøy ved produksjon av bygningsdeler og konstruksjoner det ikke føres masseproduksjon av. Å kunne navigere seg rundt i en modell med 3D- visning av eksempelvis karnapper og pergolaer, hvilket en produserer i langt mindre grad enn bindingsverk, vil gi økt forståelse for hva en skal produsere for tømmerne.

#### *5.2.2.1 Informasjonsflyt og utveksling av dokumenter*

Programvaren undersøkt i prosjektoppgaven, StreamBIM, tilbyr deling av prosjekthotell mellom nettleser på datamaskin og applikasjon på mobiltelefon og nettbrett, samt 3D- visning av bygningsmodell. Tilsvarende løsninger finnes for andre programvarer, eksempelvis Dalux. I tillegg til rådgivende ingeniørers-, totalentreprenørs- og underentreprenørens tilgang til prosjekthotellet gis også håndverkere lesetilgang til tilgangsklarerte dokumenter gjennom applikasjon. Se figur 18 for beskrivelse av informasjonsflyt.



Figur 18: Informasjons- og dokumentutveksling i prosjektorganisasjonen

Økt grad av informasjon tilgjengelig for prosjektdeltagerne vil i tillegg til å redusere sannsynligheten for at det produseres etter utdaterte tegninger også redusere total tidsbruk for tegningsavklaringer. Både håndverkere som produserer og byggeplassledelse som administrerer byggearbeidene vil kunne spare tid. For effektiv bruk av prosjekthotell og navigering i 3D- modell ute på byggeplassen kreves ifølge (Vestermo and Murvold, 2016) opplæring i mindre grupper for utprøving av programvaren, og at det er enkel og intuitiv navigering uten muligheter for å kunne slette og redigere dokumenter. Programvaren som tilbyr prosjekthotell og 3D- visning i applikasjon fremstår i stor grad brukervennlig og gjør at en raskt kan navigere seg frem til ønsket informasjon uten stor grad av opplæring. Med 5-10 minutters opplæring og «learn-by-doing» på byggeplass vil en raskt ha oversikt over funksjonene en kan dra nytte av for håndverkerne under produksjon. Dette bekreftes under intervju av bas på byggeplass.

Som resultatene viser er det stort potensiale for å spare tid ved å øke graden av tilgjengeligheten til prosjekthotellet. I tillegg til totalentreprenørens reduserte behov for verbal og skriftlig kunnskapsutveksling utad mot underentreprenører vil underentreprenørene spare tid og kostnader som følge av økt tilgjengelighet av informasjon.



Dette vil være en av bidragsyterne til å nå målsetningen satt av Byggenæringens Landsforening ved Digitalt veikart for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen med målsetning om 25% kostnadsreduksjon og 50% raskere prosjektgjennomføring innen 2025 (Landsforening, 2017).

### 5.2.3 Digitale sikkerhetserklæringer og egenregistrering av HMS- kort

Et område det medgår mye tid fra byggeplassledelsen er administrasjon i forbindelse med utfylling av sikkerhetserklæringer før det gis tilgang til ankomst på byggeplassen for prosjektdeltagere. Inntrykket etter caseundersøkelsene er at dette er arbeid som følges opp, men som gjøres av formalitetsgrunner. Det trengs liten kompetanse for oppfølging fra byggeplassledelsen, men krever tid og fører til hyppige avbrytelser i arbeidshverdagen. Ved å benytte en brukervennlig og intuitiv programvare på mobil, nettbrett eller PC for utfylling av sikkerhetserklæringer for prosjektdeltagere ved første gangs besøk på byggeplassen vil det redusere funksjonærenes tid for oppfølging av sikkerhetsdokumentasjon. HP HSEQs applikasjon, hvilket er testet ut i studiet, fungerer ved at nye prosjektdeltagere fyller ut sikkerhetserklæring i applikasjon og legger ved skann av HMS- kort. Hver bruker registrerer seg i applikasjonen og fyller ut sikkerhetserklæringsskjema før de entrer byggeplassen uten at det krever byggeplassledelsens involvering. Innloggingsinformasjon og øvrig informasjon for utfyllelse av nødvendig dokumentasjon henges synlig for håndverkerne slik at de kan gjøre dette på egenhånd. Det kreves tilgang til nettbrett på byggeplasskontoret for registrering, men er også lagt opp til at applikasjonen kan lastes ned på egen mobiltelefon.

Da det ofte er ulike nasjonaliteter representert på byggeplassene i Norge er det hensiktsmessig at sikkerhetserklæringene i programvaren er tilgjengelig på ulike språk. I tillegg vil det være en fordel at det pålegges at HMS-kort vedlegges, og at sikkerhetserklæring ikke godkjennes uten gyldig HMS- kort. Disse funksjonene støttes ikke av programvare testet ut i studiet.

Ved digital utfylling av sikkerhetserklæringer uten byggeplassledelsens involvering kan byggeplassledelsen miste oversikt over hvilke aktører som er registrert og ikke registrert på byggeplassen. Det vil derfor være viktig å ha rutiner som ivaretar kontrollen på at involverte i byggeprosessen har fylt ut nødvendig dokumentasjon.

I casestudiet brukes HMS- kort som adgangskort til byggeplass og spisebrakker. Dette krever at HMS- kortene registreres opp mot byggeplassen det skal arbeides på, en registrering som gjøres av byggeplassledelsen med tilgang til styringsprogrammet på byggeplassen. I tillegg til å regulere hvilke personer som har tilgang til byggeplassen fører systemet opp oversiktslister over hvem som befinner seg på byggeplassen, hvilket er pålagt at føres i henhold til byggherreforskriften §15. Ved at registrering av HMS- kort knyttet opp mot byggeplassen skjer av hver enkelt arbeider vil det lette arbeidet byggeplassledelsen i dag har for administrasjon av nyankomne på byggeplassen. Systemene som tilbys for egenregistrering av HMS- kort på byggeplassen er nye og uprøvde, men vil spare funksjonærene for timevis med arbeid. Systemet tilbys blant annet av Inforbric, et system brukt på 10 000 byggeplasser for elektronisk registrering av mannskapslister (Inforbric, 2018). Byggeplassledelsen har mulighet til å styre tilgangsrettighetene til de ulike involverte slik at en unngår uvedkommende på byggeplassen til uønskede tider, men hver enkelt aktør kan gis mulighet for å registrere seg selv for adkomst til byggeplassen innenfor totalentreprenørens tidsrammer.

#### 5.2.4 Standardisering og arkivering

I tillegg til tidsbesparelser underveis i byggeprosessen ved å ta i bruk applikasjoner for sjekklisterføring, avviksregistrering ved befaringer, direkte tilgang til oppdaterte tegninger for prosjektorganisasjonen og digital utfylling av sikkerhetserklæringer, vil digitalisering føre til økt grad av standardisering og sporbarhet i dokumentasjonen. I dag drives hvert enkelt prosjekt separat med til dels egne rutiner for sjekklisterføring og arkivering av dokumenter, også innenfor samme selskap. Ved bruk av samme programvare innad i selskapet med forhåndsutarbeidede maler vil tilfellene der det er bruk for arkivert dokumentasjon, blant annet ved reklamasjonsarbeider, effektiviseres. Fremfor dokumenter lagret i perm i arkivet kan nødvendig dokumentasjon søkes frem ved søkeord og filtrering i databaser. I studiet er det ikke undersøkt mulig gevinst og effektiviseringspotensial knyttet opp mot etterarbeid og tilgang på dokumentasjon elektronisk kontra på papir, men det er ytre ønske fra Backe Entreprenør under workshop gjennomført 31.01.2018 (se vedlegg 4) at all dokumentasjon gjøres enkelt søkbart i en database for mer effektiv håndtering av reklamasjonssaker. Tidsbesparelser for ansvarlig for oppfølging av etterarbeid ansees som stort ved å ha et register der all informasjon er samlet og søkbart.

Digital føring av sikker jobb analyse vil også bidra til enklere oversikt og arkivering av dokumentasjonen. Da det fylles ut et begrenset antall sikker jobb analyser i løpet av et byggeprosjekt ansees tidsbesparelsen å være begrenset ved bruk av digital utfylling fremfor ved bruk av papir, men arkivering av dokumentasjonen forenkles.

### 5.3 Oppsummering diskusjon

Få aktører har i stor grad begynt å ta i bruk digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen. Bakgrunnen for dette antas å være at det mangler en leverandør av et samlet produkt som dekker behovene som ønskes dekt. I dag dekker hvert enkelt produkt enkelte funksjoner, men hvis en ønsker å heldigitalisere byggeprosessen må en i dag ta i bruk fire til fem ulike leverandører. Dette er tungvint, krever store investeringer, stor grad av opplæring og redusert grad av oversikt som følge av antall plattformer. Mange av produktene i dag fremstår som gode, blant annet leverandør for prosjekthotell på byggeplass, 3D-visning på nettbrett og mobil, sjekklisterføring digitalt og utfylling av sikkerhetserklæring på nettbrett, men det blir for mange systemer å forholde seg til. I tillegg er en avhengig av å involvere hele prosjektorganisasjonen i de systemene en bestemmer seg for å bruke fra begynnelsen av.



## 6. Konklusjon

Kapittelet oppsummerer arbeidsrutiner på byggeplass med effektiviseringspotensial ved hjelp av digitale verktøy kartlagt i studiet i forhold til omveltningprosessen det antas krevd å endre dagens arbeidsrutiner. I tillegg gis en oppsummering av dagens bruk av digitale hjelpemidler.

### 6.1 Digitale verktøy i produksjonsprosessen i dag

Det er igangsatt en prosess blant de store entreprenørene for å digitalisere arbeidsprosesser i byggeperioden for å redusere tid og kostnader på byggeplass, men dokumentasjon på byggeplassene relatert til produksjonsprosessen er i stor grad drevet av papirarbeid og arkivering av papirark i permer. Elektroniske avviksverktøy er i ferd med å tas i bruk på byggeplassene for registrering av uheldige hendelser, og enkelte byggeplasser har testet ut bruk av 3D- modeller og prosjekthotell tilgjengelig for håndverkere via BIM- kiosker og løsninger på nettbrett. Allikevel er det en rekke arbeidsrutiner som gjøres unødvendig ineffektivt i dag som følge av at det brukes utdaterte verktøy.

### 6.2 Arbeidsprosesser med effektiviseringsmuligheter

Denne rapporten har sett på områder med mulighet for effektivisering ved bruk av digitale verktøy, og der det kreves mindre omveltninger for å ta verktøyene i bruk. Bruksområdene der digitale hjelpemidler kan benyttes for å forenkle arbeidsrutinene er nevnt i punktene nedenfor.

- **Befaringsverktøy og registrering av avvik** kan gjøres vesentlig enklere ved bruk av digital registrering kontra bruk av papirskrevne kontrollskjemaer. Plassering for eventuelle utbedringer og deltagere og tidspunkt for befaringen registreres elektronisk. I tillegg gis beskjed om nøyaktig posisjon og frist for utbedring til ønskelig entreprenør/underentreprenør. For effektiv utnyttelse av programvarene som tilbys kreves det at øvrige entreprenører på prosjektet er bruker av samme program, og det vil derfor være nødvendig å pålegge bruk av programmet blant underentreprenører for å få effekt av verktøyet.
- **Digitale sjekklister** tilbys i dag av en rekke leverandører og virker å være den av arbeidsoperasjonene som i dag gir størst effekt i forhold til omveltningprosessen det krever å gå fra papirskrevne sjekklister til digitale sjekklister. Potensiell tidsbesparelse

er stor, prosessen med å hente frem utfylte sjekklister lettes, og det er ikke behov for samarbeid på tvers av fagene for å få effekt av endring ved rutinene.

- **Digitale arbeidstegninger og modell i produksjon** gir håndverkene alltid tilgang til siste tegningsrevisjon og mulighet for å se på hvilken som helst tegning til enhver tid. I tillegg kan modellen brukes til å ta mål som ikke finnes på produksjonstegninger, og det gir økt forståelse av hva som skal bygges. Blant basene virker 3D- modell å være et svært populært verktøy samtidig som det spares tid på gangtrafikk mellom byggeplass og byggeplasskontor.
- Utfylling av **sikkerhetserklæringer** fører til hyppige avbrytelser for byggeplassledelsen som følge av at det til stadighet dukker opp nye arbeidere på byggeplassen. Enten disse er underentreprenører, innleide, transportører eller andre grupper som skal ut på plassen må de innom for å fylle ut pålagt dokumentasjon i forkant av arbeidene sine. Systemene undersøkt i studiet for elektronisk utfylling av sikkerhetserklæringer virker ikke å være perfekte, men det finnes muligheter for å spare byggeplassledelsen for mye administrativt arbeid ved bruk av tilsvarende systemer. Det kreves et brukervennlig system med ulike språk, i tillegg til mulighet for innlegging av HMS- kort og øvrige sertifikater. Bruk av elektronisk utfylling av sikkerhetserklæringer vil i stor grad bidra til tidsbesparelser for byggeplassledelsen.
- Utfylling av **SJA (sikker jobb analyse)** skjer i forkant av spesifikke arbeidsoperasjoner det ikke er knyttet faste rutiner til. Mesteparten av arbeidene som foregår på byggeplassen er kjente arbeidsoperasjoner med faste rutiner, og antallet sikker jobb analyser i løpet av prosjekt er derfor et begrenset. Tidsbesparelsen ved å føre sikker jobb analyse elektronisk vil være liten, men arkivering og søk i gamle SJAer vil forenkles.
- **Standardisering** innad i et konsern på tvers av prosjekter vil forenkle arbeidene når ansatte flyttes på tvers av prosjekter og når ansvarlig for ettermarked skal hente frem dokumentasjon i forbindelse med reklamasjoner. I stor grad gjøres ting på lik måte i de ulike prosjektene hos totalentreprenør undersøkt i casestudiet, men blant annet sjekklister og kontrollrapporter ved befaringer føres ulikt i noen av prosjektene deres. Ved bruk av faste maler lagt inn i programvaren vil en standardisere dokumentasjonen samtidig som en sparer tid.

På sikt vil en kunne anta at teknologien utvikles til å ta over større del av byggeprosessen, blant annet ved at enkelte arbeidsoperasjoner gjøres av roboter fremfor menneskelig arbeidskraft. Dette er et stykke frem i tid, og en ellers konservativ byggebransje vil kunne lette byggeplassledelsens arbeider i vesentlig grad ved å endre rutinene nevnt i punktene ovenfor.

### 6.3 Begrensninger ved dagens maskin- og programvare

Dagens programvarer tilbyr en rekke funksjoner som vil bidra til å effektivisere produksjonsprosessen sammenlignet med dokumentasjon av arbeidsoperasjoner på papir. En utfordring med dagens systemer er at det ikke leveres komplette systemer som dekker alle områder, men at hver enkelt utvikler har løsninger for de ulike prosessene. I studiet gjennomført av (Grong, 2013) er Eirik Kristiansen, BIM- ansvarlig i Veidekke, intervjuet, og kommer med følgende ytring:

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

Dette oppsummerer i stor grad utfordringen med dagens systemer. Med en totalleverandør som dekker behovene for oppfølging av HMS, SJA, kvalitetskontroller, prosjekthotell, 3D-modell på byggeplass og elektronisk arkivering av sikkerhetserklæringskjemaer vil det forenkle prosessen da en slipper å forholde seg til ulike systemer. Kostnadene ved innkjøp av én programvare fremfor fire til fem ulike programvarer vil redusere utgiftene knyttet til digitale verktøy, hvilket vil bidra til økt villighet blant entreprenørene å benytte seg av systemene. I tillegg til at systemene skal dekke flere behov er det viktig at programmene er enkle, brukervennlige og uten mulighet for brukere å gjøre endringer ubevisst (Vestermo and Murvold, 2016).





## 7. Referanser

- AGA, F. 2018. - *Ingen kan si byggenæringen er digital moden* [Online]. Available: <http://www.bygg.no/article/1347217> [Accessed 14.03.2018].
- ARBEIDSTILSYNET. 2018. *HMS-kort i bygg og anlegg* [Online]. Available: <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/hms-kort-i-bygg-og-anlegg/> [Accessed 01.03.2018].
- ATKINSON, A. 1998. Human error in the management of building projects. *Construction Management & Economics*, 16, 339-349.
- AUTODESK 2007. BIM and Cost Estimating.
- AZHAR, S. 2011. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11, 241-252.
- BACKE. 2018. *Total kvalitetssystem* [Online]. Available: <http://intranett/Oppslagsverk/tks/Sider/default.aspx> [Accessed 12.02.2018].
- BACKEGRUPPEN. 2018. *Backe Gruppen om oss* [Online]. Available: <http://backegruppen.no/om-backe> [Accessed 21.02.2018].
- BLOKPOEL, S. 2003. Cooperation and product modelling systems. Luleå tekniska universitet.
- BRESNEN, M., EDELMAN, L., NEWELL, S., SCARBROUGH, H. & SWAN, J. 2003. Social practices and the management of knowledge in project environments. *International journal of project management*, 21, 157-166.
- BYGGEINDUSTRIEN. 2017. *Backe Entreprenør signerer avtale med Rendra* [Online]. Available: <http://www.bygg.no/article/1337984> [Accessed 21.02.2018].
- BYGGEINDUSTRIEN. 2018. *100 Største, 2016* [Online]. Available: <https://www.bygg.no/100-storste> [Accessed 28.02.2018].
- CLAMPITT, P. G. 2012. *Communicating for managerial effectiveness*, Sage.
- CZMOCH, I. & PEKALA, A. 2014. Traditional design versus BIM based design. *Procedia Engineering*, 91, 210-215.
- DAINTY, A., MOORE, D. & MURRAY, M. 2007. *Communication in construction: Theory and practice*, Routledge.
- DALEN, M. Validitet og reliabilitet i kvalitativ forskning.
- DALLAND, O. 2013. *Metode og oppgaveskriving*.
- EBA. 2016. *Sikker jobb analyse* [Online]. Available: [http://www.eba.no/globalassets/hms/siba\\_sja-brosjyre.pdf](http://www.eba.no/globalassets/hms/siba_sja-brosjyre.pdf) [Accessed 13.03.2018].
- GRONG, L. K. 2013. *BIM i produksjon*. Institutt for bygg, anlegg og transport.
- GRONG, L. K., TORP, O., GULLBREKKEN, B. & NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET, F. F. I. O. T. I. F. B. A. O. T. 2013. BIM i produksjon ; BIM in the Construction phase. Institutt for bygg, anlegg og transport.
- HARSTAD, E., LÆDRE, O., SVALESTUEN, F. & SKHMOT, N. 2015. How tablets can improve communication in construction projects. *Proceedings of IGLC 23, Perth, Australia*.
- HARSTAD, E. B. 2015. *Hvordan nettbrett kan forbedre kommunikasjon i byggeprosjekter*. NTNU.
- HARTMANN, T. & DOREE, A. G. The wise project manager-a practice based re-conceptualization of the notion of project management, on-line. Engineering project organizations conference (EPOS), November 4-7, 2010 South Lake Tahoe, California, 2010. EPOS.
- HAUG, D. 2014. *En digital måte å bygge smartere* [Online]. Available: <http://www.statsbygg.no/Oppgaver/Bygging/BIM/> [Accessed 26.09.2017].
- HENNING LINDGREN, J. 2012. *BIM for landskap: fra 2D til 5D: studieobjekt Hersleb skole, Oslo*. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- HP-ENTREPRENØR. 2018. *HMS og KS APP* [Online]. Available: <http://www.hp-entreprenor.no/index.php/hms/hms-app> [Accessed 01.03.2018].
- INFORBRIC. 2018. *App ease checkin* [Online]. Available: <https://infobric.no/product/mobilapp/> [Accessed 12.03.2018].
- JONGELING, R. 2008. *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: en jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*, Luleå tekniska universitet.

- LANDSFORENING, B. 2017. Digitalt veikart for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen for økt bærekraft og verdiskapning.
- LARSEN, A. K. 2012. *En enklere metode*.
- LINDHARD, S. & WANDAHL, S. Improving the making ready process-exploring the preconditions to work tasks in construction. Proceedings for the 20th annual conference of the International Group for Lean Construction, 2012. 17-22.
- LOVDATA. 2009. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* [Online]. Available: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/\\*#KAPITTEL\\_4-5](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/*#KAPITTEL_4-5) [Accessed 14.02.2018].
- LOVDATA. 2010. *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser* [Online]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-08-03-1028> [Accessed 14.02.2018].
- MURVOLD, V., VESTERMO, A., SVALESTUEN, F., LOHNE, J. & LÆDRE, O. Experiences From the Use of BIM-Stations. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2016. 2016.
- NEHER, W. W. 1997. *Organizational communication: Challenges of change, diversity, and continuity*, Allyn and Bacon.
- NORGE, R. 2018. *Rørentreprenørene Norge* [Online]. Available: <https://rornorge.no/> [Accessed 27.02.2018].
- RENDRA. 2018. *Guide StreamBIM* [Online]. Available: <https://guide.streambim.com/hc/no> [Accessed 18.02.2018].
- SAMSET, K. 2014. *Forskningsmetodekurset 2014*.
- SEEHUSEN, J. 2006. *IT- modellene inn i byggenæringen* [Online]. Available: <https://www.tu.no/artikler/it-modellene-inn-i-byggenaeringen/325985> [Accessed 13.03.2018].
- SEEHUSEN, J. 2013. *Tror byggeprisen kan halveres* [Online]. Available: <https://www.tu.no/artikler/tror-byggeprisen-kan-halveres/233034> [Accessed 15.03.2013].
- THORSEN, A. K. H. 2017. *3D-modellering i ulike planfaser i vegprosjekt*. NTNU.
- VESTERMO, A. & MURVOLD, V. 2016. *Bruk av BIM-kiosker i produksjonsfasen av byggeprosjekter*. NTNU.
- YIN, R. K. 1998. *The abridged version of case study research: Design and method*.
- ØRSTAVIK, F. & RØSDAL, T. 2011. *Kommunikasjon i byggeprosjekter*.

## 8. Vedlegg

Vedlegg 1: Spørreundersøkelse

Vedlegg 2: Resultater spørreundersøkelse

Vedlegg 3: E-postkorrespondanse med Odd Anders Amdahl, leder for kompetanse og forbedring hos Ø.M. Fjeld

Vedlegg 4: Referat Workshop 31.01.2018

Vedlegg 5: Kontrollskjema på papir

Vedlegg 6: Generell sjekklister tømmerarbeider

Vedlegg 7: Spesifisert sjekklister tømmerarbeider

Vedlegg 8: E-postkorrespondanse med Marianne Gjelten, salgssjef Oslo, Akershus og Sør-Norge, Infobric

Vedlegg 9: Intervjuguide



## Vedlegg 1: Spørreundersøkelse

### Digitalisering av byggeprosessen

1. **Hva er din stilling?**

*Markér bare én oval.*

- Prosjektleder
- Anleggsleder
- Produksjonsleder/formann
- Prosjektingeniør
- Andre: \_\_\_\_\_

2. **Hvor ofte er du ute på byggeplassen? Dvs ute av byggeplasskontoret**

*Markér bare én oval.*

- Sjeldnere enn en gang i uka
- Ca. en gang i uka
- 2-5 ganger i uka
- 6-10 ganger i uka
- 11-15 ganger i uka
- Mer enn 15 ganger i uka

3. **Når du befinner deg ute på byggeplassen; Hender det at du får spørsmål fra andre ute på plassen, eller at du selv har spørsmål som kunne vært besvart ved hjelp av 3D-modell, tegninger eller andre dokumenter fra prosjekthotellet (eks. funksjonsbeskrivelse, himlingsplan etc.)?**

*Markér bare én oval.*

- Aldri
- Sjeldent
- Noen ganger
- Ofte
- Svært ofte

4. **Hvor ofte forekommer det at arbeidet ditt på byggeplasskontoret avbrytes som følge av spørsmål fra håndverkere (inkl. bas) eller UEers produksjonsleder vedrørende tegninger eller annen informasjon som kan finnes på prosjekthotellet?**

*Markér bare én oval.*

- Sjeldnere enn en gang i uka
- Ca. en gang i uka
- 2-4 ganger i uka
- 5-10 ganger i uka
- Mer enn 10 ganger i uka

5. Ved avbrytelser av gruppene nevnt i forrige spørsmål, hvor lang tid antar du at du én slik avbrytelse tar

Markér bare én oval.

- 0-4 minutter
- 5-9 minutter
- 10-14 minutter
- Mer enn 15 minutter

6. Hvor ofte har du opplevd feil i produksjon som følge av at det produseres etter tegninger som ikke er nyeste revisjon? Hvis dette har forekommet, hva var ca kostnad på utbedring ved forrige feil? Gjelder ikke UEers produksjonsfeil.

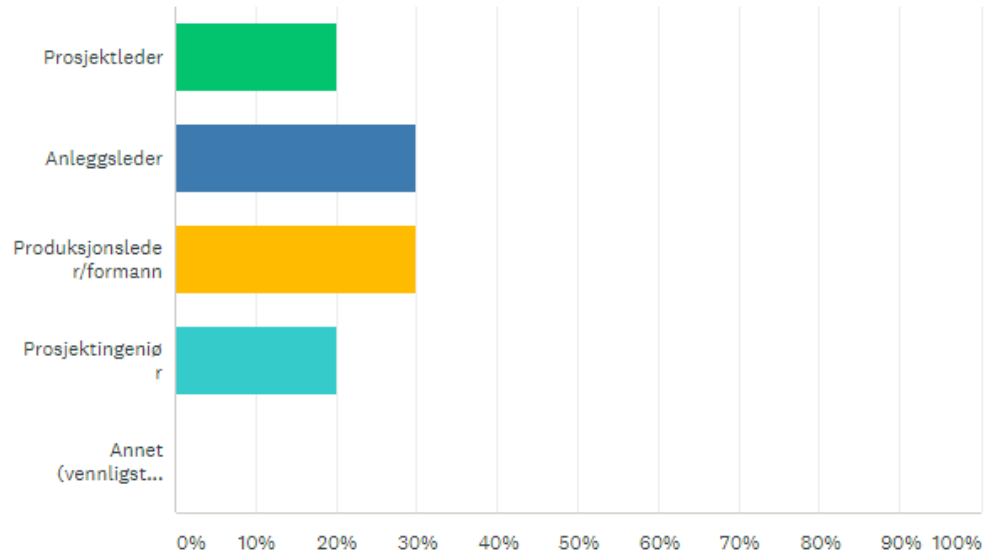
Markér bare én oval.

- Aldri
- Andre: \_\_\_\_\_

## Vedlegg 2: Resultater spørreundersøkelse

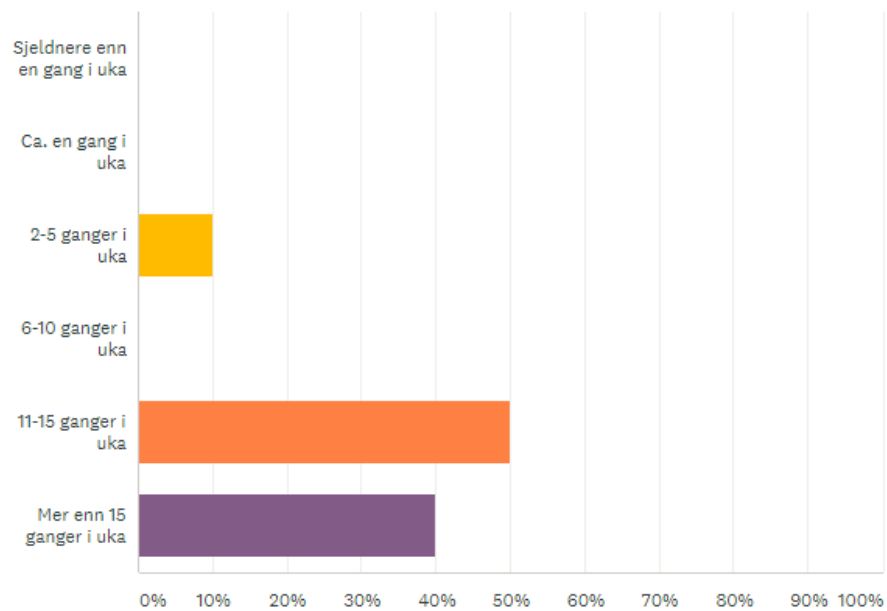
### Hva er din stilling?

Besvart: 10 Hoppet over: 0



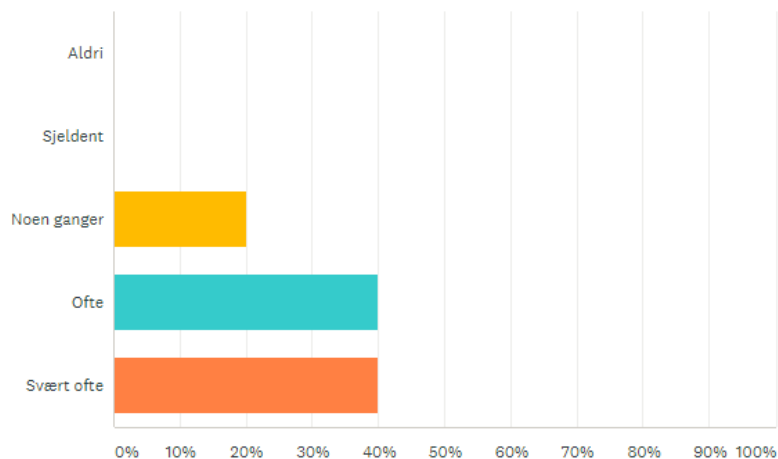
### Hvor ofte er du ute på byggeplassen? Dvs ute av byggeplasskontoret

Besvart: 10 Hoppet over: 0



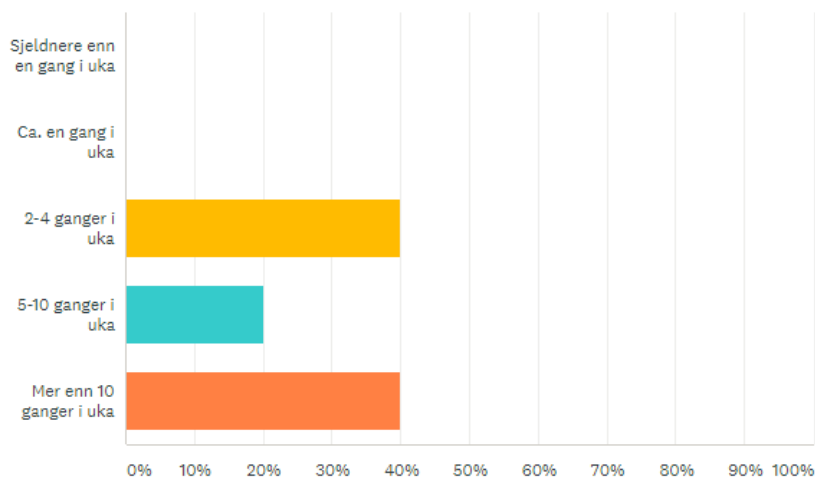
Når du befinner deg ute på byggeplassen;Hender det at du får spørsmål fra andre ute på plassen, eller at du selv har spørsmål som kunne vært besvart ved hjelp av 3D-modell, tegninger eller andre dokumenter fra prosjekthotellet (eks. funksjonsbeskrivelse, himlingsplan etc.)?

Besvart: 10 Hoppet over: 0



Hvor ofte forekommer det at arbeidet ditt på byggeplasskontoret avbrytes som følge av spørsmål fra håndverkere (inkl. bas) eller UEers produksjonsleder vedrørende tegninger eller annen informasjon som kan finnes på prosjekthotellet?

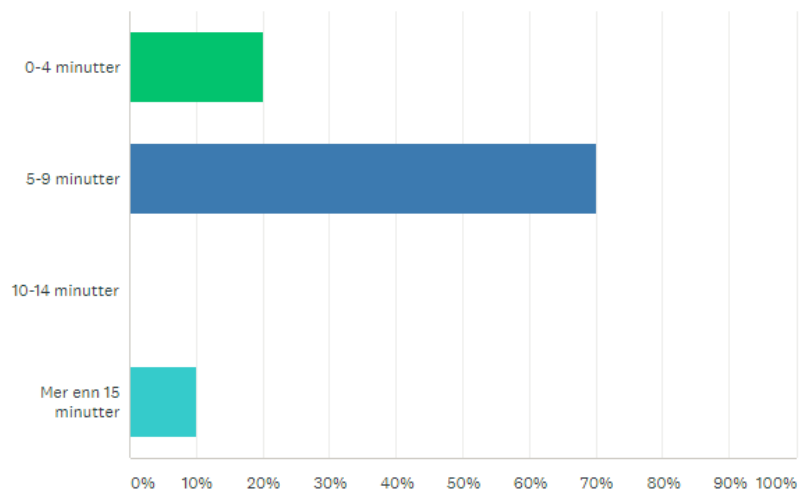
Besvart: 10 Hoppet over: 0





Ved avbrytelser på byggeplasskontoret av håndverkere (inkl. bas) eller UEers produksjonsleder vedrørende tegninger eller annen informasjon som kan finnes på prosjekthotellet; Hvor lang tid antar du en slik avbrytelse tar?

Besvart: 10 Hoppet over: 0





## Vedlegg 3: E-postkorrespondanse med Odd Anders Amdahl, leder for kompetanse og forbedring hos Ø.M. Fjeld

Amdahl, Odd Anders <odam@omfjeld.no>

Wed 2/7, 9:53 AM

Simen Holter

Hei Simen,

Takker først for henvendelsen.

For å være helt ærlig så er dette et område vi ikke har noen god kompetanse eller prosess på per dags dato.

Vi har ingen ressurser ansatt som jobber med BIM og VDC, så på de prosjektene hvor dette blir benyttet så er dette gjennom eksterne ressurser eller gjennom byggherren.

På grunn av dette tror jeg ikke vi vil være en god bedrift for intervju eller casestudie, da det er minimalt med materiale/grunnlag å hente.

Når det er sagt så har vi nettopp begynt med Solibri og kursing av dette i kalkylegruppen, og vi ser at dette er et område vi må heve oss ila. 2018!

Derfor vil jeg gjerne at vi holder kontakten, og at du deler din masteroppgave med oss når denne er ferdig?

Dette er et veldig spennende område, og vi tar gjerne erfaringer og lærdom fra de som har kommet lengre enn oss med dette.

Ønsker deg en fortsatt fin dag.

Med vennlig hilsen

**Odd Anders Amdahl**

Leder for Kompetanse og Forbedring

Telefon: +47 95 98 36 02

**Ø.M. Fjeld AS**

[www.omfjeld.no](http://www.omfjeld.no)

**Fra:** OMFK Kongsvinger

**Sendt:** 6. februar 2018 14:58

**Til:** Amdahl, Odd Anders <[odam@omfjeld.no](mailto:odam@omfjeld.no)>

**Emne:** VS: Henvendelse fra nettsiden

---

**Fra:** Simen Holter [<mailto:nettsiden@omfjeld.no>]

**Sendt:** 6. februar 2018 12:16

**Til:** OMFK Kongsvinger

**Emne:** Henvendelse fra nettsiden

**Avdeling**

Administrasjon

**Ditt navn**

Simen Holter

**Din e-postadresse**

[simenhol@stud.ntnu.no](mailto:simenhol@stud.ntnu.no)

**Ditt telefonnummer**

99562074

**Din henvendelse**

Hei,

Jeg studerer bygg- og miljøteknikk på NTNU i Trondheim, og skriver dette semesteret mastergrad om bruk av digitale hjelpemidler i produksjonsprosessen. Det gjelder alt fra BIM-kiosker ute på plassen med programmer som Solibri el lignende, til 2D- og 3D-tegninger/modeller på håndholdt enhet som StreamBIM og Dalux, til digitale sjekklister- og avviksverktøy. I den forbindelse ønsker jeg å se på hvordan de store entreprenørene i Norge jobber, og kunne med det tenkt meg å prate med en representant fra Ø.M. Fjeld for å se hvordan dere jobber.

Kunne dette latt seg gjøre? Dere har muligens en BIM- koordinator som sitter med det overordnede ansvaret for bruk av digitale verktøy og styring av dette i bedriften?

Mh Simen Holter

## Vedlegg 4: Referat Workshop 31.01.2018

### **Workshop 31.01.2018**

Innkalt: Cato Hoel BE, Mårten Skällén BE, Kjetil Halvorsen BE, Magnus Løseth BE, Erik Børke MMB, Hans Otto Engéloug MMB, Are Holm Berg BVT, Maria BO, Endre Elgshøen BO, Jostein Granseth BO, Tom Mikal Reianes BROG, Kari Staw BØ, Petter Vestli BROM, Simen Holter BROM, Jens Olav Kjærstad BROM, ---  
Rendra: Kristin Omholt Jensen, Ole Kristian, Per Robert

### **Agenda:**

**09:00-11:30: Optimalisering og forbedring av befarings verktøy.**

**11:30-12:15: Lunsj**

**12:15-13:45: Visning/grensesnitt av 3D armering.**

**13:45-15:00: Innhøsting av data.**

**15:00-16:00: Evt.**

### 09:00-11:30: Optimalisering og forbedring av befarings verktøy.

Det registreres mange punkter på kort tid i prosjekter som benytter StreamBIM. Derfor kreves det mange etiketter (Søkeparameter) å sortere dette på en strukturert måte. For å gjøre jobben lettere å sortere på riktig fase, type foreslås det å tilpasse grensesnitt og funksjonalitet i StreamBIM basert på fase og rolle i prosjektet.

#### Stikkord:

- Et forslag er et det «hardkodes» maler for punkter, at strukturering er iht. moduler (Type punkt/ data). Dette trenger å være intuitivt for flere typer roller.
  - o Alt av registrert data er interessant, men vi trenger å strukturere det da det fort kan bli uoversiktlig.
  - o StreamBIM gir oss mulighet til å se nytt på hvordan man bruker sjekklister i forhold til registrering av utført arbeid. Sidemannskontroll på kritiske punkter. MMB har gode rutiner på dette.
    - Sjekklister som er i dag utgår etter hvert til å bli rutiner i StreamBIM.
  - o StreamBIM erstatter etter hvert Avvik.com – Ett system bedre enn flere, også ved erfarings overførsel.
  - o Ser fordeler på sikt ved innkjøp med å innhøste riktig data.
- Grensesnittet basert på roller og aktivitet? Jobber mye i «Siloer».
  - o Aktiviteter basert på ettermarked: Nyttig å kunne se historikk gjennom hele prosjektet.
  - o Filtrering av punkter basert på faser er nyttig, men man må kunne ha en «God (Gud)» view (Tilgang til alt).
  - o Noen roller som «Maler eller elektriker» må kunne gå «inn og ut» av prosjektet på en enkel måte og ha et enkelt grensesnitt (app) for det.
  - o I «FinalCAD» har MMB en egen «Fase» med egen befarings rutine for overlevering som kun MMB har tilgang til.

NB! Alle kan lukke punkter uansett rolle – Dette er en stor svakhet som må prioriteres i utviklingen av StreamBIM. Dette må være rettigheter i forhold til roller, spesielt mot roller i produksjonsfasen.

- Tilgangskontroll må forbedres.
- Problem med at UE setter punkt som utført når saken er «Avvist», vi trenger en status også for dette.

#### Veien videre:

- Backe definerer grensesnitt i forhold til «Faser»: Definerer verktøy, roller, og funksjonalitet ut i fra det. Det settes av en egen workshop til dette.
- Rendra ser på løsning om skifte av grensesnitt og funksjonalitet i StreamBIM basert på fase i prosjektet og rolle.

Et forslag i fra Rendra er et befaringsverktøy skal strømlinjeformes mer i predefinerte arbeidsflyter eller moduler for bl.a.:

- Avvik (kontraktuell mellom innkjøper og leverandør)
- RFI (Request for information), Avklaring/tegnings spørsmål
- RFC (Request for change), Endringsvarsel og -håndtering
- Prosjektering
- (foto) Dokumentasjon
- Befaring
- Innregulering/prøvedrift
- Evt.

### 12:30:12:45: Rettigheter i dokumenthotell (Nyheter i StreamBIM):

Ny funksjonalitet på rettigheter. Brukere får lesetilgang som default.

Rettigheter: Admin kan sette lesetilgang eller/ og skrive tilgang på gruppenivå i mapper.

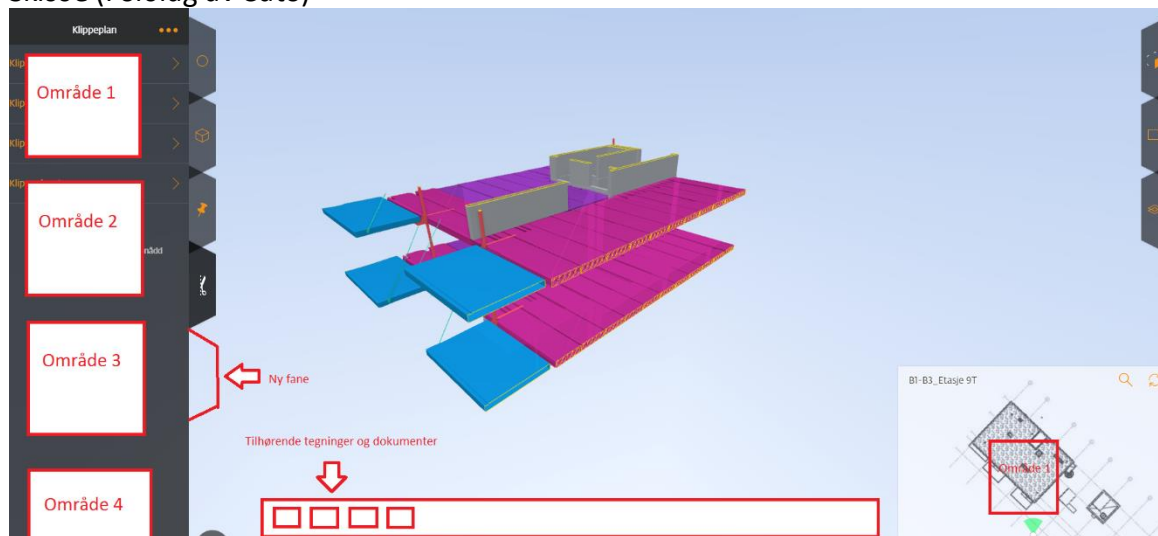
Måleverktøy er forbedret vesentlig, men det savnes fortsatt to punkts måling for bruk i prosjekteringsfasen på PC.

### 12:45-14:00: Visning/grensesnitt av 3D armering.

Det er ønskelig i fra Backe å ha mulighet å lage arbeidsområder/ Views som kan begrense visninger i gitte områder som på sikt skal bli arbeidspakker knyttet mot fremdriftsplan.

Rendra tar en diskusjon internt med utviklere om dette og kommer tilbake på løsning.

Skisse (Forslag av Cato)



### 14::00-15:30: Innhøsting av data.

- Hvilke data skal høstes inn og hvordan.
  - o Hva skal dette benyttes til?
- FDV?
- As Built?
- Installert? Av hvem? Hvilket tidspunkt?
- Scan av pakkeseddel?
- Kostnader?
- Statistikk?

FDV: Mulig løsning på FDV leveranse: knytte dokumentasjon mot punkter «tagget» med FDV. Man kan også knytte fotodokumentasjon med tag som kan filtreres på det. En framtidig løsning kan være å koble mot CoBuilder – ProductXchange for innhenting av produktdata.

Statistikk: Dashboard?

Det er ønskelig å kunne legge inn en estimert kostnad på punkter/avvik i prosjektene.

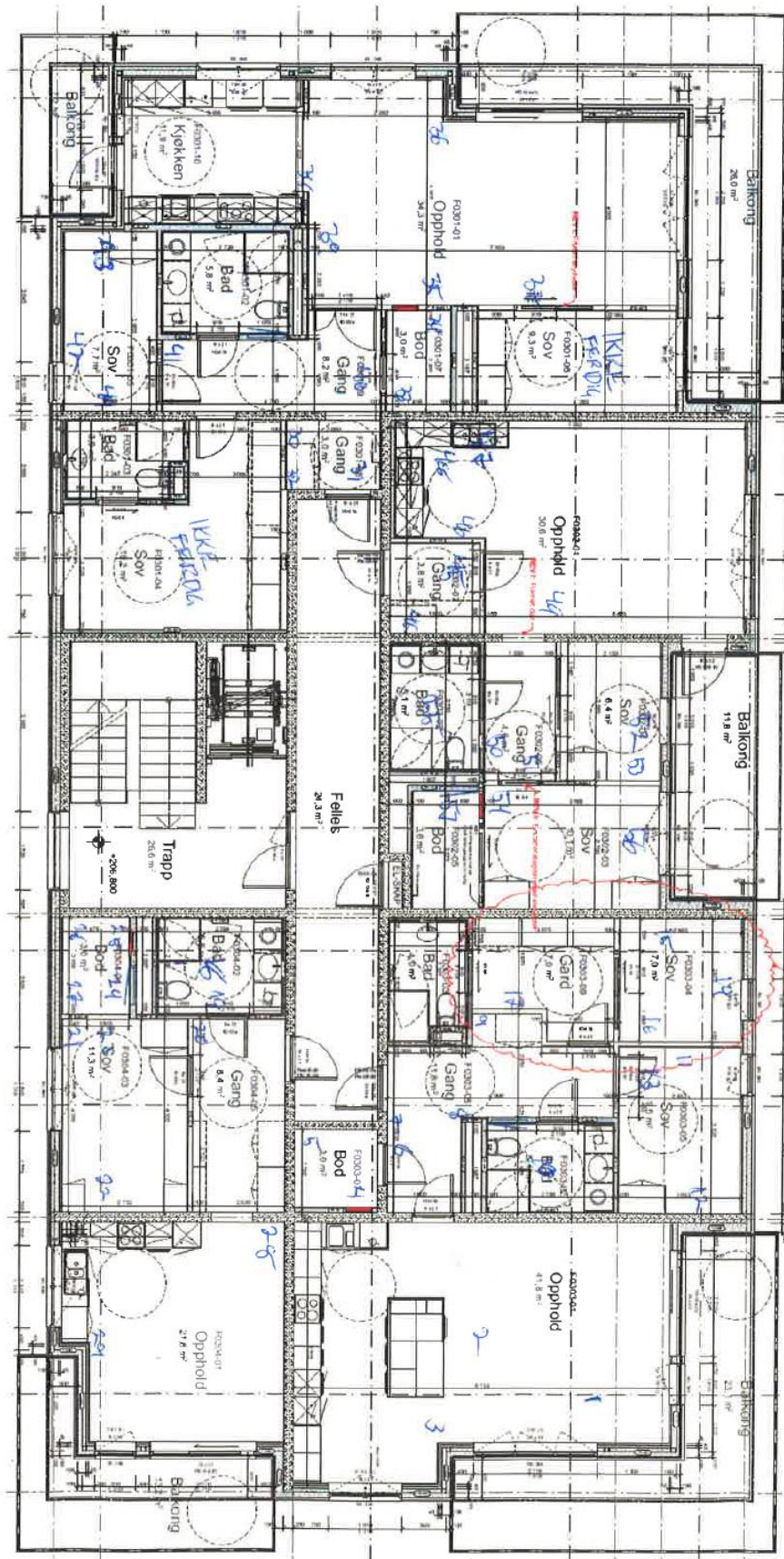
Rendra ønsker å se hvordan avvik.com samler data.

StreamBIM tilgjengelig gjør data pr. prosjekt.





Vedlegg 5: Kontrollskjema på papir



AREA 25/1

BLOKK: FEtasje: 3

Oppstartskontroll	Ferdigkontroll
-------------------	----------------

PROSJEKT: Jessheim Park FGH		Dato	Side
Tilstede Backe Romerike:	SA SEM		
Underentreprenør:	ARTEA	25/1	4/3
Tilstede UE representant:	HAZER		

Pkt.	Rom/bygn.del	Spesifikasjon	Ansvar mangel	Ansvar utbedring	Utbedret
1	F0303-01	Sprekke i himling			
2	- " -	Sprekke i himling			
3	- " -	Ujevnhet i hjørne			
4	F0303-07	Klump i himling			
5	- " -	- " -			
6	F0303-08	Halle i himling			
7	- " -	Klump			
8	- " -	Ujevn falkonje			
9	- " -	- " -			
10	F0303-02	Dårlig dekk			
11	F0303-05	Klump			
12	- " -	Dårlig dekk himling			
13	- " -	- " -			
14	F0303-04	Mangler dekk			
15	- " -	Taklapse ujevn			
16	- " -	- " -			
17	F0303-09	Klump			
18	F0304-02	Dårlig dekk himling			
19	- " -	- " -			
20	F0304-05	Ujevnhet i hjørnet			

**Utført kontrollrunde****Underentreprenør**

Dato: \_\_\_\_\_ Underskrift: \_\_\_\_\_

**Backe Romerike**

Dato: \_\_\_\_\_ Underskrift: \_\_\_\_\_

**Alle punkter utbedret****Underentreprenør**

Dato: \_\_\_\_\_ Underskrift: \_\_\_\_\_

**Backe Romerike**

Dato: \_\_\_\_\_ Underskrift: \_\_\_\_\_

BLOKK:

Etasje:

Oppstartskontroll

Ferdigkontroll

PROSJEKT: Jessheim Park FGH		Dato	Side
Tilstede Backe Romerike:		25/1	83
Underentreprenør:	ARTEA		
Tilstede UE representant:			

Pkt.	Rom/bygn.del	Spesifikasjon	Ansvar mangel	Ansvar utbedring	Utbedret
41	F0301-09	Taklønne hele rommet			
42	F0301-05	Taklønne og hromling			
43	---	---			
44	---	Taklønne og hromling			
45	F0302-02	Ujevnheter vegg			
46	---	Klump hromling			
47	F0302-01	---			
48	---	Mangler delik hromling			
49	---	---			
50	F0302-06	Taklønne			
51	---	Mangelfull delik hromling			
52	F0302-04	Ujevne taklønne			
53	---	Mangelfull delik hromling			
54	F0302-03	Taklønne hjørne			
55	F0302-02	Dårlig delik			
56	F0302-03	Dårlig delik			
57	F0302-05	Rengjøre skap			

**Utført kontrollrunde**

Underentreprenør

Dato:

Underskrift:

Backe Romerike

Dato:

Underskrift:

**Alle punkter utbedret**

Underentreprenør

Dato:

Underskrift:

Backe Romerike

Dato:

Underskrift:



## Vedlegg 6: Generell sjekkliste tømmerarbeider

<b>Sjekkisteur.</b>	<b>Prosjekt</b> [Prosjektnavn]		<b>Formann</b>
<b>Dato</b>	<b>Bygningsdel/tegnings nr.</b>		<b>REV</b>
<b>Kontrollmetode</b>	Visual <input type="checkbox"/> Bilder <input type="checkbox"/> Målinger <input type="checkbox"/> Beskrivelse målemetode:	<b>Bas</b>	
E: egenkontroll, S: sidemannskontroll			
<b>Fukt</b>	<b>Sjekkes</b>	<b>E/S</b>	<b>Kontroll av</b>
			Bindingsverk
			Isolasjon
			Vindsperre
			Taksstoler/takverk
<b>Bindingsverk</b>			<b>Stedsangivelse</b>
			Materialkvalitet og
			Plassering og høyde
			c/c-avstand
			Spikerslag for utstyr
			Lodd- og rettingsavvik
			Åpninger og spikerlag
			Støv
<b>Isolasjon</b>			<b>Beskrivelse av avvik/tiltak</b>
<b>Vind- og fuktspærre</b>			<b>Kontrollert av/dato</b>

Skal det utarbeides avviksrapport

ja     nei

Sjekkliste nr.	Prosjekt [Prosjektnavn]	Formann
Dato	Bryningsdel/tegnings nr.	Bas
Kontrollmetode	Visuell <input type="checkbox"/> Bilder <input type="checkbox"/> Målinger <input type="checkbox"/> Beskrivelse målemetode:	

Mottatt og kontrollert av (dato/sign) \_\_\_\_\_

**E: egenkontroll, S: sidemannkontroll**

	Sjekkes	E/S	Egenkontroll av	Stedsangivelse	Beskrivelse av avvik/tiltak	Kontrollert av/dato
Lekting			Dimensjon og			
			c/c-avstand			
Kledning			Type og dimensjon			
			Overflate og finish			
			Til- og avslutninger			
			Hjørner og skjøter			
Tetting og fuging			Gjennomføringer			
			Brann			
Listverk			Lyd			
			Type og dimensjon			
			Hjørner og skjøter			
Himling			Til- og avslutninger			
			Høyde og planhet			
Festemidler			Gjennomføringer			
			Skjørt og innkassing			
			Type og dimensjon			

Skal det utarbeides avviksrapport

ja  
 nei

Mottatt og kontrollert av (dato/sign) \_\_\_\_\_

## Vedlegg 7: Spesifisert sjekkliste tømmerarbeider

Sjekklistenr.	Prosjekt Jessheim Park F,G,H 10047	Formann Ole Anders Fletsten
Dato 18.10.2017	Bygningsdel/tegnings nr. Dampspærre Blokk G	REV Bas Tomasz Kuran (Bas) Artur Klessen (Bas)
Kontrollmetode	Visuell <input checked="" type="checkbox"/> Bilder <input checked="" type="checkbox"/> Målinger <input type="checkbox"/> Beskrivelse målemetode:	
Beskrivelse	Dampspærre 2,6x15m 200my 39m2 Gram dampspærre med heftkant. Skjøter plast/plast tapet med Siga-Rissan 60mm. Overganger plast/betong tapet med Siga- Fentrim 20 50/85. Betonggulv primes med Hey'di KZ før tapping.	

E: egenkontroll, S: sidemannskontroll

	Sjekkes	E/S	Kontroll av	Stedsangivelse	Beskrivelse av avvik/tiltak	Kontrollert av/dato
Dampspærre Plan 5	X	E	Skjøter og tetthet	Alle fasader	Hvis Feil utføring vegg i opplytt. 100mm puffering + 100mm isolasjon + plast. 23/10 OAS	23/10 OAS
			<del>Gjennomføringer</del>	Alle fasader		23/10 OAS
	X	E	Type	Alle fasader		23/10 OAS

Skal det utarbeides avviksrapport

Avvik som medfører mangel overføres mangelliste

Mottatt og kontrollert av (dato/sign) 30/10-17 O.A.S./A.K.





Vedlegg 8: E-postkorrespondanse med Marianne Gjelten, salgssjef Oslo, Akershus og Sør-Norge, Infobric

Hei Simen,

Beklager at du ikke har hørt i fra meg tidligere.

Appen Ease CheckInn fungerer kun til mannskapsregistrering og ikke for Access styring til byggeplassene. For å bruke denne som mannskapsregistrering må den som er plassadministrator i Ease godta at prosjektet blir synlig i appen. Ved godkjenning vil arbeidsplassen ligge synlig slik at man legger seg til her for så å sjekke seg inn på prosjektet.

Håper dette var utfyllende nok svar på din henvendelse.

Vennlig hilsen/Best regards

Marianne Gjelten



**Infobric AS**

Office: Sandakerveien 138 | 0484 Oslo | Norway (**OBS! NY ADRESSE**)

Phone: + 47 941 54 906

[www.infobric.no](http://www.infobric.no) | [marianne.gjelten@infobric.no](mailto:marianne.gjelten@infobric.no)

**Kontaktinformasjon til support og service**

4000 1451 | [support@infobric.no](mailto:support@infobric.no)

Fra: Simen Holter <Simen.Holter@backe.no>

Sendt: tirsdag 13. mars 2018 10.02

**Til:** Marianne Gjelten <marianne.gletennforbric.no>

**Emne:** APP EASE CHECKIN

Hei,

Jeg skriver masteroppgave på NTNU for BackeGruppen, og ser på mulighetene for å lette byggeplassledelsens arbeider ved å ta i bruk digitale verktøy. Etter å ha jobbet på prosjekt for Backe Romerike i løpet av studietiden ser jeg at det går mye tid på registrering av HMS-kort for tilgang til spisebrakker, byggeplass osv blant arbeidere som er på byggeplassen for første gang.

I går fikk jeg mail fra Infobric vedrørende «APP EASE CHECKIN». Fungerer denne ved at brukere selv kan registrere sitt HMS- kort på byggeplassen? Hvis dette stemmer, hvordan styres rettighetene for hver enkel gruppe med tanke på tidspunkt for tilgang til byggeplass, spisebrakke osv? Kan hvem som helst legge til seg selv, eller er det lagt opp til at hver enkelt selv registrerer seg med nettbrett som befinner seg på byggeplasskontoret?

Med vennlig hilsen

**SIMEN HOLTER**  
+47 99562074

## Vedlegg 9: Intervjuguide

### **Intervju med Simon André Petersen og Ola Holter**

Simon André Petersen og Ola Holter er brukt som informanter for å innhente informasjon om AF Gruppens og Constos bruk av digitale hjelpemidler og arbeidsrutiner på byggeplass. Følgende spørsmål er stilt.

- Brukes det digitale verktøy for føring av sjekklister i deres bedrift, eller gjøres dette ved papirutskevne lister?
- Hvordan føres avvik og RUHer?
- Benyttes digitalt verktøy for å se på tegninger og modell på byggeplasskontor eller ute på byggeplassen?
- Har dere erfaring med bruk av BIM- kiosk eller bruk av nettbrett på byggeplass?

### **Intervju av kategorisjef BIM Backe Entreprenør, Cato Hoel**

Intervjuet var en kort prat angående bruk av StreamBIM i BackeGruppens selskaper. Backe Romerike er selskapet som er mest aktive ved bruk, og enkelte av selskapene benytter ikke StreamBIM på noen av sine prosjekter. BackeGruppen har en avtale med programvareleverandøren, men det er ingen føringer på om programvaren skal benyttes eller ikke.

### **Intervju av formann hos Backe Romerike AS, Joacim Syvertsen**

Notater i rødt er gjort i etterkant av intervjuet.

Hva kan StreamBIM brukes til?

Ulike funksjoner ble demonstrert. Blant annet bruk av avviksverktøyet, navigering i avvik, og navigering i web- hotellet. Demonstrasjon foretatt både i app til iPad, app til mobil og PC.

Hvordan fungerer programmet?

Ytterligere demonstrasjon ble gjennomført.

Hvilke begrensninger finnes ved bruk av StreamBIM?

En utfordring er at det kreves bruk fra alle fag for å få maksimalt utbytte av programmet. Avvik kan kun sees av andre brukere.

Kan StreamBIM brukes som web- hotell?

Verktøyet kan fungere som Web- hotell. Hvordan filer lastes opp er ukjent for Joacim.

Hvordan kan tidligere revisjoner av tegninger sees i app?

Dette er ukjent for Joacim.

Hvordan laster man opp filer?

Ukjent.

Kan man legge inn RUHer?

Man kan legge inn avvik med etiketter, eks «RUH». RUHer lagt inn i Rendra vil ikke automatisk havne inn i statistikken.

### **Intervju av adm. direktør Rendra AS, Kristin Omholt-Jensen**

Notater i rødt er gjort i etterkant av intervjuet.

Hva kan Rendra brukes til?

Demonstrasjon av programmet ble gjennomført. Tilsvarende demonstrasjon som hos formann i Backe Romerike.

Hvem kan laste opp filer i Rendra?

De som gis tilgang til det. Opplasting av filer er en enkel sak. Dette ble demonstrert.

Hvem kan lese filer?

Alle med tilgang til prosjektet.

Kan alle lese alle revisjoner?

Ja, ved bruk av PC.

Hvordan fungerer programmet på iPad og telefon kontra PC?

Mange av de samme funksjonene. Det kan ikke lastes opp filer fra mobil enhet, og visning av eldre revisjoner er kun mulig med PC.

Kan programmet brukes til mengdeuttak?

Nei.

Kan programmet erstatte Avvik.com, det vil si kan man registrere RUH, RUK og gjøre vernerunder med programmet?

Man kan legge inn avvik med etiketter merket eks «RUH»

Hvordan fungerer opplasting av modell?

Det ble demonstrert.

Kan alle filformater lastes opp i programmet?

Ja. Kun pdf- filer kan strømmes på mobil enhet. Øvrige filer må lastes ned og leses ved annet program.

Kan man koble monteringsanvisninger og FDV- dokumentasjon til bygningselementene?

Ja, men dette må gjøres av prosjekterende ved tegning.

Er programmet egnet til bruk i prosjektering?

Det er ikke et prosjekteringsverktøy.

Formann hos Backe Romerike nevnte datakapasitet som en utfordring. Kjenner dere til dette?

Dette var ukjent for Rendra, men ved demonstrasjon for utskrift av avvik ble temaet belyst. Problemet elimineres hvis alle fag bruker programmet, eller ved komprimering av filer. Dette kan være noe tungvint å gjøre.

Hvor hentes 2D- tegning man bruker for navigasjon i app fra?

Det er et avtrykk av 3D- modell.

Hvilke enheter (iPad, telefoner, nettbrett) er egnet for bruk?

Liste er kjent på nettsidene til Rendra. Denne lista er muligens noe utdatert.

Hvordan er mulighetene for å skrive ut direkte fra mobil enhet?

Det gjøres uavhengig av programvaren.

### **Intervju av tidligere daglig leder i HP Entreprenør, Kristofer Huslid**

Intervjuet ble gjennomført per telefon for innhenting av informasjon vedrørende HP Entreprenørs system for føring av avvik, ulykke, nestenulykke, sjekklister, KS og SJA. Systemet fungerer med en applikasjon på nettbrett og mobiltelefon.

### **Intervju av universitetslektor NTNU Ålesund, Lala Tacramioara Telehos Nilsen**

Intervju ble gjennomført per telefon for innhenting av informasjon vedrørende Synchro og bruk av programvaren. Det ble opplyst om bruksområdene til programmet og kontaktperson for videre undersøkelse for praktisk bruk av programmet hos entreprenør.

### **Intervju av betongbas i Backe Romerike, Jimmy Johansen**

Intervju ble gjennomført ved direkte samtale på byggeplass vedrørende bruk av StreamBIM på byggeplass. Respondenten informerte om at det er et nyttig verktøy i forbindelse med kompliserte støper, og forteller blant annet om støp av et terapibasseng der verktøyet ville vært spesielt egnet. Jimmy forteller også om rutinene vedrørende bruk av nettbrett på byggeplassen, og at nettbrettet som oftest ligger inne på byggeplasskontoret som følge av fare for mekaniske skader på maskinvaren og tyveri.