



UIT

NORGES  
ARKTISKE  
UNIVERSITET

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

## Kritiske faktorer for effektivisering ved bygging av småhus

*Critical factors for improving efficiency in housing construction*

*Hvordan kan småhusbransjen benytte digitalisering og industrialisering til å effektivisere boligbyggingen og redusere reklamasjoner?*

**Vegard Ådnanes**

*Masteroppgave i integrert bygningsteknologi. Mai 2019.*





(blank side)

# Oppgavetekst



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

## MASTEROPPGAVE

for

**Vegard Ådnanes**

(Studentnummer: 173040)

Vår 2018

### Kritiske faktorer for effektivisering ved bygging av småhus

#### Bakgrunn

I dag bærer småhusbransjen preg av lite industrialisering, og boliger bygges på svært ulike måter rundt om blant de ulike byggmesterne. Dette i tillegg til dårlig planlegging, logistikk og strenge innskjerpinger i myndighetskrav for blant annet energi, har ført til at timetallet med å bygge en bolig har økt betydelig siste årene.

Det kan være interessant å se sammenhengen mellom mulige tidsbesparelser ved oppføring av småhus og ny teknologi, spesielt da god logistikk og effektivisering av et byggeprosjekt er noe som det er svært mye fokus på i dag.

Med ny teknologi så siktes det til muligheten for åpne programvaregrensesnitt (API) ulike systemer for mest mulig effektiv flyt (at systemer snakker sammen). Eksempler på slike systemer kan være tegneverktøy, kalkulasjonsverktøy, innkjøpsleverandør og økonomisystem.

Man vil da kunne få en etterkalkyle relativt automatisk i ettertid av prosjektet, og kan se på denne opp mot forkalkylen for å lære til neste prosjekt.

Det vil også være interessant å se sammenhengen mellom BIM og effektivisering på byggeplass, spesielt med hensyn på framdrift/tidsforbruk.

#### Problemstilling

Hvordan kan småhusbransjen benytte digitalisering og industrialisering til å effektivisere boligbyggingen og redusere reklamasjoner?

#### Begrensning av oppgaven

Ingen spesielle.

#### Arbeidet skal omfatte (men ikke nødvendigvis avgrenses til):

1. Innledende arbeid/litteraturstudium med avgrensninger og definisjoner.
2. Generelt om effektivisering, digitalisering og industrialisering i småhusbransjen.
3. Erfaringer fra byggeprosjekter og forskning innen effektivisering av småhusbransjen.

4. Kvalitativ analyse i form av intervju og observasjon av byggeplass. Aktuelle intervjuobjekter vil være:
  - i. Forhandlere av VestlandsHus
  - ii. Leverandører til VestlandsHus
  - iii. Ressurspersoner hos VestlandsHus
  - iv. Andre ressurspersoner i bransjen
5. Kvantitativ analyse vil vurderes basert på innspill fra intervjuer. Med kvantitativ analyse menes da en spørreundersøkelse som sendes til mange aktører i byggebransjen, men som ikke vil gi et like utdypende svar som en kvalitativ analyse.
6. Se på likheter/ulikheter mellom EET- og EAT-prosjekter ut i fra resultater fra punkt 4. og eventuelt punkt 5.
  - i. EET-prosjekt: en entreprenør kjøper en tomt og bygger ett eller flere hus på denne tomten som de selger i etterkant. Da er entreprenør byggherre i byggetiden, og kan ta de fleste avgjørelser om løsninger. Ved større tomter er det da også mulig å tenke rasjonalisering ved bygging av flere like boliger. BIM er essensielt her og kan gi store besparelser.
  - ii. EAT-prosjekt: en kunde har en tomt som de ønsker å bygge en bolig på. Ofte tar de utgangspunkt i et av hustypene til f.eks. Vestlandshus, og tilpasser dette til sitt behov og sin tomt. I dette segmentet er det vanskelig med rasjonalisering i form av flere like boliger, da hver enkelt bolig er unik. Stor utbredelse av BIM er lite hensiktsmessig i dette tilfelle.
7. Det skal utarbeides en vitenskapelig artikkel basert på besvarelsen, maks 10 sider.

#### **Samarbeidspartner**

Vestlandshus As  
Lerstadveien 517, 6018 Ålesund

#### **Generelt**

Senest 14 dager etter at oppgaveteksten er utlevert skal resultatene fra det innledende arbeid være ferdigstilt og levert i form av en forstudierapport. Forstudierapporten skal godkjennes av veileder før kandidaten har anledning til å fortsette på resten av hovedoppgaven. Det innledende arbeid skal være en naturlig forberedelse og klargjøring av det videre arbeid i hovedoppgaven og skal inneholde:

- Generell analyse av oppgavens problemstillinger.
- Definisjon i forhold til begrensinger og omfang av oppgaven.
- Klargjøring/beskrivelse av de arbeidsoppgaver som må gjennomføres for løsning av oppgaven med definisjoner av arbeidsoppgavenes innhold og omfang.
- En tidsplan for framdriften av prosjektet.

Sluttrapporten skal være vitenskapelig oppbygget med tanke på litteraturstudie, arbeidsmetodikk, kildehenvisninger etc. Alle beregninger og valgte løsninger må dokumenteres og argumenteres for. Besvarelsen redigeres som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, referanser, innholdsfortegnelse etc. Påstander skal begrunnes ved bevis, referanser eller logisk argumentasjonsrekker. I tillegg til norsk tittel skal det være en engelsk tittel på oppgaven. Oppgaveteksten skal være en del av besvarelsen (plasseres foran Forord).

Materiell som er utviklet i forbindelse med oppgaven, så som programvare/kildekoder eller fysisk utstyr, er å betrakte som en del av besvarelsen. Dokumentasjon for korrekt bruk av dette skal så langt som mulig også vedlegges besvarelsen.

Dersom oppgaven utføres i samarbeid med en ekstern aktør, skal kandidaten rette seg etter de retningslinjer som gjelder hos denne, samt etter eventuelle andre pålegg fra ledelsen i den aktuelle bedriften. Kandidaten har ikke anledning til å foreta inngrep i den eksterne aktørs informasjonssystemer, produksjonsutstyr o.l. Dersom dette skulle være aktuelt i forbindelse med gjennomføring av oppgaven, skal spesiell tillatelse innhentes fra ledelsen.

Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bæres av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten, mens arbeidet med oppgaven pågår, støter på vanskeligheter som ikke var forutsatt ved oppgavens utforming, og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette umiddelbart tas opp med UiT ved veileder.

Besvarelsen leveres digitalt i WISEflow.

Utleveringsdato:	07.01.2019
Innleveringsdato:	16.05.2019
Kontaktperson bedrift:	Navn: Lars Erik Vinje, daglig leder Telefon: 92836259 E-post: lars.erik.vinje@vestlandshus.no
Veileder UiT - IVT:	Navn: Førstelektor Tor Kildal Telefon: 76966278 E-post: tor.kildal@uit.no

UiT – Norges Arktiske Universitet  
Institutt for bygg, energi og materialteknologi



Førstelektor Tor Kildal  
Faglig ansvarlig/veileder

## Forord

Denne masteroppgaven er sluttresultatet på et 2-årig masterstudium, *Integrert Bygningsteknologi*, ved Institutt for bygg, energi og materialteknologi ved Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi. Masterstudiet er gjennomført ved UiT, Norges arktiske universitet, studiested Narvik. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og er utarbeidet våren 2019. Masteroppgaven har tatt for seg hvordan småhusbransjen kan benytte digitalisering og industrialisering til å effektivisere boligbyggingen og redusere reklamasjoner. Den har også hatt til hensikt å se på likheter/ulikheter mellom EET-prosjekter og EAT-prosjekter.

Oppgaven er utført i samarbeid med Vestlandshus i Ålesund og oppdragsgiver er daglig leder Lars Erik Vinje. Og da jeg skrev bacheloroppgaven ved NTNU i Ålesund i 2017, så skrev jeg og to andre en oppgave som handlet om logistikk ved et byggeprosjekt. Og helt siden da har jeg vært interessert i hvordan man kan effektivisere et byggeprosjekt, med tanke på flyt, planlegging og logistikk. Grunnen til dette er fordi dette er tema som det har vært lite fokus på i løpet av min fem år lange utdanning. Å skrive en masteroppgave om hvordan man kan effektivisere småhusbransjen og redusere reklamasjoner ved å benytte industrialisering og digitalisering, har vært utrolig interessant og lærerikt. Jeg har fått et godt innblikk på dette området, blant annet ved å prate med oppdragsgiver Vinje om temaet, men også ved å intervjuere personer som innehar mye kompetanse på området.

Jeg vil derfor rette en stor takk til oppdragsgiver, og ekstern veileder, Lars Erik Vinje ved Vestlandshus for hjelp med både oppgaven og forslag til respondenter for både intervjuer og observasjoner. Samtidig vil jeg også takke min veileder ved UiT, Tor Kildal, for utrolig god veiledning i løpet av arbeidet med masteroppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til respondentene for at de delte sine erfaringer og kompetanse om effektivisering av småhusbransjen, og om industrialisering og digitalisering. Så tusen takk til Geir Frøysa, Jørn Tage Nordstrand og Kristoffer Frøysa ved HT-bygg, Lars Atle Aase ved Andersland Bygg, Jøns Sjøgren ved Boligprodusentenes forening, Christoffer Gusterud ved Gusterud Bygg, Snorre Bjørkum ved Norgeshus, Eivind Bardal ved Nordbohus, Erling Talgø ved Talgø Møretre og til slutt Thomas Nyberg.

16. mai 2019, Ålesund

Vegard Ådnanes

## Sammendrag

Småhusbransjen er et segment i bygge- og anleggsbransjen, en bransje som mellom år 2000 og 2016 opplevde en nedgang i effektivitet og produktivitet på 10 prosent. Denne nedgangen skyldes mange forskjellige faktorer, men blant annet ulike byggemetoder, dårlig planlegging og logistikk har ført til at det tar lengre tid å bygge en bolig i dag.

Økt fokus på effektivisering ved boligbygging er et populært tema i småhusbransjen da økt effektivisering innebærer blant annet kortere byggetid og dermed lavere byggekostnader. Og begreper som industrialisering og digitalisering har blitt hyppig forsket på som mulige løsninger og metoder for å gjøre boligbyggingen mer effektiv, men også for å redusere reklamasjoner.

Til tross for mange fordeler med både industrialisering og digitalisering, som rapporter fra blant annet SINTEF Byggeforsk viser, så ligger bransjen langt bak på dette området. I tillegg til teori fra rapporter fra SINTEF Byggeforsk, Bygg21, Byggenæringens landsforening og flere andre, så er tidligere forskning og erfaringer fra byggeprosjekter også studert. Disse viser også fordelene ved å benytte industrialisering og digitalisering ved boligbygging og noen av rapportene presenterer også hvor stor påvirkning det har hatt på bedriften, til tross for en kostbar investering.

I forbindelse med denne masteroppgaven har aktører som fokuserer mye på industrialisering og digitalisering ved boligprosjekter blitt intervjuet og det er også utført tre observasjoner av byggeplasser for å kunne se hvordan industrialisering og digitalisering virker i praksis. Aktørene er alt fra boligbyggere med egen elementfabrikk, til større boligforhandlere som bestiller elementer hos en leverandør, hvor de alle har EET-prosjekter og EAT-prosjekter. Resultater fra både intervjuer og observasjoner viser at de forskjellige aktørene benytter seg av industrialisering og digitalisering på ulike måter, men at deres erfaringer er positive. Nøkkelordene er effektivitet, logistikk og bedre planlegging ved boligbygging, men også bedre kontroll og kvalitetssikring, samt færre reklamasjoner eller mer kontroll på dem. I tillegg til dette kommer det også fram hvilke utfordringer småhusbransjen har foran seg for å bli bedre på industrialisering og digitalisering.

Samtidig viser resultatene at det er en betydelig forskjell mellom EET-prosjekter og EAT-prosjekter, da ved førstnevnte så er det entreprenør som er byggherre og styrer prosjektet selv. Dette fremmer mer bruk av både industrialisering og digitalisering.

## Summary

The small-house industry is a segment in the building and construction industry, an industry that experienced a decline in efficiency and productivity of 10 percent between year 2000 and 2016. This decline is due to many different factors, but various building methods, poor planning and logistics have led to the building of a house taking longer.

Increased focus on efficiency improvement in housing construction is a popular topic in the small-house industry, as increased efficiency means shorter construction time and thus lower construction costs. And concepts like industrialization and digitization have been frequently researched as possible solutions and methods to make housing construction more efficient, but also to reduce reclamations.

Despite many advantages of both industrialization and digitization, as reports from SINTEF Byggforsk show, the industry is far behind in this area. In addition to the theory from reports from SINTEF Byggforsk, Bygg21, the Norwegian Building Industry Association and several others, previous research and experiences from construction projects have also been studied. These also show the benefits of utilizing industrialization and digitization in housing construction, and some of the reports also show how much impact it has had on the business, despite an expensive investment.

In connection with this master's thesis, actors who focus heavily on industrialization and digitization in housing projects have been interviewed and three observations of construction sites have also been carried out in order to see how industrialization and digitization work in practice. The actors are everything from home builders with their own element factory, to larger home retailers who order elements from a supplier, where they all have EET-projects and EAT-projects. Results from both interviews and observations show that the different actors use industrialization and digitization in different ways, but that their experiences are positive. The keywords are efficiency, logistics and better planning for housing construction, but also better control and quality assurance, as well as fewer reclamations or more control over them. In addition to this, it also emerges which challenges the small-house industry is facing in order to improve on industrialization and digitization.

At the same time, the results show that there is a significant difference between EET-projects and EAT-projects, as at the former the entrepreneur is the builder and manages the project himself. This promotes more use of both industrialization and digitization.



## Ordliste

- % – prosent
- 2D – todimensjonal
- 3D – tredimensjonal
- API – application programming interface, åpne programvaresnitt
- App – applikasjon til mobiltelefon eller nettbrett
- AS - aksjeselskap
- Atriumhus – hus bygget rundt et indre hageområde
- BA-næringen – bygg- og anleggsnæringen
- BAE-næringen – bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen
- Bas – leder for et arbeidslag
- BIM – bygningsinformasjonsmodell eller bygningsinformasjonsmodellering
- BRA – bruksareal
- Ca - cirka
- Cm – centimeter
- CNC – computer numerical control, datamaskinbasert numerisk styring
- CRM – customer relationship management, kunderelasjonshåndtering
- EAT – entreprenør annenmanns tomt
- EET – entreprenør egen tomt
- Eks. mva. – eksklusiv merverdiavgift
- E.l. – eller lignende
- FDV – forvaltning, drift og vedlikehold
- Franchise – et samarbeid mellom to selvstendige parter hvor franchisegiver har utviklet og eier et konsept for etablering av en lokal enhet som er testet og dokumentert lønnsomt
- HMS – helse, miljø og sikkerhet
- IT – informasjonsteknologi
- IKT – informasjons- og kommunikasjonsteknologi
- Jigg – en ramme for å lage større gjenstander
- Kvm – kvadratmeter
- KS-system – kvalitetssikringssystem

- M2 – kvadratmeter
- Manufacturing – produsering
- Mrd. – milliard
- MSS – massivprodusert skreddersøm
- NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
- OBOS – Oslo bolig- og sparelag
- O.l. – og lignende
- Osv. – og så videre
- PDF – portable document format, et digitalt dokumentformat
- QR-kode – quick response code
- RIB – rådgivende ingeniør bygg
- SSB – Statistisk Sentralbyrå
- UV-stråler – ultrafiolett stråler
- VR – virtual reality, kunstig virkelighet

# Innholdsfortegnelse

Oppgavetekst.....	iii
Forord.....	vi
Sammendrag.....	vii
Summary.....	viii
Ordliste.....	ix
Innholdsfortegnelse.....	xi
Tabelliste.....	xiv
Figurliste.....	xv
1 Innledning.....	1
1.1 Problemstilling og definisjoner.....	2
1.1.1 Problemstillingen.....	2
1.1.2 Delforsknings spørsmål.....	2
1.1.3 Småhusbransjen.....	2
1.1.4 EET-prosjekt – entreprenør egen tomt.....	3
1.1.5 EAT-prosjekt – entreprenør annenmanns tomt.....	3
1.1.6 Effektivisering, industrialisering og digitalisering.....	3
1.2 Litteratur og kilder.....	5
1.2.1 Internett, nettsider og nettartikler.....	5
1.2.2 Bøker, rapporter og masteroppgaver.....	5
1.2.3 Søkemotorer og søkeord.....	6
1.3 Avgrensninger og begrensninger.....	6
1.3.1 Begrensninger.....	7
2 Effektivisering av småhusbransjen.....	7
2.1 Reklamasjoner og byggefeil – et stort problem.....	9
2.2 Industrialisering og produksjon i fabrikk.....	13

2.3	Digitalisering, kommunikasjon og informasjonsflyt .....	14
2.3.1	BIM .....	15
2.3.2	Åpen BIM.....	17
3	Tidligere forskning og erfaringer fra byggeprosjekter .....	17
3.1	SINTEF Byggforsk.....	18
3.2	Norsk Treteknisk Institutt.....	21
3.3	Nordbohus .....	25
3.4	Norsk institutt for by- og regionforskning (NIBR) .....	26
4	Metoder for innhenting av informasjon fra aktører.....	27
4.1	Intervju.....	28
4.1.1	Intervjuguide .....	29
4.1.2	Intervjuobjekter .....	30
4.2	Observasjon .....	33
4.2.1	Observasjonsobjekter .....	33
4.2.2	Spørsmålsguide ved observasjoner .....	34
5	Resultater fra intervjuer og observasjoner .....	34
5.1	Resultat av intervjuer.....	34
5.1.1	Resultat fra intervjudel om industrialisering.....	34
5.1.2	Resultat fra intervjudel om digitalisering.....	44
5.1.3	Resultat fra åpent spørsmål om industrialisering og digitalisering .....	55
5.2	Likheter og ulikheter mellom EET- og EAT-prosjekter .....	56
5.2.1	Industrialisering.....	56
5.2.2	Digitalisering.....	58
5.3	Resultat av observasjoner .....	59
5.3.1	Observasjon av enebolig 1 i Stranda kommune .....	59
5.3.2	Observasjon av enebolig 2 i Stranda kommune .....	63
5.3.3	Observasjon av skole i Hornindal kommune .....	64



6	Diskusjon av resultatene.....	69
6.1	Effektivisering av småhusbransjen.....	70
6.1.1	Industrialisering og digitalisering ved boligbygging .....	73
6.1.2	Redusering av reklamasjoner .....	79
6.1.3	Ulemper og utfordringer.....	80
6.2	EET- og EAT-prosjekter .....	83
6.2.1	EET-prosjekt .....	84
6.2.2	EAT-prosjekt.....	84
6.3	Observasjoner av byggeplasser .....	85
6.3.1	Observasjon enebolig 1 og 2 .....	85
6.3.2	Observasjon skole .....	86
6.3.3	Cerum Construct App.....	86
7	Konklusjon .....	89
7.1	Videre arbeid og anbefalinger .....	92
	Referanser.....	93
	Vedlegg 1 – Intervju Andersland Bygg.....	96
	Vedlegg 2 – Intervju Boligprodusentene .....	101
	Vedlegg 3 – Intervju Gusterud Bygg .....	110
	Vedlegg 4 – Intervju Nordbohus .....	117
	Vedlegg 5 – Intervju Norgeshus.....	126
	Vedlegg 6 – Intervju Talgø Møretre .....	134
	Vedlegg 7 – Intervju anonym bedrift .....	142

# Tabelliste

Tabell 1 - Dimensjoner i BIM (The BIM Jedi, 2018) ..... 15

## Figurliste

Figur 1 - Tidsbruk på byggeplass (Bølviken, 2009).....	8
Figur 2 - Produktivitet. Indeks år 2000 = 100% (Statistisk Sentralbyrå, 2018).....	9
Figur 3 - Fordeling av skadekilder for fuktskader i bygg (SINTEF Byggforsk, 2010) .....	10
Figur 4 - Inndeling av prosessforårsakede byggskader (SINTEF Byggforsk, 2010).....	11
Figur 5 - Fordeling av prosessforårsakede skader (SINTEF Byggforsk, 2010).....	11
Figur 6 - Kostnader fordelt på årsaker (Norges Takseringsforbund, 2008) .....	12
Figur 7 - Digital byggeplass og digital tvilling (BNL, 2017).....	16
Figur 8 - Skeie Bygg AS (Berg, 2005).....	19
Figur 9 - Illustrasjon av bæresystem i ArchiCAD til venstre og fabrikk i Steinkjer til høyre (Berg, 2008) .....	19
Figur 10 - Pretres driftsresultater fra år 2005 – 2015 (Høiland-Kaupang, et al., 2017).....	21
Figur 11 - Bilde av huset som ble bygget under telt (Nyrud, et al., 2011).....	22
Figur 12 - Bilde av det ferdige huset i Skøyen (Nyrud, et al., 2011) .....	23
Figur 13 - Bilde av det ferdige huset i Bodø (Nyrud, et al., 2011) .....	24
Figur 14 - SOGN123 (Nordbohus Sogn AS, 2016) .....	25
Figur 15 - Bilde 1, enebolig 1 i Stranda kommune .....	60
Figur 16 - Bilde 2, enebolig 1 i Stranda kommune .....	61
Figur 17 - Bilde 3, enebolig 1 i Stranda kommune .....	61
Figur 18 - Bilde 4, enebolig 1 i Stranda kommune .....	62
Figur 19 - Bilde 1, enebolig 2 i Stranda kommune .....	63
Figur 20 - Bilde 2, enebolig 2 i Stranda kommune .....	64
Figur 21 - Bilde 1, skole i Hornindal kommune .....	65
Figur 22 - Bilde 2, skole i Hornindal kommune .....	66
Figur 23 - Bilde 3, skole i Hornindal kommune .....	67
Figur 24 - Bilde 4, skole i Hornindal kommune .....	67
Figur 25 - Bilde 5, skole i Hornindal kommune .....	68
Figur 26 - Bilde 6, skole i Hornindal kommune .....	69
Figur 27 - Bilde av de forskjellige funksjonene i appen .....	87
Figur 28 - Bilde av hvordan man registrerer seg inn på arbeidsplassen i appen.....	87
Figur 29 - Bilde av de forskjellige dokumentene til prosjektet som er tilgjengelig i appen ....	87
Figur 30 - Bilde av fasade- og plantegninger av boligen som ligger tilgjengelig i appen .....	87

Figur 31 - Bilde av en arbeidstegning .....	88
Figur 32 - Bilde av bildedokumentasjonsfunksjonen, hvor man kan lagre bilder tatt med kamera .....	88
Figur 33 - Bilde av forskjellige sjekklister tilknyttet boligprosjektet .....	88
Figur 34 - Bilde av kakediagrammer knyttet til sjekklisene. Helt grønn betyr fullført sjekklisete.....	88



# 1 Innledning

Vestlandshus er en typehus-kjede som ble etablert i 1974, med hovedkontor i Ålesund. De er 18 ansatte i administrasjonen og prosjekteringsavdelingen, med over 50 forhandlere spredd over store deler av Norge. Vestlandshus er en forhandlereiet kjede og forhandlerne selger ca 600 boliger i året og har en omsetning på rundt 2 mrd. kroner.

Målet til Vestlandshus er å hjelpe sine kunder med å forvandle deres boligdrøm til drømmeboligen. Oppdragsgiver, og daglig leder, er Lars Erik Vinje.

Og ifølge Vinje så bærer småhusbransjen i dag preg av lite industrialisering og boliger bygges på svært ulike måter rundt om i landet blant de ulike byggmesterne. Dette, i tillegg til dårlig planlegging, logistikk og strenge innskjerpinger i myndighetskrav for blant annet energi, har ført til at timetallet med å bygge en bolig har økt betydelig de siste årene.

Det vil derfor være interessant å se på sammenhengen mellom mulige tidsbesparelser ved oppføring av småhus og ny teknologi, spesielt da god logistikk og effektivisering av et byggeprosjekt er noe som det er svært mye fokus på i dag.

Med ny teknologi siktes det til muligheten for åpne programvaresnitt (API) av ulike systemer for mest mulig effektiv flyt (at systemer snakkes sammen). Eksempler på slike systemer kan være tegneverktøy, kalkulasjonsverktøy, systemer på innkjøp til leverandør og økonomisystemer. Med denne teknologien kan man da få en etterkalkyle relativt automatisk i ettertid av prosjektet, og man kan se på denne opp imot forkalkylen for å lære til neste prosjekt.

Det vil også være interessant å se på sammenhengen mellom BIM og effektivisering på byggeplass, spesielt med hensyn på framdrift/tidsforbruk.

Ved å utføre kvalitativ analyse i form av intervjuer av ulike aktører og observasjoner av byggeplasser skal det hentes inn informasjon for å besvare problemstillingen på best mulig måte. Aktuelle intervjuobjekter er:

- Forhandlere av Vestlandshus
- Leverandører av Vestlandshus
- Ressurspersoner hos Vestlandshus
- Andre ressurspersoner i bransjen

Informasjon fra intervjuer og observasjoner som er samlet inn og diskutert vil gi et innblikk i hvordan industrialisering og digitalisering kan gjøre småhusbransjen mer effektiv ved boligbygging, men også vise likheter/ulikheter mellom EET-prosjekter og EAT-prosjekter.

### **Avvik fra oppgavetekst**

#### *Punkt 5:*

I oppgaveteksten står det at en kvantitativ analyse i form av en spørreundersøkelse vil vurderes basert på innspill fra intervjuene, se punkt 5 i *Oppgavetekst*. En slik undersøkelse har blitt vurdert som ikke nødvendig å gjennomføre, da informasjonen som ble innhentet ved intervjuene og observasjonene har blitt vurdert som tilstrekkelig for å kunne svare på problemstillingen. Samtidig er det ikke kommet innspill fra respondenter til en slik undersøkelse under hverken intervjuene eller ved observasjonene.

#### *Punkt 7:*

Etter avtale med veileder ved UiT, Tor Kildal, er heller ikke en vitenskapelig artikkel utarbeidet på grunn av mangel på tid, se punkt 7 i *Oppgavetekst*. Årsaken er for å kunne fokusere mer på selve masteroppgaven, og i tillegg så er ikke behovet for å publisere en vitenskapelig artikkel til stedet. Det er blitt vurdert at en vitenskapelig artikkel ikke vil bidra til noe mer forskning og ytterligere informasjon enn det som kommer frem i masteroppgaven.

## **1.1 Problemstilling og definisjoner**

Med utgangspunkt i det som står i kapitlet over ble problemstillingen og delforskningsspørsmål utarbeidet i samarbeid med daglig leder Lars Erik Vinje i Vestlandshus AS Ålesund.

### **1.1.1 Problemstillingen**

Hvordan kan småhusbransjen benytte digitalisering og industrialisering til å effektivisere boligbyggingen og redusere reklamasjoner?

### **1.1.2 Delforskningsspørsmål**

Hvilke likheter/ulikheter er det mellom EET- og EAT-prosjekter?

### **1.1.3 Småhusbransjen**

Som problemstillingen antyder så er det småhusbransjen som er i fokus i denne masteroppgaven. Med småhusbransjen menes den delen av bygge- og anleggsbransjen som handler om bygging av bolighus. De boligtypene man har er enebolig, enebolig med sekundærleilighet, tomannsbolig, kjedehus, rekkehus og atriumhus (Bjørneboe, 2005). Med

utgangspunkt i disse boligtypene så er det hovedsakelig trehus som er i fokus og ikke betonghus.

Disse boligtypene bygges på tomter og i den sammenheng opereres det med to forskjellige tomtetyper, eller prosjekttyper, og disse er EET-prosjekt og EAT-prosjekt.

#### **1.1.4 EET-prosjekt – entreprenør egen tomt**

En entreprenør kjøper en tomt og bygger ett eller flere hus på denne tomten som de selger i etterkant. Da er entreprenøren byggherre i byggetiden og kan ta de fleste avgjørelser for løsninger. Ved større tomter er det da også mulig å tenke rasjonalisering ved bygging av flere liker boliger. Digitalisering i form av BIM og industrialisering i form av prekappede materialer, elementer og/eller moduler er essensielt her og kan gi store besparelser.

#### **1.1.5 EAT-prosjekt – entreprenør annenmanns tomt**

En kunde har en tomt som de ønsker å bygge en bolig på. Ofte tar de utgangspunkt i et av hustypene til en forhandler, for eksempel Vestlandshus, og tilpasser huset til sitt behov og sin tomt. I dette segmentet er det vanskelig med rasjonalisering i form av flere like boliger, da hver enkelt bolig er unik. Stor utbredelse av BIM er lite hensiktsmessig i dette tilfelle. Graden av bruk av industrialiserte konsepter kan variere fra bolig til bolig.

#### **1.1.6 Effektivisering, industrialisering og digitalisering**

Effektivisering, eller effektivitet (og produktivitet), er begreper man er veldig opptatt av ved bygging av boliger. Effektivisering betyr å endre eller forenkle en arbeidsprosess som fører til redusert tids- og ressursbruk, hvor målet er å oppnå samme forventede resultat (Persvold, 2009). Effektivitet vil si å være effektiv, hvor man kan se at utbyttet er stor i forhold til innsats og at alt virker i henhold til plan (Persvold, 2018). Produktivitet måler hvor mye man produserer per enhet, dette kan være volum eller areal per tidsenhet (Horner & Duff, 2001).

Økt effektivisering vil føre til at en byggeprosess bruker minimalt med ressurser, tid og kostnader til å oppnå det forventede resultatet. Å oppnå det forventede resultatet vil si å tilfredsstille målene, krav og prioriteringer ved boligprosjektet og dets eier, altså byggherren/tiltakshaver (Eikeland, 2001). Eksempler på å endre og forenkle arbeidsprosesser kan være både industrialisering og digitalisering av byggeprosesser ved et boligprosjekt.

Å industrialisere byggeprosesser innebærer at det meste av arbeid ved bygging av boliger vil forskyves fra byggeplass til fabrikk, der mesteparten av bygget bygges for å så transporteres til byggeplassen hvor det skal monteres sammen (Berg, 2005). Det finnes forskjellige

konsepter for industrialisering ved bygging av småhus (Nyrud, et al., 2011), og noen av disse konseptene er:

- **Prekapp:**  
Den enkleste formen for industrialisering. Dette er prekappede, merkede og pakke-  
de trematerialer som kan være alt i fra bjelker, sviller, stendere og kledning. Pakkene blir  
levert fra leverandør til byggeplass, hvor de blir satt sammen som et byggesett.
- **Elementer:**  
Bygningsdeler som etasjeskillere, yttervegger, takelementer og innervegger  
produseres i fabrikk og settes sammen på byggeplass. Dette inngår da som en del av et  
byggesystem for et husprosjekt. Da vil for det meste også vinduer, dører og opplegg  
for elektriske installasjoner være ferdig montert ved leveranse på byggeplass. Disse  
elementene leveres i ulike størrelser og formater.
- **Moduler:**  
I dette konseptet leveres det prefabrikkerte enkeltkomponenter til bygg slik som  
yttervegger eller større sammensatte systemer slik som etasjeskillere. Enkelte  
produsenter produserer kun det bærende skallet, hvor resten av arbeidet utføres på  
byggeplass.  
Andre produsenter produserer hele etasjer, hvor yttervegger, innervegger og  
etasjeskillere er ferdigprodusert og allerede påmontert. Hele seksjoner blir med andre  
ord produsert og montert på fabrikk og vil der igjen bli transportert direkte til  
byggeplassen hvor modulene settes sammen.

For å effektivisere småhusbransjen er det lagt vekt på kombinasjonen av industrialisering og digitalisering av byggeprosesser.

Og det å digitalisere betyr at man tar noe fysisk/analogt og konverterer det til et digitalt format, slik at man kan benytte elektriske enheter som datamaskiner, nettbrett og mobiltelefoner til å anvende digital informasjon og data (Fichman, et al., 2014). For entreprenører vil dette innebære blant annet digitalisering av logistikk, planlegging og konstruksjon på byggeplassen, hvor dette vil bli utført med hjelp av BIM.

BIM, eller *byggningsinformasjonsmodell*, vil da bli en integrert del av byggeplassen gjennom for eksempel nettbrett og mobiltelefoner (Roblek, et al., 2016). Dette, samt effektivisering og industrialisering, skal gjennomgås nærmere i kapittel 2 *Effektivisering av småhusbransjen*.



## 1.2 Litteratur og kilder

Materiell som er anvendt er det referert til etter reglement for referering og kilder ved rapportskriving (Olsson, 2014).

### 1.2.1 Internett, nettsider og nettartikler

For å finne teori og tidligere forskning om de aktuelle temaene så er søkemotorer på internett den primære måten som er brukt for å finne relevant informasjon. Ved søk etter teori og tidligere forskning så ble mange nettartikler funnet og lest gjennom for å kunne «måle temperaturen» på hvor stort fokus det er på effektivisering av småhusbransjen.

Selv om de aller fleste nettartiklene hovedsakelig handler om hele bygge- og anleggsbransjen, er det rimelig grunn til å tro at de forskjellige artiklene også dreier seg om boligbygging og ikke bare større byggeprosjekter slik sykehus, skoler, barnehager o.l. Uansett så viser det seg at det er stort fokus på å effektivisere byggebransjen ved å benytte både industrialisering og digitalisering. De mest brukte nettsidene for å lese i relevante nettartikler er:

- [www.tu.no](http://www.tu.no) (Teknisk Ukeblad)
- [www.forskning.no](http://www.forskning.no)
- [www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)
- [www.byggfakta.no](http://www.byggfakta.no)
- [www.bygg.no](http://www.bygg.no)
- [www.sintef.no](http://www.sintef.no)
- [www.byggforsk.no](http://www.byggforsk.no)
- [www.fremtidensbygg.no](http://www.fremtidensbygg.no)
- [www.byggmesteren.as](http://www.byggmesteren.as)
- [www.ssb.no](http://www.ssb.no) (Statistisk Sentralbyrå)

Hvorfor nettopp disse nettsidene ble mest brukt er på grunn av de primære og sekundære søkeordene som ble anvendt på let etter teori og tidligere forskning. Søkeordene blir fremlagt i kapittel 1.2.3 *Søkemotorer og søkeord*.

### 1.2.2 Bøker, rapporter og masteroppgaver

Ved å bruke de valgte søkeordene var målet å finne bøker, rapporter og masteroppgaver om effektivisering, industrialisering og digitalisering av småhusbransjen. Det var en utfordring å finne litteratur som handlet kun om småhusbransjen, da det meste av relevant litteratur tar for seg hele bygge- og anleggsbransjen.

Det er hovedsakelig rapporter fra forskjellige organisasjoner som har dannet det teoretiske grunnlaget og de forskjellige organisasjonene nevnes her:

- SINTEF Byggforsk
- BNL (Byggenæringens landsforening)
- Bygg21
- NIBR (Norsk institutt for by- og regionforskning)
- Norsk Treteknisk Institutt
- Nordbohus
- Norsk senter for prosjektledelse
- FaFo (Fagbevegelsens senter for forskning, utredning og dokumentasjon)
- Tidligere studenters masteroppgaver om samme tema eller lignende
- Rapporter fra Sverige og Danmark

De rapportene som fokuserte på småhusbransjen presenteres i kapittel 3 *Tidligere forskning og erfaringer fra byggeprosjekter*.

### **1.2.3 Søkemotorer og søkeord**

For å finne relevant teori og tidligere forskning fra blant annet aktørene nevnt over, var det søkemotorer på internett som var den primære måten. De søkemotorene som ble brukt var:

1. Oria – UiTs bibliotek katalog

Dette er en søkemotor med mange databaser, hvor man kan finne rapporter, artikler, avhandlinger og bøker om ønskede temaer. Dette er en tjeneste som er levert av BIBSYS, en organisasjon som jobber med skoler i Norge for å gjøre kunnskap tilgjengelig.

2. Google.

**Primære søkeord (alene eller i kombinasjon med flere):**

- Effektivisering, industrialisering, digitalisering, småhus, bygg, bolig, hus, trehus.

**Sekundære søkeord (alene eller i kombinasjon med flere):**

- Produktivitet, logistikk, reklamasjoner, LEAN, BIM, fremdrift, tidstyver, rapportskrivning, statistikk (SSB) og forskning.

## **1.3 Avgrensninger og begrensninger**

For avgrensning og oppbygging av oppgaven, se kapittel *Oppgavetekst*.

### 1.3.1 Begrensninger

Temaet i denne masteroppgaven har ikke vært en stor del av forfatters fem år lange utdanning og område er forholdsvis ukjent. Derfor er metoder som intervjuer og observasjoner sentrale metoder for å kunne besvare problemstillingen. Da vil informasjon innhentes fra aktører som benytter seg av industrialisering og digitalisering ved sine byggeprosjekter og har et stort fokus på dette og effektivisering. Dette sikrer at informasjon som innhentes vil være mest mulig relevant for besvarelsen. Intervjuer og observasjoner vil kunne gi et tilstrekkelig innblikk i hvordan dette fungerer i praksis. Mer om dette i kapittel 4 *Metoder*.

På grunn av de valgte metodene for innhenting av informasjon, i tillegg til tidsmangel, er det ikke tatt i bruk programvare for BIM for besvarelse av problemstillingen og delforskningsspørsmålet. Selv om forfatter har tatt i bruk programvarer som AutoCAD, Solibri og Revit Architecture og Structure i løpet av utdanningen, har bruken av disse hatt til hensikt å lære hvordan man tegner hus i henholdsvis 2D og 3D og visualisering av disse. Forfatter har ikke hatt tid til å sette seg inn i ulike programvarer for BIM eller systemer knyttet til industriell boligproduksjon for å teste ut dette i praksis og eventuelt sammenligne forskjellige prosjekter.

## 2 Effektivisering av småhusbransjen

Det er flere årsaker til at økt effektivisering av småhusbransjen har fått mye fokus. Fra en klients perspektiv vil økt effektivitet føre til lavere kostnader, kortere byggetid og mer verdi for pengene samt en høyere gevinst på investeringen. Fra en entreprenørs perspektiv vil økt effektivitet gi økt konkurranseevne, flere fornøyde kunder, høyere omsetning og økt fortjeneste. Økt effektivitet vil også kunne ha en innvirkning på samfunnet, da det vil kunne føre til flere arbeidsplasser og bedre forutsetninger for investeringer i bransjen (Horner & Duff, 2001).

Hvis en bedrift skal kunne levere gode økonomiske resultater må den være effektiv i byggeprosessen ved et boligprosjekt. Dette innebærer å utføre aktiviteter som vil gi mer enn det som gikk med av ressurser for å gjennomføre aktiviteten. Denne verdiskapningen vil føre til en økonomisk fortjeneste og størrelsen på denne verdiskapningen er avhengig av effektiviteten i prosjektet (Bowman & Ambrosini, 2002).

Småhusbransjen er en bransje som er preget av konkurranse og man vil alltid oppleve press fra konkurrenter, noe som fører til at man må stadig forbedre seg for å holde følge med konkurrentene, som å for eksempel iverksette tiltak som vil gi økt effektivisering. Men for å

vite hva man skal gjøre kan det være greit å vite hva som påvirker effektiviteten ved et byggeprosjekt. Rapporten *Produktivitet og logistikk i bygg- og anleggsbransjen* fra Norsk senter for prosjektledelse oppgir en del forhold som påvirker effektivitets- og produktivitetsutviklingen:

- *En av de store svakhetene ved næringen er logistikken; material- og informasjonsflyt.*
- *Store deler av tiden en montør bruker på byggeplassen er ikke verdiskapende.*
- *1/3 av tiden (på byggeplass) går til bygging, 1/3 til forberedelse og 1/3 er ren dødtid (svensk undersøkelse).*
- *Svinn, brekkasje, mv. utgjør for visse materialer 30% av det samlede materialforbruket.*
- *Mesteparten av materialanrop er hasteordre.*
- *Det kjøpes inn store kvanta uavhengig av byggeprosessen.*
- *Bedre logistikk har et potensial mht. kostnadsreduksjon.*

(Veiseth, et al., 2004).

En undersøkelse som Veidekke utførte i 2009 viser mer eller mindre det samme når det kommer til mengden av tid ved et byggeprosjekt hvor man ikke er effektiv, se figur 1 (Bølviken, 2009).

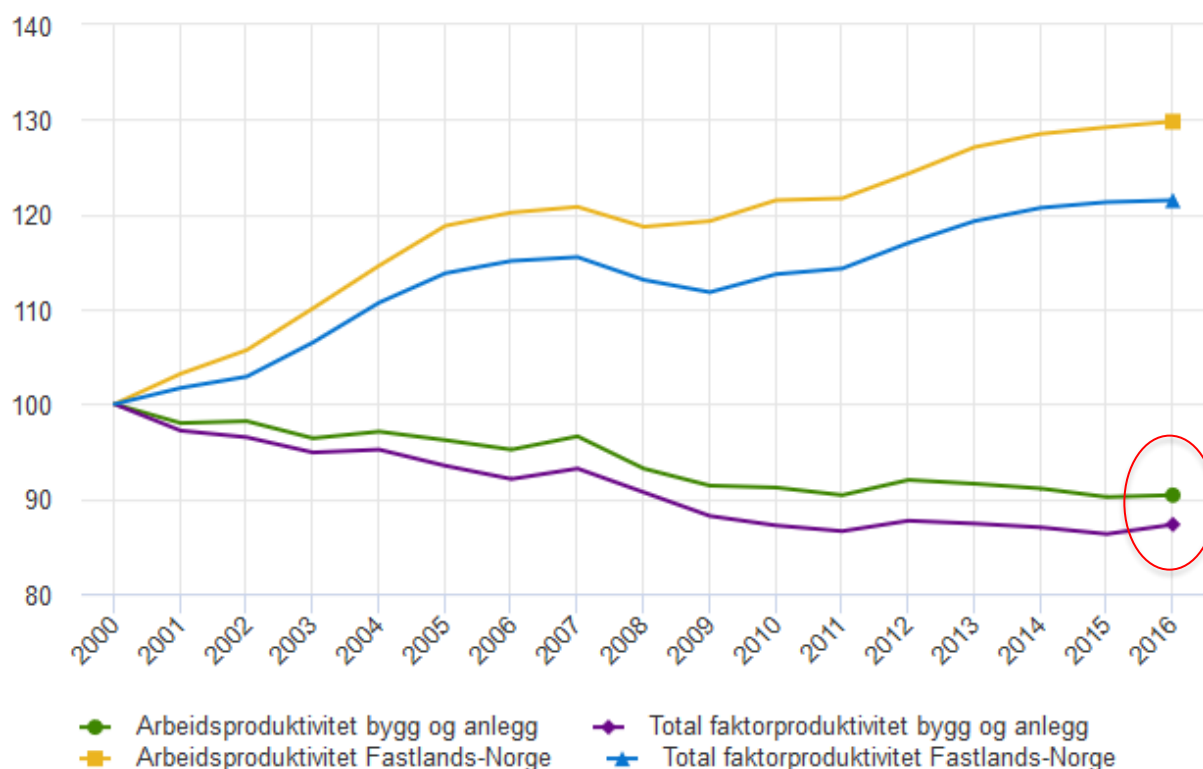


Figur 1 - Tidsbruk på byggeplass (Bølviken, 2009)

Statistikk fra Statistisk Sentralbyrå viser at både arbeidsproduktivitet og total faktorproduktivitet i bygge- og anleggsbransjen har vært nedadgående mellom år 2000 – 2016, se figur 2. Statistikken viser at effektiviteten (produktiviteten) i bransjen har sunket med ca. 10 prosent i løpet av 16 år. Det er to begreper som er tatt i bruk i forbindelse med statistikken og det *arbeidsproduktiviet* og *total faktorproduktivitet*.

Arbeidsproduktiviteten reflekterer ikke bare arbeidskraftens kunnskaper og innsats, men også andre forhold, som mengden produksjonskapital, teknologi, organisering, stordriftsfordeler og kapitalutnyttelse.

Total faktorproduktivitet kan sees på som et mål på generell teknologisk fremgang, selv om det også er påvirket av andre faktorer, som arbeidskraftens kompetanse, underleveranser fra andre næringer og kapasitetsutnyttelse (Statistisk Sentralbyrå, 2018).



Figur 2 - Produktivitet. Indeks år 2000 = 100% (Statistisk Sentralbyrå, 2018)

## 2.1 Reklamasjoner og byggefeil – et stort problem

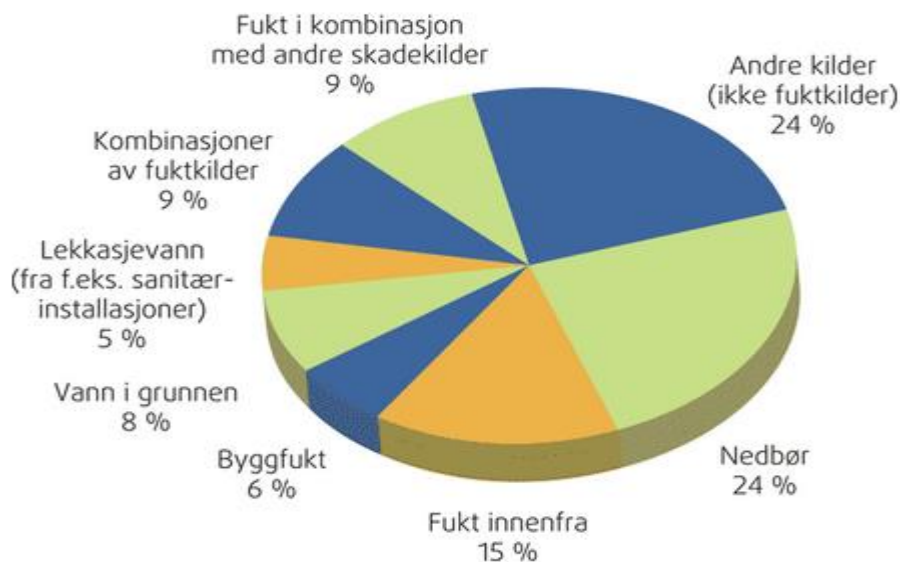
Reklamasjoner er en stor utfordring i byggebransjen. Bransjen preges av mange feil og skader på bygg og dette medfører høye byggekostnader og forsinkelser. Å anta at dette er en faktor som påvirker effektiviteten i negativ grad er ikke urimelig og derfor er det interessant å se på hvor stor påvirkning reklamasjoner har på småhusbransjen og hvordan for eksempel industrialisering og digitalisering kan føre til reduksjon av reklamasjoner.

I rapporten *Kompetanseoverføring for reduksjon av byggefeil* fra Byggenæringens landsforening og Norges Byggforskningsinstitutt står det følgende: «det blir viktig å formidle til forbrukeren at veksten i boligprisene skal dempes gjennom tiltak som reduserer veksten i byggekostnadene. For å redusere byggekostnadene er det vesentlig å redusere byggefeil. Mindre byggefeil vil føre til økt lønnsomhet for byggenæringen. Den økte lønnsomheten vil

*føre til mer boligbygging. Når tilbudet på boliger øker, vil prisen bli lavere» (Stenstad, et al., 2005).*

Tidligere undersøkelser og anslag forteller at byggefeil koster samfunnet flere milliarder kroner årlig, 12-15 milliarder kroner ifølge Det kongelige kommunal- og regionaldepartementet (Det kongelige kommunal- og regionaldepartementet, 2007-2008). Selv om tallene er omdiskutert er omfanget likevel såpass stort at det utgjør et problem for både samfunnet og bransjen. Selv om disse tallene representerer hele bygge- og anleggsbransjen, kan man anta at årsaker til disse tallene også stammer fra småhusbransjen.

I en artikkel i Teknisk Ukeblad står det at: «*det blir dårligere og dårligere håndverk i landet, og i 2016 ble det registrert byggskader for til sammen 17 milliarder kroner i Norge, viser tall fra SSB*». Av disse skadene er 4610 vannskader inkludert – altså 12 vannskader hver dag. I samme artikkel står det også at: «*tidligere undersøkelser gjennomført av SINTEF Byggforsk har konkludert med at så mye som 65 til 70 prosent av alle byggskader skyldes fukt*» og at årsaken til dette er dårlig håndverk, samt at årsaken til byggefeil er dårlig arbeid hos både prosjekterende og utførende (Garathun, 2017). Figur 3 viser fordelingen av skadekilder for fuktskader i bygg.

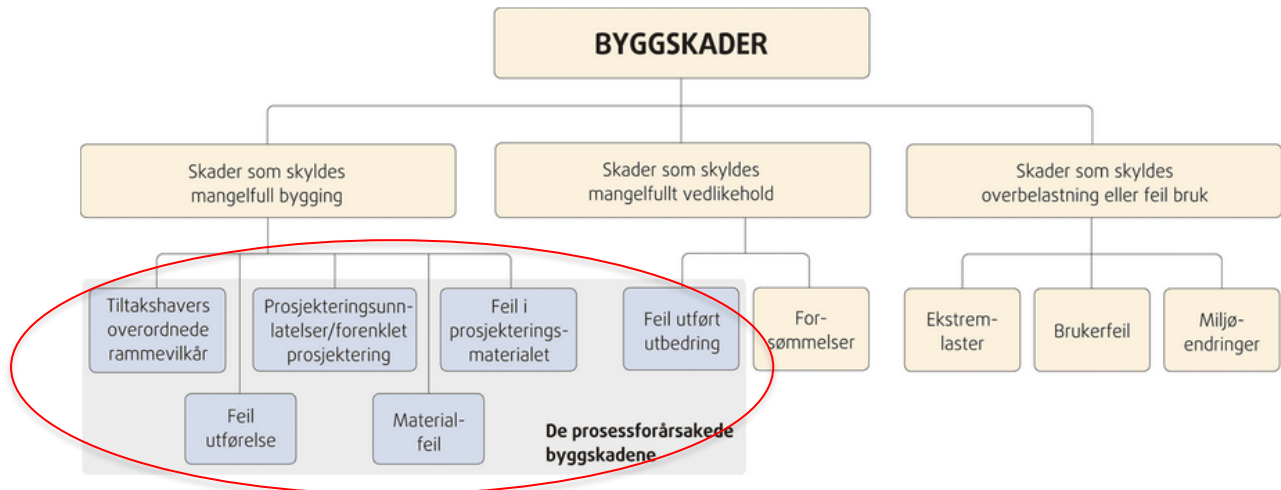


Figur 3 - Fordeling av skadekilder for fuktskader i bygg (SINTEF Byggforsk, 2010)

Når det gjelder byggskader, finnes det noe som kalles *prosessforårsakede* byggskader. Ifølge SINTEF Byggforsk er prosessforårsakede byggskader «*skade på bygg som skyldes at det under utredning, prosjektering, produksjon eller materialtilvirkning ikke har lyktes en aktør å følge normert, standardisert, anerkjent metode eller konkrete metoder*».

Det kan også være «*bortfall/reduksjon av forutsatt ytelse som observeres etter at byggearbeidene er avsluttet og som er forårsaket av andre forhold enn forutsatt/akseptert slitasje under den forutsatte levetid*» (SINTEF Byggforsk, 2010).

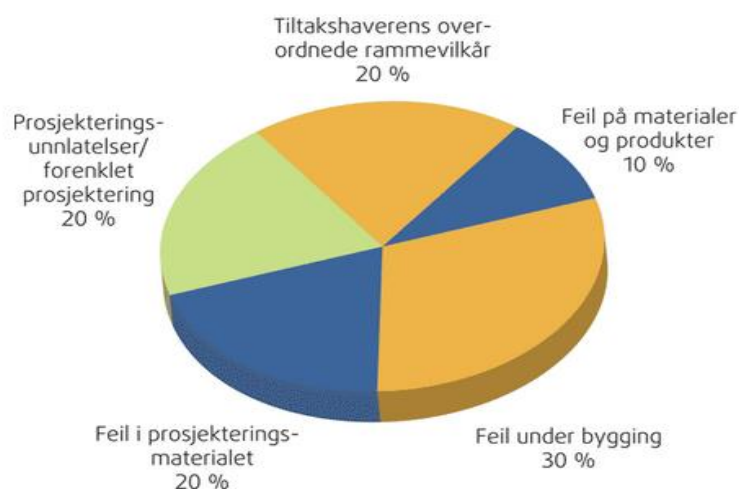
Figur 4 viser en inndeling av byggskader hvor det er de prosessforårsakede byggskadene som er mest relevant for denne oppgaven.



Figur 4 - Inndeling av prosessforårsakede byggskader (SINTEF Byggforsk, 2010)

Videre står det i rapporten at «*de årlige kostnadene forbundet med utbedring av prosessforårsakede byggskader i Norge beløper seg til omkring 4% av de årlige investeringskostnadene ved nybygging. Kostnader til oppretting av prosessforårsakede byggskader for ferdige, overleverte bygg, altså nye 5%. Det samlede forbedringspotensialet i byggenæringen ligger dermed på 7-11% av årlig netto byggproduksjon*» (SINTEF Byggforsk, 2010).

Figur 5 viser hvor hen i byggeprosessen det skjer flest prosessforårsakede skader.



Figur 5 - Fordeling av prosessforårsakede skader (SINTEF Byggforsk, 2010)

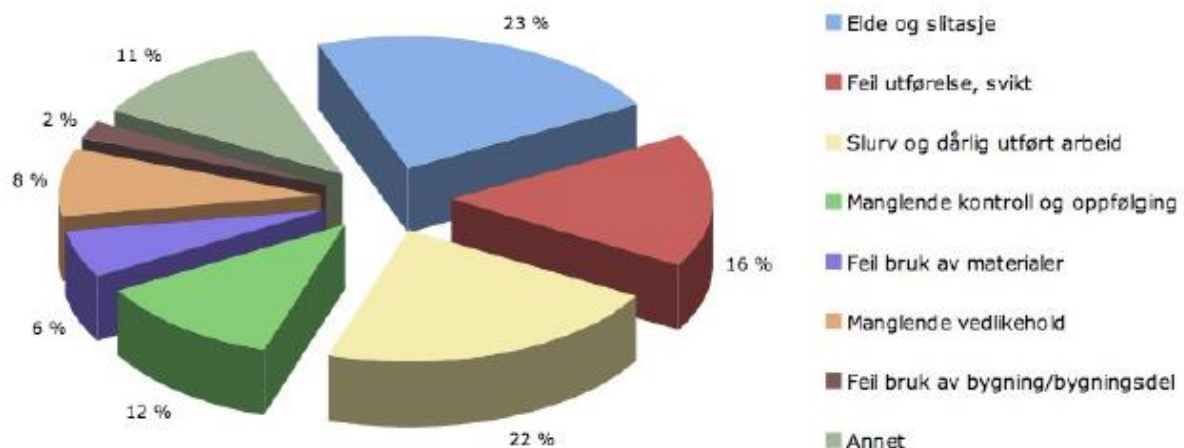
Årsakene til byggskader kan være mange, men ut ifra figuren over og rapporten fra SINTEF Byggforsk så er noen av årsakene:

- *Pris- og tidspress fører ofte til uheldig valg av materiale og løsninger.*
- *Dårlig samarbeid og kommunikasjon mellom aktørene i byggeprosessen.*
- *Personer opererer utenfor deres kompetanseområde.*
- *Prosjekteringsunntatelser eller prosjekteringsfeil.*
- *Dårlige rammebetingelser og for lite prosjektering kan føre til uklar fordeling av ansvar.*

(SINTEF Byggforsk, 2010).

At byggefeil og byggskader er en stor kostnadspost er det ingen tvil om. Dette tilsier da at når man må bruke store summer på utbedring av reklamasjoner så er dette også en tidkrevende prosess, og kan føre til forsinkelser i byggeprosjekter. Forsinkelsene varierer i tid, alt ettersom hvor store og mange utbedringer det er snakk om.

Figur 6 viser hvor kostnadene som brukes til å rette opp i eller utbedre byggefeil er fordelt.



Figur 6 - Kostnader fordelt på årsaker (Norges Takseringsforbund, 2008)

Figuren viser at feil utførelse, svikt, slurv, dårlig utført arbeid, manglende kontroll og oppfølging, samt feil bruk av materialer utgjør til sammen over 50% av kostnadene. Og tidligere erfaringer med byggefeil og byggskader bekrefter at kvalitetssikringen er for dårlig, noe som tilsier at nye måter å sikre kvaliteten på er en høy prioritering (Norges Takseringsforbund, 2008). Det kan også nevnes at det vil være mindre ressurskrevende å unngå feil enn å måtte rette opp i feil (Eikeland, 2001).



## 2.2 Industrialisering og produksjon i fabrikk

Da Bygg21 avholdt et møte i 2016 om industrialisering, ble det konkludert med at industrialisering er gjentakelse av standard prosesser og løsninger, hvor man tar i bruk produksjon på fabrikker i utstrakt grad. Dette fører til økt forutsigbarhet og gir også en helt annen mulighet for bedre kvalitetssikring og kontroll, noe som blant annet kan føre til redusering av reklamasjoner (Høiland-Kaupang, et al., 2017).

Det man ønsker å få ut av industrialisering er å effektivisere byggeprosesser gjennom å rasjonalisere arbeidsoperasjoner, man ønsker å oppnå fordeler med stordrift og effekten av gjentakelser, samt å få bedre kontroll over leveranser og logistikk generelt (Berg, 2005). Samtidig vil det bli enklere å kvalitetssikre det ferdige produktet og man blir heller ikke så avhengig av skiftende værforhold. Det blir enklere å automatisere flere av arbeidsoperasjonene, samt utnytte billigere arbeidskraft (Berg, 2005). SINTEF Byggforsk mener at industrialiserte byggeprosesser vil føre til:

- *Kortere byggetid.*
- *Mer effektive og smidige prosesser.*
- *Reduserte kostnader.*
- *Økt konkurransekraft.*
- *Bedre kontroll.*
- *Færre arbeidsulykker.*
- *Renere bygg.*
- *Bedre kvalitet og færre byggskader.*
- *Økt levetid.*

(Høiland-Kaupang, et al., 2017).

Industrialiserte byggeprosesser vil også føre til økt produktivitet ifølge Schmenner (2015), som trekker frem to suksesskriterier for økning av produktivitet:

1. Reduksjon av variasjon i kvantitet, tid og kvalitet.
2. Reduksjon av gjennomstrømningstid, som betyr tiden det tar for å lage et produkt.

Nyrud, et al., (2011) forklarer at for småhus så vil industrielt trebyggeri omfatte produksjon av ferdighus og produksjon av større bygningselementer (vegger, tak, etasjeskillere). Videre nevnes det at de viktigste årsakene til at man bør etablere industrialisert produksjon av trebygg er:

- *Reduserte produksjonskostnader på grunn av mindre arbeidsintensiv produksjon og mer effektiv ressursutnyttelse.*
- *Jevnere kvalitet på grunn av standardisert produksjon og råvarer (se fukt).*
- *Høyere volum på grunn av standardiserte produkter.*
- *Raskere leveranser på grunn av standardiserte produkter.*
- *Fleksibilitet på grunn overordnet planlegging.*
- *Bedre leveransesikkerhet på grunn av organisasjonsmessige fordeler.*
- *Offentlige krav gitt i lover og standarder.*

## **2.3 Digitalisering, kommunikasjon og informasjonsflyt**

I 2016 utførte Bygg21 en undersøkelse fra mai til september om digitalisering av byggebransjen. Bygg21, som er et samarbeid mellom bygg- og eiendomsnæringen og statlige myndigheter, har et mål om at bransjen skal bli mer effektiv med mer presis og effektiv informasjonsflyt knyttet til installasjoner og byggevarer, samt å støtte byggenæringens ambisjoner om en mer industriell og digitalisert praksis (Følgesvold, 2016).

Bygg21 mener at det er et stort uutnyttet potensial når det kommer til digitalisert dokumentasjon, e-handel, produktsøk, logistikk og distribusjon og at det i dag er et fragmentert område med mange prosesser som utføres på mange ulike måter med variert kvalitet, økte kostnader og tidsforbruk. Med denne undersøkelsen har de gjort en del interessante funn og disse er:

- *Generelt er graden av digitalisering i bransjen moderat. En betydelig andel bestillinger, kontroller og fakturering skjer manuelt eller via epost.*
- *Det er betydelige forskjeller mellom bransjene. Rør-bedriftene som har deltatt i undersøkelsen er generelt sett mer digitalisert og bruker i større grad elektroniske systemer, spesielt i forhold til bygg.*
- *Bestillinger gjøres i hovedsak fra byggeplass, og skjer fremdeles i betydelig grad via epost eller telefon, spesielt for firma innenfor bygg.*
- *Nærmere halvparten (47%) ser et stort eller svært stort potensial for forbedring av identifikasjon og logistikk i prosjekter.*
- *Mangler ved egne og/eller leverandørenes IT-systemer ses på som de største barrierene for videre utvikling. 1 av 3 opplever at de ikke har tilfredsstillende IT-løsninger relativt til behovene.*

(Følgesvold, 2016).

For at man skal kunne gjøre noe med disse funnene, så er bruken av blant annet BIM nevnt som en god løsning.

### 2.3.1 BIM

BIM står for bygningsinformasjonsmodell eller bygningsinformasjonsmodellering. Meningen med BIM er å gi deltakere av et byggeprosjekt forskjellig informasjon om konstruksjonens (byggets) komponenter og fag. De vanligste funksjonene i BIM er å kunne visualisere bygget som skal bygges, mengdeuttak, for- og etterkalkyle og kontroll.

BIM er et nyttig verktøy for digitalisering av planlegging, konstruksjon, logistikk og risikostyring ved et byggeprosjekt. I tillegg til dette er hensikten med BIM å skape såkalte «papirløse» prosjekter, altså at man tar i bruk elektronisk utstyr istedenfor papirer/tegninger, slik som datamaskiner og programvarer for BIM på kontorene og nettbrett/mobiltelefoner med ute på byggeplass med apper tilknyttet BIM-programvaren. (BNL, 2017).

Med BIM-modellen kan man få informasjon om byggeprosjektet i ulike dimensjoner, se tabell 1:

Tabell 1 - Dimensjoner i BIM (The BIM Jedi, 2018)

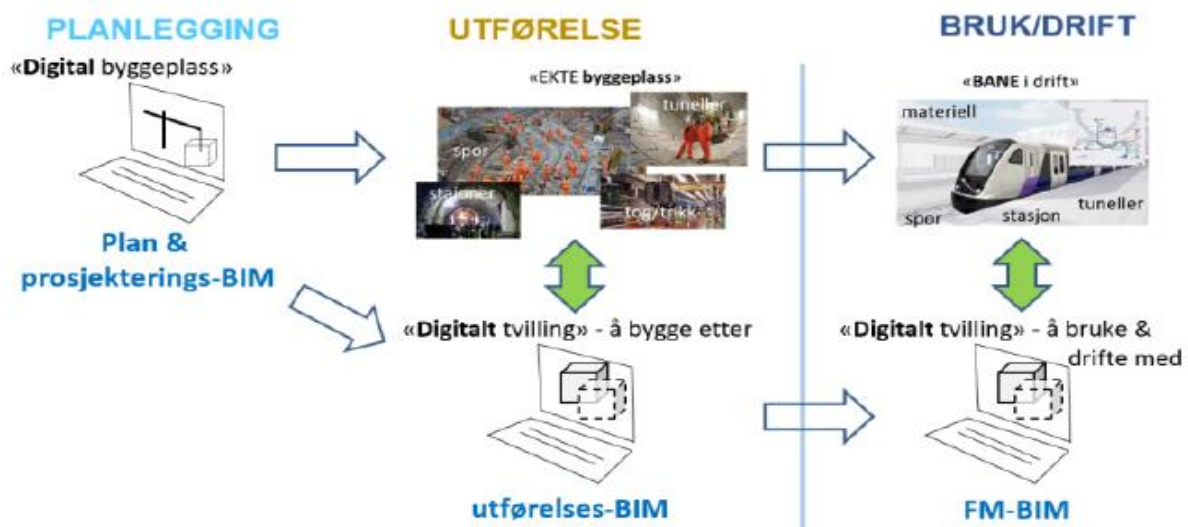
Dimensjon	Beskrivelse
3D	Gir en visuell representasjon av bygget og etter hvert som byggeprosjektet utvikler seg vil visualisering bli mer detaljert
4D	Gir en visualisering av fremdrift og gjennomføring i form av fremdrifts- og gjennomføringsplan. BIM-modellen er linket opp imot de forskjellige aktivitetene og hvordan disse påvirker hverandre.
5D	Gir en visualisering av kostnader ved et byggeprosjekt og man kan få en estimering av både kapitalkostnader og driftskostnader. Dette gjelder ved både planlegging, prosjektering, utføring og bruk.
6D	Gir en visualisering av byggets bærekraftighet. Man får informasjon om byggets energiforbruk og man kan estimere forbruket i en tidlig fase slik at man kan oppnå lavere forbruk når bygget står ferdig.
7D	Gir en visualisering av FDV (forvaltning, drift og vedlikehold). Man får informasjon om drift og vedlikehold av bygget ved bruk som kommer i fra for

	eksempel leverandører. Man kan få driftsrelevant informasjon som installasjonstidspunkter og levetid på diverse komponenter.
8D	Gir informasjon om hvordan bygget eventuelt skal rives og.

Med BIM-modellen kan man skape en såkalt *digital byggeplass*. Denne modellen gir ulik informasjon tilknyttet prosjektets planlegging og prosjektering. Man kan få informasjon om planer for gjennomføring, byggeaktiviteter og om prosjektets logistikk og hvordan dette skal utføres. Man får realistiske simuleringer av byggeprosessen som sikrer at man kan påbegynne bygging, og at man tilfredsstillt krav om spesifikasjoner og krav fra myndigheter. Utfordringer tilknyttet byggeprosessen vil kunne bli avdekket før selve byggingen starter (BNL, 2017).

I utførelsesfasen følger man den digitale planen ved oppføring av bygget med hjelp av en *digital tvilling*. Siden alle aspekter av byggeprosjektet er ivaretatt i både planlegging og prosjektering så vil det ikke være nødvendig å måtte gjøre tilpasninger på byggeplassen. Skulle det forekomme avvik eller endringer så vil dette synkroniseres med systemet og informasjonen vil kunne overleveres til alle involverte aktører og kunden (BNL, 2017).

Også i bruksfasen vil BIM-modellen fungere som en *digital tvilling*. Da kan man få ulik informasjon om bygget og hvordan det skal driftes og vedlikeholdes. Man kan få generert informasjon om drift og dette kan brukes til optimalisering av driften slik at det er mulig å redusere kostnadene knyttet til byggets livsløp. Figur 7 viser hvordan både digital byggeplass og digital tvilling fungerer.



Figur 7 - Digital byggeplass og digital tvilling (BNL, 2017)

### **2.3.2 Åpen BIM**

I dag finnes det mange forskjellige dataprogrammer hos de ulike fagene som kan benyttes for å lage en BIM-modell, slik som Tekla, Civil 3D, Revit og ArchiCAD. På grunn av dette er det viktig at alle programvarer er i stand til å snakke med hverandre (API), om det så er tegneprogrammer, kalkulasjonsprogrammer, innkjøpsavtaler o.l. Derfor har BuildingSMART utviklet et felles språk for å muliggjøre slik kommunikasjon ved å benytte internasjonale standarder slik som GUID, IFC, IFD og IDM.

BuildingSMART er en nøytral arena for innovasjon og digitalisering av bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen. Foreningen jobber for smartere deling av informasjon og for et bærekraftig bygd miljø (BuildingSMART, 2019).

#### **GUID (Globally Unique Identifier)**

Dette er et unikt referansenummer som kan brukes som et identifikasjonsnummer for bygningskomponenter i forskjellige dataprogrammer (Wikipedia, 2019).

#### **IFC (Industry Foundation Classes)**

Dette er et internasjonalt standardisert filformat for utveksling av informasjon i åpen BIM. Programvarer som tas i bruk i åpne BIM-prosesser må være i stand til å eksportere og importere filer i dette filformatet (IFC Wiki, 2019).

#### **IFD (International Framework for Dictionaries)**

Dette er et internasjonalt standardisert bibliotek for navn på komponenter som skal utveksles gjennom forskjellige IFC-filer. De ulike programvarene må være i stand til å lese informasjon fra IFC-filer på en riktig måte og da er det viktig at det finnes en felles standard for navngivning av bygningskomponenter. Hvis ikke dette benyttes vil man kunne få et mangelfullt resultat (BuildingSMART, 2014).

#### **IDM (Information Delivery Manual)**

Dette er et sett med regler som sikrer at den rette informasjonen kommer til rett instans og til rett tid (BuildingSMART, 2014).

## **3 Tidligere forskning og erfaringer fra byggeprosjekter**

Dette kapittelet vil presentere noen rapporter fra forskjellige organisasjoner. Disse handler om både industrialisering og digitalisering ved bygging av småhus i tre og var for så vidt de eneste rapportene av de som ble funnet som fokuserte på småhusbransjen og ikke hele bygge- og anleggsbransjen, se kapittel 1.2.2 *Bøker, rapporter og masteroppgaver*.

Rapportene presenterer eksempler på forskjellige prosjekter og prosesser hos både entreprenører og leverandører.

### **3.1 SINTEF Byggforsk**

#### **Industrialisering som mulig vei for reduksjon av byggekostnader.**

I 2005 utarbeidet Byggforsk, da Norges Byggforskningsinstitutt, oppdragsrapporten *Industrialisering som mulig vei for reduksjon av byggekostnader*. Rapporten presenterer blant annet eksempler og beskrivelser på ulike bygg og graden av industriell produksjon i disse og synspunkter/uttalelser fra ulike aktører på både bestiller- og produksjonssiden om deres tanker, prosesser og planer om industrialisering.

Selbuhus er en av aktørene det vises til. Deres sterkeste argument for å bygge sine hus «innendørs» på fabrikk er problemene med fuktpåkjenning man opplever i byggetiden når man bygger hus ute på en byggeplass. De sier blant annet at «*materialene til Selbuhus trenger ikke å tørke - de har aldri vært fuktige*».

Skeie Bygg AS, som er inspirert av Selbuhus, er en annen aktør som også bygger sine hus inne på fabrikk. I 2004/2005 investerte de litt over 1 million kroner på å oppgradere både produksjonsutstyr og -bygg. Dette førte til at om lag 80% av byggeprosessen skjer inne i en produksjonshall på 1100kvm. De forteller at etter husseksjonene er plassert på den ferdige grunnmuren, og alt tettearbeid og arbeid med tekniske installasjoner er utført, har dette vanligvis tatt dem ca to uker og huset er da klart til bruk (Berg, 2005).

Seksjonene bygges på 2,5 meter i husets bredde og taket transporteres ut flatt og blir heist på plass i rett vinkel på byggeplassen. Transportering av seksjoner og tak til byggeplass går smertefritt ta kryssende ledningsnett langs ruten er høyere enn 4,5 meter – dette er også frakthøyden.

Skeie Bygg forteller at denne byggeprosessen er velprøvd. Eneste utfordringen er at produksjonshallen til tider ikke er stor nok til flere prosjekter samtidig. Skeie Bygg forteller også at det er ikke alle hustyper som kan produseres med industrielle byggeprosesser, men så lenge hovedformen er rektangulær opplever de ingen problemer med innendørs husbygging. Andre fordeler er mer effektiv produksjon, de unngår bruk av stillas, enklere materialhåndtering og det er enklere å utføre kontroller som er lovpålagt (Berg, 2005), se figur 8.



SATSER: Med ny huskatalog og ny produksjonsmåte håper Bjørnar Skeie i Skeie Bygg AS på en ny giv i husmarkedet i Namdalen og på Helgeland

Foto: Svein Erik Tviberg



BYGGER INNE: Skeie Bygg AS gjør nå ferdig husseksjonene i produksjonshallen. Dette gir ifølge Bjørnar Skeie en mer effektiv produksjon, og kortere tid på byggeplassen før huset kan tas i bruk.

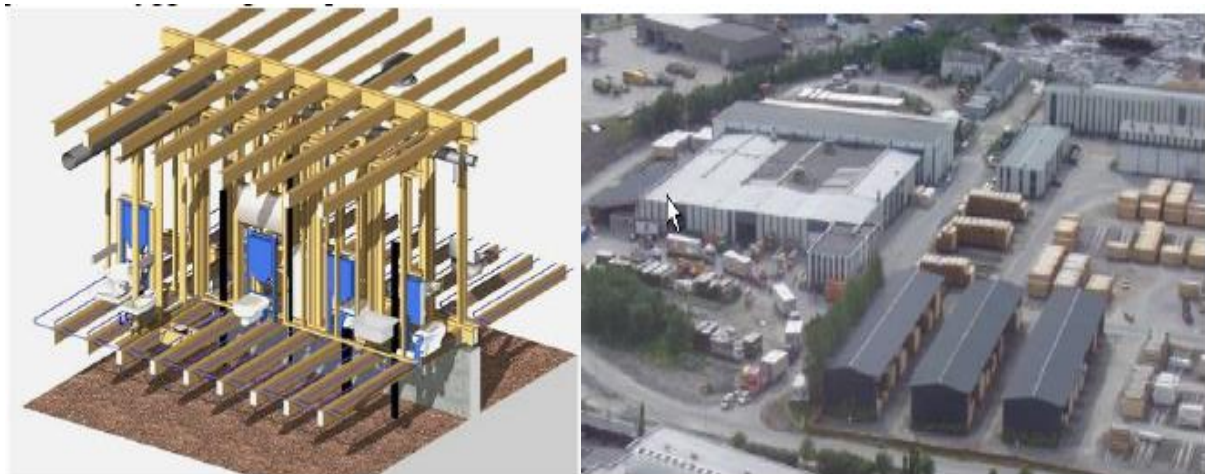
Foto: Svein Erik Tviberg

Figur 8 - Skeie Bygg AS (Berg, 2005)

## Industrialisering og systematisering av boligproduksjonen

Prosjektrapporten *Industrialisering og systematisering av boligproduksjonen*, som ble utarbeidet av SINTEF Byggforsk og OBOS i 2008, er et prosjektarbeid som har skapt en del engasjement hos flere deltakere angående industrialisering av boligproduksjon. Blant annet hos aktører som benytter seg av både elementer og moduler ved bygging av boliger.

En av aktørene er Husfabrikken som er en del av Skanska Norge AS. Husfabrikken har tatt et langt skritt når det kommer til industriell bygging. For deres del har modulbygging til blant annet boliger ført til kortere produksjonstid på byggeplass og bedre kontroll på kostnader og kvalitet. Modulene er bygget opp av stendere og bjelker av tre i fabrikk i Steinkjer, se figur 9.



Figur 9 - Illustrasjon av bæresystem i ArchiCAD til venstre og fabrikk i Steinkjer til høyre (Berg, 2008)

En av grunnene til at Husfabrikken har opplevd suksess med industrialisering er fordi de har lagt om prosjekteringen til BIM og 3D. Ved å bruke IKT-verktøy for modellering av bygg (ArchiCAD) har de klart å redusere prosjekteringstiden med 30-50%. De har også oppnådd gode rutiner på kvalitetssikring for å se at alt stemmer før bygget påbegynnes (krasjkontroll). Sperrer og takstoler blir tilsendt fra takstolprodusent i et filformat som kan settes direkte i 3D-modellen for å se at alt stemmer (Berg, 2008).

Videre står det i rapporten at BIM muliggjør industrialisering. Etter å ha bygget opp en modell av boligen i BIM er det mulig å kunne koordinere innkjøp og logistikk. Så snart det industrialiserte produktet er blitt definert er det mulig for bedre forvaltning av bygget helt ned til enkelt elementnivå. Dette betyr at man kan ved større boligprosjekter med flere like boliger ha et basiskonsept med ulike leverandører (Berg, 2008).

### **Industrialisering av byggeprosessene – status og trender**

I første halvdel av år 2016 utarbeidet forskere ved SINTEF Byggforsk rapporten *Industrialisering av byggeprosessene – status og trender* i samarbeid med forskere fra NTNU og SINTEF Raufoss Manufacturing. Hensikten med rapporten var å kartlegge status og trender på feltet «industrialisert byggeprosess». Rapporten er delt i tre deler og i del to av rapporten legges det frem eksempler, forskning og erfaringer både nasjonalt og internasjonalt.

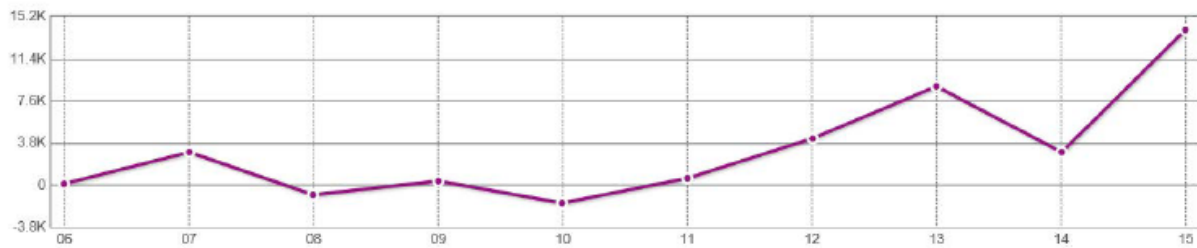
I rapporten kommer det frem at årsakene til at industrialisering er så høyt oppe på agendaen i byggenæringen er teknologiutvikling, et tøffere og mer globalt marked og behovet for større kostnadseffektivitet. Dette har ført til at flere tar initiativ for at industrialisering skal få en større rolle i BA-næringen. Bygg21 har blant annet sagt at industrialisering av byggeprosessene er ett av flere tiltak som kan bidra til å oppnå 20% kostnadsreduksjon av byggekostnader innen 2020 (Høiland-Kaupang, et al., 2017).

I bransjen er det to segmenter med aktører som benytter seg av industrialisering. I det ene segmentet har man hovedsakelig entreprenører, utbyggere og leverandører av elementer og moduler som i stor grad bruker prefabrikkerte bygningsdeler med moderat/stor ferdiggrad. I det andre segmentet har man også entreprenører og utbyggere, men man kan også inkludere arkitekter og rådgivere som alle bygger med høy grad av industrialisering men med lav ferdiggrad. I dette segmentet finner man også boligprodusenter som tar i bruk BIM som hjelpemiddel, deriblant Norgeshus (Høiland-Kaupang, et al., 2017).

Det trekkes spesielt fram i rapporten at noen underleverandører er langt fremme når det kommer til industrialisering og at grunnen til det er at disse aktørene må kunne respondere raskt og levere god kvalitet da de ofte tar imot småordrer.

Pretre er en leverandør av takstol som er godt på vei til å tilpasse seg industrialisering og automatisering. Før automatisering brukte Pretre ca 20 arbeidsminutter på en takstol. Etter å ha godt over til mer automatisert teknologi har produktiviteten øket med 400%. Selv om investering var stor har det endret driftsresultatet i positiv retning, se figur 10 (Høiland-Kaupang, et al., 2017).





Figur 10 - Pretres driftsresultater fra år 2005 – 2015 (Høiland-Kaupang, et al., 2017)

En annen underleverandør som har gjort betydelige investeringer i automatisert teknologi er Gilje vinduer og dører som har et veldig moderne produksjonsmiljø og fokuserer i tillegg veldig mye på grundig planlegging for å oppnå mest mulig flyt. Med dette har Gilje oppnådd økt effektivitet/produktivitet men også økt kvalitet på produktene.

Gilje jobber også etter filosofien Lean Construction for å unngå flest mulige unødvendige operasjoner, som vil si å fjerne prosesser som ikke er verdiskapende i kundens øyne. Alt dette har ført til at Gilje jobber bedre og smartere, opplever høyere effektivitet og produktivitet og leverer produkter med økt kvalitet (Høiland-Kaupang, et al., 2017).

## 3.2 Norsk Treteknisk Institutt

### Industrielt trebyggeri: Erfaringer fra norske prosjekter

Rapporten *Industrielt trebyggeri: Erfaringer fra norske prosjekter*, som ble utarbeidet i 2011 av Norsk Treteknisk Institutt, gir en oversikt over ferdigstilte byggeprosjekter hvor industrielt trebyggeri er det anvendte byggekonseptet. Rapporten presenterer erfaringer fra de forskjellige prosjektene.

#### Passivhus i Skøyen

I høsten 2009 ble det ferdigstilt et passivhus i Skøyen i Oslo og byggetiden var på 12 måneder med en kostnad på ca 19000kr/kvm BRA eks. mva. Huset var 186 m<sup>2</sup>.

Veggene var av elementer i massivtre og det ble til sammen produsert 38 elementer hvor alle ble pakket i plast. Elementene ble lagret frem til montering og hadde en fuktighet på 10%. Grunnen til at elementene ble pakket i plast var for å unngå at UV-stråler og forurensning skulle senke kvaliteten på elementene.

Hele bygget ble i tillegg oppført under telt for å forhindre byggfukt under byggeperioden. Dette førte til at tørkeperioden ble mye kortere. Bruken av elementer førte også til redusert avfall på byggeplass. Figur 11 viser et bilde av huset når det ble oppført under telt.



*Figur 11 - Bilde av huset som ble bygget under telt (Nyrud, et al., 2011)*

Elementene ble produsert av Norsk Massivtre As i en hall i Valdres og ble der igjen satt sammen på byggeplass i Skøyen. Elementene var ferdig tilpasset for sammenføring med andre elementer og hulltaking for åpninger (dører/vinduer).

Elementene (det bærende skallet) ble først satt opp og montert sammen og ble så tettet igjen. Takelementene i massivtre, som var saltakselementer, ble heist på plass til slutt.

Konklusjonen ved dette prosjektet er at kombinasjonen passivhus og massivtreelementer fungerte godt (Nyrud, et al., 2011). Figur 12 viser det ferdige produktet.



*Figur 12 - Bilde av det ferdige huset i Skøyen (Nyrud, et al., 2011)*

### **Passivhus i Bodø**

Fra 2009 til 2010 ble det ført opp en enebolig i passivhusutførelse i Bodø hvor hovedentreprenøren var Moelven Byggmodul. Huset var 172 m<sup>2</sup> og er et eksisterende kataloghus fra Mesterhus.

Det ble benyttet ferdige elementer som ble produsert i fabrikk, altså under tørre og kontrollerte forhold. Elementene for vegg kom til byggeplass ferdig med vinduer, dører og vindsperre. Takkonstruksjonen består av prefabrikkerte takstoler. Tetting av vegger og tak ble utført på byggeplassen.

Selv om den største utfordringen med dette prosjekter var passivhusutførelsen, så var det en fordel å ta i bruk elementer så snart det var bestemt i planleggingsfasen hvilke løsninger som skulle benyttes og at alle aktørene var klar over detaljene tilknyttet løsningene (Nyrud, et al., 2011). Figur 13 viser det ferdige huset.



Figur 13 - Bilde av det ferdige huset i Bodø (Nyrud, et al., 2011)

### **Suksessfaktor og utfordring ved prosjektene i Skøyen og Bodø**

En viktig suksessfaktor når det kommer til industriell trebygging er vellykket logistikk. Grunnen til dette er fordi tre er et fuktømfintlig material og det må etableres gode løsninger for logistikk slik at elementene ikke utsettes for fuktige miljøer. I hovedsak så gjelder dette transportering av elementer fra fabrikk til byggeplass.

Hvis man ønsker å ivareta god kvalitet på et bygg må de rette materialene leveres til rett tid og at dette samsvarer med progresjonen i prosjektet. Begge prosjektene som er nevnt har benyttet prefabrikerte elementer i høy grad og har jevnt over opplevd smidig logistikk på byggeplassen, med tanke på både byggeavfall og kort reisetid for bygget (Nyrud, et al., 2011).

Det skal nevnes at elementene som ble produsert var ikke standardiserte da hvert av byggene var unike (EAT-prosjekter) og de krevde spesielle tilpasninger med tanke på både planlegging og projektering. Dette medførte at muligheten for effektivisering på grunn av standardisering forsvant. I rapporten står det at *«det er få av de mindre produsentene som har klart å utvikle standardiserte byggesystemer med høy grad av repeterbarhet»*.

Det er tydelig en utfordring å kunne tilby fleksible løsninger som kan tilfredsstill kundens ønsker og behov, mens man fremdeles prøver å basere byggeprosjektet på standardiserte



elementer når det likevel kun brukes noen få elementer ved unike eneboliger (Nyrud, et al., 2011).

### 3.3 Nordbohus

#### Reduserte kostnader med pilot SOGN123

I 2016 påbegynte Nordbohus et prosjekt hvor hensikten var å effektivisere byggeprosessen og redusere byggekostnader med 20%. Satsingsområdene var følgende:

- Rasjonell logistikk
- Effektiv utnyttelse av IT-verktøy
- Standardisering av metoder og konseptboliger

(Nordbohus Sogn AS, 2016).

Grunnen til at prosjektet ble startet opp var på grunn av utfordringen for førstegangsetablerere å komme seg på boligmarkedet. Nordbohus satte i gang med å utvikle et nytt, rasjonelt boligkonsept hvor boligene kunne leveres med rasjonelle løsninger og til lav pris.

Boligkonseptet består av tre typer horisontale tomannsboliger som kan settes sammen til en firemannsbolig i seks varianter. Se figur 14 for tegninger.



Figur 14 - SOGN123 (Nordbohus Sogn AS, 2016)

For å kunne oppnå rasjonell bygging så de først på design av boligen og fant ut at de måtte fokusere på følgende områder:

- Enkel bygningskropp (4 hjørner)
- Serieproduksjon (elementbygging, like takstoler, like elementer for bjelkelag, lik oppbygging av vegger)
- Gjentakende bygningskomponenter (like kjøkken, like bad)
- Ingen endring i konstruksjon når ulike sammensetninger kombineres

Nordbohus opplevde i forbindelse med dette prosjektet en reduisering av prosjekteringskostnader (30%), reduksjon av tidsforbruk på byggeplass på grunn av byggets design (29,7%), redusert tidsforbruk på grunn av redesign etter avvikshåndtering (5,2%) og gjentakende bygging av like boliger med samme byggelag gav redusert tidsforbruk (2,5%) (Nordbohus Sogn AS, 2016).

Kort oppsummert har følgende punkter gitt positive utslag for Nordbohus når det kommer til byggekostnader:

- Enkle designprinsipper (enkel bygningskropp, serieproduksjon, gjentakende bygningskomponenter)
- Rasjonell prosjektering
- Redesign etter avvikshåndtering
- Bruk av samme byggelag og gjentakende bygging
- Forhandle med leverandører av materialer – billigere pris til boligkonsept

(Nordbohus Sogn AS, 2016).

### **3.4 Norsk institutt for by- og regionforskning (NIBR) Industrialisering av trehusproduksjon**

NIBR utarbeidet i 2009 en rapport hvor hensikten var å kartlegge tidligere erfaringer av industrialisering i Norge med spesielt fokus på trehus-produksjon. I rapporten kommer det fram at det er allmenn oppfatning at det er behov for økt industrialisering av boligbyggingen. Med økt industrialisering vil man oppnå bedre og billigere boliger (Schmidt, 2009).

I rapporten konkluderes det med følgende punkter for å lykkes med industrialisering:

- For økt industrialisering må man utvikle langsiktige strategier, da industrialisering krever systematisk forbedringsarbeid og langsiktig satsing. Man kan ta i bruk konsepter som Lean Construction som kan bidra til bedre flyt og mindre sløseri. Enkelte mener derimot at slike satsinger er krevende økonomisk og kan derfor bare gjennomføres av store aktører.
- Det må utvikles utdanningsprogram slik at man kan rekruttere ungdom med gode datakunnskaper og kompetanse. Behovet for systematisk kunnskapsoppbygging vil øke og det må etableres møtesteder og samarbeid mellom forskning og høyskoler/universitet.
- Det må utvikles en bedriftskultur for tilbakeføring av erfaringer og forbedringer.

- For å kunne tilby rett hus til rett tid er det nødvendig med kundekontakt og god kommunikasjon. Behovet for systematisk kartlegging av typer kunder, hvilke valg de har og hvilke valg en kunde kan foreta på hvilke trinn i produksjonen øker. Boligbyggere som bygger for tredje person vil oppleve de største utfordringene med tanke på valgmulighetene for boligbyggerne og deres muligheter.
- For å kunne lette kommunikasjonen mellom de impliserte, og for å forebygge feil, vil det være lurt å ta i bruk dataverktøy som BIM og 3D-modellering. Dette vil også gi bedre kundekontakt og bedre informasjonsflyt til kunden om deres bolig. De vil få opplysninger om boligens egenskaper, programmer for vedlikehold, boligens energibruk og miljøsertifisering. Bruken av slike verktøy vil bli standard på sikt og Statsbygg har introdusert dette som en forutsetning for levering av konkurranseforslag og anbud.
- Reduksjon av sløsing med tid og ressurser, samt leveranser av rett produkt til rett tid, vil sikres på grunn av langsiktige leverandøravtaler.
- Godt samarbeid mellom aktører, slik som produksjonsansvarlige og arkitekter, er en viktig forutsetning for produktutviklingen av kvalitativt gode boliger. Dette kan man oppnå ved å inngå samarbeidsavtaler eller å ansette en sivilarkitekt i egen bedrift.
- Bransjens omdømme og økning av bransjens markedsandeler bør kunne styrkes ved å fokusere på miljøvennlige løsninger og bruk av tre som et miljøvennlig material. Bruk av BIM kan teste ut ulike løsninger med hensyn til boligens energibruk og dette vil også kreve systematisk produktutvikling.
- Man må fokusere på å rekruttere ungdom med mye kompetanse og kunnskaper innenfor data.
- En økning i bevissthet om industrialisert boligbygging som gode og rimelige boliger og trehusindustrien som en attraktivbransje vil være en fordel, og dermed øke fokus på bransjens kultur og omdømmebygging.

(Schmidt, 2009).

## **4 Metoder for innhenting av informasjon fra aktører**

Dette kapitlet vil presentere de metodene som er anvendt for å hente inn informasjon som skal tas i bruk for å svare på problemstillingen og delforskningsspørsmålet.

For å kunne svare på problemstillingen og delforskningsspørsmålet er intervju og observasjoner de fremste metodene for å hente inn nødvendig informasjon. Som forklart

tidligere i kapittel 1.3.1 *Begrensninger* så vil blant annet mangel på tid føre til at programvare knyttet til digitalisering og BIM, og eventuelle andre programmer og utstyr som kan gi ytterligere informasjon om industrialisering, ikke bli benyttet.

For å kunne lage en mest mulig relevant intervjuguide for de forskjellige respondentene, og en spørsmålsguide for observasjonene, så er det tatt utgangspunkt i teori fra kapitlene 1 – 3 i denne rapporten. Da vil den røde tråden for masteroppgaven også bli ivaretatt ved intervjuer og observasjoner og man unngår å «skli ut» slik at man kun innhenter informasjon som er relevant til å svare på problemstillingen.

## **4.1 Intervju**

Intervju er en kvalitativ metode som er basert på muntlig informasjon og man henter inn mange varierte opplysninger om få studieobjekter (Olsson, 2014). Meningen med intervjuene er å innhente relevant informasjon fra aktører som benytter både industrialisering og digitalisering i forbindelse med byggeprosjekter. Dette er aktører som forhandlere og leverandører av Vestlandshus, ressurspersoner i Vestlandshus og andre ressurspersoner i bransjen. Aktørene som ble intervjuet er foreslått av oppdragsgiver, og daglig leder i Vestlandshus, Lars Erik Vinje.

Intervjuene vil hovedsakelig utføres før observasjonene, da intervjuene vil kunne legge til grunn hva som er viktig å fokusere på ved observasjonene.

Det utarbeides en intervjuguide som vil passe alle aktørene slik at man kan få informasjon fra ulike perspektiver, men likevel benytte de samme spørsmålene. På den måten får man et bredere perspektiv når det kommer til effektivisering av småbransjen. Det vil utarbeides en intervjuguide for intervjuene basert på teori fra kapitlene 1 – 3 i rapporten.

Ved intervju vil svarene tas opp med hjelp av en diktafon og skrives inn som et vedlegg i rapporten i ettertid. Intervjuene vil utføres over telefon. Det skal forhøres med respondent om dette er i orden og hvis ikke så vil dette spesifiseres i rapporten. Forfatter vil også spør om respondent ønsker å være anonym og om bedriften skal være ukjent.

### **Fordel med intervju**

Fordelen med intervju er at respondent kan utdype sine svar hvis det er behov for det. Det gir også mulighet for oppfølgingsspørsmål slik at forfatter kan få ytterligere klarhet på svarene fra respondent (Olsson, 2014).



En annen fordel er at man får svar fra aktører som jobber med de aktuelle temaene og innehar mye kompetanse på området. Kanskje også idéer og meninger som kan gi besvarelsen av problemstillingen en helt annen dimensjon enn det som forfatter forventet.

### **Ulempe med intervju**

Ulempen med intervju er at det ikke er lett å trekke en konkret konklusjon da utvalget ikke trenger å være representativ med tanke på opplysningene som gis. På grunn av dette vil det være nødvendig med flere intervjuer av forskjellige aktører, noe som kan være ressurs- og tidkrevende (Olsson, 2014).

Andre ulemper er respondentens tidsplan som kan sette begrensninger på intervjuets varighet, og at respondenten muligens ikke svarer ærlig på grunn av ledende spørsmål som vedkommende egentlig ikke ønsker å svare på.

### **4.1.1 Intervjuguide Før intervjuet**

- *Er det greit om intervjuene tas opp med hjelp av mobiltelefon eller diktafon og/eller at hele intervjuet med spørsmål og svar kan legges til som vedlegg i masteroppgaven?*
- *Ønsker respondent at bedrift skal være ukjent? Hvis ikke, hva er navn på bedrift?*
- *Kort presentasjon av bedrift. Antall ansatte, arbeidsområder e.l.*
- *Ønsker respondent å være anonym? Hvis ikke, hva er navn og tittel?*

### **Intervjuguide industrialisering**

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*
2. *Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*
3. *Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*
4. *Har industrialisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?*
5. *Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?*
6. *Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*
7. *Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*
8. *På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

## **Intervjuguide digitalisering**

9. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger /småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*
10. *Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*
11. *Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*
12. *Har digitalisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*
13. *Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*
14. *Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*
15. *Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*
16. *På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*
17. *Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

### **4.1.2 Intervjuobjekter**

#### **Andersland Bygg**

Andersland Bygg er en familiebedrift som ble etablert i 1952 av en som heter Leif Andersland. Etter hvert var det sønnen hans, Atle Andersland, som tok over og eier nå 100 prosent av bedriften.

De er per i dag 37 ansatte og omsetter for ca 55 millioner årlig og holder til i Uggdal. De bygger eneboliger, naust, hytter, garasjer, driver med rehabilitering, har en liten elementfabrikk, har en liten betongavdeling og en byggevarebutikk.

Respondent ved intervju er Lars Atle Aase.

#### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening er en interesseorganisasjon for bolig- og hytteprodusenter i Norge og holder til i Oslo. De er en del av 15 bransjeforeninger i BNL som igjen er knyttet til NHO (Næringslivets hovedorganisasjon). Boligprodusentene er en arbeidsgiverorganisasjon og bedrifter som Norgeshus, Selvaag og Nordbohus er medlemmer hos dem. Respondenten vil svare generelt for bransjen siden foreningen ikke bygger hus selv.

Boligprodusentene jobber på bransjenivå med blant annet boligpolitikk (at boliger skal bygges til folk flest med en pris som folk har råd til å betale). De har mange fritidsbolig- og hytteprodusenter som er medlemmer, de jobber en del med innovasjon ved en del prosjekter

og de bistår medlemmene med tanke på tekniske forskrifter og fortolkning av regelverket. De skriver i tillegg høringsuttalelser til Stortinget, Regjeringen og Direktoratet for å ivareta deres medlemmers interesser. I den forbindelse har de en del felles prosjekter rundt dette med digitalisering og industrialisering og har gjort mye rundt det.

Respondent Jøns Sjøgren har hatt en del IT-relaterte prosjekter i bransjeregi siden 1996 og har jobbet mye med det å ta ut effekter og lønnsomhet av IT-investeringene i bransjen. Han var med på et prosjekt som ble kalt IT-Trehus (Innovasjon Norge) på slutten av 90-tallet som etter hvert ble IT-bolig med fokus på integrasjoner mellom CRM (kundesystemer, tegninger, kalkyler og økonomisystemer). Etter hvert så de på BIM, eller tidlig BIM, og hadde såkalte BuildingSMART-prosjekter som Sjøgren ledet fra 2003 – 2009. Og etter dette har dem også hatt såkalte boligBIM-prosjekter hvor de blant annet jobbet mer med implementering av BIM i samarbeid med deres medlemmer.

### **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg ble startet av Christoffer Gusterud i 2008 og startet først som et enkeltmannsforetak. Gusterud stiftet da i 2011 et aksjeselskap og ble da også medlem og forhandler av Vestlandshus. De omsetter for i overkant av 60 millioner kroner og de er 19 fast ansatte men de leier også inn en del tømrere. Gusterud Bygg holder til i Eidsvoll kommune og de har også opprettet et Vestlandshus-galleri på Jessheim storsenter.

Respondent Christoffer Gusterud nevner at han er veldig engasjert i nettopp temaene industrialisering og digitalisering. Han har vært med å hjelpe flere firmaer med å forbedre sine systemer.

### **Norgeshus**

Norgeshus er et franchise-konsept, der hovedkontoret lager systemer og hjelpemidler for at byggmestere rundt omkring i Norge skal ha best mulig grunnlag for å selge og bygge boliger. De har ingenting med salg å gjøre lokalt, det er det de enkelte entreprenørene og byggmesterne som ordner selv. Så har de egne frittstående selskaper som har en leieavtale (franchiseavtale) med Norgeshus AS.

Norgeshus består av 117 forhandlere (byggmestere og entreprenører rundt om i landet) som har den direkte kontakten med kundene og de som skal ha en bolig, leilighet eller andre typer bygg. De driver med litt forskjellig. Omsetningen på systemet er på ca tre mrd. kroner og alt kommer ikke fra boligbygging, men også hytter, barnehager, industribygg. For større

komplekse bygg brukes stål og betong, men ellers brukes det treverk. Det er ca 1500 medarbeidere i systemet, både tømrere etc.

Respondent er Snorre Bjørkum.

### **Nordbohus**

Nordbohus er en kjede som består av ca 50 forhandlere som jobber med boligbygging. De ble opprettet i 1985, da som et andelslag og etter hvert gikk de over til et AS. Og nå er det ca 35 – 40 av de 50 forhandlerne som eier Nordbohus (kjedekontoret). Så de har kundene deres som eiere. Hovedfokus deres er å bygge boliger, garasjer, fritidsboliger men ikke næringsbygg (ikke i kjedens sitt navn). Noen av forhandlerne er ganske stor, de har forhandlere som omsetter fra titalls millioner og opptil en milliard i året. De som omsetter for en milliard gjør også andre ting enn å bare bygge Nordbohus hus.

Og det er i hovedsak tre typer hus som bygges, dette er eneboliger, småhus og leiligheter. Leiligheter i tre opptil 3 – 4 etasjer, det er fokusområdet deres. I 2018 så var de nummer tre på lista over boligkjeder, i forhold til antall enheter.

Nordbohus startet i 1985 med EAT-utbygging og først og fremst eneboliger. Så etter hvert har det blitt færre og færre eneboliger som bygges i Norge. Det synker ikke drastisk men det går stadig nedover. Og det er jo naturlig da det blir mindre plass og det blir færre og færre som får tak i egen tomt og kan bygge hus, hvert fall i sentrale strøk. Hvis en større tomt er til salgs så kommer gjerne en feltutvikler og bygger en tomannsbolig, rekkehus eller leilighet på det området. Og det har jo gjort til at Nordbohus har måttet endre seg. I dag så er ca 20 – 25 prosent av det de bygger EAT-prosjekter, mens resten er feltutbygging (EET-prosjekt).

Respondent er Eivind Bardal og i forbindelse med denne rapporten vil hans svar hovedsakelig dreie seg om digitalisering. For informasjon om Nordbohus sine prosjekter og konsepter for blant annet industrialisering, se kapittel 3.3 *Nordbohus*.

### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre har bygget elementer siden 1970 og frem til 2010 produserte de elementer hovedsakelig for landbruk. De startet etter hvert i små skala med produksjon av boliger og hytter, men startet den virkelige satsingen på elementproduksjon da fabrikken ble flyttet til nye lokaler på 12000 m<sup>2</sup> i 2017. I den forbindelse så de behovet for gode systemer for planlegging, kontroll, HMS-system og logistikk. Hovedfokus for Talgøs Byggavdeling er MSS (masseprodusert skreddersøm) og EET (egenproduserte bygg på egen tom).

Respondent er Erling Talgø.

## **Anonym bedrift**

Bedriften er en stor boligbygger aktør i Rogaland og produserer om lag 200 boligenheter per år, hvor 90 prosent av dem er egenregisserte tomter og resterende er EAT-prosjekter hvor de bygger boliger på kunders tomter. På egne tomter er dem både tiltakshaver og entreprenør.

Respondent er Thomas Nyberg og etter ønske fra respondent skal bedriften være anonym.

## **4.2 Observasjon**

Observasjon er en kvalitativ metode hvor man kan få se med egne øyne hvordan, spesielt i dette tilfelle, industrialisering og digitalisering av småhusbransjen fungerer i praksis og hvordan disse fungerer i kombinasjon med hverandre (Olsson, 2014). Det vil utarbeides en spørsmålsguide for observasjonene basert på teori fra kapitlene 1 – 3 i rapporten. Guiden vil også ta utgangspunkt i svar fra de forskjellige intervjuene.

Hensikten med å observere er å være «flue på veggen» og fange opp de aktivitetene som skjer på en byggeplass, samt stille spørsmål som vil lede til ytterligere informasjon som kan være både bekreftende eller avkreftende for både innhentet teori og informasjon fra intervjuene.

### **Fordel med observasjoner**

Fordelen med observasjoner er å kunne se om prosesser knyttet til industrialisering og digitalisering fungerer som de skal og at prosessene stemmer overens med teori og informasjon innhentet fra intervjuene.

Samtidig vil bruken av en spørsmålsguide ved observasjonene kunne lede til ytterligere informasjon om industrialisering og digitalisering ved bygging av boliger.

### **Ulempe med observasjoner**

Ulempen med observasjoner er at man kan gå glipp av noe vesentlig, man fokuserer på feil ting eller noe uforutsett skjer som kan skape vanskeligheter ved besvarelse av problemstilling. Værforhold eller uønskede hendelser kan være eksempel på dette.

En annen ulempe er at respondenter ved byggeplassene ikke vil svare på de spørsmålene som stilles.

### **4.2.1 Observasjonsobjekter**

Observasjonene ble utført fredag 12 april 2019 og det var HT-bygg sine prosjekter som ble observert. Observasjonsobjektene var to eneboliger i Stranda kommune (EAT-prosjekter) og en barneskole i massivtre i Hornindal kommune.

HT-bygg holder til i Hellesylt, de er en del av Vestlandshuskjeden, bygger både eneboliger og hytter og er med på større prosjekter som for eksempel skoler, barnehager o.l. De har en egen butikk med byggevarer og trelast, men tar også i bruk andre byggevarer. De har en egen kranbil som de bruker til å transportere mindre elementer som de har produsert selv på deres lager. HT-bygg har i tillegg til en daglig leder to ingeniører, en prosjektleder som også jobber som bas, tre baser til og flere tømrere

#### **4.2.2 Spørsmålsguide ved observasjoner**

- *Er det greit at bilder og informasjon om byggeprosjektet brukes i rapporten?*
- *I hvilken grad benytter dere industrialisering ved dette byggeprosjektet?*
- *I hvilken grad benytter dere digitalisering ved dette byggeprosjektet?*
- *Hvor mange håndverkere har dere på dette prosjektet?*
- *Hvilke erfaringer har dere fått ved dette byggeprosjektet?*

## **5 Resultater fra intervjuer og observasjoner**

I dette kapittelet vil resultatene fra intervjuene og observasjonene presenteres. Informasjon fra alle fra intervjuene vil presenteres som en oppsummering av hvert spørsmål. Hele intervjuene med spørsmål og svar ligger som vedlegg i slutten av rapporten, se vedlegg 1 - 7.

Resultatet fra observasjonene vil presenteres med hjelp av bilder og en forklaring av prosjektene med utgangspunkt i svarene fra spørsmålsguiden for observasjonene.

Respondentene ved de forskjellige prosjektene er ansatt som bas i HT-bygg.

### **5.1 Resultat av intervjuer**

#### **5.1.1 Resultat fra intervjudel om industrialisering**

*Spørsmål 1: På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*

##### **Boligprodusentenes forening**

Ifølge Boligprodusentenes forening (som svarer generelt for bransjen) var det mye mer industrialisering før i tiden, altså på slutten av 80-tallet, og bedrifter som Moelven og Block Watne hadde egne trehusfabrikker. Men på grunn av en finanskrisen på 80-tallet så gikk disse konkurs og på 90-tallet begynte en ny bolighistorie, det ble flere huskjeder som Nordbohus og Mesterhus som hadde egne huskataloger.

Block Watne, som var en av dem som gikk konkurs på 80-tallet, startet opp igjen og satte i gang en industrialisert byggeprosess i form av byggelag ved boligbygging. Dette vil si at man

deler opp håndverkere (tømrere) i ulike lag, de standardiserer de ulike arbeidsprosessene som de skal utføre og gjentar disse gang på gang. De sørger da for at materialer er på plass når byggelagene trenger dem. Byggelag er en annen form for industrialisering, hvor bedriften fokuserer på plassbygging og benytter seg nødvendigvis ikke av prekappede materialer, elementer og lignende.

Det presiseres at industrialisering i form av produksjon i fabrikk nødvendigvis ikke er så mye mer industrialisert likevel, fordi det er fremdeles noen som har snekret sammen et element, men at det har foregått innendørs.

### **Andersland bygg og Gusterud Bygg**

Bedriftene Andersland Bygg og Gusterud Bygg driver med egen elementproduksjon, noe som er både fleksibelt og effektivt. Selv om det å plassbygge muligens er rimeligst, så er det effektivisering som står i fokus ved bruk av elementproduksjon og -bygging.

### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften benytter seg kun av prekapp ved sine boligprosjekter og bygger mer eller mindre på tradisjonelt vis ellers.

### **Norgeshus**

I Norgeshus-kjeden bruker de fleste byggmesterne å kjøpe ferdige elementer fra en produsent, som for eksempel Optimera Byggesystemer som er en del av deres avtaleverk. Byggmesterne sender da nødvendige tegninger og underlag til Optimera som produserer elementer til både gulv, vegg og tak. Optimera står også for befraktning til byggeplass og er en dyktig aktør når det kommer til logistikk, samt så tilpasses elementene for transport på norske veier. Til tross for dette så kan det ta litt tid når elementene skal produseres, men dette er hovedsakelig på grunn av produksjonsskø da mange benytter seg av dette.

Noen av forhandlerne i Norgeshus produserer elementer selv i en hall eller i et lokale, hvor de har utstyr som jigg, kran og andre elektriske verktøy og får derfor produsert elementene sine på en effektiv måte. Elementene transporterer de med egen kranbil.

Norgeshus har en ambisjon om at andelen forhandlere som produserer elementer selv skal øke. Da vil kø-problematikken minimeres og blir de dyktige nok på elementproduksjon, så kan de også selge disse til andre forhandlere.

Norgeshus opplever også en økning i bruk av prekapp og det er mange leverandører i deres system som leverer dette. Da leveres det såkalte konstruksjonspakker for både vegger,

bjelkelag og tak og man opplever en økning i effektiviteten ute på byggeplassen. Prekapp fører til at det kan settes opp en til to boliger flere i året.

### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre er en erfaren elementfabrikk og satser tungt på elementhus og eiendomsutvikling. De også har en egen elementfabrikk, for både elementproduksjon, men også for utvikling av egne prosjekter. De har et moderne CNC-anlegg hvor de kan legge inn tegninger av en bolig i systemet og så produserer anlegget elementer, hvor alt også settes sammen til den siste skrue.

Dette er en effektiv måte å jobbe på, både når det gjelder produksjon av elementer og bygging av boliger, men det krever en tyngre prosjektering. Til tross for at prosjekteringen kan være utfordrende og tidkrevende så spares det masse tid på grunn av måten de produserer elementer på. CNC-anlegget som brukes er også så effektivt at når det settes inn en materialpakke som skal brukes i elementproduksjonen, så opplever de en utnyttelsesgrad på 97% av materialpakken. De sitter igjen med svært lite kapp og svinn. Selv om investeringen av dette anlegget var kostbart så er det likevel effektivitet og produksjonstimer som veier tyngst i et økonomisk perspektiv.

Bruken av en elementfabrikk fremmer også ønsket om å ikke bygge for mange arkitektboliger, da dette ikke vil svare seg på grunn av mangel på gjentakelseeffekten. Denne effekten opplever de derimot i stor grad ved å utvikle egne eneboliger som allerede er ferdigprosjektert og som ligger klar til produksjon i CNC-anlegget. Samtidig har Talgø to tømmerbedrifter som setter opp husene deres, de har avtaler med byggevareleverandører hvor tømmerne henter ut materialer fra og dette sørger for en forutsigbar og kontrollert boligbygging og etter hvert en standardisert gjennomføringsprosess.

Det å utvikle egne eneboliger som de kan tilby til kunder blir i Talgø kalt MSS-modellen, altså massivprodusert skreddersøm. Dette er veldig effektiv så lenge alle aktørene som bidrar «marsjerer i samme retning», dette være de som produserer elementer, de som setter opp elementene og de som leverer varene til elementfabrikken osv.

***Spørsmål 2: Har bedriften alltid benyttet seg av industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?***

### **Boligprodusentenes forening**

I intervjuet med Boligprodusentenes forening, nevnes det også ved dette spørsmålet at det var mer fabrikkindustrialisering før i tiden hvor bedriftene prøvde å optimalisere sine



byggeprosesser mest mulig med de verktøyene de har. Et eksempel er faktisk utviklingen av spikerpistolen som en del av industrialiseringen av bransjen og fører til at visse arbeidsoperasjoner går fortere. Men når det gjelder industrialisering av småhusbransjen i Norge så har for eksempel husfabrikker ikke klart å være en langvarig løsning og at årsaken til det er finanskrisen på 80-tallet. Da var det en del store bedrifter med husfabrikker som gikk konkurs.

Det trekkes frem at småhusbransjen har alltid fokusert på standardiserte løsninger ved industriell tankegang. At vegger bygges på samme måte, man tar i bruk kjente konstruksjoner, man setter inn vinduer på samme måte – altså at de fleste arbeidsoperasjoner utføres på mer eller mindre samme måte og at denne formen for standardisering også kan anses som en del av industrialisering.

### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre startet med elementproduksjon allerede på midten av 70-tallet, men har satset tungt på elementhus siden 2017.

### **Norgeshus**

Norgeshus har vært i drift siden 1988 og elementproduksjon har vært med dem hele veien, men det har ikke vært noe økning ved bruk av elementer siden oppstart selv om det er en jevn vekst i bruk av elementer. Det er uansett fokus på at det skal tas i bruk mer industrialiserte byggeprosesser som elementer i kjeden og at det blir tilrettelagt for dette hos de enkelte byggmesterne som er en del av Norgeshus-kjeden.

### **Andersland Bygg og Gusterud Bygg**

Når det gjelder Andersland Bygg så har de drevet med elementproduksjon siden 80-tallet og forteller at den største forskjellen for deres del er at de produserer innendørs, noe som gir gode og behagelige forhold til mer nøyaktig produksjon. Gusterud Bygg derimot har drevet med elementproduksjon i tre år og dette til tross for at de før det var motstander av elementproduksjon.

### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften har tatt i bruk prekapp så lenge respondenten har vært ansatt i bedriften, som da er syv år. Men dette er en innarbeidet del av bedriften og det forskes ikke noe særlig på dette område. De kombinerer jo prekapp med tradisjonell plassbygging.

### ***Spørsmål 3. Hvilke fordeler er det med industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?***

#### **Boligprodusentenes forening**

En viktig ting som trekkes fram av Boligprodusentenes forening er det å gjøre ting riktig første gang, dette er jo hovedeffekten av industrialisering og standardisering. Dette innebærer at alt må prosjekteres ferdig før man setter i gang og bygger. Så har man noen boligprodusenter i dag som for eksempel har bygget en egen fabrikk for et spesifikt produkt, altså en boligtype eller modell, som da er designet til den minste komponent slik at man unngår å stå å lure på hva som skal gjøres hvor og hvordan. Ifølge Boligprodusentenes forening er Block Watne best i klassen når det kommer til industrialisering, og i teorien skal all industrialisering legge til rette for produksjon. Og materialer og arbeid er tilrettelagt og skal føre til reduksjon av feil og mangler og man kan bygge mer kostnadseffektivt.

#### **Andersland Bygg**

Andersland Bygg forteller at det å jobbe innendørs under behagelige forhold gir større muligheter for mer nøyaktig arbeid.

#### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften som benytter seg av prekapp forteller at det er en gevinst tidsmessig og at de faktisk kan spare så mye tid som hele to uker per boenhet, siden det er enkelt å sette opp et «byggesett». Men det er ikke bare tidsbesparelser, men også materialbesparelser ved bruk av prekapp med tanke på mindre kapp på selve byggeplassen.

#### **Norgeshus**

Norgeshus trekker frem at det er litt avhengig om man for eksempel bestiller eller produserer selv, men det er en stor forskjell fra å plassbygge og kappe alt på stedet enn å bestille alt ferdigprodusert fra en leverandør. Da får man jo alt ferdig og det er bare til å heise elementene på den ferdigstøpte plata. Man korter da ned byggetiden og kan bygge flere enheter i løpet av et år enn om alt skal produseres selv. Dette er veldig effektivt.

#### **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg trekker inn et annet vesentlig punkt enn de som allerede er nevnt og det er i hvilken grad elementene eller modulene kommer ferdig. For at det skal være så effektivt så overhodet mulig vil det være gunstigst om elementene kommer med høyest mulig ferdiggrad. Dette kan for eksempel være at elementene er helt ferdig utvendig, noe de har gode erfaringer med.

Andre fordeler med industrialisering er mer produksjon av faste hus (fra kataloger eller ved feltutbygging). Man har da en større effekt og ferdiggrad, for huset/husene er allerede gjennomprøvd og man kan få satt opp mer. Da snakker man igjen om gjentakelseeffekten kontra å industrialisere det som skal tilpasses for hver enkelt.

Selv om man kan være uheldig med elementene med tanke på feil og skader, så vil jo også tørketiden etter montering av elementene være veldig kort, da huset er tett etter ca fem – syv dager. Hvis de ikke tar i bruk elementer så kan dette ta fire – fem uker.

### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre mener også at det å jobbe innendørs i en hall (for de som gjør det) og ikke ute på byggeplass er noe alle vinner på. Dette gjelder spesielt sesongarbeid som best egner seg å gjøre inne, i hvert fall med tanke på tidsforbruk. I deres tilfelle har de også anledning til å flytte folk fra elementfabrikken og ut til byggeplass ved rolige tider for produksjon av elementer, og omvendt om det skulle være travlere tider enn vanlig for produksjon av elementer.

### ***Spørsmål 4: Har industrialisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?***

#### **Andersland Bygg**

For Andersland Bygg så har det ført til reduisering av reklamasjoner da det ved deres måter å gjøre ting på fører til at ting blir gjort skikkelig og kvaliteten blir bra.

#### **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg forteller at det ikke har det derimot. Dette handler om maskinen som tas i bruk ved produksjon av elementer ikke er feilfri og man kan fort oppleve produksjonsfeil. På grunn av dette så har de et godt kvalitetssikringssystem i form av 3D-modeller som de kan styre prosjektet mot. Men det er likevel en utfordring å fange opp de små avvikene hvis de skal se på vegg for vegg, da dette er noe man enklere fanger opp når man plassbygger.

#### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften kan heller ikke si at industrialisering har ført til noe særlig reduisering av reklamasjoner. Men som en annen aktør nevnte ved et tidligere spørsmål, så mener denne bedriften at det å industrialisere er å effektivisere og dette gjør dem ved å ta i bruk byggelag (tømmerlag). Dette fører til at de som er på lag med hverandre blir godt kjent med hverandre og med det så kommer både effektivitet og kvalitet. Disse tømmerlagene blir spesialisert innenfor de boligene som de skal bygge fra A til Å. Da blir heller ikke bemanningen byttet i løpet av et prosjekt og byggelaget oppnår et eierskap til sine prosjekter.

Dette har vært en gunstig løsning også for de på kontoret. De får også et godt kjennskap til de forskjellige byggelagene, hvem som er en del av det, hvilke erfaringer de har og kompetanse. Materialvalg og -kalkulasjoner, samt valg av takstoler og slike ting blir da valgt ut ifra hvilket byggelag som er tildelt de forskjellige prosjektene og de sikrer da effektivitet og kvalitet på denne måten.

### **Norgeshus**

Norgeshus referer til fuktproblematikken og forteller at man får en mer fuktsikker byggeprosess siden man bygger en bolig raskere og det reduserer også fukttilførselen til konstruksjonen. Så sammenligner man industriell boligbygging med tradisjonell plassbygging så risikerer man mer fuktskader med tradisjonell plassbygging.

Samtidig pekes det på at man får bedre oversikt over materialer pluss at byggene kommer med elementer som er mer riktig montert sammen, på grunn av de gode arbeidsforholdene innendørs. I deres tilfelle foregår kvalitetssikring på byggeplassen i form av sjekklister og mottakskontroll når elementene ankommer.

### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening presiserer igjen viktigheten med å gjøre ting riktig første gang for da har man jo en mal. Dette er relatert til det å designe, planlegge og prosjektere alt ferdig før man setter i gang med å bygge. Mange får på plass for eksempel arkitekt og rådgivende ingeniør for bygg (RIB), kanskje også ventilasjon og takstoler, men ikke alltid. Så får man alt på plass før byggingen starter så skal jo dette føre til færre reklamasjoner.

### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre forteller at de opplever ikke så mye reklamasjoner, men at noen småfeil forekommer av og til. De fokuserer mye på evalueringsprosesser som de har i ettertid av et prosjekt. Alle deltakerne av prosjektet får delta i denne prosessen og man gjennomgår de avvikene som forekom. De sammenligner for- og etterkalkyle også i denne prosessen.

En annen vesentlig del av elementproduksjonen deres er lean-filosofien. Dette er en filosofi som innebærer at man blant annet skal involvere alle i planleggingen, hvor de for eksempel kalkulerer sammen hvor lang tid man skal bruke på produksjonen av et element. Dette fører til at til slutt så er alle de involverte enig om hvor lang tid det skal ta.

I og med at produksjonstimer er det som er viktig, så er det viktig at alle involveres, slik at alle kan være med i både planleggingsprosesser og evalueringsprosesser ved å sammenligne

antall timer brukt mot antall timer kalkulert og hele veien forbedre seg hvor det er behov for det. Dette kan i fremtiden føre til en mer forutsigbar prosjekterings- og byggeprosess.

De forteller videre at når det kommer til bygging av boliger så er kostnadsfordelingen 50/50 mellom materialer og tidsforbruk. Så lenge de får gode priser på materialer så kan de fokusere helt og holdent på å være mest mulig effektiv med tanke på tidsforbruk.

### ***Spørsmål 5: Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?***

#### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening trekker fram to utfordringer. Den ene utfordringen handler om at alle må bli enige om standarder og formater som fører til en standardisering av de ulike grensesnittene som de ulike aktørene må kommunisere på. Dette vil da innebære et åpent økosystem med åpne datasystemer og åpne standarder, istedenfor at man bygger såkalte proprietære økosystemer, hvor man gjør ting på sin måte. Altså et lukket økosystem.

Den andre utfordringen er myndighetene som ikke henger helt med, hvor problemet ligger i de tekniske forskriftene som ikke er tilpasset for industrialisering, heller ikke digitalisering. Dette fører til at man har et regelverk som slår i hel et annet og man blir da avhengig av tolkninger. Man kan da bygge et bygg etter ett regelverk, mens en kontrollør kontrollerer bygget etter et annet regelverk.

#### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre på sin side forteller at det er mye ny kunnskap som skal tilegnes. Denne kunnskapen vil da si kunnskap om den prosjektgjennomføringen de kjører og kjennskap til fordeler og ulemper ved å bruke for eksempel elementer.

#### **Norgeshus**

En annen ulempe er fraktkostnadene i Norge, ifølge Norgeshus. Disse kan være betydelig høye uansett, men det er en viss forskjell på å bestille materialer lokalt og bygge på tradisjonelt vis enn å bestille elementer og få disse fraktet fra leverandør.

Samtidig har man begrepet «å få det man trenger, når man trenger det», altså planlegging og logistikk. Ett eksempel på dette er vinduer. Disse må jo helst komme ferdigmontert i elementet og vanligvis er det byggmesterne som bestiller vinduene til prosjektet. Da må jo logistikken fungere slik at disse ankommer elementfabrikken og blir montert før de transporteres til byggeplass. Da kan man også oppleve utfordringer med tanke på lagring av vinduer mens elementene produseres, med mindre dette er planlagt skikkelig.

Man har jo også en ettertraktet fagkompetanse som man kun innhenter ved å bygge på stedet, hvert fall sammenlignet med en som kun skal være en såkalt fabrikkmontør. Mye av den tradisjonelle tømmerkunnskapen kan forsvinne. Per i dag er det ikke krav om svennebrev hvis man skal jobbe som fabrikkmontør. Dette trenger ikke å være helt negativt da det er mangel på arbeidskraft.

### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften føler ikke at det er så mange utfordringer med industrialisering. Noe som derimot har skapt litt støy for deres del, er om prekapp-leverandøren deres endrer system uten at de kommuniserer med bedriften godt nok i forkant. I dette tilfellet så er det kommunisering som strengt tatt er utfordringen, men dette har ikke skapt noe store problemer, bare litt støy.

### **Andersland Bygg og Gusterud Bygg**

Både Andersland Bygg og Gusterud Bygg nevner at dette med transport av elementer kan være en utfordring, med tanke på elementhøyder og -lengder, men også dårlige veier. Spesielt hvis byggeplassen ligger på en avsidesliggende plass. Lagring på byggeplass kan også være en utfordring da tomtene blir mindre, mens husene blir større.

Gusterud Bygg forteller videre at en annen utfordring kan være for dårlig kontroll av grunnlaget før man setter i gang med både produksjon av elementer og bygg.

### ***Spørsmål 6: Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?***

#### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening etterlyser en enighet om felleskomponenter, dataformater, begrepsapparat, terminologi som er ensidig definert. At man også digitaliserer de tekniske forskriftene og plan- og bygningsloven for elektronisk kontroll av bygg, samt at byggesøknader kan gjøres elektronisk.

#### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre er også ivrig på at man standardiserer både prosesser og byggdetaljer, men også at de for sin egen del utvikler flere MSS-modeller.

#### **Norgeshus og Gusterud Bygg**

Norgeshus er på sin side opptatt av at elementer leveres med høyest mulig ferdiggrad, at mest mulig gjøres i en fabrikk før det transporteres ut til byggeplass. Dette er også noe Gusterud Bygg er veldig enig i.

## **Andersland Bygg**

Andersland Bygg er derimot ute etter å gjøre produksjonen mer automatisert. I dag så er de på kikk etter forskjellige utstyr som jigger som de kan vippe veggene opp og ned med, samt litt mer moderne kapp- og sagemaskiner. De ønsker dette til tross for at de vet at det vil bli en stor investering økonomisk sett, men tenker at det vil svare seg i lengden.

## **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften jobber kontinuerlig med de styringssystemene de har og de er veldig opptatt av at arbeidsgrunnlaget hele veien forbedres for de som skal ha det med seg på byggeplassen. Arbeidsgrunnlaget kommer da i form av tegninger i en såkalt byggeperm. Dette henger sammen med at de ønsker å ha full kontroll på forprosessen i forkant med tanke på byggeherrebeslutninger og prosjekteringsplaner sånn at de er synkronisert med produksjonsfremdriftsplanen slik at de vet hva som skal bygges før byggeprosessen starter.

*(Spørsmål 7 vil oppsummeres i kapittel 5.2 Likheter og ulikheter mellom EET- og EAT-prosjekter).*

**Spørsmål 8: På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?**

## **Talgø Møretre**

Talgø Møretre mener at dette kan gi bedre priser på standardiserte modeller. Da får man en bedre inntjening, men også lavere priser på slike modeller. Med dagens høye tomt- og boligpriser så er det ikke alle som har råd til å kjøpe seg en bolig. Dette kan være gunstig for førstegangsetablerere.

## **Norgeshus og anonym bedrift**

Ifølge Norgeshus kan man få en mer fuktsikker byggeprosess og man oppnår en del HMS relaterte fordeler med tanke på at man jobber innendørs i en fabrikk. Spesielt med tanke på de ulike værforholdene man har i Norge. Og får man flere fabrikkmontører er det viktig å få en balanse mellom fabrikkmontører og tømreere. Den anonyme bedriften i Rogaland deler dette synet når det kommer til innendørs arbeid og fuktsikker byggeprosess med tanke på kvalitet og kortere tidsbruk, samt lavere byggekostnader.

## **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg har en interessant tanke om at det kan bedre småhusbransjen i den grad at for de som ikke nødvendigvis er så erfarne og flinke i tømrefaget, kan minske risikoen ved bygging av boliger. I den forstand at industrialisering og produksjon av elementer og moduler

kan hjelpe dem med å få satt sammen et hus teknisk godt nok. I dette tilfellet bestilles elementer fra en produsent.

### **Andersland Bygg**

Andersland Bygg peker på dette med effektivisering og at man vil være mer i stand til å prefabrikere, samtidig så er de opptatt av værforholdene på vestlandet og opplever store fordeler med det å jobbe innendørs.

### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening mener at bransjen kan bedres med tanke på innkjøp, tidsbruk, prosjektplanlegging og reduksjon av gjennomføringstiden ved et byggeprosjekt. Man vil oppleve mindre venting, mer effektivitet, materialer er på plass når det er behov for dem, mindre svinn, riktige varer, samt at alt foregår elektronisk.

Lean Construction vil gjerne spille en større rolle i bransjen da det er en metodikk som fremmer effektive prosesser. Dette, og at ting er planlagt og gjennomtenkt, vil medføre halvering av prosjektgjennomføringen.

## **5.1.2 Resultat fra intervjudel om digitalisering**

*Spørsmål 9: På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

### **Andersland Bygg**

Andersland Bygg forteller at de bruker et program som kalles Cerum som er et CRM- og prosjektstyringsverktøy. De kan opprette kunder i programmet, lage tilbud til dem, overføre tilbudet til et prosjekt hvor alle de nødvendige dokumentene ligger i programmet og kan hentes fram ved prosjektstart. Tømrerne har en app på telefonen som er kompatibelt med programmet Cerum, hvor de kan fylle ut sjekklister, se på tegninger og alt relatert til HMS og avvik er også tilgjengelig på denne appen.

### **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg benytter seg også av programmet Cerum og selv om at tømrerne bruker både nettbrett og mobiltelefoner ute på byggeplass, så føler de at bruken av digitale verktøy er for lite. De har som mål å gå over til en digital byggeplass. De har også et ønske om at leverandører skal ha tilgang til deres systemer slik at de kan hente ut nødvendig dokumentasjon når de skal utføre en jobb for dem. De har også ambisjoner om å kutte helt ut bruken av epost i sammenheng med bygging av et bygg, slik at for eksempel tegninger ikke blir sendt ut på epost.



## **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften bruker digitale verktøy i prosjekteringsfasen, hvor de tar i bruk BIM og 3D-kombinering på prekapp og ventilasjon, samt kjøkken. På denne måten kan kunden få se kjøkkenet sitt før byggestart og bedriften får se det utvendige skallet på bygget før det påbegynnes. Samtidig får de se at ventilasjonen og andre ting passer sammen i konstruksjonen.

Men de er ikke heldigitalisert ute på byggeplassen da de skriver ut alt av arbeidsgrunnlag i papirformat og legger dette i byggepermer som skal ligge ute på byggeplassen. De har ambisjoner om å være heldigitalisert på alle nivå, men da skal det være enkelt og brukervennlig for absolutt alle, både for de på kontoret og de ute på byggeplassen.

Det viktigste er at ingenting påvirker fremdriften på en negativ måte. Når de eventuelt går over til å bli heldigitalisert så er det vesentlig at de tar i bruk ett verktøy og kun ett, ikke flere. Man må unngå at det blir en tidstyv enn et verktøy.

## **Norgeshus**

Norgeshus har et IT-system som er skreddersydd for byggmesterne i kjeden. Dette fungerer som et prosjektstyringsverktøy både ute og inne. Men på kontoret bruker de pc og ute på byggeplass tar tømrerne i bruk nettbrett. Da har prosjektlederen som oppgave å tildele det som trengs av informasjon og dokumenter til nettbrettet (app). Dette kan være tegninger, sjekklister, vernerunder o.l. På denne måten får prosjektlederen en mer administrativ rolle, noe som er ønskelig.

## **Nordbohus**

Nordbohus har et meget bredt og helhetlig digitalt program, hvor de tar i bruk digitale verktøy til både arkitekt og ingeniør. De tar i bruk programmene ArchiCAD og SmartKalk. Selv om en del av forhandlerne deres bruker andre programmer så er samarbeidet såpass tett mellom kjedekontoret og forhandlere at mange velger de samme programmene som kjedekontoret. De har også opprettet en konsulentavdeling med 25 personer som hjelper forhandlerne med problemer knyttet til IT.

Nordbohus har også fornyet sine hjemmesider som både forhandlere og kunder kan ta i bruk. Forhandlerne kan blant annet hente opp boliger i boligdatabasen for inspirasjon til fremtidige prosjekter. Dette er da boliger som allerede er blitt prosjektert og bygget, så alt av dokumentasjon ligger klart i denne databasen. Denne databasen ligger også i en app som brukes av tømrere og andre ute på byggeplassen.

Hvis en kunde skulle bestille en katalog så vil dette registreres som en henvendelse i Nordbohus sine systemer. Skulle kunden bestemme seg for et hus så vil kunden og prosjektet kobles sammen og da påbegynnes de forskjellige prosessene slik at man etter hvert kan begynne å bygge dette huset. For leverandørene har Nordbohus et eget selskap for innkjøp med en egen portal hvor alle kontrakter og avtaler med leverandører ligger inne. Da kan forhandlerne gå inn her for å sjekke priser og foreta bestillinger mot leverandørene.

Nordbohus er veldig opptatt av IT-arkitektur som sørger for at alle systemene snakker sammen og henger sammen. Slik at når tegninger opprettes i ArchiCAD så overføres disse automatisk til SmartKalk, hvor materialkalkulasjonen foregår. Og at disse kalkylene videre blir overført til et timeregistreringssystem, så til digital byggeplass og at det går i fra digital byggeplass til innkjøpselskapet osv. Da vil det helhetlige digitale systemet deres mer eller mindre dekke hele verdikjeden.

I tillegg til å være opptatt av å effektivisere de eksisterende prosessene så er de også opptatt av å selge opplevelser til kundene og ikke bare en plass å bo. Dette innebærer bruk av VR-teknologi for å kunne «gå inn i huset» før huset er bygget. Dette er litt langt fram i tid enda, men de ønsker å komme dit.

### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre bruker digitalisering i alle ledd. Siden kravene har vokst i løpet av årene med tanke på dokumentasjon, så har de vært opptatt av å være god på dette. Dette har inspirert dem til at alle i produksjonen skal ta i bruk nettbrett med alt av dokumentasjon, sjekklister og tegninger.

De bruke programmer fra Holte og dette er programmer som Holte sjekklister, Holte KS-system og Holte SmartKalk, samt så tar de i bruk sine egne utviklede programmer som Timetracker og Talgøs tekniske prosjektering. På denne måten har de fått utviklet programmer til deres behov, istedenfor å få et ferdigordnet program som kan være for vanskelig og omstendelig med tanke på informasjon.

### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening bekrefter at hele bransjen bruker mer og mer software og digitale hjelpemidler for å prosjektere konstruksjon og ventilasjon. Selv om det dukker opp masse programvare, nettbrett og mobiltelefoner så mener de at utfordringen ligger i det å bli enig om en type samhandlingsplattform basert på åpne standarder slik at det ikke lages egne formater og at bedrifter ikke bare forholder seg til sine proprietære økosystem.

Et annet viktig element som nevnes er jo at digitalisering endrer også forretningsprosesser og at dette er en trussel mot handelsledd og grossister da de kan være fordyrende mellomledd. Men det er mye fokus på det å få felles utvekslingsformater i bransjen slik at man unngår at alle kun «holder på med sitt».

Samtidig nevnes det at de tror at byggebransjen har hatt det for godt den siste tiden og at det er en av grunnene til at det er så mange aktører som ikke har hevet seg med på den digitale bølgen og at det kanskje må en nedtur til for at disse aktørene skal se behovet for nye digitale verktøy. Foreningen mener også at det å oppdatere utdanningsinstitusjonene vil være viktig.

***Spørsmål 10: Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?***

### **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg forteller at de har alltid hatt en digital plattform, hvor de blant annet har laget et eget timeregistreringssystem istedenfor timelister. De tar som nevnt også i bruk programmet Cerum som for deres del ikke har vært en smertefri overgang da slike programmer ikke er laget av bransjefolk, men av ingeniører som er mer opptatt av å revolusjonere bransjen med ny programvare. De presiserer at hvis man skal ta i bruk slike digitale verktøy og programmer som må ikke disse være altfor komplisert.

### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften har tenkt digitalisering ved å gå fra papirarkiv og papiroverlevering til database og prosjekteringsverktøy på datamaskin. Det er forholdsvis nytt for dem, men forteller at det som før kunne ta 30 minutter på data tar nå 30 sekunder. Dette er fordi de jobber mye med dette da flesteparten har vært positiv til en digital overgang.

### **Norgeshus**

Norgeshus begynte veldig tidlig med å ta i bruk digitale verktøy og det begynte først med verktøy til salg, kvalitetssystem og byggesøknader. De begynte allerede på slutten av 90-tallet.

### **Nordbohus**

Nordbohus har tatt i bruk digitale verktøy i mange år og det er timeregistrering som har vært lengst. Men nå fokuserer de også mye på dette med digital byggeplass, slik at tegninger og andre dokumenter er tilgjengelig på nettbrett/mobiltelefon ute på byggeplassen. De nevner igjen at en av de store fordelene med dette er at prosjektlederen får mer tid på kontoret for å gjøre nødvendige administrative oppgaver.

## **Talgø Møretre**

Talgø Møretre er nokså ny på dette med digitalisering, da de begynte å satse tungt i 2017.

*Spørsmål 11: Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

## **Boligprodusentenes forening**

Ifølge Boligprodusentenes forening så kan man halvere gjennomføringstiden og man kan kutte kostnader med hele 33 prosent. De mener at det er et enormt gevinstpotensial i digitalisering. De undrer seg veldig over hvorfor noen ikke vil investere i digitalisering da potensiale er veldig stort. De peker derimot på at dette er ikke noe som bransjen kan finne ut av selv for man må ha en helhetlig retning og plan og det trengs både investorer/byggeiere og byggevareprodusenter som kan finansiere for en digitalisering av bransjen.

## **Talgø Møretre**

Talgø Møretre mener at jo mer informasjon som kan spres til alle som er involvert, desto mer fokus og eierskap får de til prosjektene som de er en del av. Dette fører til et større fokus på kostnader, timebruk, materialkjøp osv. Når man også har systemer som hjelper til med å sjekke alt som blir gjort, så fører dette til mindre feil. Alt blir kontrollert med hjelp av diverse funksjoner i de digitale verktøy som anvendes.

## **Nordbohus**

Nordbohus forteller at en av de store kostnadene er jo antall timer på en byggeplass. Digitalisering vil kunne hindre at en tømmerer må stå å vente på grunn av mangel på tegninger (så lenge de digitale verktøy er oppdatert) og det vil også bidra til bedre vareflyt og logistikk. Tømmereren vil ikke måtte stå å vente på materialer for de forskjellige verktøyene og programmene skal jo i teorien prate sammen, slik at man hele veien vet hva som trengs av materialer og når de trengs.

Det at digitalisering bidrar til bedre logistikk er jo også veldig gunstig med tanke på miljøet. At man unngår for mye kjøring fram og tilbake fra byggeplassen fordi noe mangler. Dette vil bli bedre koordinert. Man kan være mer effektive ved å ta bort ting som sløser tid. Det er jo ikke verktøyet i seg selv som fører til mer effektivitet, men det er et hjelpemiddel for å ta vekk det som er ineffektivt slik at en tømmerer vet nøyaktig hva han skal fokusere på. En annen fordel er jo at man kan ha mer informasjon samlet på et sted, slik at man får bedre oversikt og kontroll. Dette gjelder jo spesielt for en prosjektleder.

## **Norgeshus**

Norgeshus er enig i at digitalisering vil kunne redusere byggetiden, spesielt med tanke på administrasjon. Dette vil jo medføre kortere gjennomføringstid også på byggeplass.

## **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften fremhever at det å jobbe med en felles database også eliminerer risiko i forbindelse med utveksling av informasjon og at dette påvirker både kvalitet og tid.

## **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg påpeker at hvis man skal se på effektivitet så er digitale verktøy kun en tidsstøv, med mindre de genererer noe på den andre siden. Rett og slett ved at man ikke skal måtte tenke på noe før det er nødvendig å tenke på det – at informasjonen kommer når den skal, ikke før. Digitale verktøy må generere effektivitet for det skal hjelpe tømmeren med å tenke og da kan man hente mye på både tid og kostnader. Det handler også om god struktur og at rett informasjon kommer til de riktige folkene.

## **Andersland Bygg**

Andersland Bygg forteller også at digitalisering fører til at tegninger og andre dokumenter blir mer tilgjengelig på byggeplassen. De forteller også at de ikke er overrasket over at så mange fremdeles ligger langt bak i forhold til dette med digitalisering, da dette er en veldig konservativ bransje. Dette kan for så vidt endre seg med et fremtidig generasjonsskifte.

## ***Spørsmål 12: Har digitalisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?***

### **Andersland Bygg**

Ifølge Andersland Bygg så har det ført til reduisering av reklamasjoner og grunnen til det er jo at man har alt av nødvendige dokumenter og tegninger med seg på en mobiltelefon eller nettbrett.

### **Gusterud Bygg og anonym bedrift**

Dette er ikke tilfelle for Gusterud Bygg, men de har stor tro på at det vil komme etter hvert. Heller ikke den anonyme bedriften mener at digitalisering har ført til en reduksjon av reklamasjoner, men at det derimot har ført til bedre kontroll på reklamasjoner og oppfølging av reklamasjoner. Så tiden det tar for å behandle reklamasjoner har blitt kortere.

## **Norgeshus**

Norgeshus kan heller ikke dokumentere for dette, men de også peker på at digitalisering gjør avviksregistrering mer effektivt. Det er enklere å føre avvik, det er enklere å behandle avvik

og dette fører til at man blir bedre på reklamasjoner og byggefeil. Det som er vesentlig er jo at slike avvikssystemer er enkle å bruke, da er jo ikke terskelen for å registrere avvik så høy.

Dette vil jo også føre til at man lærer av sine feil, noe som gjerne fører til en reduksjon av reklamasjoner og byggefeil. Samtidig så blir jo også sjekklister enklere og mer tilgjengelig da slike ting ligger tilgjengelig på nettbrett ute på byggeplassen. Disse sjekklister vil man jo jobbe kontinuerlig med å forbedre så det blir jo bare enklere å ta det i bruk.

### **Nordbohus**

Nordbohus kan heller ikke si at digitalisering har ført til en reduksjon av reklamasjoner, men at de i fremtiden blir bedre til å dokumentere alt som blir gjort. All informasjon er jo samlet på et sted og man har bedre oversikt over alt som er knyttet til prosjektet.

Deres nettsider, hvor kundene kan opprette en egen «min side», vil jo også gi kundene kontinuerlige oppdateringer i prosjektet. Slik at eventuelle endringer fra kundens side også vil bli lettere å behandle. Kunden blir invitert på befaring ved forskjellige milepæler og kan i løpet av en slik befaring komme med kommentarer om endringer eller andre ønsker, slik at disse blir lettere fanget opp og behandlet av de som er involvert i prosjektet.

### **Talgø Møretre**

Ifølge Talgø Møretre så har digitalisering ført til en reduksjon av reklamasjoner, men at det er på grunn av bildedokumentering som foretas underveis. Samtidig blir sjekklister flittig brukt. Ser de at det er et problem som går igjen ved produksjon av elementer, så vil dette legges inn som et eget punkt i sjekklister slik at man unngår denne feilen i fremtiden.

### **Boligprodusentenes forening**

Ifølge Boligprodusentenes forening så er det gjerne ikke så enkelt å vite om det fører til reduksjon av reklamasjoner, men noe som bransjen måler mer og mer er jo kundetilfredshet indeks. Denne er for så vidt høy per i dag noe som kan tilsi at man enten har få reklamasjoner eller behandler disse på en tilfredsstillende måte. Men det er vanskelig å si om dette er på grunn av digitalisering.

Hvis man klarer å ha en heldigitaliseringsprosess, hvor man designer en digital byggeplass hvor det også fremmes til å prosjektere og planlegge alt før man bygger, så kan man bruke en digital tvilling å bygge etter. Etter bygging har man også en digital tvilling som man kan drifte bygget etter. Og da kan man ha flere sensorer og andre ting inne i boligen og da får man også en digital tvilling som kommuniserer med det fysiske bygget, med tanke på fukt og oppvarming.

### ***Spørsmål 13: Hvilke ulempe/utfordringer opplever dere med digitalisering?***

#### **Andersland Bygg og Gusterud Bygg**

For Andersland Bygg sin del så opplever ikke de noen utfordringer, men Gusterud Bygg mener at det er en stor utfordring at systemene som lages ikke er laget av bransjefolk (folk som jobber i byggebransjen). Men selv om man vet at systemene ikke er gode nok, så er det vanskelig å si hvordan de skal bli bedre. Men det er viktig at systemene er basert på framdrift, da det er det eneste som er sikkert ved et byggeprosjekt.

Gusterud Bygg sier også at man fokuserer gjerne for mye på dette med sjekklister, siden bygningsnemnda sier at man skal ha det. Man bør kanskje være mer opptatt av at digitaliseringen hjelper bedrifter med å tjene mer penger og unngå reklamasjoner. Samtidig er det viktig at de digitale verktøy (programmer og apper) ikke serverer brukerne med masse unyttig informasjon slik som paragrafer og regler.

I denne bransjen er man ikke teoretikere, men praktikere. Man skal for eksempel i en app ikke bli fortalt at man ikke skal gå på et usikret tak, for dette vet jo en tømrer. Man må ikke ta med lovverket i slike apper og lignende, men heller prøve å bake inn det som er nyttig for en tømrers hverdag. Dette vil jo gjøre bedriften enda mer effektivt og jo mer effektiv man er jo bedre lønn kan for eksempel tømrerne få. Da har man slike ting å jobbe etter.

#### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften forteller også at en utfordring er brukerbeherskelse og mangel på kompetanse og opplæring. Og derfor er det viktig å utvikle programmer som ikke er kompliserte å lære seg eller å bruke. Gjerne dette kan endre seg med et generasjonsskifte.

#### **Norgeshus**

For Norgeshus så er utfordringen å få alle til å ta de digitale verktøy i bruk, men føler derimot at brukervennligheten ikke har vært en utfordring. De har ikke dokumentert noen tilfeller av dette enda. Men de er opptatt av at det tas i bruk for hvis det kun gjøres halvhjerta av for eksempel prosjektleder, så vil ikke de på byggeplassen få de dokumentene og tegningene som de trenger og da går det dårlig. Man scorer på effekten når man virkelig tar dette i bruk.

#### **Talgø Møretre og Boligprodusentens forening**

Talgø Møretre legger også frem at mangelen på datakunnskaper gjerne kan være en utfordring, men hadde man visst hvilke muligheter man har så hadde det ikke vært så problematisk. Boligprodusentens forening forteller også at utfordringen ligger i det å ta de

digitale verktøy i bruk, men at andre utfordringer er knyttet til lite enighet om felles formater, man må lære seg nye ting, bruke nye verktøy og at det må bli en del av utdanningen også.

### **Nordbohus**

Ifølge Nordbohus så er det to hovedområder. Den ene er endringsprosessene, hvor en utfordring er spredning i aldersgrupper slik som alle bedrifter har. De unge blir irritert hvis de ikke får ting på app, mens de eldre blir irritert hvis de ikke får ting på papir. Men viktigheten her ligger i å få det implementert på en god måte.

Det andre området går på dette med bransjestandarder og bransjeverktøy. Her er det snakk om at man får programmer som er tilpasset bedriftens behov og behovet til de enkelte brukerne. At man ikke får noe ferdiglaget som gjerne ikke er bra nok likevel. Det er jo tidkrevende å sammenligne programvare fra flere leverandører også, så det er greiere å utvikle noe selv.

Samtidig så har man en utfordring at leverandører ønsker å gjøre ting på sin måte, mens entreprenørene ønsker å gjøre ting på en annen måte. Det er viktig å få til en standard slik at man sikrer en gjennomgående flyt, ikke bare ved byggeprosjekter, men i hele bransjen. Dette har jo ikke byggebransjen kommet noe særlig langt med.

***Spørsmål 14: Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?***

### **Andersland Bygg og anonym bedrift**

Andersland Bygg tar i bruk mobiltelefoner, men på grunn av liten skjerm er det aktuelt å gå over til nettbrett istedenfor. Da blir tegninger og detaljer lettere å lese. Den anonyme bedriften synes ikke at noe må forbedres, men skal de digitalisere noe mer så er det viktig at deres behov blir ivare tatt og at de ikke digitaliserer kun for å digitalisere.

### **Norgeshus**

Norgeshus forteller at den digitale prosessen ennå ikke er optimalisert siden den ikke er fullstendig. Selv om man får god kontroll på prosjektering, kvalitetssikring og kalkulering så svikter det når det kommer til byggesøknader. Dette er fordi kommunene ikke tar imot digitale modeller og det er enda ikke tilrettelagt for at kommunene skal ta i bruk en digital modell for dette.

Man må altså fremdeles sende inn tegninger i PDF-filer hvor kommunen printer disse ut på papir og gjør eventuelle endringer på papiret. Så skal man digitalisere bransjen så må jo alle parter henge med.



## **Nordbohus**

Nordbohus på sin side er opptatt av å tenke fremtidig og driver og jobber kontinuerlig med sin digitale plattform, slik at de ikke må «reinvent everything, every year».

## **Talgø Møretre**

Talgø Møretre ønsker mer relevante kontrollfunksjoner og at dette flyter mer av seg selv. At de skalerer ned etter hvert som det er mindre å gjøre og skalerer opp på det de er gode på. Samt at brukervennligheten på de programmene som de utvikler selv blir bedre.

*(Spørsmål 15 vil oppsummeres i kapittel 5.2 Likheter og ulikheter mellom EET- og EAT-prosjekter).*

**Spørsmål 16: På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?**

## **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes foreninger mener at småhusbransjen har kjempestore muligheter for digitalisering. Når det kommer til bygging av småhus, som det bygges mest av i Norge, så er det viktig med seriøsitet og transparens. At man unngår for eksempel svart arbeid da alt av fakturering skal foregå digitalt, samtidig som man jobber bedre med sikkerhet og HMS da sikkerhetstiltak ligger tilgjengelig på en app.

Man kan også få fram alt av produktinformasjon digitalt slik at man kan sjekke rimelig kjapt om produktene man bruker holder krav iht. standarder.

En ting som selvsagt er viktig er å ikke stole for mye på datamaskiner og slike ting. Man må sørge for at ting også blir prosjektert og kontrollert skikkelig. Og når alt skal lagres digitalt, gjerne i en nettsky, så er man som alle andre også sårbar for hacking og slike ting.

## **Talgø Møretre**

Talgø Møretre sier at man kan få mer kontroll på avviksbehandling og egne kontrollsystemer. Man kan også med egne programmer og apper ha mer kontroll over informasjon som spres, men også at informasjonen er relevant.

Samtidig vil bruk av BIM og 3D-visualisering hjelpe kunden med å se hvordan bygget vil se ut før det er påstartet. Da får man enklere avdekket kundens behov. Dette kan også framskynde prosjekteringsprosessen og man kan også bli strengere på dette med endringskrav, slik at man unngår for mye endringer i løpet av byggeprosessen.

## **Nordbohus**

Ifølge Nordbohus kan digitalisering gjøre slik at bedriftene blir flinkere til å ivareta forholdet

med kunden. At man kan bedre og forenkle kundeopplevelsen, ved at de for eksempel kan sitte hjemme og plukke seg ut en bolig som de ønsker.

Samtidig vil bedriftene også oppnå en økt effektivitet slik at man blant annet kan redusere byggekostnadene. Dette er viktig å få til da konkurransen uansett blir tøffere. Det vil også være viktig å utnytte arealene bedre og at man kan gjøre dette ved å fokusere mer på arkitektur og parametrisk design.

### **Norgeshus**

Norgeshus har stor tro på at digitalisering vil gi økt effektivisering av bransjen. Et viktig element er jo at det er enklere å oppdatere et IT-system, enn å måtte oppdatere andre manuelle ordninger. Hvis det blir en regelendring i en forskrift så er det fort gjort å gjøre endringer i et system som går ut til en håndverker. Man reduserer faren for feil.

Man vil også oppleve en bedre koordinering i prosjektering, spesielt på tvers av fag, på grunn av kommunisering som da vil føre til reduksjon av både byggefeil og tidsbruk på byggeplass for da er jo byggeprosjektet planlagt i en modell. Man bruker altså BIM og når noen gjør en endring så får alle med seg denne endringen samtidig. Da unngår man at noen mangler noe på byggeplassen, slik at man ikke trenger å sende folk til byggevarehus for dette kan fort koste en tusenlapp.

### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften forteller at digitalisering vil påvirke både kvalitet og fremdrift. Det er en god og trygg måte å kommunisere på og man kommuniserer det samme til alle. Man får jo også en bedre kundetilfredshet for man kan presentere det man selger digitalt med hjelp av 3D-visualisering og VR-teknologi.

### **Gusterud Bygg**

Digitalisering kan bedre bransjen hvis man får flyttet fokuset fra å følge et lovverk til å skape en effektivisering og tryggere rammer rundt det å bygge et hus, ifølge Gusterud Bygg.

Samtidig er det viktig å gi dem som ønsker å digitalisere et fortrinn, slik at når man først setter i gang med å ta i bruk digitale verktøy for å øke effektiviteten så blir man ikke straffet hvis man bommer på digitaliseringen.

### **Andersland Bygg**

Ifølge Andersland Bygg så vil digitalisering øke effektiviteten og gjøre ting mer tilgjengelig.

Det er et godt hjelpemiddel å ta i bruk 3D-visualisering ute på byggeplass for å kunne se nøyere på de forskjellige løsningene som er valgt.

### **5.1.3 Resultat fra åpent spørsmål om industrialisering og digitalisering** *Spørsmål 17: Noe annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

#### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening fremhever dette med seriøsitet og transparens. Digitalisering handler også om bærekraft og at man blir flinkere til å dokumentere med tanke på merkeordning og miljø. Så når noen konsulenter sier at dette bygget er et grønt bygg, så vil digitaliserte grunndata få frem blant annet egenskapene til de produktene som er brukt og da er det enklere å dokumentere hvorvidt et bygg er grønt eller ikke.

#### **Talgø Møretre**

Ifølge Talgø Møretre er bransjen i stor endring og det vil komme mye krav til dokumentering slik at de småbedriftene som ikke henger med kan forsvinne. Dokumentasjonskravet er såpass stort at du må være en stor og seriøs aktør for å kunne gi tilbud.

Vil også nevne at mye kompetanse fra spillverden har gitt mye inspirasjon til digitaliseringen og man vil jo få nye muligheter med tanke på logistikk og informering.

#### **Nordbohus**

Også Nordbohus tror at det vil bli færre aktører i boligbransjen i Norge. Man vil gjerne oppleve flere sammenslåinger av kjeder for et bestemt formål, konsolideringer i form av merkevarer fra kjeder som slår seg sammen hvor for eksempel varehus slår seg sammen med boligkjeder, enten gjennom oppkjøp eller avtaler.

Nordbohus ser også for seg en konsolidering og konseptualisering. Dette innebærer at eneboliger og EAT-prosjekter går nedover og man fokuserer mer på konsepter og feltutvikling i form av EET-prosjekter. På denne måten vil man måtte ta i bruk både industrialisering og digitalisering i større grad da dette vil gi gevinster ved slik masseprodusering. Hvis man uansett skal sette opp en arkitekttegnet bolig og plassbygge så er det fullt mulig å bruke elementer kombinert med parametrisk design.

#### **Norgeshus**

Norgeshus har tro på at byggingen blir mer effektiv med både industrialisering og digitalisering. For effektivitet handler jo om å redusere byggefeil og bygge mer kostnadseffektivt. Da vil jo også dette gjerne føre til lavere boligpriser, men dette er faktisk en utfordring for en selger å få fram til en kunde som heller ønsker en arkitekttegnet bolig.

Selgere må få mer kompetanse om både digitalisering og industrialisering av boligbransjen og hvilke effekter dette vil ha.

### **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften trekker fram at FDV-dokumentasjon, kvalitetssikringsdokumentasjon og dokument for HMS vil sørge for færre konflikter med myndighetene for alt dette er jo mer tilgjengelig.

### **Gusterud Bygg**

Gusterud Bygg tror at digitalisering og industrialisering vil føre til at hus vil i større grad være ferdigstilt før kunder gidder å kjøpe dem. Boligbyggingen blir mer modellbasert, som betyr at kunder kan velge mellom modeller ut ifra hvilket område de vil bo på. Husene vil da bygges i en fabrikk og løftes ut med høy nok ferdiggrad og da vil også fag som elektro og rør inngå i disse elementene.

### **Andersland Bygg**

Andersland Bygg vil egentlig oppfordre alle som ikke har satt i gang med digitalisering og industrialisering til å begynne med det. Både dette med reklamasjoner og effektivitet blir bedre og man får ned antall timer på byggeprosjektene og da vil man gjerne tjene noen kroner mer også. Dette vil jo også komme kundene til gode, både i byggeprosessen men også i ettertid da de vil kunne få en slags digital manual for huset de nå skal bo i, altså hvordan ting skal brukes og vedlikeholdes osv.

## **5.2 Likheter og ulikheter mellom EET- og EAT-prosjekter**

### **5.2.1 Industrialisering**

*Spørsmål 7: Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET- og EAT-prosjekter?*

#### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening forteller at ved EET-prosjekter har man større kontroll for å standardisere det som skal bygges og måten det skal bygges på og man får minimalt med tillegg. Forbrukeren blir ikke involvert før bygget er ferdig.

Feltutbygging er vanligvis EET-prosjekter og det blir mer og mer kapitalkrevende å være boligprodusent. Det kan ved slike prosjekter være en fordel å være en del av en huskjede for da har man mange støtteverktøy gjennom kjedekontorene og man kan fokusere mer på selve byggingen.

Ved EAT-prosjekter kan mye forskjellig skje, avhengig av for eksempel kontrakter og det er generelt flere utfordringer. Det krever derimot ikke så mye kapital og man har mindre risiko hvis noe går galt.

### **Norgeshus**

Norgeshus sier at de kan i større grad bestemme mer selv ved EET-prosjekter og kan tilrettelegge mye med tanke på bruk av elementer slik at man kan få mer effekt av elementproduksjon og -bygging. EET-prosjekter gir større sjans for standardisering og kan øke effektiviteten av den grunn.

Ved EAT-prosjekter driver man med mye skreddersømming og det er ikke like enkelt å standardisere. Ved slike prosjekter kan det være gunstig å industrialisere ved å ta i bruk tømmerlag, mens ved EET-prosjekt kan tenke industrialisering i større grad ved bruk av for eksempel elementer.

### **Talgø Møretre**

Talgø Møretre forteller at de også styrer alt selv ved EET-prosjekter, alt fra modellvalg til gjennomføring. De forteller at ved EAT-prosjekter kan endringer medføre til en del feilkilder og tiden man bruker på å kalkulere endringer kan føre til en dårlig gjentakelseeffekt på grunn av lite rasjonell produksjon. Så til tross for at de fokuserer mest på feltutbyggingen så har de ambisjoner om å lage en egen huskatalog hvor kunder velger modell som allerede er klar for produksjon.

### **Gusterud Bygg**

Ifølge Gusterud Bygg så er det ved EET-prosjekter ofte større prosjekter og gjerne flere like enheter og man kan fange opp nyanser hele veien og forbedre enhetene. Ved EAT-prosjekter kan man få fire – fem like eneboliger, men det er uansett et nytt prosjekt hver gang. Det er jo heller aldri helt like forhold rundt tomtene som også gjør prosjektene unike.

### **Andersland Bygg**

Andersland Bygg forteller at sånn rent produksjonsmessig så er det ikke så store forskjeller, men ved EET-prosjekter så er det jo stort sett flermannsboliger (tomanns- og firemannsboliger) som bygges og disse bygges på samme måte som en enebolig.

Det forekommer en del endringer underveis ved et EAT-prosjekt, men de klarer å løse dette på en god måte ved å få unnagjort flest mulige endringer før kontrakten blir skrevet og før oppstart. Slik at eventuelle endringer som kommer etterpå går mer på overflater, altså ting som er enkle å endre på (farge på vegg, valg av gulv).

## **Anonym bedrift**

Den anonyme bedriften kan fortelle at en utfordring med kunder som har egne tomter, er at de er med på å påvirke byggeprosessen i større grad enn den industrialiseringen som forekommer, spesielt sammenlignet med de kundene som kjøper ferdigprosjekterte hus på våre tomter. Selv om de håndterer dette godt nok så medfører det en litt lengre prosjekteringsperiode. De har derimot anledning til å hente seg inn tidsmessig ved å ta i bruk tømmerlag, til tross for at EAT-prosjekter kan være krevende og komplekse.

## **5.2.2 Digitalisering**

*Spørsmål 15: Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

### **Boligprodusentenes forening**

Boligprodusentenes forening forteller at ved EET-prosjekter så er det lettere å ha kontroll over hele verdikjeden fordi man har større kontroll som boligprodusent.

Ved EAT-prosjekter er kunden mye mer involvert noe som kan medbringe en del utfordringer.

### **Nordbohus**

For Nordbohus er kundebiten den store forskjellen, da man har mye mer kontroll og bestemmer selv ved EET-prosjekter. De bestemmer selv hvilken enebolig eller leilighet som skal bygges ut ifra det behovet de ser, men må helst selge mest mulig før byggeprosessen starter.

Ved EAT-prosjekter er det ofte arkitekttegnede boliger, men selve internprosessene er ikke forskjellige uansett så det er kun den kundebiten som er forskjellen.

### **Norgeshus**

Norgeshus sier at de ikke opplever så store forskjeller mellom de prosjekttypene med tanke på digitalisering, men det er lettere å få en komplett modell på EET-prosjekter. Ved EAT-prosjekter kan det være en utfordring å få kunder eller byggmestere til å betale for det det koster å digitalisere.

Mange er ikke klar over at i sammenheng med prosjektering så får man en del kostnader ved innhenting av prosjekteringsgrunnlag fra alle fag for å utarbeide en BIM-modell. Dette kan det være vanskelig å se nytten av ved en enebolig (EAT), men det er derimot uunngåelig å ta bruk når man for eksempel skal bygge mange like enheter. Man ønsker uansett å ha alt ferdig prosjektet før byggestart.

## **Talgø Møretre**

Talgø Møretre forteller at det er ikke så mange forskjeller, men EAT-prosjekter tar generelt lengre tid og man opplever mindre gjentakelseeffekt.

## **Gusterud Bygg**

Ifølge Gusterud Bygg opplever de få forskjeller ved digitalisering, men man må ha mer kontroll på endringer og tilvalg ved et EAT-prosjekt kontra et EET-prosjekt. De prøver å effektivisere den tilvalgsprosessen ved EET-prosjekter ved å forhåndsdefinere en del kategorier hvor kunden kan gjøre tilvalg på.

Disse kategoriene presenteres i en bok som kunden kan ta med seg hjem og lese i selv. Da kan man bruke en time sammen på tilvalg istedenfor en hel dag. Men EAT-prosjekter vil uansett være mer tidkrevende.

## **Andersland Bygg og anonym bedrift**

For Andersland Bygg sin del er den vesentlige forskjellen at det er krav til registrering når man er på byggeplass ved EET-prosjekter. At alle som kommer og går må stemple inn og ut, slik at de har kontroll hvem som er til stedet. Dette er foreløpig ikke et krav ved et EAT-prosjekt. Dette er da forskjeller som er knyttet til sikkerhet.

For den anonyme bedriften så er den eneste forskjellen at ved EAT-prosjekter så har kunden mye mer innflytelse og dette påvirker prosjekteringsprosessen.

## **5.3 Resultat av observasjoner**

### **5.3.1 Observasjon av enebolig 1 i Stranda kommune**

Første observasjon var av enebolig i Stranda kommune. Dette var en arkitekttegnet enebolig, så dette er et EAT-prosjekt. Bruken av industrialisering var forholdsvis lav, men takstoler og dragere kom ferdigkappet fra leverandør. Leverandøren er Pretre, som ligger i Stryn.

Respondent ute på byggeplassen var bas Jørn Tage Nordstrand, som kunne fortelle at hvis dette huset hadde vært et hus fra Vestlandshus så hadde det sannsynligvis blitt tatt i bruk mer industrialisering i form av byggepakker. Dette innebærer at alt av trelast er ferdigkappet, både stenderverk, bjelkelag, taksperrer/takstoler og dragere. Da hadde det tatt betraktelig kortere tid å sette opp konstruksjonen, det kunne faktisk blitt gjort i løpet av noen dager istedenfor noen uker.

Utover de ferdigkappede dragerne og takstolene, så er eneboligen bygget på plassen på tradisjonell måte. I tillegg til bas så er det fire – fem tømreere som jobber ved prosjektet. Eneboligen skal stå ferdig i desember 2019.



*Figur 15 - Bilde 1, enebolig 1 i Stranda kommune*

Figur 15 viser et bilde som ble tatt ved observasjonen. De røde pilene på bildet viser de ferdigkappede dragerne som kom fra leverandør. Disse ble heist på plass med hjelp av kranbil fra leverandøren, slik at disse ikke må hentes fra bakken og bæres opp til neste etasje.

Den gule pilen viser en drager som ble heist på plass omtrent der som den skal ligge ferdigmontert, i hvert fall i den ønskede høyden, slik at tømreere unngår å måtte bære denne fra andre til tredje etasje og så videre opp på stillaset.

Den grønne pilen peker på takstoler som kom ferdig satt sammen og ble heist på plass og montert samme dag som de kom.





*Figur 16 - Bilde 2, enebolig 1 i Stranda kommune*

Figur 16 viser et annet bilde som ble tatt. Den grønne pilen peker på de ferdigmonterte takstolene.

Den gule pilen peker på drageren som ble heist på stillaset omtrent i den høyden den skal monteres. For at dette skal kunne fungere optimalt så er det viktig å tenke på logistikk, planlegging og god kalkulering slik at man ikke må vente for mye når aktiviteter skal skje.



*Figur 17 - Bilde 3, enebolig 1 i Stranda kommune*

Figur 17 viser et bilde hvor man nede til høyre (gul pil) ser trelast i fallende lengder som ligger på gulvet og dette er et godt eksempel på hvordan man skal holde byggeplassen ryddig når man bygger på tradisjonell måte. Her viser bedriften at dette fokuserer de mye på og at de er gode når det kommer til HMS.

Men materialer som ligger slikt ville det muligens vært mindre av hvis dette bygget ble bygget med elementer eller med prekappede materialer, men dette avhenger jo hvor mange innervegger som skal settes opp og om man da tar i bruk fallende lengder på innerveggene istedenfor prekapp.

De røde pilene peker på I-bjelker som kommer fra Pretre og disse utgjør da bjelkelaget.



Figur 18 - Bilde 4, enebolig 1 i Stranda kommune

Figur 18 viser et verktøy for timeregistrering på byggeplassen. Da har tømmerne en app på sine mobiltelefoner der de legger inn sitt byggekort/HMS-kort som den grønne pilen peker på, og bruker dette til å skanne QR-koden på arket som den røde pilen peker på, slik at de har registrert seg inn på arbeidsplassen. Da har administrasjonen kontroll over hvem som er på byggeplassen. Dette er en del av bedriftens digitale system. Ellers inneholder appen (Cerum

Construct App), som er tilknyttet Cerum programvaren, både sjekklister, tegninger og andre nødvendige dokumenter tilgjengelig for de som er på byggeplassen.

### 5.3.2 Observasjon av enebolig 2 i Stranda kommune

Andre observasjon var av en enebolig i Fivelstad i Stranda kommune. Dette var en modifisert enebolig fra Vestlandshus, så dette er også et EAT-prosjekt. Bruken av industrialisering var forholdsvis lav da det kun var takkonstruksjonen og bjelkelaget som kom i prekappede materialer. Både takkonstruksjon og bjelkelaget består av I-bjelker fra Pretre, se *figur 17*. Eneboligen var nesten ferdig bygget ved observasjon og mye av arbeidet innendørs var ferdig, så bildene viser ikke så mye til industrialisering eller digitalisering.

Bas, og respondent ved prosjektet, Kristoffer Frøysa kunne fortelle at siden dette var et Vestlandshus med modifiseringer så lot det seg ikke gjøre å ferdiggjør tegningene for veggene tidnok og da forsvant muligheten for å kunne ta i bruk stenderverk i prekappede materialer. En annen årsak til dette var startdatoen og værforhold. Veggene har derfor blir bygget på plassen på tradisjonelt vis. Frøysa kan derimot fortelle at bruken av prekapp er veldig gunstig fordi det er en enkel og effektiv måte å jobbe på.

Når det kommer til digitalisering så brukes det samme systemet som ved enebolig 1 i Stranda kommune, altså Cerum Construct App med både sjekklister og til timeregistrering. Men forskjellen ved dette prosjektet er at det er dårlig mobildekning, så sjekklister må gjøres manuelt. Dette blir oppdatert på appen etter endt arbeidsdag, noe som ikke har vært et problem. Frøysa kan fortelle at det har vært ca 2-3 tømrere ved dette prosjektet.



Figur 19 - Bilde 1, enebolig 2 i Stranda kommune



Figur 19 viser et bilde inne i eneboligen og viser en veldig ryddig arbeidsplass.



*Figur 20 - Bilde 2, enebolig 2 i Stranda kommune*

Figur 20 viser et bilde på utsiden av huset hvor det bygges en terrasse og viser også en ryddig arbeidsplass ute.

### **5.3.3 Observasjon av skole i Hornindal kommune**

Den tredje observasjonen var av en skole som var kommet godt i gang i byggeprosessen i Hornindal kommune. Selv om bygging av en skole ikke er relevant da oppgaven handler om småhusbransjen, var det ønskelig å observere et byggeprosjekt hvor det var mer fokus på industrialisering for å kunne få en forståelse over prinsippene ved industrialisering i forbindelse med boligbygging. På denne måten ville det være enklere å få et innblikk i hvordan et hus bygges med elementer.

Ifølge respondent Geir Frøysa (prosjektleder/bas) er skolen bygget med elementer i massivtre og disse elementene ble produsert i Kongsvinger og ble transportert med bil derifra. Dette har derimot ikke vært smertefritt, da skolen i utgangspunktet ikke skulle bygges med elementer i massivtre men i betong og stål.

Dette ble bestemt i siste liten og da ble både planlegging og logistikk en utfordring. Så til å begynne med kom elementene i korrekt rekkefølge i henhold til plan, men etter hvert fikk elementprodusenten kapasitetsproblemer og måtte sende av gårde det de kunne, men da ble

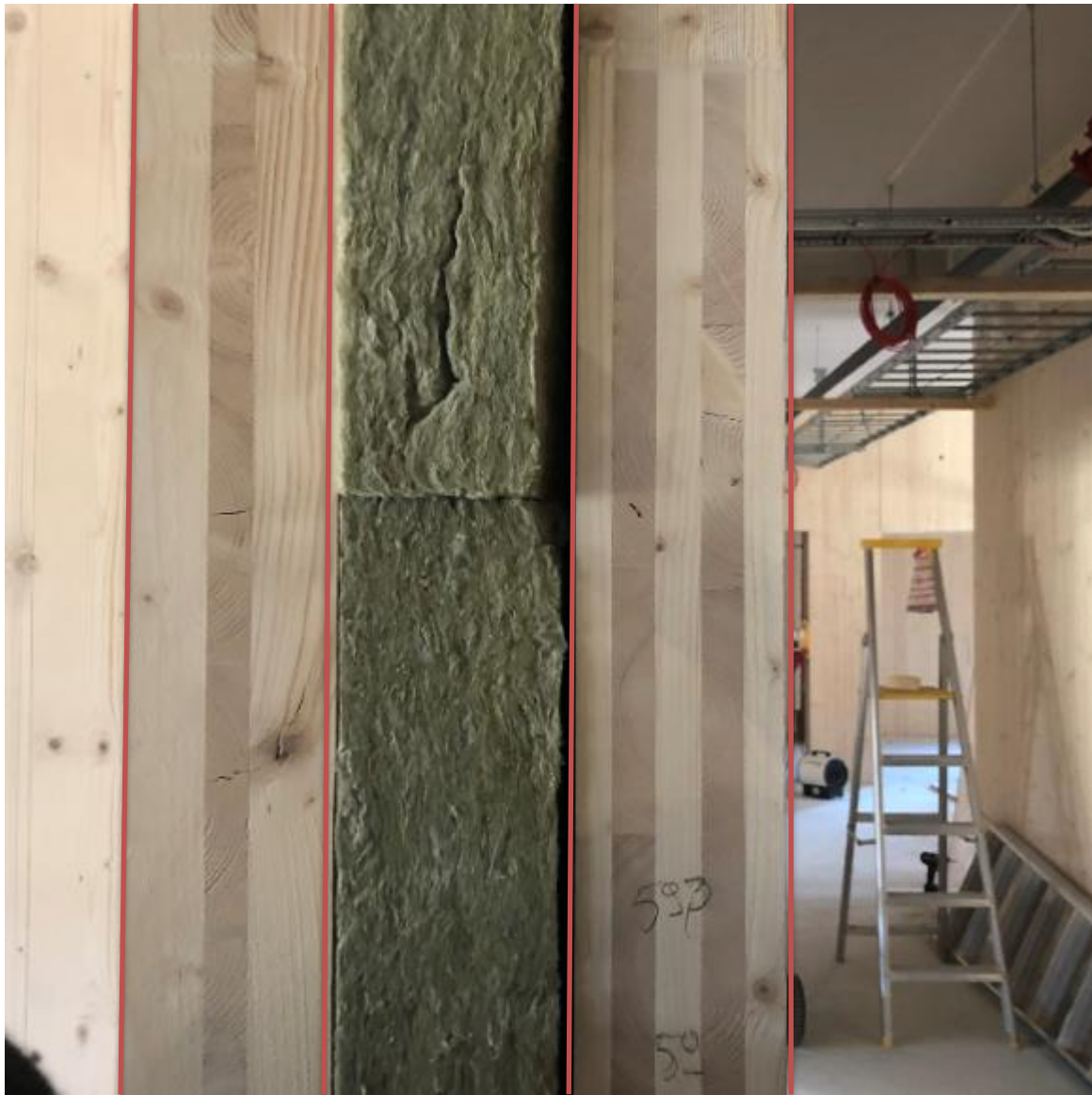
ikke leveransene komplette så dette medførte en del venting. Ved observasjonen var alle elementene på plass og det gjensto for det meste innvendig arbeid. Skolen skal for øvrig stå ferdig i oktober 2019.



*Figur 21 - Bilde 1, skole i Hornindal kommune*

Figur 21 viser et bilde av et klasserom på skolen og man ser hvordan elementene ser ut på innsiden. Hvilken overflate det skal være på innsiden er uvisst, men respondent Geir Frøysa kunne fortelle at hvert rom er en egen branncelle og da vil det på eventuelle brannvegger monteres et lag med gips.

Selv om elementene ser ganske store ut så kom de i 1.20 meters bredde og i vanlig etasjehøyde. Elementene har blitt heist på plass med hjelp av en stor kranbil, da disse elementene i massivtre veier ganske mye.



*Figur 22 - Bilde 2, skole i Hornindal kommune*

Figur 22 viser et bilde av oppbyggingen av et element. Her ser man at et element, som da har en bredde på 1.20 meter og er ca 30cm tykt. Elementet er bygget opp med 10cm steinull og 10cm massivtre på hver side av isolasjonen. Det er satt inn røde linjer for å enklere se de forskjellige sjiktene på elementet. Dette er bilde av en åpning inn til et rom.





*Figur 23 - Bilde 3, skole i Hornindal kommune*

Figur 23 viser bilde av etasjeskilleren. Etasjeskillerne kommer også i massivtre og etter montering av elementene så monteres det sponplater opp på disse, der igjen blir det lagt trinnlydisolasjon og så til slutt støpes det en betongplate.



*Figur 24 - Bilde 4, skole i Hornindal kommune*

Figur 24 viser et bilde av undersiden til takelementene. Disse elementene kommer helt ferdig med isolasjon, dampsperre og lekter på undersiden. På oversiden er det også ferdig montert et lag med slitesterk takfolie. Disse blir sveist sammen i skjøtene.



*Figur 25 - Bilde 5, skole i Hornindal kommune*

Figur 25 viser et bilde av oversiden på takelementet og takfolien i grå farge. Den gule pila peker på en konstruksjon på taket som er bygget med veggelementer som HT-bygg har laget selv på lageret sitt.

Elementene er bygget opp med vanlig stenderverk og de nødvendige sjiktene innunder kledningen, og ble heist på plass med hjelp av kranbil. Så dette viser at det er mulig å kombinere elementbruk fra leverandør og egne elementer etter behov så sant man har anledning til å produsere selv.





*Figur 26 - Bilde 6, skole i Hornindal kommune*

Figur 26 viser et bilde av utvendig fasade. Respondent Geir Frøysa forteller at det utvendige arbeidet har blitt gjort etter at elementene ble montert på plass. Men fra overkant av vinduene og helt opp til taket har bedriften montert egne elementer som også er produsert på eget lager. Den grønne firkanten viser hvor stor del av fasaden som består av elementer produsert fra HT-byggs egen fabrikk. Disse ble også heist på plass med hjelp av kranbil, etter elementene fra Kongsvinger var satt på plass.

## **6 Diskusjon av resultatene**

I dette kapitlet blir resultatene fra både intervjuene og observasjonene diskutert. Hensikten med diskusjonen er å sammenligne innhentet informasjon fra både intervjuene og observasjonene med teori og tidligere forskning fra henholdsvis kapittel 1 – 3 og der igjen trekke en konklusjon om hvordan man kan effektivisere småhusbransjen og boligbygging ved å benytte industrialisering og digitalisering, samt redusere reklamasjoner.

Likheter og ulikheter mellom EET-prosjekter og EAT-prosjekter vil også bli diskutert i dette kapitlet.

## **6.1 Effektivisering av småhusbransjen**

I intervjuene har respondentene uttrykket sitt engasjement for industrialisering og digitalisering. De har delt erfaringer og tanker om temaene og hvordan disse arbeidsmåtene påvirker bedriften de jobber i.

Noen av dem driver med egen elementproduksjon i egen hall eller lokale og står selv for transporten av elementene til byggeplassen. Andre bestiller gjerne elementer fra en leverandør som også tar seg av transporten. Men de fleste av respondentene er positive til bruken av elementer, mens andre nøyer seg med å kun ta i bruk prekappede materialer kombinert med tradisjonell boligbygging, også kalt plassbygging, men at de gjerne tar i bruk såkalte byggelag i tillegg, som da har sine faste lagmedlemmer.

Når det kommer til digitalisering bruker de fleste ute på byggeplassen et nettbrett eller mobiltelefon med en app som er knyttet til dataprogrammet som administrasjonen tar i bruk ved planlegging, prosjektering, kalkulering mv. Noen lager såkalte byggepermer til sine prosjekter, som er en perm hvor alt av informasjon ligger tilgjengelig i papirformat.

Selv om bruken av industrialiserte og digitaliserte byggeprosesser er litt forskjellig hos de ulike respondentene, så er det visse ting de er enige om og det er blant annet at før byggestart så må alt være ferdig planlagt og prosjektert.

### **Planlegging og prosjektering før byggestart**

En korrekt og fullstendig planlegging og prosjektering av en bolig vil gi håndverkerne et mest mulig korrekt grunnlag å jobbe ut ifra. Alt av informasjon er på plass, uansett om dette er via elektronisk utstyr eller i papirformat. Et viktig element i denne sammenheng er at alle parter også er enig om løsningene ved signering av kontrakt mellom for eksempel kunde og entreprenør.

Hvis alt er planlagt og prosjektert ferdig så vil også logistikken gå enklere og man vil oppnå bedre flyt av både informasjon og materialer. Et prinsipp som har blitt nevnt tidligere er jo at materialene må være på plass når det er behov for dem. Dette er et viktig prinsipp i lean-filosofien, nærmere bestemt Lean Construction. Dette fører til at man ikke lagrer for mye materialer på en gang og at man unngår for mye unødvendig venting og dødtid. Dette kan også relateres til et annet prinsipp i lean-filosofien og det er at man skal unngå sløsing av tid. Begge prinsippene er knyttet til effektivitet ved byggeprosjekter, men for å få dette til å fungere optimalt så kreves det at man har planlagt og prosjektert alt i forkant.

Men for å kunne planlegge og prosjektere før byggestart er det viktig at alle marsjerer i samme retning. Det er ikke kun håndverkerne som må ha tilstrekkelig og korrekt arbeidsgrunnlag, men også leverandører og produsenter. Hele verdikjeden må gå i samme retning både når det kommer til industrialisering og digitalisering.

### **Samarbeid gjennom hele bransjen og verdikjeden**

At en bedrift fokuserer mye på både industrialisering og digitalisering ved sine boligprosjekter er en ting, en annen ting er om samarbeidspartnerne til bedriften ikke fokuserer på det i like stor grad eller ikke fokuserer på det i det hele tatt.

Dette handler ikke om at alle bedrifter i alle fag skal ta i bruk industrialisering på samme måte som de aktørene som driver med boligbygging. Industrialisering hos boligbyggere dreier seg jo om bruken av elementer, prekappede materialer eller lignende som en måte å bygge hus på og som nevnt tidligere så kan man enten ta i bruk leverandører som leverer slikt eller produsere selv, se kapittel 2.2 *Industrialisering og produksjon i fabrikk*.

Men at leverandører av vinduer, dører og byggevarer fokuserer på industrialisering vil være vesentlig for at prosessene skal fungere optimalt. Som nevnt i kapittel 3.1 *SINTEF Byggforsk* så fokuserer dør- og vindusleverandøren Gilje mye på industrialisering og lean, noe som fører til at de jobber både smartere og mer effektivt. Dette fører til at de er klare til å levere til for eksempel elementprodusenter når det er behov for deres varer, altså at de klarer å levere varene i tide slik at man unngår for mye venting.

Samarbeid gjennom hele verdikjeden handler om at for eksempel elementer bør leveres med høyest mulig ferdiggrad. De som produserer elementer må ha det meste av materialer tilgjengelig i sine lokaler og haller, men disse materialene må jo der igjen komme fra en leverandør/produsent. Dette kan være materialer som trelast (kledning, stenderverk), gipsplater, dører, vinduer, produkter til tak osv. Med andre ord, det som trengs for å gjøre elementene mest mulig komplett før de transporteres ut til byggeplassen. For det er ikke bare på byggeplass at man må ha rette varer til rett tid, leverandørene er også avhengig av dette for å kunne levere tidsnok til sine kunder eller til sine egne prosjekter.

Men for å kunne levere i tide, om det så er fra produsent til leverandør, eller fra leverandør til byggeplass, eller fra egen produksjonshall til byggeplass, så er man avhengig av kommunikasjon og utveksling av informasjon mellom alle involverte aktørene, noe som er essensielt ved digitalisering. Så selv om man kanskje ikke kan kreve at alle tenker industrialisering i like stor grad som de aktørene som tar det i bruk på byggeplass, eller de

som produserer slike varer, så er bruken av digitaliserte prosesser noe som er mer naturlig å forvente fra samtlige aktører.

Det er påpekt i kapittel 2.3 *Digitalisering, kommunikasjon og informasjonsflyt* at digitalisering av bransjen skal føre til mer effektiv informasjonsflyt og hensikten er at man skal ha nødvendig informasjon tilgjengelig til enhver tid. Men det handler også om kommunikasjon. Ved planlegging og prosjektering så er det noen av respondentene som sier at det å involvere alle som er involvert i prosjektet i disse prosessene, vil føre til økt eierskap til prosjektet for de har deltatt i både planleggingen og prosjektering av bygget som skal bygges. Det fører også til at alle vet hva som skal gjøres, hvordan det skal gjøres og når.

Denne informasjonen, eller arbeidsgrunnlaget, som utvikles om prosjektet må være tilgjengelig for alle de involverte ved byggestart og gjennom hele byggeprosessen, til og med i byggets bruksfase. Ved planlegging og prosjektering tar man i bruk diverse verktøy i form av programvarer på data. Dette er for eksempel programmer for tegning, planlegging, kalkulering og innkjøp. Når alle er enig om hvordan en bolig skal bygges så må denne informasjonen videreformidles til andre aktører som leverandører og andre entreprenører, og selvsagt til de som har deltatt i de tidligere prosessene. Det vil også være vesentlig at kunden får tilgang til denne informasjonen, slik at alle er enig i de endelige løsningene før byggestart, spesielt hvis prosjektet er et EAT-prosjekt.

Da er man avhengig av at alle aktørene tar i bruk digitaliserte verktøy og prosesser på samme måte og at ingen aktører driver med «sin egen greie». Det er vesentlig at alle kan kommunisere på samme plattform, uavhengig av fag. For å få dette til å fungere så må byggebransjen og eventuelle samarbeidspartnere bli enige om digitale standarder og formater slik at, uavhengig av hvilke dataprogrammer man bruker, uansett hvilke fag og bransje man tilhører, samtlige som er knyttet til prosjektet (i hvert fall de rette folkene) få den samme informasjonen til rett tid, se kapittel 2.3.2 *Åpen BIM* om felles internasjonale standarder utviklet av BuildingSMART.

Dette gjelder ikke bare håndverkere, rådgivende ingeniører og arkitekter, men også transportører, leverandører og produsenter. Denne digitale samhandlingen mellom alle parter vil føre til bedre kommunikasjon og informasjonsflyt, eventuelle avvik og endringer vil kunne fanges opp av alle de involverte, man har all nødvendig informasjon tilgjengelig til enhver tid og alle vil få informasjon om hvilke faser og prosesser som starter og avsluttes. Dette vil jo også kunne videreformidles til kunden, både muntlig eller digitalt.

### 6.1.1 Industrialisering og digitalisering ved boligbygging

Det kommer uansett klart frem fra respondentene at hovedårsaken til at de tar i bruk mer industrialiserte og digitaliserte byggeprosesser er for å kunne være mer effektive når de bygger boliger. Det er flere faktorer som spiller inn og disse er:

- Gjentakelseeffekten
- Arbeidsforhold
- Kortere byggetid
- Kontroll og kvalitetssikring

#### Gjentakelseeffekten

Når man benytter seg av industrialiserte byggeprosesser så fremmer man også masseproduksjon av like boliger. Industrialisering og standardisering er ikke det samme hvis det hele tiden skal bygges ulike arkitekttegnede boliger. Ved bygging av slike unike boliger kan man risikere å måtte gjøre mange endringer og tilpasninger etter kundens behov både før byggestart og i løpet av byggetiden. Muligheten for effektivisering på grunn av standardisering (og gjentakelse) vil da forsvinne, se kapittel 3.2 *Norsk Treteknisk Institutt* og boligprosjektene i Skøyen og Bodø.

En måte å løse dette på er å ikke påbegynne bygging av boligen før alt er ferdig planlagt og prosjektert, slik at alt av løsninger er på plass ved byggestart. Men siden dette kan være en tidkrevende prosess da kunden ikke alltid har det lett for å bestemme seg for ulike løsninger, så kan det være gunstig å ta i bruk eget byggelag, og eventuelt kombinere dette med elementer og/eller prekappede materialer (om dette lar seg gjøre med tanke på prosjektering og startdato), for å kunne hente seg inn igjen tidsmessig.

Dette kan avhenge om man produserer elementer og lignende selv i eget lager, hvor man da kan styre og kontrollere produksjonen selv. I denne forbindelse oppnår man industrialisering til en viss grad og de positive effektene som dette bringer med seg, men det vil nok alt i alt ta lengre tid på grunn av en lengre prosjekteringsprosess. Om man ikke tar i bruk hverken elementer eller prekapp så vil man fremdeles oppnå industrialisering til en viss grad gjennom byggelaget.

For å oppnå denne gjentakelseeffekten gjennom industrialisering, må man fokusere mer på EET-prosjekter og bygging av like typer boliger – at man bygger samme modell flere ganger. Dette gjør man ved å enten bygge et felt med flere like boliger, om det så er enmannsboliger, tomannsboliger eller flermannsboliger. Dette kommer også an på om størrelsen på tomten

tilsier at man kan bygge et felt på det. Skulle det derimot være snakk om flere mindre tomter med plass til kun ett eller to hus, så kan man likevel oppnå denne gjentakelseeffekten.

For å kunne oppnå dette må kundene for eksempel velge boligmodeller ut ifra en katalog, men med begrensninger for hvor mange endringer de kan gjøre. Boligmodeller som er i en katalog kan være boliger som har blitt bygget før og vil derfor være ferdig planlagt og prosjektert – i hvert fall store deler av det. Produserer man elementer selv eller bestiller fra en produsent, så kan disse bli produsert i løpet av kort tid siden tegninger, detaljer og annen informasjon ligger klart. Man kan egentlig bare sette i gang å produsere. Det er derimot viktig å tenke på at hvis man må bestille fra en leverandør så kan det likevel ta lang tid på grunn av produksjonskø hos leverandøren, men igjen så har man en fordel hvis informasjon om boligen allerede ligger klar i datasystemene.

Og det at boliginformasjonen ligger klar, enten hos entreprenør, leverandør eller hos andre, oppnår man ved å benytte seg av en digital plattform som alle kan kommunisere på. Det trenger ikke å være slik at en leverandør må ha tegninger og slike ting tilgjengelig i sine databaser, men at entreprenøren derimot har disse dokumentene tilgjengelig for alle sine samarbeidspartnere. Da kan for eksempel en leverandør få tilgang til entreprenøren sine databaser og hente ut det de trenger av informasjon for å kunne sette i gang produksjon.

### **Arbeidsforhold**

Gode arbeidsforhold er vesentlig for å kunne gjøre en jobb effektivt og dette er en faktor som knytter seg mer til industrialisering enn digitalisering. Ved industrialisering kan man trekke inn arbeidet i en fabrikk, hall eller annet lokale i utstrakt grad enn ved tradisjonell plassbygging. Dette innebærer, som nevnt tidligere, at man bygger for eksempel elementer innendørs.

En respondent fortalte at dette ikke nødvendigvis kan anses som industrialisering da det fremdeles er noe som har snekret sammen et element – forskjellen er at det har foregått innendørs. Talgø Møretre derimot har et anlegg (såkalt CNC-anlegg) som produserer et element til den siste skruen er satt i, så her er det ingen som snekrer i den forstand. Uansett om det er mennesker som setter sammen elementer, eller om det er et anlegg som styres av kun en person, så er fellesnevneren at dette foregår innendørs.

I Norge har man ulike værforhold etter hvor man er i landet. Noen plasser kan det være mye vind og regn, andre plasser kan det være mye snø og kulde. Ingen av delene er gunstige arbeidsforhold for en håndverker hvis vedkommende må jobbe ute og i et stillas i tillegg.

Dette unngår man ved å jobbe innendørs. Man får gode og behagelige arbeidsforhold og det er enklere å glede seg til jobb for man skal ikke stå ute å snekre sammen en vegg (samt montere utvendig kledning på denne) eller en etasjeskiller. Det er såklart ikke ubehagelig å stå ute å snekre en varm sommerdag, men været i Norge kan være uforutsigbart og skiftende i løpet av kort tid.

Gode arbeidsforhold fremmer også sikkert ved bygging av boliger. Dette vil føre til færre skader og uhell og der igjen færre sykemeldinger forårsaket av utvendig arbeid under dårlige værforhold. Men avhengig av hvilket utstyr man har på produksjonslageret så kan man også unngå belastningsskader da man gjerne bygger elementer på en jigg, hvor man kan for eksempel snu veggen opp/ned og vil derfor ikke være avhengig av stiger eller stillas for å kunne jobbe på forskjellige plasser på elementet. Bruken av jigg fører også til færre tunge løft i stiger og stillaser.

I kapittel 2.1 *Reklamasjoner og byggefeil – et stort problem* kan man lese om fukt som en stor årsak til reklamasjoner og byggeskader og at fuktproblematikken kan relateres til blant annet nedbør. Når man produserer innendørs så produserer man ikke bare under varme og behagelige omgivelser, men også under tørre omgivelser. Dette vil medføre til at elementene er tørre når de leveres til byggeplassen, men det kan være viktig å fokusere på tilstrekkelig innpakning av elementene i plast. Men selv om disse elementene til slutt skal leveres til en byggeplass, uansett om det er fint vær eller ikke, og selv om det er noen som uansett værforhold må montere disse elementene sammen på byggeplassen, så er elementene mye tørrere enn hvis man skulle bygge på tradisjonelt vis gjennom hele byggeprosessen.

Ved tradisjonell plassbygging, om materialene blir levert til rett tid eller ikke, så vil disse mer eller mindre stå lagret utendørs, men dette er avhengig av hvor langt man er kommet i byggefasen. Men tidlig i byggefasen, hvor man skal til å begynne å bygge på grunnmur eller støpt plate, så vil materialer ligge utendørs en lengre periode. Og dette er en av grunnene til at man får fuktige materialer som der igjen fører til reklamasjoner, men dette er såklart væravhengig også. Tørre elementer (materialer) vil også medføre at tørketiden til bygget er mye kortere og man kan igangsette det innvendige arbeidet, og bruken av boligen, forholdsvis kjapt etter at elementene er satt opp og montert sammen.

En annen viktig faktor som også fremmer gode arbeidsforhold er graden av svinn og kapp. Man må nok forvente en del kapp i hallen hvor prekapp og elementer produseres, men dette kommer an på om materialene som elementprodusentene tar i bruk er prekappede materialer fra deres materialleverandør. Ved innendørs industrialisering i hall eller fabrikk vil det være

vesentlig å tenke ryddighet, HMS, lean og orden.

Men ute på byggeplass vil mengden kapp være minimal og dette gjelder både ved bruk av elementer og ved bruk av prekappede materialer. Talgø Møretre kunne fortelle at deres kappeanlegg oppnår en utnyttelsesgrad på 97 prosent, noe som gir lite kapp og svinn. Ingen, eller lite kapp, ute på byggeplass vil gi en ryddig og ordentlig arbeidsplass og man kan heller bruke mer tid på å produsere enn på å rydde.

Selv om arbeidsforhold henger mest sammen med industrialisering så er det også en viss tilknytning til den digitale delen. Dette handler om lagringsplass, koordinering, logistikk og der igjen kommunikasjon. Når elementer er ferdig produsert så kan ikke disse ligge for lenge der de er produsert, fordi det er det sannsynligvis ikke plass til da det ofte er mange elementer som lages samtidig.

Da er man igjen på dette med planlegging slik at man kan koordinere transport av elementer, og eventuelt annet materiale, til byggeplassen og man kan sørge for at det vil være folk der som kan hjelpe til med monteringen av elementene og eventuelt mottak av prekappede materialer som kan heises på plass før elementene. Da vil man oppnå at materialer som skal brukes innendørs, blir lagret innendørs mest mulig på byggeplassen. Så når elementene er ferdig satt sammen på grunnmuren eller plata, så ligger de andre materialpakkene klare til bruk «inne i bygget». Dette trenger ikke bare å være kun trelast, men for eksempel gipsplater også. Så snart etasjeskilleren også er på plass, så ligger materialer til innvendig bruk inne i tørre forhold.

Grunnen til at digitalisering er relevant i akkurat dette tilfelle er fordi man må kommunisere og sørge for effektiv flyt av informasjon til de aktuelle aktørene, slik at alle vet hva som skal skje og når det skal skje og kan planlegge der etter. Det må være folk på plass når elementene og annet materiale blir transportert på byggeplassen, men det må også være de korrekte folkene slik at materialpakker blir plassert hvor de skal brukes og monteres.

### **Kortere byggetid**

En stor fordel med både industrialisering og digitalisering er kortere byggetid og der igjen lavere byggekostnader. Industrialisering og digitalisering fører til en forutsigbar byggeprosess og det gir også muligheten for å kunne være mer effektiv. Igjen så forutsetter dette at ved bygging av en bolig så har man planlagt og prosjektert alt før byggestart. På den måten oppnår man at alt av nødvendig informasjon er utarbeidet og tilgjengelig før man setter i gang og bygger.



Om man tar i bruk et byggelag, prekapp, elementer eller en kombinasjon av alle disse, øker man både forutsigbarheten og effektiviteten ved et byggeprosjekt. Graden av effektivitet og forutsigbarhet er nok lavest hvis man kun tar i bruk byggelag, men kombinerer man dette med for eksempel prekapp så stiger det betraktelig. Dette avhenger jo også av graden man tar i bruk digitalisering ved byggeprosjektet, om man tar i bruk nettbrett eller mobiltelefon med en app som har alt av nødvendig informasjon tilgjengelig eller om det kommer i form av en byggeperm med papirer. En byggeperm fullt av papirer kan nok lettere bli ødelagt og forsvinne, dette kommer an på hvor denne permen ligger til enhver tid. Ved å bruke et elektronisk apparat, så vil man uansett unngå at papirer som forsvinner eller blir ødelagt.

Viktigst av alt så vil eventuelle endringer bli lettere å videreformidle via en app, istedenfor at man for eksempel må lage nye tegninger, skrive ut disse og skifte ut de nye dokumentene med de gamle dokumentene som ligger i permen. Dette er jo en av hovedeffektene ved å ta i bruk BIM. Alt av endringer på bygget blir synkronisert hos alle aktørene samtidig.

Bruken av elementer fremmer både effektivitet og forutsigbarhet, men som Gusterud Bygg presiserer så må man se an ferdiggraden på elementene. Hvis elementene kommer kun som reisverk eller bjelkelag, så må montering av gulvplater, isolasjon, dampsperrer, vindsperrer, utvendig og innvendig kledning foregå på byggeplassen under skiftende værforhold og man oppnår heller ikke den effektiviteten man ønsker. Samtidig øker risikoen for fuktskader og man må nok også forvente økt tørketid på bygget etter at bygget er tett. Så skal man ta i bruk elementer så vil det være mest hensiktsmessig med tanke på tid, at disse leveres med høyest mulig ferdiggrad.

### **Kontroll og kvalitetssikring**

Kontroll og kvalitetssikring er to viktige faktorer for å kunne levere en bolig som tilfredsstillende kundens behov. Digitalisering og en BIM-modell vil gi alle aktørene god kontroll over hva som skal gjøres, hvordan det skal gjøres og når det skal gjøres.

Tar man i bruk BIM så har man muligheten til å visualisere bygget i 3D. Dette er en fordel for entreprenører, leverandører, produsenter og kunder. Å kunne se bygget før det skal bygges vil kunne forhindre eventuelle avvik og feilprodusering, om det så er byggtekniske feil eller at kommunikasjonen mellom kunden og entreprenøren ikke har vært god nok i planlegging- og prosjekteringsprosessene.

Med BIM og programvarer som brukes til kalkulering, vil man sørge for at rett type material blir levert i riktig mengde. Da vil man ikke sitte igjen med for lite materialer, men dette er ikke direkte knyttet til bruken av elementer, men heller bruken av materialer slik som listverk

og diverse plater. Altså materialer som gjerne monteres etter at elementene er montert på plass og de prekappede materialene er ferdigmontert og man har for eksempel fått på plass de innvendige veggene eller lignende. Det essensielle er at man har nok materialer til å utføre en jobb.

Det har vært populært hos respondentene at håndverkerne deres tar i bruk sjekklister når de er ute og jobber, hovedsakelig med hjelp av en app på nettbrett eller mobiltelefon som er tilknyttet dataprogrammene deres. Sjekklisene på denne appen inneholder punkter som er viktige å sjekke etter utført arbeid, slik at man vet at jobben er riktig utført. Sjekklisene inneholder også punkter som vil gi en tilbakemelding til de som sitter på kontoret når de forskjellige arbeidsoppgavene er utført.

På denne måten vil man vite hva som er gjort og når, og om det eventuelt er funnet avvik. En fordel ved å ta i bruk nettopp disse sjekklisene er at man kan fange opp eventuelle avvik som går igjen ofte og så kan man tilpasse sjekklisene slik at dette blir viktige punkter som skal sjekkes ved når arbeidsoppgaven er utført. Etter hvert kan man oppnå at dette avviket unngås før man setter i gang med sjekklisene.

For håndverkerne sin del så vil de ha informasjon tilgjengelig til enhver tid. De har tegninger som viser detaljer og løsninger, de kan få informasjon om kalkulert tid som skal brukes på et element eller en seksjon og de kan ha kontroll over når neste leveranse av elementer eller materialer vil finne sted. Det er i dette tilfelle vesentlig at man har for eksempel en prosjektleder som hele veien sørger for at disse appene er oppdatert med den nødvendige informasjonen.

Materialflyt og informasjonsflyt er også vesentlig ved et byggeprosjekt, at disse kommer til de rette personene/plassene og til rett tid. Man vil unngå å få for mye materialer og informasjon, slik at håndverkerne kan konsentrere seg om de rette tingene og til rett tid. Helst skal man også ha kontroll over hvem som skal gjøre hva og når, slik at de kan planlegge og tilrettelegge for at for eksempel elektrikerens eller rørleggeren kommer neste dag. Da vil man unngå at for mange jobber på samme plass samtidig, man kan få unnagjort viktige arbeidsoppgaver slik at det ikke stopper opp for andre fag.

For å unngå reklamasjoner er det viktig med kvalitetssikring av den jobben som er utført. Dette er enkelt å få til hvis man produserer elementer innendørs. I og med at innendørs elementproduksjon gir gode arbeidsforhold for de som snekrer disse, er det naturlig at de som driver med kvalitetssikring også har vel så gode arbeidsforhold da elementene blir kvalitetssikret innendørs før de transporteres til byggeplassen.

Det vil være enkelt å fange opp feil på grunn av behagelige omgivelser og man kan unngå flere feil før man setter i gang med videre produksjon. Dette henger sammen med at et kappeanlegg ikke nødvendigvis er feilfritt og en vesentlig feil kan bli fanget opp og utbedret og man har da oppnådd nødvendig kvalitetssikring av elementet. Samtidig kan man sikre at elementene som er produsert vil tåle de værforholdene som de skal monteres i ved å sjekke at utførelsene er gjort i henhold til både forskrifter og standarder, samt at man kan foreta tester av både tetthet, vannlekkasjer og isoleringsevne før elementene transporteres ut.

### **6.1.2 Redusering av reklamasjoner**

Ut ifra forskjellige rapporter, se kapittel 2.2 *Industrialisering og produksjon i fabrikk* og kapittel 2.3 *Digitalisering, kommunikasjon og informasjonsflyt* skal man kunne redusere antall reklamasjoner ved å benytte disse arbeidsmetodene ved boligprosjekter. Respondentene ved intervjuene har ulike tilbakemeldinger på akkurat dette.

Ved å industrialisere sine byggeprosesser så kan man oppleve økt kvalitet på sine produkter og færre byggefeil på boligene som bygges, hvert fall i teorien. Dette betyr ikke at man blir helt feilfri når man bygger en bolig. Feilene kan være forårsaket av både maskiner og kappeanlegg, men det kan også være menneskelige feil.

Hvis det dukker opp en reklamasjon så gir både industrialisering og digitalisering muligheten for bedre kontroll på reklamasjonene, altså det er enklere å vite hvem som skal utbedre feilen. Dette fører til at ved utbedringer av reklamasjoner så er man effektiv for man har bedre oversikt over hvem som skal utføre utbedringen, hvordan og når den skal utbedres. Grunnen til dette er fordi man kan se på for eksempel 3D-visualiseringen av boligen, se på hvor det har skjedd en feil, man kan enklere få oversikt over hvem som eventuelt er ansvarlig for feilen og der igjen sette i gang utbedring relativt kjapt. Det vil også da være mulig å se om det for eksempel er en leverandør av elementer som har forårsaket feilen. Man finner forholdsvis fort ut hvem som er ansvarlig.

Så når man først må håndtere en reklamasjon eller et mindre avvik, så kan man i en evalueringsprosess etter at boligprosjektet står ferdig, kunne øke fokuset på slike feil og påbegynne forebygging snarest. Dette vil komme veldig godt med for dem som bygger like boliger i forbindelse med feltutbygging eller for de som tilbyr boligkataloger fra huskjeder. Da vet man at fra et tidligere prosjekt hva som gikk galt og dette er det viktig å fokusere på slik at man unngår samme feil ved fremtidige prosjekter.

Eventuelle avvik må også endres på i tegninger og eventuelt i andre dokumenter i det dataprogrammet som benyttes av bedriften. Da vil grunnlaget på boligen være en feil mindre og man trenger ikke å måtte se over hele tegningen når denne hentes ut fra en database. Da kan det også være lurt å loggføre hvilke endringer og forbedringer som gjøres på de forskjellige tegningene og andre dokumenter. Hensikten er å ha færrest mulige feil ved neste prosjektstart, uansett om det er et helt likt hus som skal bygges en annen plass eller om det skal gjøres noen endringer på det etter kundens ønske.

Men å redusere reklamasjoner går også innunder det å ha bedre kontroll på boligprosjektet, slik som nevnt i kapittel 6.1.1 *Industrialisering og digitalisering ved boligbygging*. At man tar i bruk sjekklister som man har i appene på enten nettbrett eller mobiltelefon ute på byggeplassen som sørger for at man sjekker vesentlige punkter ute på byggeplass og at man gir kjapp tilbakemelding om eventuelle feil via appen til de som sitter på kontoret og skal styre prosjektet. Dette er en viktig del av det å kommunisere når man bygger boliger.

For at man skal kunne hente ut effekten av både industrialisering og digitalisering, så er det viktig å kvalitetssikre det arbeidet som er gjort. Selv om man bruker gode programvarer på data, hvor man kan både tegne og kalkulere, så må noen kvalitetssikre dette også. Selv om man bygger elementer og lager til prekappede materialer innendørs, så må noen kvalitetssikre dette også. Så lenge man har vært effektiv i prosessene før selve boligen bygges og at man har kvalitetssikret disse prosessene, så vil man oppleve økt effektivitet ute på byggeplassen også. For fremtidige prosjekter så er det vesentlige at man ser på etterkalkylen og sammenligner denne med forkalkylen med tanke på både tid og kostnader. Dette gir jo muligheten for forbedringer ved fremtidige prosjekter.

### **6.1.3 Ulemper og utfordringer**

Det er fort gjort å tenke at det bare er fordeler med både industrialisering og digitalisering og i teorien så er det mange fordeler, men ut ifra svar fra respondentene ved intervjuene så er det noen ulemper og utfordringer likevel. Disse er knyttet til:

- Likhet i bransjen
- Kompetanse
- Kompliserte digitale verktøy
- Logistikk
- Feilproduksjon
- Store investeringer

## **Likhet i bransjen**

Hele bransjen, sammen med myndighetene, må komme til enighet om standarder og forskrifter som fremmer bruken av både industrialiserte og digitaliserte byggeprosesser. Dette innebærer at man må komme til enighet om en del felleskomponenter, dataformater, begrepsapparat, terminologi som er ensidig definert slik man i hele bransjen «marsjerer i samme retning» og «snakker det samme språket». Slik som Boligprodusentenes forening presiserer så er det viktig at man unngår såkalte proprietære økosystemer, at aktører driver med sine egne ting, og heller fremmer åpne økosystemer med åpne datasystemer og åpne standarder, se og kapittel 2.3.2 *Åpen BIM*. Samtidig må myndighetene også legge til rette for en digital plattform med tanke på for eksempel byggesøknader. Dette er en utfordring i dag da dette kan være tidkrevende.

Men for at man skal kunne oppnå likhet i bransjen, innenfor både industrialisering og digitalisering, må man oppnå mer åpenhet om temaene samtidig som man fokuserer mer på kompetanse- og erfaringsoverføring. Ikke bare internt i bedriftene, men også mellom bedrifter. Dette skal diskuteres nærmere i neste avsnitt.

## **Kompetanse**

For bedrifter som ikke tar i bruk hverken industrialisering eller digitalisering i like stor grad som respondentene i denne rapporten, vil dette være forholdsvis ukjente områder. Dette innebærer, ved en eventuell omstilling i bedriften, mye ny kunnskap og kompetanse som må utvikles, læres og der igjen praktiseres. I kapittel 3.4 *Norsk institutt for by- og regionforskning (NIBR)* og rapporten *Industrialisering av trehusproduksjon* legges det frem en del punkter som kan være viktige å se på.

Småhusbransjen anses som en tradisjonell bransje og det er en stor spredning med tanke på alder på de som er en del av bransjen. For de eldre som er vant med for eksempel dokumenter i papirform kan gjerne være uvillig til å ta i bruk nye digitale verktøy. Dette kan være på grunn programmets kompleksitet og at man må bruke tid på å lære seg noe nytt istedenfor å produsere. Men i generasjonene som kommer er digitalisering mer populært og mer en selvfølge, så de generasjonene som kommer vil nok ta dette til seg lettere enn den eldre generasjonen.

I forbindelse med et fremtidig generasjonsskifte i bransjen, vil det være en god anledning til å innføre mer lærdom og kunnskap om både industrialisering og digitalisering i utdanningsinstitusjonene. Dette innebærer ikke bare teoretisk læring, men en viktig praktisk læring i tillegg, blant annet for å fremme hvorfor industrialisering og digitalisering kan

effektivisere bransjen og at man stadig ønsker å forbedre de ulike prosessene. Det er vesentlig å rekruttere personer med interesse for digitalisering.

Men å ha kompetanse innenfor både industrialisering og digitalisering vil være viktig hvis man skal fokusere på dette og kun dette. Og bruken av for eksempel elementer vil føre til at de som jobber med elementproduksjon, og til en viss grad også de som kun tar i bruk prekapp, vil bli ansatt som montører istedenfor å bli ansatt som tømrere. Dette betyr at det er mye fagkompetanse som etter hvert kan forsvinne, da det er mye tømrerkompetanse som kun hentes inn ved tradisjonell husbygging på byggeplass.

### **Kompliserte digitale verktøy**

En grunn til at det per i dag ikke er så mye likhet i bransjen, og at det er mangel på kompetanse, spesielt med tanke på bruken av nye programvarer og digitale utstyr, er at en del av de nye appene og/eller dataprogrammene som utvikles er store, tunge og kompliserte. En av årsakene til dette er at mange av disse utvikles av «ikke-bransjefolk», men heller av firma som er ute etter å revolusjonere bransjen med sine idéer.

Disse programmene kan være gode, men det kan likevel ta lang tid før man behersker slike programmer, uansett hvilken bakgrunn man har når det kommer til bruken av dataprogrammer og lignende. Respondentene klager på at en del av disse programmene er altfor omstendelige. Det er for mye informasjon og noen av appene som brukes ute på byggeplassen inneholder informasjon om for eksempel lovverket og hvordan disse skal overholdes når det kommer til for eksempel sikkerhet og byggemetoder. Dette er ikke ting en tømrer trenger å ha i en app da det allerede er innlært gjennom for eksempel skolegang og, ikke minst, sunn fornuft. En app vil fungere bedre hvis den kun viser det som er nødvendig, slik at slike digitale verktøy ikke blir en tidstyv fordi man må bruke lang tid på å lese på unødvendig informasjon.

### **Logistikk**

Logistikk er en viktig faktor for en god gjennomføring ved bygging av en bolig. Men en utfordring kan være dårlige veier og byggeplasser som er vanskelig å komme til, med tanke på å heise på plass elementer.

Elementer kommer som regel i en del mengder og dette innebærer en del transport.

Utfordringen ligger i det å koordinere dette på en tilstrekkelig måte slik at man unngår for mye kjøring fram og tilbake da dette er ugunstig med tanke på miljøet.

Fraktkostnadene i Norge er generelt høye og dette kan man merke hvis man for eksempel bestiller elementer fra en leverandør som holder til i et annet fylke eller landsdel. Elementer produseres i visse formater og kan være nokså stor i størrelse. Det vil være viktig å produsere elementer som er egnet for norske veier, slik at man unngår at transporten er tidkrevende og blir en fordyrende prosess, samt at byggeprosessen stopper opp da man har problemer med å atkomst til byggeplassen.

Siden det også er ønskelig med elementer med størst mulig ferdiggrad, så bør disse for eksempel være ferdig med både vinduer og dører. Dette er som regel store varer som også koster mye. Disse må ligge klar til montering hos de som produserer elementene, og da er det ene lean-prinsippet essensielt og det er at riktig vare må komme til riktig tid. Dette gjelder for øvrig for de som er ute på byggeplassen også, så dette prinsippet angår hele verdikjeden.

### **Feilproduksjon**

Feilproduksjon er knyttet til både menneskelige og maskinelle feil ved produksjon av for eksempel elementer. Men det kan også være knyttet til for dårlig kontroll ved planlegging og prosjektering og for dårlig kvalitetssikring.

### **Store investeringer**

En utfordring med å ta i bruk både industrialisering og digitalisering i større grad, er at det krever en del investeringer. Med tanke på industrialisering så kommer dette an på hvorvidt man ønsker å produsere elementer og precut selv eller om en leverandør/produsent skal gjøre dette for dem. Ønsker man å produsere selv må man ta høyde for at man må gå til innkjøp av sage- og kappeutstyr, maskiner (CNC-anlegg) som sager og kapper materialene, jigger hvor man setter sammen elementer, pluss at et lokale eller lager hvor man kan arbeide i kan være dyrt å kjøpe eller bygge selv.

Og utvikling, kjøp og tilpasning av dataverktøy, apper på mobiltelefon og nettbrett, samt innkjøp av disse elektroniske verktøyene kan være kostbare, fordi det er dyrt å produsere slike verktøy og det kan også være tidkrevende.

## **6.2 EET- og EAT-prosjekter**

Den største forskjellen mellom EET- og EAT-prosjekter er det skrevet om i kapittel 1.1.4 *EET-prosjekt – entreprenør egen tomt* og kapittel 1.1.5 *EAT-prosjekt – entreprenør annenmanns tomt* og det er i overskriften at man ser hva som er forskjellig. Forskjellen er hvem som eier tomta og der igjen hvem som bestemmer det meste.

### **6.2.1 EET-prosjekt**

Ved EET-prosjekter har entreprenøren mer kontroll for å standardisere det som skal bygges, samt bestemme hvilke løsninger som skal benyttes. Det er også entreprenøren som bestemmer hvilke boligmodeller som skal bygges. Forbrukeren blir vanligvis ikke involvert før boligen står ferdig.

Når man bygger et felt så er dette vanligvis et EET-prosjekt og da er det vanlig at boligene som bygges er like, noe som fremmer både bruk av industrialisering og digitalisering i utstrakt grad. I dette tilfellet får man også hentet ut effekten av disse arbeidsmetodene i større grad på grunn av gjentakelseeffekten. Er bedriften en del av en kjede, for eksempel Vestlandshus, vil bedriften kunne benytte seg av en del av kjedekontorets støtteverktøy og kan da fokusere mer på selve byggingen. Slike typer prosjekter kan også være mer kapitalkrevende og det bringer også med seg en større risiko.

Men siden slike prosjekter fremmer industrialiserte og digitaliserte byggemetoder i større grad så kan man også være mer effektiv i selve byggeprosessen, med tanke på både planlegging, prosjektering, logistikk og bygging. Man får også anledning til å utvikle en mer komplett modell og kostnaden for digitalisering blir lavere.

### **6.2.2 EAT-prosjekt**

Ved EAT-prosjekter er det kunden som har kontroll og bestemmer det meste. Dette kan være tidkrevende og det kan føre til mange endringer før byggestart og underveis. Dette fører til en lengre prosjekterings- og planleggingsprosess, men også en lengre byggeprosess. Jo lengre tid man bruker på å gjennomføre et boligprosjekt, så vil byggekostnadene øke parallelt med tiden det tar. Risikoen får reklamasjoner øker også på grunn ulike feilkilder som kan være forårsaket av dårlig kommunikasjon og misforståelser mellom kunde og entreprenør.

Det er også vanlig ved EAT-prosjekter at man bygger såkalte arkitekttegnede boliger. Dette er unike boliger og da er det også ulike og unike utfordringer og løsninger for hvert prosjekt. Dette krever også en unik planlegging og prosjektering, men bruken av prekapp og bruken av BIM vil være en fordel hvis man ønsker å hente seg inn igjen tidsmessig etter å ha brukt relativt lang tid på å planlegge og prosjektere. I forbindelse med digitalisering så er det interessant for kunden å kunne se sin bolig med hjelp av 3D-visualisering. Da er det lettere for kunden å kunne komme med ønsker og endringer etter behov, istedenfor at kunden må se dette for seg på egenhånd eller på tegninger på papir.



Når man jobber i et EAT-prosjekt så er det jo kunden sin tomt. Dette innebærer ikke bare et unikt boligprosjekt i form av unike løsninger på selve bygget, men også unike omgivelser å bygge ved. En tomt kan ha helt andre omgivelser enn tomter som ligger andre steder og dette kan være alt i fra skog-, berg-, vann- og værforhold.

## **6.3 Observasjoner av byggeplasser**

### **6.3.1 Observasjon enebolig 1 og 2**

Ved byggingen av begge eneboligene, var bruken av industrialisering lav. Begge boligprosjektene var EAT-prosjekter og på grunn av endringer og tilpasninger fra kundens side ble det vanskelig å ta i bruk industrialiserte prosesser i større grad. Men bruken av prefabrikkerte takkonstruksjoner og bjelkelag har forenklet en del av arbeidet ved byggingen av disse boligene.

Å bygge en takkonstruksjon og bjelkelag er tunge og store arbeidsoperasjoner og det krever en del planlegging, fysisk bæring av materialer og en del energi på å snekre sammen disse konstruksjonsdelene. Ved å få disse konstruksjonene levert ferdig prefabrikkert fra leverandør, samtidig som det ble heist på plass med hjelp av en kranbil, så har dem spart seg selv for mye arbeid, tid og energi.

Veggkonstruksjonen har derimot blitt bygget på tradisjonelt vis på byggeplassen. Da har det ved begge prosjekter blitt transportert trelast og byggevarer fra deres eget lager til byggeplassen. Siden dette er varer som hovedsakelig kommer fra eget lager, hvor de også tar i bruk egen lastebil med kran, så er det enklere å koordinere og planlegge med tanke på logistikk og der igjen få de rette varene til rett tid. Så selv om graden av industrialisering kunne vært større, er det mulig å hente seg inn tids- og kostnadmessig hvis et byggefirma har et eget lager med trelast og byggevarer, samt eget transportkjøretøy.

Både Frøysa ved enebolig 2 og Nordstrand ved enebolig 1 kan fortelle at hadde disse boligene vært kataloghus fra Vestlandshus, uten modifikasjoner, så hadde hele konstruksjonen (både vegger, tak, bjelkelag m.m.) kommet i form av byggepakker (prekapp) og de hadde brukt enda kortere tid på å bygge på grunn av økt effektivitet og. Å bygge med prekapp er veldig enkelt siden alt kommer ferdig kappet.

Årsakene til at for eksempel veggkonstruksjonene ble bygget på tradisjonelt vis var fordi boligene var EAT-prosjekter, det var en del endringer og tilpasninger fra kundens side før byggestart, men også på grunn av at oppstartsdato var på vinterstid. Dette førte til at HT-bygg

ikke fikk tid til å prosjektere for bruk av veggelementer eller prekapp. I slike tilfeller kan man se på prosjektene som blir presentert i kapittel 3.2 *Norsk Treteknisk Institutt*.

Der ble det ene prosjektet bygget under telt for å hindre at elementene ble utsatt for fukt i byggetiden. Å ta i bruk telt kan muligens være en løsning som kan fremme bruken av prekapp, samt at man kan få prosjektert hele boligen ferdig, i og med at teltet kan forhindre at værforhold vanskeliggjør byggeprosessen.

### **6.3.2 Observasjon skole**

Selv om observasjonen i Hornindal var av en skole, noe som egentlig ikke er relevant for denne masteroppgaven, så var det visse punkter som det likevel var verdt å se på. HT-bygg er ikke de eneste av de deltakende aktørene ved denne oppgaven som har et eget lager med byggevarer og trelast, hvor de også kan produsere elementer selv. Andersland Bygg, Talgø Møretre og en del av forhandlerne hos Norgeshus og Nordbohus jobber også på samme måte.

Ved observasjonen av skolen kunne respondent og bas, Geir Frøysa, fortelle at elementene i massivtre kom helt i fra Kongsvinger og at dette ikke gikk smertefritt på grunn av forskjellige faktorer, se kapittel 5.3.3 *Observasjon av skole i Hornindal kommune*.

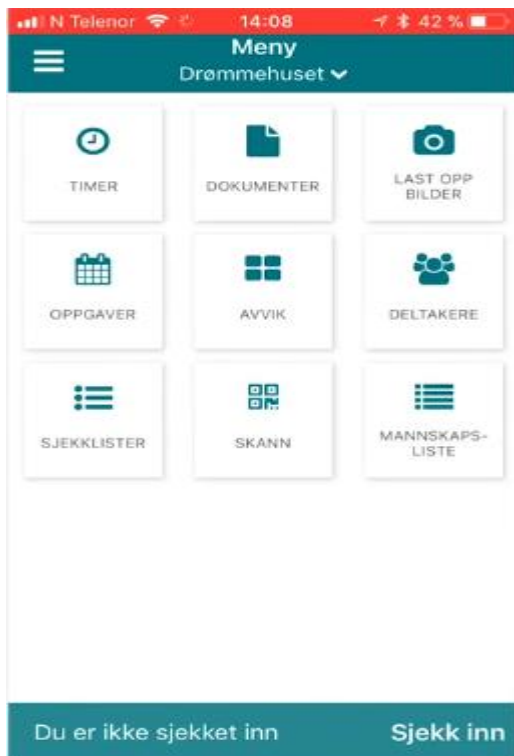
Selv om mesteparten av skolen skulle bygges med disse elementene i massivtre, var det noen deler som skulle bygges på samme måte som ved en bolig. I dette tilfelle var det gunstig at HT-bygg kunne ta i bruk sitt eget lager til å produsere elementer. På denne måten unngikk dem å måtte vente på for eksempel disse elementene da de styrte produksjonen og logistikken av disse selv. Når elementene var ferdig og skulle på plass så var det ei kran på byggeplassen som bidro til at dette gikk forholdsvis kjapt. På denne måten ble den god logistikk ivaretatt.

### **6.3.3 Cerum Construct App**

Selv om graden av industrialisering ved boligene kunne vært større, så har HT-bygg et digitalt verktøy som hjelper tømmerne ute på byggeplassen med å være mer effektive. Dette er en app som er tilknyttet dataprogrammet Cerum Construct og den kalles Cerum Construct App (CERUM AS, 2017). Som nevnt så inneholder appen både sjekklister, tegninger og andre nødvendige dokumenter tilgjengelig for de som er på byggeplassen.

Istedenfor å ta bilder av appen fra tømmerne sin mobil/nettbrett, er det hentet bilder fra en visningsvideo som Cerum AS har på sine nettsider (CERUM AS, 2017). Dette er for å vise hvilke funksjoner denne appen har. Disse bildene viser appen på en mobiltelefon, se figur 27

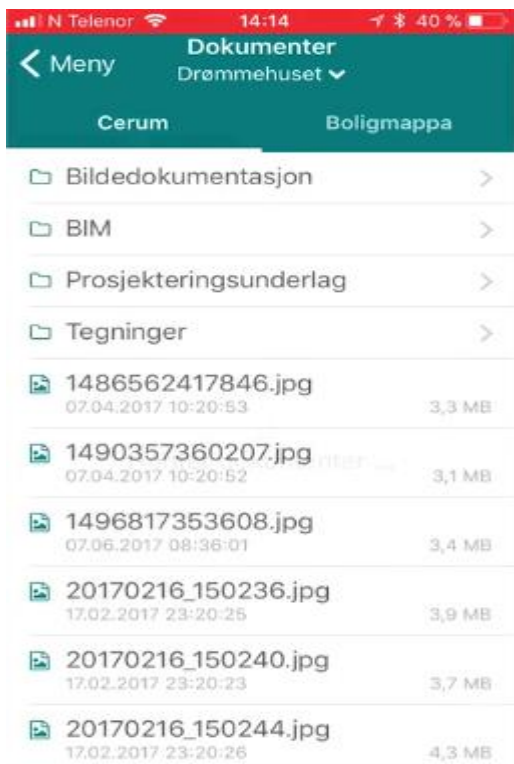
– 34.



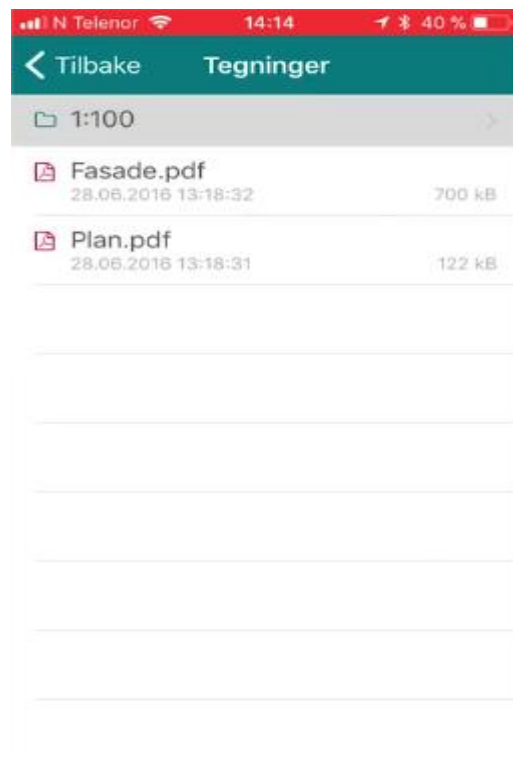
Figur 27 - Bilde av de forskjellige funksjonene i appen



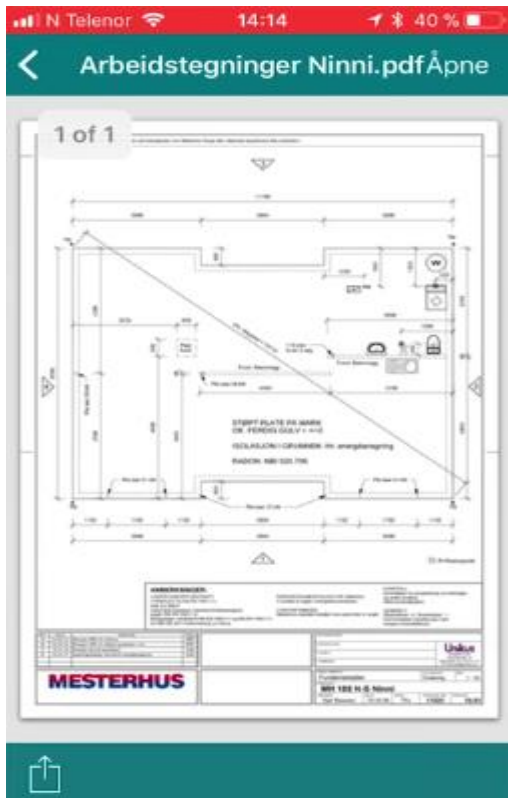
Figur 28 - Bilde av hvordan man registrerer seg inn på arbeidsplassen i appen



Figur 29 - Bilde av de forskjellige dokumentene til prosjektet som er tilgjengelig i appen



Figur 30 - Bilde av fasade- og plantegninger av boligen som ligger tilgjengelig i appen



Figur 31 - Bilde av en arbeidstegning



Figur 32 - Bilde av billedokumentasjonsfunksjonen, hvor man kan lagre bilder tatt med kamera



Figur 33 - Bilde av forskjellige sjekklister tilknyttet boligprosjektet



Figur 34 - Bilde av kakediagrammer knyttet til sjekklisene. Helt grønn betyr fullført sjekklisene.

## 7 Konklusjon

For at småhusbransjen skal kunne effektivisere boligbyggingen og redusere reklamasjoner, så vil det fremover være en fordel å benytte industrialisering og digitalisering i større grad enn det gjøres i dag. Men for at det skal kunne bli en realitet så må man iverksette tiltak som fremmer bruken av industrialisering og digitalisering. For det er først når man utnytter potensialet fullt ut at man får se hvilken effekt det kan ha.

### **En felles digital plattform**

Først og fremst må hele småhusbransjen gå sammen for å bli enige om en felles digital plattform som alle kan kommunisere på. Dette gjelder ikke bare de som bygger boliger, men også underentreprenører, leverandører, transportfirma og myndighetene (altså hele verdikjeden).

Og det samme gjelder for selve heldigitaliseringen av bransjen, for dette må også gjelde alle parter som er involvert i et boligprosjekt og ikke bare de som bygger. Med en felles digital plattform så sørger man for at all nødvendig informasjon om et boligprosjekt vil være tilgjengelig for alle. Denne informasjonen vil kunne ligge lagret i en database og kan da hentes opp av alle som har tilgang når det måtte være behov for det.

Samtidig vil eventuelle endringer synkroniseres via denne plattformen, slik at hvis noen gjør en endring på en tegning så ville alle parter kunne fange opp denne endringen og hele tiden være oppdatert.

### **Planlegge og prosjektere ferdig før byggestart**

Den informasjonen det er snakk om i avsnittet over vil være alt i fra tegninger, planer om bygging og logistikk, hvem som skal utføre hva, hvordan og når. Og for at man skal kunne få alt dette på plass før byggestart, så må man ha planlagt og prosjektert alt før selve byggingen påbegynnes. Man må med andre ord etablere en komplett BIM-modell før boligen skal bygges.

Denne BIM-modellen vil kunne blant annet vise selve boligen i en 3D-modell, slik at alle parter (inkl. kunden) kan være enige om sluttproduktet før byggefasen settes i gang. Da har man veldig tidlig i boligprosjektet foretatt en kvalitetssikring. Dette vil føre til at tilpasninger og endringer under byggefasen vil minimeres og man unngår faren for byggefeil og reklamasjoner. Dette vil også føre til bedre prosesser for mengdeberegninger, innkjøp, bestillinger og logistikk.

Samtidig har man også alt informasjon tilgjengelig etter endt prosjekt slik at man kan sammenligne de kalkylene som ble utarbeidet både før byggestart og etter boligen står ferdig.

### **Bedre digitale løsninger**

Når man skal ta i bruk en BIM-modell er det vesentlig at man har digitale verktøy og programvarer som ikke er for komplisert. Selv om det er mange dataprogrammer på markedet nå, så ville det vært best om aktører fra bransjen ble mer involvert i utviklingen av slike programmer. Dette gjelder også for applikasjoner på mobiltelefoner og nettbrett.

Fordelene med digitalisering er kommunisering og informasjonsflyt, blant annet for å følge med på fremdriften av boligprosjektet. Ved å utvikle sjekklister på applikasjon på nettbrett eller mobiltelefon, som er koblet til BIM-modellen, så vil alle de som er involvert i prosjektet kunne følge med på hva som blir gjort og hva som skal gjøres. På denne måten oppnår man muligheten for at alle kan planlegge bedre. Da er det vesentlig at de digitale verktøy ikke har for mye informasjon, kun det som er nødvendig.

### **Mer standardisering og industrialisering**

Hensikten med standardisering og industrialisering er at ting gjøres likt i hele bransjen og at man i fremtiden unngår å bruke forskjellige løsninger på hvordan man for eksempel bygger et tak og en vegg. Med mer likhet i bransjen, spesielt med tanke på byggeløsninger, kan man fremme mer produksjon i fabrikk og ta i bruk prekappede materialer og elementer i større grad. Da kan man også styre ferdiggraden på for eksempel elementer, slik at når elementene er ferdig så kan disse transporteres til byggeplassen, heises på plass og så kan tørkeprosessen settes i gang nokså raskt.

Bruken av prekappede materialer og elementer vil også føre til en kortere byggeprosess. Dette avhenger også om man tar i bruk byggelag i tillegg, men totalt sett så vil et bygg stå ferdig mye raskere sammenlignet med tradisjonell plassbygging. Dette er også tilknyttet innendørs produksjon.

En av fordelene med industriell produksjon er produksjon innendørs under behagelige og tørre forhold. I tillegg til at de som produserer står inne og bruker diverse utstyr som jigger og kappeanlegg, så vil produktene (prekapp eller elementer) være tørre når dem transporteres til byggeplassen. Dette er en måte å minimere fuktskader på.

En annen fordel er muligheten for kontroll og kvalitetssikring av det som produseres ved å blant annet benytte de digitale verktøy som er nevnt tidligere, men at dette også kan utføres innendørs.

## **EET- og EAT-prosjekter**

Den største forskjellen mellom disse prosjekttypene, er hvem som bestemmer og har kontroll. Ved EET-prosjekter er det entreprenøren som er byggherren og ved EAT-prosjekter så er det kunden som er byggherren.

Men når det er entreprenøren som er byggherren så åpner dette muligheten for å benytte både industrialisering og digitalisering i større grad. Da kan dem bestemme at det eksempelvis skal bygges fire like eneboliger på deres tomt (dette avhenger av hvilke muligheter man har på tomte), med like løsninger og man kan da rasjonalisere ved å produsere elementer til disse boligene og få satt opp disse i løpet av forholdsvis kort tid.

I dette tilfelle så er det entreprenøren som står for både design, planlegging og prosjektering, og hvis boligprodusenten velger å bygge boliger fra deres egen katalog eller database så ligger arbeidsgrunnlaget klart og de forskjellige prosessene kan settes i gang så tidlig så mulig. Men om det er snakk om en helt ny boligtype, og planlegging og prosjektering gjøres helt feilfri til å begynne med, så kan alle fire bygges på samme måte og man får også oppleve effekten av gjentakelse på grunn av standardisering.

Ved EAT-prosjekter så kan ting ta litt lengre tid. Grunnen til dette er kunden som er byggherren og at vedkommende kan ha vanskeligheter med å bestemme seg for ulike løsninger.

Men selv om dette er en tidkrevende prosess så lar det seg gjøre å tenke industrialisering og digitalisering her også, men ikke på samme måte. Det vil være like vesentlig å få planlagt og prosjektert alt i dette tilfelle også. På denne måten så kan man for eksempel få satt i gang produksjon av prekappede materialer og/eller elementer uten at faren for eventuelle endringer finner sted underveis.

Bruken av digitalisering vil også være vesentlig, spesielt om det skulle forekomme endringer fra kundens side. Hvis noe må endres, så gjøres dette på tegneprogrammet til entreprenøren og disse endringer må synkroniseres ut til appen som håndverkerne har på nettbrett eller mobiltelefon, slik at de fanger denne opp. På denne måten vil man unngå svikt i kommunikasjon og informasjonsflyt og man vil også unngå reklamasjon på grunn av byggefeil.

## 7.1 Videre arbeid og anbefalinger

I og med at respondentene ga veldig gode og innholdsrike svar, så er det noen punkter som det kan være verdt å se på i fremtiden:

- Finne konkrete tall på hvor mye tid og kostnader man kan spare på å ta i bruk industrialisering og digitalisering i større grad. Se kapittel 3.3 *Nordbohus*.
- Se sammenhengen mellom industrialisering og digitalisering, og arkitektur og parametrisk design, se kapittel 5.1.2 *Resultat fra intervjudel om digitalisering (spørsmål 16)* og kapittel 5.1.3 *Resultat fra åpent spørsmål om industrialisering og digitalisering (spørsmål 17)* og svar fra Eivind Bardal ved Nordbohus.
- Se på mulighetene for en konsolidering og konseptualisering av småhusbransjen og for å øke fokus på EET-prosjekter, se kapittel 5.1.3 *Resultat fra åpent spørsmål om industrialisering og digitalisering (spørsmål 17)* og svar fra Eivind Bardal ved Nordbohus.
- Etablere en arena for bransjefolk og programvareutviklere for å se på mulighetene for bedre og enklere dataprogrammer og apper i fremtiden. Eventuelt forbedre de som allerede er utviklet.
- Finne ut hvordan myndighetene kan heldigitaliseres på lik linje med bygge- og anleggsnæringen.
- Forske mer på Lean Construction i sammenheng med industrialisering og digitalisering.



## Referanser

- Berg, T. F., 2005. *Industrialisering om mulig vei for reduksjon av byggekostnader*, Trondheim: Norges byggforskningsinstitutt.
- Berg, T. F., 2008. *Industrialisering og systematisering av boligbyggproduksjon*, Oslo: SINTEF Byggforsk.
- BNL, 2017. *Digitalt veikart - BAE-næringen*, Oslo: BNL.
- Bowman, C. & Ambrosini, V., 2002. Value Creation Versus Value Capture: Towards a Coherent Definition of Value in Strategy.. *British Journal of Management*, 16 Desember, pp. 1-15.
- BuildingSMART, 2014. *Open Standards - the basics*. [Internett]  
Available at: <https://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards/>  
[Funnet 26 Februar 2019].
- BuildingSMART, 2019. *Om BuildingSMART Norge*. [Internett]  
Available at: <https://buildingsmart.no/bs-norge>  
[Funnet 1 Mai 2019].
- Bølviken, T., 2009. *Tidsbruk på byggeplass*, Trondheim: Veidekke Entreprenør.
- CERUM AS, 2017. *Cerum Construc Ny App*. [Internett]  
Available at: <http://www.cerumconstruction.no/side/60477/App.html>  
[Funnet 07 Mai 2019].
- CERUM AS, 2017. *CerumTV*. [Internett]  
Available at: <http://www.cerumconstruction.no/tv?video=238408579>  
[Funnet 07 Mai 2019].
- Det kongelige kommunal- og regionaldepartementet, 2007-2008. *Ot.prp. nr. 45 - Om lov om planlegging og byggesaksbehandling*. Oslo: Akademika AS.
- Eikeland, P. T., 2001. *Teoretisk analyse av byggeprosesser*, Trondheim: SiB - Samspillet i Byggeprosessen.
- Fichman, R. G., Dos Santos, B. L. & Zheng, Z., 2014. Digital innovation as a fundamental and powerful concept in the information Systems curriculum.. *Mis Quarterly*, 38(2), pp. 329 - 343.
- Følgesvold, A., 2016. *Digitalisering av byggebransjen. Rapport 29.9.2016*, Oslo: Bygg 21.

Garathun, M. G., 2017. *Byggeskader koster samfunnet 17 milliarder i året: – Det blir stadig flere feil.* [Internett]

Available at: <https://www.tu.no/artikler/byggeskader-koster-samfunnet-17-milliarder-i-aret-eksperter-mener-nye-byggeregler-bor-lose-problemet/383217>

[Funnet 22 Februar 2019].

Horner, M. & Duff, R., 2001. *More for less: A contractor's guide to improving productivity in construction*, London: Ciria.

Høiland-Kaupang, H., Moum, A., Olsson, N. & Bredeli, M., 2017. *Industrialisering av byggeprosessen. Status og trender.*, Oslo: SINTEF akademisk forlag.

IFC Wiki, 2019. *IFC - Industry Foundation Classes.* [Internett]

Available at: [http://www.ifcwiki.org/index.php?title=IFC\\_Wiki](http://www.ifcwiki.org/index.php?title=IFC_Wiki)

[Funnet 26 Februar 2019].

Nordbohus Sogn AS, 2016. *Reduserte byggekostnader med pilot SOGN123*, Kaupanger: Nordbohus Sogn AS.

Norges Takseringsforbund, 2008. *Veien til riktig utførte bygg*, Oslo: Norges Takseringsforbund.

Nyrud, A. Q., Bysheim, K., Glasø, G. & Nord, T., 2011. *Industrielt trebyggeri: Erfaringer fra norske prosjekter*, Oslo: Norsk Treteknisk Institutt.

Olsson, N., 2014. *Praktisk rapportskrivning*. 1. red. Bergen: Fagbokforlaget.

Persvold, A. Z., 2009. *Effektivisere.* [Internett]

Available at: <https://snl.no/effektivisere>

[Funnet 19 Februar 2019].

Persvold, A. Z., 2018. *Effektivitet.* [Internett]

Available at: <https://snl.no/effektivitet>

[Funnet 19 Februar 2019].

Roblek, V., Mesko, M. & Krapez, A., 2016. A complex view of Industry 4.0. *SAGE Open*, 6(2).

Schmenner, R. W., 2015. The Pursuit of Productivity. *Productions and Operations Management*, 24(2), pp. 341 - 350.

Schmidt, L., 2009. *Industrialisering av trehusproduksjon - en kunnskapsoversikt*, Oslo: NIBR.

SINTEF Byggforsk, 2005. *SINTEF Byggforskserien. Boliger*. [Internett]

Available at: [https://www.byggforsk.no/dokument/94/boliger\\_definisjoner#i4](https://www.byggforsk.no/dokument/94/boliger_definisjoner#i4)

[Funnet 13 Februar 2019].

SINTEF Byggforsk, 2010. *Byggskader. Oversikt*, Oslo: SINTEF Byggforsk.

Statistisk Sentralbyrå, 2018. *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. [Internett]

Available at: [https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-](https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg)

[publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg](https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg)

[Funnet 26 Februar 2019].

Stenstad, V., Næss Rolstad, A. & Vordahl, R., 2005. *Kompetanseoverføring for reduksjon av byggefeil*, Oslo: Norges Byggforskningsinstitutt.

The BIM Jedi, 2018. *The Many Dimensions of BIM*. [Internett]

Available at: <http://bim4scottc.blogspot.com/2018/01/the-many-dimensions-of-bim.html>

[Funnet 26 Februar 2019].

Veiseth, M. et al., 2004. *Produktivitet og logistikk i bygg- og anleggsbransjen:*

*Problemområder og tiltak*, Trondheim: SINTEF Teknologiledelse.

Wikipedia, 2019. *Universally unique identifier*. [Internett]

Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Universally\\_unique\\_identifier](https://en.wikipedia.org/wiki/Universally_unique_identifier)

[Funnet 26 Februar 2019].

# Vedlegg 1 – Intervju Andersland Bygg

## Intervjuguide industrialisering

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*

Vi bruker elementproduksjon som industrialisering. Vi har en hall der vi produserer elementer til gulv, tak og vegg, men aller mest til vegg og gulv, og dette har vi gjort siden tidlig 80-tallet. Vi driver litt konservativt, men veldig fleksibelt og greit.

2. *Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*

Ja i hvert fall siden 1980 og jeg vet ikke så mye om omstillingen til industrialisering for jeg begynte her i det tidsrommet da bedriften begynte med elementproduksjon, men jeg har jobbet andre plasser hvor det var tradisjonell bygging. Den store forskjellen her er at man står inne hvor det er tørt og varmt, alt blir mye mer nøyaktig og det er mer behagelig å jobbe innendørs.

3. *Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er jo selvsagt at når man står tørt og greit og jobber i behagelige arbeidshøyder så er det mye større muligheter for at ting blir utført rett enn når man står på et stillas og jobber.

*Og spesielt på vestlandet der været er så varierende?*

Ja spesielt på vestlandet. Og en annen ting er at man har bedre kontroll på svinn og kapp og slike ting.

4. *Har industrialisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?*

Ja det vil jeg si. Ting blir veldig skikkelig og kvaliteten blir veldig god når vi gjør dette på denne måten.

5. *Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?*

Den største ulempen, noe vi merker spesielt når vi bor på Tysnes med dårlige veier, og det er framkommelighet. Den kan være begrensende. Elementene kan vi lage så store som vi bare vil men det er jo muligheten for transport som begrenser hvor høye elementene kan være.

*Har dere egne transportkjøretøy?*

Ja det har vi. Vi har en stor lastebil med stor kran og tilhenger og så har vi en vogn som kan dras etter en traktor. Og er det større ting så leier vi inn en semitrailer, og der har vi samarbeid med entreprenører som har slike utstyr.

*6. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Ja vi er nå i en fase der vi er ute og sjekker ut litt forskjellige ting knyttet til automatisering. Og da ser vi på utstyr som jigger med rullebord hvor man kan vippe veggene opp og ned, og gjerne litt mer moderne kapp- og sagemaskiner.

*Tror du slike ting vil medføre til store investeringer?*

Ja hvis man bestemmer seg for å gå for slike ting så blir det store investeringer for det er dyre ting det er snakk om.

*Men det vil vel sikkert svare seg i lengden?*

Ja det vil det nok.

*7. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Det er ikke så store forskjeller sånn produksjonsmessig, det blir egentlig to sider av samme sak på en måte. I hvert fall slik som vi bygger. Og når det gjelder EET-prosjekt så er det stort sett flermannsboliger, slik som tomanns- og firemannsboliger, og de blir bygget på samme måte som en enebolig.

*Men ved EAT-prosjekter opplever dere at en kunde modifiserer veldig mye, at det hele veien kommer endringer i løpet av et prosjekt?*

Ja det gjør ofte det. Nå har vi en grei måte å gjøre dette på og prøver å få med mest mulig endringer før kontrakten blir skrevet og før oppstart. Slik at de endringene som kommer etterpå går mest på overflater, slik som parkett, farge på vegger, osv.

*Altså ting som er lette å endre på?*

Ja slike ting, så lenge det ikke går utover noe som er bestilt eller konstruksjonsmessige ting.

*8. På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

Det er jo dette med effektivitet. Det kan bli mer og mer effektivt og man kan prefabrikkere mer og mer og nå er det jo såklart utfordringer her på vestlandet med tanke på vær. Men det er absolutt muligheter for det.

## Intervjuguide digitalisering

9. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

Vi bruker et program som kalles Cerum, som er et CRM- og prosjektstyringsverktøy. Den er bygd opp slik at når vi sitter og jobber på kontoret og får en ny kunde, så oppretter man en ny kunde innpå dette programmet og da kan man lage tilbud og slike ting på den kunden. Og hvis han da kjøper dette huset så legger vi dette over på et prosjekt og da får vi opp alt av dokument tilhørende et boligprosjekt som allerede ligger i programmet, og det er bare å hente opp de dokumenter man trenger slik som kontrakter og endringer osv.

Og da er det slik at når man kommer til det punkter hvor man begynner ute på en byggeplass, så har tømmerformannen en app på telefonen sin som er kompatibelt med Cerum. Her kan han fylle ut sjekklister, lese på tegninger. Det er jo ikke så mye tegninger man får lest på en mobil men alt av detaljer er jo tilgjengelig. Og alt knyttet til HMS og avvik ligger inne på denne appen slik at de har det digitalt tilgjengelig ute på byggeplass.

10. *Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*

Ble ikke spurt.

11. *Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

De forskjellige dokumentene, slik som tegninger, er jo mye mer tilgjengelig enn på gamle måten med våte og skitne tegninger. Det er mye mer effektivt med en digital løsning.

*Blir du overrasket når du hører at bransjen fremdeles ligger langt etter når det kommer til digitalisering?*

Nei jeg blir ikke overrasket for jeg har vært mange år i denne bransjen. Det er en veldig konservativ bransje og det er veldig tungt å få inn slike ting som dette. Og det har nok mye med denne generasjonen som er på vei ut. Neste generasjon tar jo dette mye lettere, altså dette med digitalisering. Jeg tror nok at det vil hjelpe på at digitalisering skyter litt fart. Jeg har tro på et generasjonsskifte.

12. *Har digitalisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Ja det har det nok. Og det er på grunn av at man har dokumenter med seg på mobilen og hvis man lurer på noe så kan man gå inn på appen og se på en detalj istedenfor å bare ta en avgjørelse som kan være en feil avgjørelse.

*13. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*

Nei egentlig ikke. Ikke til nå.

*Kan en utfordring være nett-tilgang?*

Vi har en offline versjon men nettet er ikke så gale her på Tysnes og har egentlig ikke hatt noen problemer med dette.

*14. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Ja med tanke på at vi nå bruker mobiler, så er det jo litt små skjermer på disse. Så vi kommer nok til å utvide dette til å ta i bruk nettbrett ute på byggeplass. Da blir tegninger og lignende lettere å lese.

*15. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Den vesentlige forskjellen er at på EET-prosjekt har man krav at man skal registrere seg på byggeplass. Alle som jobber på byggeplassen skal registrere seg på prosjektet når de kommer og når de går. Dette er det krav til på EET-prosjekter men foreløpig ikke krav på EAT-prosjekter.

*Altså en form for innstempling?*

Ja på en måte. Det er for at hvis vi får et tilsyn her på kontoret så skal vi kunne si til tilsynsmyndighetene hvor mange som er på denne byggeplassen til enhver tid. Av sikkerhetsmessige grunner.

*16. På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*

Det blir nok dette med effektivisering og gjøre ting lettere tilgjengelig. Etter hvert så får man dette BIM-systemet mer og mer på plass slik at man på en måte kan få opp huset i 3D ute på byggeplass for å se hvordan de forskjellige tingene er løst.

*Er det veldig vanskelig føler du å få alle fag med på denne digitale bølgen?*

Nei jeg føler ikke det. Spesielt når det gjelder de som vi samarbeider med, som er veldig oppegående og rimelig interessert i det samme. Vi har positive opplevelser.

*17. Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

Jeg tror dette er veien å gå og vil oppfordre alle som ikke er begynt med dette, å sette i gang. Både reklamasjoner og effektivitet vil bli bedre etter hvert som ting blir mer og mer digitalisert og man får ned timene på byggeprosjekter og gjerne tjener noen kroner ekstra. Og ikke minst at dette kommer kundene til gode, både i byggeprosessen men også etterpå. De har jo fem års reklamasjonsgaranti og alt dette blir jo registrert via digitalisering.

*Det har jo enorme samfunnsmessige fordeler også. Jo mer effektiv man er i hele bransjen, jo billigere blir boligene. Noe som er viktig å få fram for alle, at digitalisering og industrialisering vil bedre samfunnet på mange måter.*

Ja det stemmer.



## Vedlegg 2 – Intervju Boligprodusentene

### Intervjuguide industrialisering

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*

Boligprodusentene bygger ikke boliger og bruker ikke dette i praksis, men respondent svarer på generell basis.

På mange måter kan man si at bransjen er nesten mindre industrialisert i dag enn på slutten av 80-tallet. Og grunnen til det er at det var mye flere trehusfabrikker før. Moelven hadde en stor fabrikk og Block Watne hadde en del fabrikker. Men på slutten av 80-tallet, med blant annet finanskrisen, så gikk både Block Watne og Moelven konkurs og da var det nesten ikke boligbygging på noen år. Sånn som starten av 90-tallet var det en del boligbygging men bankene var jo også gått over ende men det var Husbanken som holdt boligproduksjonen i livet.

Og da begynte egentlig en ny bolighistorie. Da begynte man med alle disse huskjedene som da etter hvert begynte å komme fra å være mere sånne husfabrikker og større selskaper, og i tillegg til masse småhusbyggeri, så fikk man disse franchise-kjedene hvor Nordbohus var kanskje en av de første. Mesterhus som var en slags samvirkeordning, de kjøpte fremfor alle billige byggevarer også hadde noen kataloger. Og i småhus-/eneboligmarkedet har man f.eks. Block Watne som har industrialisert sin boligbygging etter at de gikk konkurs ved å drive med plassbygging.

Men det som de har industrialisert er egentlig arbeidsoperasjonene, at de har delt inn sine mennesker inn i ulike lag som gjør at de har standardisert på hvilke arbeidsprosesser de ulike skal gjøre og dermed at det ikke slik at de står under tak men de gjentar gang på gang de ulike arbeidsoperasjonene (slik som reisverk 1, 2 osv.). De sørger også da for at alt av materialer er på byggeplass når de trenger dem.

*Så industrialisering trenger ikke nødvendigvis å bety bruk av element eller prekapp, det kan like greit bety å ta i bruk byggelag?*

Ja, men det er jo egentlig ikke ordentlig industrialisert alt ettersom hvordan man definerer industrialisering. Det er nødvendigvis ikke sånn at man står inne i en fabrikkhall og produserer. Man har plassbygging hvor man bruker fallende lengder eller prekapp, man har elementer og moduler og det er en herlig blanding i alle mulige varianter. Når man ser på noe

av den elementproduksjonen som foregår under tak så er ikke det noe særlig industrialisert det heller. Bare fordi det er et element så er det fremdeles noen som har snekret sammen dette elementet, det snekres bare under tak istedenfor på byggeplass.

Nå skjer det faktisk ganske mye i disse dager med f.eks. mer finansiell tilnærming gjennom Mestergruppen hvor Ferd er kommet inn på eiersiden (mer finansielle eiere) som har en helt annen type tilnærming, hvor de må effektivisere forretningsprosessene sine og da må man altså tenke industrialisering av hele verdikjeden og da må man også ta i bruk data og tilrettelegge for industriell produksjon.

*2. Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*

Litt av utfordringen her er hva man legger i ordet industrialisering. Som sagt så var det mer fabrikkindustrialisert boligbygging før hvor bedriftene har prøvd å optimalisere sine byggeprosesser mest mulig med det de har av verktøy. Man har jo også utviklet mer smarte verktøy slik som spikerpistolen, slik at ting kan gå fortere.

En ting som småhusbransjen alltid har gjort ved å tenke industrielt er å faktisk standardisere løsningene. At de bruker kjente konstruksjoner, de bygger den samme veggen stort sett, bygger de samme hjørnekassene hver gang, setter inn vinduer på samme måte hver gang slik at de som skal utføre operasjonen vet hvordan det skal gjøres. Denne type standardisering er også en del av industrialisering.

Og det brukes også mer BIM, så prosjekteringsunderlaget er blitt en del bedre gjennom bruk av digitale verktøy, selv om bransjen egentlig har tatt i bruk 3D-prosjekteringsverktøy siden midten av 80-tallet med DDS (data design systems) som var spin-offen til den tekniske avdelingen til Block Watne og ble et eget selskap på starten av 90-tallet og var først ute i Norge til å tenke 3D-prosjektering. Og da kunne man få til mer knytning mot maskiner og precut-sager spesielt hvis man gjør det riktig.

Hedalm Anebyhus har f.eks. ikke tatt ut effektene av å bruke elementer og det ser man også på Moelven Byggmodul, hvor Hedalm Anebyhus skulle bygge ny fabrikk rett utenfor Hamar som da ble solgt til Moelven, hvor Moelven heller ikke har klart å ta ut effektene av elementbygging. Kostnadene er for høye sammenlignet med at man får ikke kjørt tre-skift etc.

Obos hadde en fabrikk i Sverige hvor de investerte 1mrd kroner på å lage større elementer men måtte også stenge fabrikk. Husfabrikker og industrialisering har ikke klart å være langvarig. Man ser på importen fra Polen hvor en del av de elementene og modulene som

kommer derifra er litt avhengig av valutakurser og hvor mye som blir importert. Men man har en del utenlandske leverandører av moduler og elementer som kommer fra Polen og noen småhusfabrikker rundt om i Norge men det er likevel ikke noe særlig industrialisert.

*Så industrialisering er nødvendigvis ikke det folk forbinder med produksjon i fabrikk?*

Ikke hvis man sammenligner med andre industrier. Hvis man drar til Japan f.eks, der har de en helt annen type industrialisering. Og man kan se på Sverige, som også har en helt annen type husfabrikker hvor det er mye mer automatikk. Bare i Sverige er det en helt annen industrialisering enn i Norge. Og bakgrunnen for det er på grunn av finanskrisen i 1987, hvor Black Watne gikk konkurs i 1989 og det var mange trehusfabrikker, og etter det har ikke disse kommet opp igjen. Renta var jo 14-15 prosent da.

*3. Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er klart at hvis man klarer å bygge rett første gang, så er jo dette hovedeffekten av industrialisering og standardisering. For da må man prosjektere alt før man egentlig setter i gang å bygge, slik som bilindustrien har gjort. En annen ting som bilindustrien har gjort er å bygge egne fabrikker for f.eks. en spesifikk bilmodell. Og da er jo den designet til den minste komponent slik at man unngår å stå der å lure på hva man skal gjøre, noe som en del boligprodusenter gjør nå i dag.

Block Watne er nok de i Norge som er best i klassen når det kommer til industrialisering, og i teorien skal all industrialisering tilrettelegge for produksjon og materialer og arbeid er tilrettelagt og føre til reduksjon av feil og mangler og man kan bygge mer kostnadseffektivt.

*4. Har industrialisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Igjen, hvis man klarer å bygge rett første gangen så er jo dette hemmeligheten. Har man planlagt og designet alt i forkant av byggingen da har man jo egentlig malen. Og dette gjøres det ikke nok av nå i dag. Arkitekt og konstruksjon (RiB) er stort sett på plass, samt med ventilasjon og takstoler (selv om kunder ofte går til en lokal produsent av takstoler, noe som gjør det vanskeligere å ta ut effekten av industrialisering ved det byggeprosjektet fordi produsent f.eks. gjør en vesentlig endring som forsinker byggeprosessen da takstolene kanskje ikke passer lenger). Så hvis man prosjekterer først og gjør ting riktig så skal dette føre til færre reklamasjoner.

*Vil du gjerne si at det er mye viktigere å fokusere på digitalisering enn industrialisering?*

Ja egentlig, for det henger veldig tett sammen. Hvis man klarer å ha en heldigitaliseringsprosess, hvor man designer en digital byggeplass hvor det fremmes til å prosjektere og planlegge alt før man bygger og da kan man bruke en digital tvilling å bygge etter. Etter bygging har man også en digital tvilling som man kan drifte bygget etter. Og da kan man ha flere sensorer og andre ting inn i boligen og da får man også en digital tvilling som kommuniserer med det fysiske bygget, med tanke på fukt og oppvarming.

*Jeg har lest en del om dette med digitalisering ifbm. prosjektering, planlegging, bygging og bruksfasen og jeg tror ikke det er så mange som fokuserer så mye på digitalisering i bruksfasen med tanke på å unngå reklamasjoner etter mange års bruk.*

Ja, det er også lovpålagte krav i form av at man skal dokumentere hva som bygges med tanke på vedlikehold. Og det er jo et kjempe ettermarked også. I stedetfor å jage en ny kunde, hvorfor ikke fokusere på den kunden man allerede har og følge opp han og tilby service og kan komme vedlikeholdsarbeid (slik som i bilbransjen) og gjøre merarbeid i form av bygging av garasje etter noen år.

Nå er det jo lover som regulerer dette med garantier, at man har fem års reklamasjonsfrist. Men ved garanti knyttet til konstruksjonsfeil så har man 13 års reklamasjonsfrist. Dette er maksimalt.

##### *5. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?*

Hovedutfordringen er å bli enige om en del standarder og formater som gjør at man kan standardisere de ulike grensesnittene som de ulike aktørene må kommunisere på. Noen løser dette ved å bygge sitt eget proprietære økosystem, som gjør at man får til ting i sitt eget økosystem. Men da vil man få utfordringer hvis andre vil bytte leverandører og plutselig er det noen som ikke snakker med det økosystemet og derfor må man ha et åpent økosystem med åpne datasystemer og åpne standarder.

En annen stor utfordring er at myndighetene heller ikke henger med i svingen. De har et regelverk av tekniske forskrifter som ikke er tilpasser hverken digitalisering eller industrialisering. Konsekvensen av det er at man har et regelverk som kan slå i hel et annet regelverk og man blir avhengig av tolkninger. Og utfordringen blir da at det f.eks. kommer en kontrollør som skal utføre et ettersyn, som sier at jeg kan dette regelverket og sjekker bygget etter disse reglene, men bygget er ført opp ut ifra et annet regelverk.

##### *6. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Man må bli enige om en del felleskomponenter, dataformater, begrepsapparat, terminologi som er ensidig definert. Plan- og bygningsloven og tekniske forskrifter må bli digitalisert på en slik måte at man kan gjøre elektroniske sjekker om bygget er i henhold til tekniske forskrift, byggesøknad må gå elektronisk til kommunene og plandelen av plan- og bygningsloven (reguleringsplaner, kart og grunndata) må også forbedres og oppdateres.

*7. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Fordelen med EET er at da kommer ikke forbrukeren inn før bygget er ferdig og da har man større kontroll for å standardisere og dette er slik man bygger og man får minimalt med tillegg.

For EAT er det mye rart som kan skje avhengig av f.eks. kontrakter, men mange flere utfordringer egentlig. Fordelen er at det krever mye mindre kapital og man har mindre risiko hvis noe skulle gå galt.

*For ved EET så kan det være et hus som bygges på tomte, eller flere hus, alt ettersom?*

Det er gjerne slik på feltutbygging at man har EET-prosjekter men det blir mer og mer kapitalkrevende å være boligprodusent, og det er ikke like enkelt å starte opp egen virksomhet for det er masse regler man må forholde seg til men heldigvis er det mulig å bli medlem av de forskjellige huskjedene for da har man masse støtteverktøy gjennom kjedekontorene, og du kan fokusere på å bygge.

*8. På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

Det er et kjempepotensial i både digitalisering og industrialisering med tanke på innkjøp, og med tanke på tid og prosjektplanlegging og det å redusere gjennomføringstiden i prosjektet. Hvis man planlegger bedre og kan man effektivisere gjennomføringen bedre. Mindre venting, mer effektivt, material er på plass når man trenger dem, mindre svinn, riktigere varer og hvilke egenskaper disse har og at alt skjer elektronisk og man får faktura o.l. og at dette er en konsekvens av de kalkylene man har gjort.

*Føler du at industrialisering og Lean Construction henger godt sammen og man bør fokusere mer på Lean Construction?*

Ja, med tanke på at lean er en metodikk som mange bruker. Norgeshus kjører lean-kurs for alle tømmerne sine. Å ha effektive prosesser er helt avgjørende. Og igjen at ting er planlagt og gjennomtenkt vil føre til at man kan halvere prosjektgjennomføringen.

## **Intervjuguide digitalisering**

9. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

Nå er det mer og mer software som brukes og de fleste bruker digitale hjelpemidler på å prosjektere konstruksjon, ventilasjon. Rør er dårlig på dette, de prosjekter aldri noe som helst. Da må boligprodusentene ta mer ansvar på rørprosjektering og at rørleggerne blir mer og mer montører som kun monterer det andre kjøper inn. Og det liker ikke rørleggerne så de må skjerpe seg på dette området, hvis ikke blir det en del prakt i dette med digitalisering og industrialisering og kompetanse, og folk ikke liker endringer.

Men det dukker bare om masse programvare, nettbrett og mobiltelefoner osv. men igjen så er utfordringen at man må bli enige om en type samhandlingsplattform basert på åpne standarder slik at ikke det lages egne formater og at bedrifter ikke prøver å lukke seg i egne proprietære økosystemer, som fører til enda mer virrvarr. Man kan ha store softwareleverandører som AutoDesk, hvor man kan kjøpe all software fra. Det er der BuildingSMART Norge og Standard Norge jobber med strukturering av dataformater.

Også endrer digitalisering forretningsprosessene og det er en trussel for spesielt handelsledd og grossister, som sitter som en propp i systemet både på vareflyt og informasjonsflyt. Det er mange fordyrende mellomledd fortsatt og det er noe bransjen er midt oppi, at det er for mange siloer som holder på med sitt.

*Ikke optimalt med tanke på samhandling gjennom hele bransjen egentlig?*

Nei men det er økende fokus på dette her, men det er fortsatt i praksis masse som skjer nedover i de konkrete prosjekter men på næringen og bransjen så er det fortsatt den utfordringen at man ikke har nok modige beslutningstakere og ledere i næringen som tør å investere litt ressurser i disse felles utvekslingsformatene. Alle investerer masse hver for seg i sine egne siloer men det er fortsatt en utfordring å få frem raskt nok de standardene som trengs.

*Men jeg har lest i flere artikler på bygg.no at det er mange som slår seg vrang når det gjelder å digitalisere sin egen bedrift. De er veldig komfortable med å drive slik de driver nå og de er heller ikke begeistret for digitalisering for det vil være en dyr investering og det vil være tidkrevende med tanke på opplæring.*

Ja det er mange som sitter på gjerdet, og det kan godt være mulig å gjøre dette noen år til. Og hvis bedriftene ikke har eiere som etterspør dette her og de er fornøyd med avkastningen og tenker hvorfor endre seg.

Men dette er jo uavhengig av næringen men i byggenæringen har man hatt det for godt og tror derfor at det kanskje trengs en skikkelig nedtur før man ser behovet for å ta i bruk disse nye verktøyene, for da må man gjøre noen skikkelige grep for å overleve

*Jeg leste i en rapport at det kunne være lurt å innføre digitalisering allerede ved videregående skole. At man blir inspirert tidlig til digitalisering og på en måte ikke vet om andre måter å gjøre ting på.*

Ja men å oppdatere utdanningsinstitusjonen er kjempeviktig og mange unge i dag spiller og gamer døgnet rundt så de kan jo dette her. Men mange av utdanningsinstitusjoner, slik som arkitekt høyskoler, NTNU osv. har en del eldre ansatte/professorer som ikke kan dette og det er en del utfordringer på akkurat dette.

*10. Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*

Ikke relevant.

*11. Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Man kan halvere gjennomføringstiden og kan kutte kostnader ned til 33 % og der er enorme gevinstpotensialer i digitalisering. Og endring av forretningsprosessene som sådan. Og regner man på det så er det nesten skummelt å se på. Og når det er snakk om så store tall så kan man nesten undre seg over hvorfor folk ikke vil investere, man må jo investere for å hente ut gevinster. Alle bare forventer at hvis dette er så lønnsomt med felles standarder og formater så må næringen finne ut av dette selv. Det er ingen helhetlig retning og plan, til og med blant de store investorene. Det er to hovedaktører som skal finansiere i dette her og det er investorer/byggeiere (Obos, Statsbygg) og byggevareprodusentene. Det er fortsatt lite struktur på grunndata innenfor byggevareprodukter. Og elektro og VVS.

*12. Har digitalisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Det er litt vanskelig å si men det som bransjen måler mer og mer er KTI (kundetilfredshet indeks) og den har gått litt oppover de siste årene og indeksen er litt middels. Men de beste har en indeks på godt over 90. Man har ikke bevis på at dette er på grunn av digitalisering

men på fokus på kunden og fokus på kundebehandling og forventningsstyring. Og da har man lite reklamasjoner hvis man har stort fokus på kunden.

Man har jo det som kalles Boligtvistnemnda i Boligprodusentenes forening, hvor man løser konflikter mellom forbruker og entreprenører/boligprodusentene. Der har man ca 50 – 60 saker hvert år. Og når man bygger 30000 boliger hvert år hvor 15000 av disse er tilknyttet våre medlemmer, med 50 – 60 saker hvert år som går til Boligtvistnemnda. Det er ikke så mange men det er klart da løser man mange reklamasjoner før det blir en konflikt da.

*Av og til kan en reklamasjon egentlig være på grunn av feil bruk fra forbrukers side som kanskje kunne vært unngått med hjelp av en digital tvilling?*

Ja det kan godt være, at man har gode bruksanvisninger og instruksjoner på bruk av bolig med f.eks. en byggeperm. Hvor man har en del standarder og sjekklister og kan informere kunden på hva man må passe på og reklamasjon på f.eks. skjeggkre som nødvendigvis ikke er boligprodusentenes feil.

*13. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*

Utfordringen er å bli enig om felles formater, man må lære seg nye ting, bruke nye verktøy og la det bli en del av utdanningen osv.

*14. Er det noe dere ønsker å forbedre / gjøre annerledes?*

Allerede svart. Alle må være med.

*15. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Det er lettere å ha kontroll over hele verdikjeden ved EET, da har man større kontroll som boligprodusent. Ved EAT har man større utfordringer i og med at kunden er mer involvert i prosessen og EAT-markedet går sakte men sikkert nedover siden frie tomter i randsoner og i byer ikke finnes så mye av lenger.

*Er det ved EET-prosjekter at man helst bygger en del førstegangsetableringsboliger som er økonomisk gunstig?*

Det er samme krav uansett, men Obos har hatt noen finansieringsvarianter hvor man kan få kjøpt en bolig hvor Obos har gått inn som bank og gitt andre vilkår for finansiering av bolig. Også har jo Husbanken litt andre typer lån som også kan få.

*16. På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*



Småhusbransjen har kjempestore muligheter for digitalisering. Hvis man ser på antall bygg, for det er jo småhus det bygges mest av, så er det en dimensjon man må ta med og det er seriøsitet og transparens. I en del steder hvor det er noe organisert kriminalitet og svart arbeid, så vil digitalisering og transparens medføre at man får en mer seriøs byggenæring og at faktura går digitalt medfører mindre snusk og man jobber bedre med sikkerhet og HMS og man har det man trenger av sikkerhetstiltak ifbm. stillaser og man kan sjekke produktinformasjons digitalt og man offentlig gjøre produkttilsyn istedenfor å løpe rundt å sjekke papirer på produkter for å sjekke om disse holder krav ihht. standarder.

*Tror du kan det bli en utfordring at folk stoler blindt på digitalisering? Man unnlater å sjekke ting fysisk?*

Ja det tror jeg kan skje. Man må jo kontrollere maskinen som tas i bruk og man kan se eksempler på at hvis man ikke gjør det så kan man få effekter av at ting ikke er kontrollert eller prosjektert godt nok.

Det er jo også utfordringer at informasjon skal i skyen (cloud) og at man er sårbar for hacking og derfor er sikkerheten utsatt. Man har en del arkitekter som er skeptisk, de ønsker en Revit versjon som man kan jobbe offline med. Det er knyttet til vemodighet og kompetanse.

*17. Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

Det er dette med transparens og seriøsitetsaspektet som er en konsekvens med tanke på digitalisering. Det handler om bærekraft og at man kan dokumentere med tanke på merkeordning og miljø, som bare er noe markedsføringsgreier for f.eks. grønne bygg. Noen konsulenter sier at bygget er grønt og dermed så er det slikt, men så kan man få frem at digitaliserte grunndata for frem egenskapene til varer som får man en helt annen type sammenligning. Dette er en viktig konsekvens for å nå FNs klimamål.

## Vedlegg 3 – Intervju Gusterud Bygg

### Intervjuguide industrialisering

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*

Vi benytter begge deler. Vi har egentlig vært med på å produsere elementer nå i tre år. Vi har altså bygget med elementer i tre år så det var på en måte ikke det vi drev med aller mest, men var faktisk motstander av elementproduksjon helt i starten. Ofte er det slik at folk som er motstandere av ting er det på grunn av uvisshet men også fordi de er komfortable med hvordan ting er.

Noen får man bare ikke til å begynne med elementproduksjon og da blir det plassbygd og precut. Og ser man på den økonomiske biten av det så er det uten tvil det rimeligste for produksjonen av det, å bygge med fallende lengder og kappe stolpe etter stolpe, og måle og pusse og bygge det. Men effektiviseringen er en helt annen, men også andre elementer.

2. *Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*

Allerede besvart.

3. *Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er en stor fordel. Men det er en stor fordel visst du får elementene med høyest mulig ferdiggrad. Det er ikke lønnsomt, etter mitt syn, å jobbe med elementer hvis man ikke har en høy nok ferdiggrad. Hvis ikke vinduene sitter i elementene, hvis ikke midtpartiet på huset er ferdig, hvis ikke det er bjelkelagselementer, altså hvis ikke disse tingene er med så går vinninga opp i spinninga både tidsmessig og kostnadsmessig.

En annen fordel med industrialisering er jo at det blir mer faste hus, hvis det ikke blir masse endringer. Altså at det huset er det huset. Da har man jo en mye større effekt og ferdiggrad, for da er det jo gjennomprøvd og man får satt opp mye mer. Ulempen er jo når man skal industrialisere det som skal tilpasses den enkelte hver gang, da vil du ikke på samme måte fange opp de små avvikene.

*Da tenker du at elementene bør komme helt ferdig?*

Ja, altså fullstendig ferdig utvendig. Det er den eneste måten man kan få effektivisering ved å bruke elementer. Etter vår erfaring da.

*Slik at det bare er å sette opp elementene og sette i gang med innvendig arbeid så snart bygget er tørt? Og det tar vel ikke så lang tid?*

Nei, det tar mindre tid men man kan jo selvsagt være uheldig der også slik som på mange andre steder. Tørketiden er jo vesentlig kortere, for det tar jo fem – syv dager før bygget på en måte er tett.

*Men hvor lang tid pleier det å ta hvis man ikke bruker elementer?*

Vi har forsket veldig mye på det der og det viser seg at vi ligger ca fire – fem uker etter i den fasen.

*4. Har industrialisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Foreløpig så har det ikke det. Fordi det kan like godt skje feil i den maskinen og vi har to produksjonsfeil av vindusåpninger i en maskin og det er jo «shit in, shit out».

*Men har dere noen rutiner for kvalitetssikring?*

Det har vi, men det er vi over på 3D-modeller da. Jeg tror effektivisering av elementer er større når man har gode 3D-modeller som vi kan kontrollere mot. Men når vi skal se vegg for vegg, så er det utrolig vanskelig å fange opp de små avvikene. For du ser ikke helheten i bygget. Men de ser du når du plassbygger, da ser du feil med en gang og da gjør du noe med det. Fordi dette stemmer i overens med tegningen og da gjør du noe med det. Mens en maskin ser jo ikke dette.

*5. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?*

Grunnlaget blir ikke kontrollert godt nok er vel en utfordring. Også er det en annen utfordring og det er transport og høyde. Lagring på byggeplass er en utfordring, for tomtene blir mindre og mindre mens husene blir større og større. Så tilgjengelighet på byggeplassen blir vanskeligere.

*Så man har egentlig et spørsmål knyttet til logistikk også opp i alt dette?*

Det er det egentlig.

*6. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Det er å jobbe for å få en større ferdiggrad på elementer. F.eks. lik lekteavstand både horisontalt og vertikalt, og dette er jo produkter som kunne vært montert sammen med takduk på også bare brette dette over taket.

*Tror du de fleste leverandører av f.eks. takleverandører vil gå med på dette?*

Ja jeg har et håp om det.

*7. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

EET-prosjekt så er det ofte større prosjekter og flere like enheter og vi kan fange opp nyanser hele veien og forbedre disse husene da. Men ved EAT-prosjekt så er det et nytt prosjekt hver gang, men klart man kan være heldig å få fire – fem like eneboliger men samtidig så er de aldri helt like. Det er aldri like forhold.

*Det er ikke bare selve huset som kanskje er forskjellige, men det er også omstendighetene rundt i tillegg.*

Ja.

*8. På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

Det kan bedre bransjen på den måten at det kan gi litt mindre risiko for de som kanskje ikke er så flinke, eller kanskje ikke har så god kunnskap om tømmerfaget. Så kan industrialisering hjelpe dem med å få på plass bæringer, få på plass vindtett duk med riktige produkter, og fått satt sammen et hus teknisk godt nok.

### **Intervjuguide digitalisering**

*9. På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

Altfor lite. Men alle våre byggeplasser har et nettbrett på plassen og alle de ansatte har en mobiltelefon. Og vi har sagt at vi skal gå over til en digitalisert byggeplass, vi er ikke der helt enda men i løpet av 2019 så kommer vi til å være der. Og det er fordi jeg er veldig opptatt revisjoner (tegningrevisjoner). Det skjer så mye endringer hele tiden på våre bygg så vi klarer ikke å fange opp og å bytte ut tegninger raskt nok.

Og det samme med utsendinger av tegninger til underleverandører. Jeg vil at de skal kunne gå inn i vårt system og hente ut de tegningene til enhver tid når de skal utføre en jobb, ikke at de får tegninger på en epost. Jeg ønsker å distansere meg vekk fra epost og vil at epost ikke skal være et verktøy i bruk ved byggingen av et bygg. Epost er en overivrig postmann.

*10. Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*

Vi har stort sett alltid hatt en digital plattform. Jeg laget et eget timeregistreringssystem som jeg fikk noen til å programmere, for jeg mislikte å bruke timelister for det syntes jeg var sløve greier. Så det var der det starta for vår del.

Så har vi gått over til et program som heter Cerum og det har ikke vært helt smertefritt. Og det er fordi de digitale verktøy som ligger ute i dag er ikke bygget av bransjefolk, men bygget av ingeniører som tror dem skal revolusjonere byggebransjen.

*De har rett og slett ikke involvert byggebransjen i stor nok grad ved utvikling av de forskjellige programvarene?*

Etter mitt syn så nei. Mange av de systemene som er, er ikke gode nok for byggebransjen. Men så begynner det å bli vesentlige bedre, bare nå det siste året. Det har skjedd mye det siste året.

*Men mine egne erfaringer med slike programvarer er at de skal alltid være så innmari komplisert.*

Altså når man kjøper en iphone så skal man jo ikke ha 20 timer med opplæring for å ringe med en iphone. Og kjøper du en Tesla så får du ikke 20 timer opplæring for å kjøre den bilen heller. Så hvorfor skal vi da sitte i 20 timer for å lære oss et datasystem som egentlig skal forenkle hverdagen vår. Det høres jo helt på tryne ut. Dem skal lage kompliserte systemer som skal tilfredsstille lovverket og det er helt feil holdning.

#### *11. Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Hvis man skal tenke på effektiviteten så er digitalt verktøy egentlig bare en tidstyv. De stjeler timer hvis ikke de genererer noe på den andre siden. Den skal generere slik at man ikke trenger å tenke på ting før du trenger å tenke på det. Det generer en effektivisering av for eksempel feil og mangler.

Men bruken av systemer var noe som ikke eksisterte på 70-tallet for da visste dem hva de skulle gjøre da, til enhver tid. Og da trengte dem ikke å se på sjekklister på en app for da kom bygningskontrollen da osv. Men digitalisering i seg selv er en tidstyv for snekkeren, hvis ikke det generer effektivitet på andre områder. Det hjelper deg til å tenke, det hjelper deg til å sy dette prosjektet bedre sammen. Og det er det utrolig mye å hente på tid og kostnader.

*Så man må egentlig se på det totale bildet, ikke kun vegg for vegg og bjelkelag for bjelkelag?*

Nemlig. Når man ser på det totale bildet så innebærer det materialleveranser, arkitekt, alle underleverandørene. Det største jeg mener vi gjør feil er at vi ringer til feil person og vi

hjelper feil person. En tømrer skal ikke hjelpe en rørlegger med å koste etter seg. Man skal heller ikke hjelpe feil person med en tegning som ikke han har noe med.

*Så det handler også om å gjøre de riktige dokumentene tilgjengelig for de riktige personene?*

Ja, altså god struktur.

*12. Har digitalisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Foreløpig så kan jeg ikke si ja på det. Men jeg har jo et ønske at det blir slik og jeg har troen på at den biten kommer.

*13. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*

At de som lager systemene ikke er bransjefolk. Og veldig mange av oss bransjefolk sier at det ikke er godt nok, men vi vet ikke hvordan vi skal gjøre det bedre. Og jeg mener at et system skal baseres på framdriften, for det er jo det eneste som er sikkert på bygget. Drit i sjekklister, drit i alt annet. Lag en samplan. I en slik plan kommer alle sjekklister inn kommer når du trenger dem. Når jeg sjekke de sjekklister så får jeg en påminnelse om at nå skal jeg varsle en elektriker for nå skal en elektriker på plass om to uker. Og så får elektriker automatisk en beskjed at nå er den byggeplassen klar om to uker. Og da kan jo han planlegge tida si mye bedre. Man får beskjed om at bygget er i henhold til framdrift, man kan se hvor mange timer som er lagt ned og hvordan man ligger an kostnadmessig i forhold til prosjektet, både kostnad og ferdig dato.

Men per nå så er det ingen systemer som baseres på framdriften. Alle systemer baseres nå på at man skal fylle ut sjekklister og for det sier bygningsnemnda at det skal man ha. Men gi nå blanke i loven, gjør slik at jeg tjener mer penger og slipper reklamasjoner. Også kan vi se i andre runde hva som må legges til for å tilfredsstille loven.

Og jeg mener at det er mye bedre å ha et system som fører til at snekkeren på byggeplassen skjønner at man f.eks. må ha et rekkverk på det stillaset. Jeg vil ikke ha en rutine som han lyder men som andre leser. Jeg vil ha to linjer/setninger og ikke hele paragrafer. Vi må ikke glemme at byggebransjen er en praktisk bransje med folk som liker å gjøre å gjøre en jobb, som liker å se at dette har jeg produsert. Det er det bransjen handler om. Vi er ikke paragraflere, det er det advokater som er og det er en bransje som vokser raskere enn byggebransjen.

Vi er praktikere og vi er absolutt ikke dumme. Hvis du ser på lovverket så skulle du tro at vi er stokkdumme! Vi skjønner at vi ikke skal gå på et usikret tak, alle tømrere skjønner jo det.

Det er jo ikke hyggelig for meg å komme inn i min organisasjon og prate om lover og forskrifter og rutiner og slike ting. Så jeg prøver alt jeg kan å bake inn det som er viktig for deres hverdag – sunn fornuft.

*Vil det si at du fokuserer på lean construction?*

Ja jeg er veldig glad i det. Jeg tror det er bedre at våre tømrere setter opp huset ferdig innvendig, så drar dem på ferietur på bedriftens regning i en uke, så kan elektrikere og rørleggere komme inn å gjøre sin jobb i huset, så kommer tømrerne tilbake (brun og blid) slik at man slipper denne cocktailen med forskjellige fag.

Og jeg mener en tømrer i dag har altfor dårlig lønn kontra den han fortjener, og kontra hva han selv gjør seg fortjent til. Hvis vi klarer å effektivisere vår bedrift, hvis vi klarer å ta bort alle reklamasjoner og effektiviserer bedriften vår med noen få prosent så er det mulig å gi dem bedre lønn. Og det er ikke mye som skal til.

*14. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Allerede besvart.

*15. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Ganske lite. Det er samme prosjektet, det er samme huset, det er samme kvaliteten som skal leveres. Men det er en liten forskjell og det er endringer og tilvalg som man må ha litt mer kontroll på i et EAT-hus kontra EET.

Jeg er veldig for tilvalgsmenyer som jeg har laget til hos oss, hvor vi forhåndsdefinerer en god del kategorier man kan gjøre tilvalg på. Da får de en bok som de kan ta med seg hjem i fred og ro, og fra å da bruke en hel dag på tilvalg så brukes heller en time. Det er effektivisering for vår del. Men dette gjelder ved EET-prosjekt, for ved EAT-prosjekt må man fremdeles ha den ene dagen da. For det er veldig komplisert å bygge et hus for vi bygger jo rammer rundt livene deres.

*Kundefokus er jo desto viktigere ved et EAT-prosjekt?*

Ja jeg sier til våre kunder at vi bygger huset på seks måneder, og vi er her i de neste ti.

*16. På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*

Det kan bedre bransjen hvis vi får flyttet fokuset fra å følge et lovverk til å skape effektivisering og tryggere rammer rundt det å bygge et hus. Også må vi ikke minst ta med de

som ønsker å digitalisere, de må få et fortrinn. Eller heller fjerne de som ødelegger for at man kan få til digitalisering og effektivisering. Slik som både polske og norske bedrifter som ikke gidder å bygge stillaser og å følge loven, gidder ikke å betale lønn osv. Dette henger litt opp imot digitaliseringen, for skal man bruke tid og energi på å få digitalisert noe for å øke effektiviteten så må vi også ikke bli straffet for hvis vi bommer på digitaliseringen.

*17. Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

Dette er noe som kommer til å komme vesentlig mer i framtiden. Jeg tror også at husene blir i mye større grad ferdigstilt før kundene gidder å kjøpe dem. Jeg tror det blir mye mer modellbasert, at man kan velge mellom de og de modellene på et område. Så bygges husene i en fabrikk og løftes ut med ferdiggrad. Jeg tror også industrialisering kommer til å ta for seg elektro og rør ferdig i vegger.



## Vedlegg 4 – Intervju Nordbohus

### Intervjuguide industrialisering

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*
2. *Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*
3. *Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*
4. *Har industrialisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?*
5. *Hvilke ulempe /utfordringer opplever dere med industrialisering?*
6. *Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*
7. *Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*
8. *På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

### Intervjuguide digitalisering

9. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

Vi har et ganske bredt og helhetlig digitalt program. Vi bruker selvfølgelig digitale verktøy for arkitekt og ingeniør. Vi gikk i fjor over til ArchiCAD og har hatt opplæring på det og tegner nå nye boliger på det og flytter eldre boliger inn i ArchiCAD og har tatt i bruk SmartKalk og har da selvfølgelig også da en kobling mellom ArchiCAD og SmartKalk. Så det er vi også på vei til å bygge opp biblioteket, alt som er nytt legges inn der og det som er eldre jobber vi med å få flyttet over.

Så er det slik at vi som kjedekontor har gjort våre valg og så er jo forhandlerne rundt om i landet egne bedrifter og gjør sine egne valg men vi jobber jo så tett sammen at flere velger det samme som oss. Så vi har jo en konsulentavdeling på ca 25 personer og de gjør jo jobber for forhandlerne sånn at hvis noen tar kontakt med oss for å få noe gjort så gjøres dette i ArchiCAD og SmartKalk. Og her er vi jo på vei til å legge noe av grunnlaget for BIM, du kan jo si at dette er tegne- og kalkulasjonssida vår, så jobber vi hovedsakelig med de to tingene der.

Så oppgraderte vi hjemmesiden vår i fjor, [www.nordbohus.no](http://www.nordbohus.no), og har da refreshet denne generelt. Også jobber vi med en videreutvikling av det som går mer ut på at brukeren kan lage seg en «min side» og få oppdateringer gjennom «min side» på nettsiden. Vi holder på å rulle

ut vår digitale byggeplass, som er bygd på SharePoint. Og der har vi i hovedsak tre deler. Vi har by CRM på plattformen SharePoint, vi har bygd prosjektstyring (byggeprosjektet) og vi har også en boligdatabase og det vil si at alle boligene som vi og forhandlerne har tegnet og bygget ligger i denne databasen og det blir jo flere tusen boliger etter hvert.

Tingen med denne boligdatabasen er at det er en idé-database for forhandlerne sånn hvis dem får en kunde eller har et felt hvor de skal bygge, så kan de gå inn i denne boligdatabasen og lete frem boliger som passer til det de skal gjøre. Og prosjektbiten den går som sagt på selve prosjektet, helt fra utviklingsprosjekt, får tak i tomt som skal reguleres, skal deles opp i felt (altså denne type prosjekt) og EAT-prosjekt. Og her er jo da en rasjonalisering og digitalisering av kvalitetssystemet våre også. Så her ligger jo sjekklister og slike ting, så når du velger en type prosjekt så genererer man jo da et prosjekt og en prosjektmal ut ifra kvalitetssystemet vårt som du da tar i bruk når du kjører i gang prosjektet.

Her har vi også en app som går mot tømrere og andre som er på byggeplass, sånn at de i hele tiden kan få oppdatert informasjon. Og så har de i digital byggeplass CRM funksjonaliteten, så hvis en potensiell kunde går på våre nettsider ([www.nordbohus.no](http://www.nordbohus.no)) og bestiller en katalog så går det da inn som en henvendelse inn i digital byggeplass, hvor da kontakten blir opprettet og aktiviteten hvor katalogen sendes ut blir opprettet. Og etter hvert, hvis dette blir en kunde og et prosjekt, så vil da kunden og prosjektet kobles. Og her vil det jo igjen på standard SharePoint funksjonalitet som vi har gjort en del på toppen av det for våre prosesser, men bruker jo da «planner» og teams og forskjellige andre funksjoner innenfor Microsoft familien. Så har vi også Nordbokjøp. Vi har et eget innkjøpsselskap i Nordbohus som omsetter får 350 – 400 million, og der har vi en egen portal for Nordbokjøp som inneholder kontrakter og alle de avtalene som vi har gjort med leverandører, som da forhandlerne da kan gå inn å sjekke priser og gjøre bestillinger via Nordbokjøp mot leverandøren. Så det går en ganske stor andel av bestillinger på mail og telefon, forhandlerne går gjerne inn i Nordbokjøp og sjekker priser og gjør gjerne bestillinger analogt etterpå eller via mail.

Disse tingene som jeg har nevnt nå er hoveddelene i vår digitale plattform som vi nå allerede har gjort en del ting på og jobber videre med å fornye, og så har vi jo da to stordriftsfordeler innenfor IT. Det ene er jo større det er jo billigere priser får man, det andre er at man må jo koble systemene med hverandre. Igjen da, fra et overordnet perspektiv, så er det to ting som er viktig innenfor IT og digitalisering og det er kostnytte og IT-arkitektur. Og IT-arkitektur jobber vi mye med å få ting til å henge sammen, så at når man nå lager tegninger i ArchiCAD så går det over til SmartKalk og blir kalkulert der og så vil da disse kalkulasjonene gå over til

timeregistreringssystem, det vil gå over til prosjektet i digital byggeplass og digital byggeplass kobles til Nordbokjøp så de kalkulasjonene du gjør i forhold til materialer som trengs, vil da gå videre til Nordbokjøp også. Så dette er forskjellige systemer som til sammen da dekker mer eller mindre hele verdikjeden.

Vi jobber på forskjellige områder men tenker hele veien på arkitekturen for å få dette til å henge sammen og vi bruker som alle andre mye NOBB-registre og det er jo en av de tingene som får en del av dette til å henge sammen. Og så er det jo digitalisering som man kan dele opp i tre deler. Du kan si at man effektiviserer de prosessene man har, selve bygget og bruk av roboter for bygging samt 3D-printing har ikke vi tatt i bruk enda men det er jo noe vi følger godt med på for å se når dette kommer. Kanskje litt langt frem enda for oss som bygge småboliger men det er jo uhyre viktig å følge med sånn at vi er på riktig sted når det begynner å skje ting. Så det er jo på en måte disse tre nivåene, du har nivå 1 som er effektivisering av prosessene, der har vi masse å gjøre. Du har nivå 2 som er mer robotisering av det vi holder på med og så har du kanskje nivå 3 som gjerne kan være om det kommer inn noen som tenker helt annerledes når det gjelder design av boliger f.eks. og kanskje i mye større grad fremover også.

Det er jo mange som heller vil snakke om tjenester enn produkt, også innenfor bolig, at man får mer fokus på tjenester. At man selger opplevelser eller selger noe annet enn bare et sted å bo. Så der er vi også inne på muligheter for digitalisering.

*Tenker dere da på VR-teknologi?*

Ja det bruker vi allerede ved salg av boliger. Vi har jo 3D-versjoner og VR-versjoner av boligene, slik at du kan bevege deg rundt å se, og ved bruk av ArchiCAD så kan du jo generere VR. Litt enkelt kanskje men du kan generere VR, men også etter hvert AR, så dette er jo ting som vi følger med på. Det er mye muligheter men timing er viktig. Det kan være dyrt å være først og det kan katastrofalt å være sist så det er viktig med timing og det å følge med.

Og så er det jo som jeg sa, hvert fall min opplevelse, at byggebransjen og boligbyggebransjen ikke har kommet veldig langt når det kommer til digitalisering. Så vi må jo gå før vi springer.

*10. Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*

Har ikke den lange historien til Nordbohus men det er jo brukt verktøy i forskjellige slag i mange år. Litt avhengig av hvordan man definerer digitalisering. Hvis man sier at «tradisjonell IT ikke-digitalisering», så er det kanskje forholdsvis nytt.

*Når jeg tenker digitalisering, så tenker jeg i forbindelse med en byggeplass f.eks. At de programmene som de tas i bruk på et kontor, har de også en liten versjon av på et nettbrett eller en telefon.*

Ja og det har dem jo. Timeregistrering, hvis man tenker på byggeplass, er jo det som har vært der lengst da. Nå får de jo i tillegg en digital mannskapsliste, timeregistrering og nå vi nå har rullet ut digital byggeplass så vil de jo også få tegninger og muligheten til å melde om avvik, chat, Teams Microsoft, så i teorien så skal de ikke ha behov for å bevege seg så veldig langt fra byggeplass for å gjøre jobben sin. Det gjelder jo også byggeleder. Hvis ikke det er andre ting så skal jo ikke byggeleder trenge å kjøre ut for å levere ut tegninger og andre ting.

*Han skal få den administrative rollen som han egentlig er ment for å ha?*

Ja han kan sitte på kontoret og gjør alt tilgjengelig via digital byggeplass og gjennom appen og det som tømrerne har tilgjengelig på byggeplass.

#### *11. Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er jo litt tilbake til det vi nettopp snakket om. En av de store kostnadene er jo timer på byggeplass. Når tømreren står og venter som må jo tømreren kunne jobbe effektivt. Og hvis noe mangler, om det er tegning eller noe annet, så i verste fall blir utførelsen feil fordi man ikke har oppdaterte tegninger. En annen del er jo vareflyt og logistikk, det å ha riktige varer til riktig tid, kobles jo sammen med hvordan tømreren utnytter sin tid og koblet sammen med varekosten generelt. At du har ikke for mye og ikke for lite. Men bærekraft og miljø, innenfor næringseiendom, så snakkes det veldig mye om dette når det bygges nye bygg og dette blir slike signalbygg.

Innenfor boligbransjen så har det ikke vært så mye snakk om det enda men vi jobber jo mye med det, å være effektiv og belaste miljøet mindre. F.eks. det jeg sa om at byggeleder ikke lenger trenger å kjøre ut på byggeplass er jo en del av dette. Så den digitaliseringen gjør jo at du kan ta bort noen ting som gjør at det blir mer effektivt. Så det er ikke verktøyet i seg selv som gjør deg mer effektiv men det at du kan ta bort andre ting som er ineffektivt.

*Altså du tar vekk prosesser som skaper sløseri, prosesser som ikke er verdiskapende?*

Vi har også lean-kurs, vi har en skole slik som mange andre kjeder (Nordbohuskolen), hvor vi blant annet har opplæring i lean. Også er det jo i digital byggeplass, der ligger jo all informasjon om det spesifikke prosjektet. Igjen, en forhandler kan bestille tjenester fra kjedekontoret og da har vi en bestillingstjeneste i digital byggeplass hvor vi da i prosjektet går inn og legger inn den informasjonen som du har i prosjektet også sender du en bestilling til kjedekontoret og så plukker jo kjedekontoret opp denne bestillingen i digital byggeplass. Får beskjed om at nå har det kommet en bestilling, det opprettes en aktivitet i Planner og så blir jo den utført av kjedekontoret og forhandler kan følge med på fremdrift og status. Når kjedekontoret er ferdig så legges jo dette på riktig plass. Og det har jo foregått flere år tidligere, hvor det har vært typisk mail hvor ting har gått frem og tilbake.

Og så enda et eksempel hvor det går an å samle enda mer informasjon på et sted, gjør at byggeleder og oss andre får bedre oversikt og kontroll over det som er der og det blir mindre leting og mindre rot. Og mindre sjanse for at man sitter der med feil tegninger osv.

#### *12. Har digitalisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Foreløpig så har det vel ikke gjort det, men jeg ser jo for meg at vil det fremover gjennom at vi dokumenterer bedre hva vi gjør. At man samler all informasjon på et sted, har bedre oversikt over alt som er i prosjektet. I tillegg så har vi jo da på trappa dette her med «min side», og da vil jo vi etter hvert også ikke bare lage et sted hvor man kan bestille og komme i kontakt med selger, men også hvor du får oppdateringer fra prosjektet. Og da vil du jo da ha mer trekk på endringsordrer og slike ting som kommer. Ikke så mye foreløpig men vi har jo laget et grunnlag for det da.

*Men de tilbakemeldingene som dere gir til kunden det er ved forskjellige milepæler da f.eks?*

Ja du har jo forskjellige typer kontrakter, men ved betalinger og kontraktsbegynnelse. At hvis betaler 10 prosent når prosjektet starter og så har du 20 prosent når vi har kommet så langt, og så 30 prosent osv. Og da er det jo milepælene og det er viktig at kunden har god informasjon og man kan si at når er vi enig om at vi har passert den og den milepælen.

Og det samme med ett- og femårs befarings, da vi dokumenterer de befaringsene og får god oversikt over hva som eventuelt er utestående.

*Noe av det viktigste man gjør ovenfor kunden er jo å gi tilbakemeldinger om hvordan ting går?*

Ja absolutt.

### *13. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*

Det er to hovedområder. Den ene er jo endringsprosessene, det er en stor spredning i aldersgrupper både på byggeplass og ellers i Nordbohus som på mange andre plasser. De som er unge blir irritert hvis de ikke får det på app og de eldre blir irritert hvis de ikke får det på papir. Så det er jo da spennet og det og få dette til å bli et godt brukt verktøy og kjøre disse endringene slik at vi får implementert dette på en god måte. Dette kunne vi snakket om i lang tid men det er nå i hvert fall en selvfølge at dette er en utfordring.

Det andre går på bransjestandarder og bransjeverktøy. Hvor vi i digital byggeplass, da vi bestemt oss for et par år siden for hvordan vi skulle gjøre dette, så var vi jo i utgangspunktet på kikk etter noe som var ferdig. Det fant vi ikke, det var ingen hyllevarer som dekte det vi gjør og det er det fortsatt ikke. Det er noen som er kommet lenger men ikke så langt at de dekker sånn som vi har gjort det i digital byggeplass. Så det at det fortsatt er slik at hver enkelt må bygge dette selv, vi kan ikke gå rundt å si at vi skal ha det sånn og sånn, så har vi fem leverandører som vi skal sammenligne med hverandre. Så veldig mye må bygges selv fortsatt og den andre biten av det er jo dette med NOBB og bruken av det. Standarder som gjør at vi får til en gjennomgående flyt, i det som kommer jo også leverandører og til dels kunder, men leverandører og i hvilken grad de er klar til å ta i bruk elektroniske bestillinger og digitale tilbakemeldinger osv.

Så det er igjen dette at bransjen ikke er den som har kommet lengst. Leverandørene ønsker gjerne å gjøre en ting, mens entreprenørene ønsker å gjøre noe annet.

### *14. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Vi har jo noen tanker om framtiden. Vi driver jo og bygger denne plattformen for å få til dette sånn at vi ikke skal «reinvent everything, every year». Så vi bygger jo nå en plattform hvor vi tenker arkitektur og så legger vi til rette for å kunne hente ut flere ting da.

### *15. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Den store forskjellen for oss er jo egentlig kundebiten. Ved et EET-prosjekt har du mye mer kontroll selv og bestemmer mye selv. Vi bestemmer oss for at vi skal bygge den type leilighet eller den type bolig ut ifra det behovet som vi ser og må selge mest mulig før du begynner å bygge. Men du har jo kontrollen da.

Men vet et EAT-prosjekt så leverer vi gjerne en arkitekttegnet bolig, så det må jo være det grensesnittet mot kunde som er forskjellen. For det er ikke noe forskjell i internprosessene, men det er jo en forskjell i noen prosesser men det er ikke noen forskjeller i hvordan vi bestiller osv. Det er dette med kunden.

*16. På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*

Ja spørs hva det menes med å bedre, men vi var jo innpå dette med miljø. Jeg ser jo at digitalisering kan forbedre oss i forbindelse med «fotavtrykket». Jeg ser jo at vi kan kanskje gjennom digitalisering bli enda flinkere i forhold til kunden. Vi snakker om kundeprosessen. Hvis du vil kjøpe en leilighet så kan du jo sitte på nettet å plukke deg ut en leilighet og si at jeg vil ha den i tredje etasje og på 50 m2. Du kan jo si vi bedrer kundeopplevelsen.

Også er det jo hele effektiviseringen for oss selv og at vi også kan redusere kostnadene men konkurransen endres jo ikke minst på grunn av at det blir bygget færre boliger de nærmeste årene enn i de siste årene. Vi må jo bli mer effektive da konkurransen blir tøffere. Det blir færre ting å kjempe om.

Også er det jo slik at vi er jo ikke midt i Oslo sentrum, vi er jo i utkanten av Oslo og lenger inn i de midt mindre byene og litt tettere i utkanten av dem, men det jo det å utnytte arealene som er en viktig bit av totaliteten. Og da snakker jeg jo om dette med arkitektur og parametrisk design. Er litt utenfor i akkurat denne sammenhengen da.

Det er interessant dette med parametrisk design. Det er en spennende tanke som kanskje kan være med på å endre hvordan vi tenker når det gjelder design av boliger i framtiden.

*17. Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

Boligbransjen i Norge består jo av et utall selskaper, alt fra den lokale byggmesteren som setter opp noen få hus til de store (Obos, Mestergruppen osv.) feltutbyggerne. Og hvis vi ser bort på Sverige så er det jo langt færre aktører der.

Jeg ser jo for meg at antall i markedet vil reduseres etter hvert. Du har noen store grupperinger allerede, du har Obos, Mestergruppen, du har også Optimera fra varehandel siden som driver å lage konstellasjoner. Du har Boligpartner som har flere merkenavn innunder hovednavnet. Så det foregår en konsolidering på forskjellige måter. Merkevarer fra kjeder som slår seg sammen, vertikal integrasjon hvor da f.eks. vi har et samarbeid med

Byggmakker hvor varehus og boligkjeder slår seg sammen, enten gjennom oppkjøp eller gjennom avtaler.

Du har, f.eks. i Trondheim, «yippi-konseptet» som er noen leiligheter som bygges utenfor Trondheim, som er et skikkelig konsept. Her har de sagt at vi bygger denne typen leiligheter, det skal vi bli skikkelig flink på og her skal vi ha logistikk og alt mulig på plass som fører til at vi blir utrolig effektiv. Og i tillegg til dette så har de også finansieringsløsninger. Her kan du bare klikke på en nettside og du får alt du trenger.

Jeg ser for meg en konsolidering, jeg ser for meg en konseptualisering. Enda mere konsept, at eneboliger går nedover og at EAT-prosjekter går nedover. Det går oppover med prosjekter i egen regi og feltutvikling. Det blir mere av at man selger typer opplevelser.

Slik som når jeg leser i avisen så står det jo ikke at nå har Nordbohus et felt til salgs, det står f.eks. at Gullertoppen/Bringebærhagen – de bruker navnet på feltet i markedsføringen og prøver på en måte å selge en opplevelse med fine tegninger osv. Så det jo en slags industrialisering.

*Altså industrialisering mener jeg er veldig knyttet til dette med feltutbygging. I og med at du gjør jo det samme hele veien og da vil det jo være naturlig at du lager elementer for å være mest mulig effektiv.*

Ja og det er jo helt riktig. Vi bruker jo masse elementer og til dels moduler, f.eks. til bad. Foreløpig så kan det jo være litt utfordrende i småhus og i mindre leilighetsbygg, hvis du skal bygg 100 leiligheter og de skal være veldig lik så kan det jo være effektiv å bruke baderomsmoduler. Skal du bygge et leilighetsbygg på 12 enheter så kan det være det at baderomsmoduler ikke er lønnsomt. At det lønner seg gjerne å plassbygge istedenfor.

Og dette går jo litt innpå dette som jeg kaller konseptualisering. At hvis du har en baderomsmodul så kommer jo den ferdig, den har jo en vegg med rør og da er det jo typisk at vi bygger kjøkken på andre siden av den veggen sånn at du har en vegg med rør i leiligheten.

Dette med industrialisering er jo spennende. Det som skjer er jo mer og mer masseproduksjon og mindre plassbygging med mindre det er en arkitekttegnet bolig som bare skal bygges en gang. Men med elementer og parametriske design så kan du sette opp slike hus på en annen måte.

*Man bygger jo veggene på et hus på samme måte så det bør jo ikke være et problem å bruke elementer ved EAT-prosjekter tenker jo jeg da.*



Nei hvis det ikke snakk om å f.eks. plassere vinduer på spesifikke plasser osv. Men det lar seg gjøre.

## Vedlegg 5 – Intervju Norgeshus

### Intervjuguide industrialisering

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*

Vi kan begynne med den metoden hvor enkelte byggmestere kjøper ferdige elementer fra en produsent, f.eks. Optimera Byggesystem som er en del av vårt avtaleverk. Da sender våre entreprenører og byggmestere tegninger og underlag til Optimera, de legger dette inn i sitt system og produserer eksempelvis elementer for vegg og tak og frakter dette ut på byggeplassen til den lokale forhandleren. Dette er nå en måte å gjøre det på.

*Er dette noe som kan ta litt tid eller pleier det å gå fort når de først begynner å produsere?*

Det kan ofte ta litt tid. Det er både kø og en del arbeid med elementene.

*Pleier det å gå greit med transport eller kan dette også være en utfordring?*

Nei Optimera er ganske flink med logistikk så det tror jeg stort sett fungerer veldig bra. De har jo en egen transportør.

*Men det pleier ikke å være et problem sånn med tanke på elementhøyder eller lignende?*

Nei det kan jo være litt forskjellig men i stor grad er det jo elementer til småhus som produseres og da tilpasses jo disse i forhold til normal transporterung.

*Driver dere med industrialisering på flere måter?*

Ja det er andre måter. Den enkelte forhandler av oss har egen elementproduksjon. Da er det en delvis industrialisering da dem bygger disse i et lokale. De har jigg, de har kran, de har en del elektriske verktøy (ikke så voldsomt avansert) men de bruker selvfølgelig sager som gjør at dette er relativt og effektivt. Da bygger dem elementene i sitt eget lokale og kjører disse ut selv på byggeplass. Vi har vel 15 stk. av de 117 som jeg nevnte, som driver med dette selv. Da er det som oftest småskalaproduksjon i egen virksomhet.

*Har dere en ambisjon om at flere bruker egne fabrikker?*

Ja det er det. Vi har et ønske om at den andelen skal vokse. At flere tar i bruk elementbygging.

*Da vil dere i hvert fall unngå kø?*

Ja det vil det og er man dyktig nok så kan man jo levere til andre. Det har jo vært eksempler på at forhandlere av oss har solgt elementer til andre forhandlere i Norgeshus.

Vi opplever også at bruken av precut øker og vi har opptil flere leverandører i systemet som leverer precut og da er det både med konstruksjonspakker der du får både vegger, bjelker, tak i samme leveranse fra en precutleverandør. Det er veldig populært for da øker du effektiviteten ute på byggeplass og du kan sette opp en – to boliger mer i året bare av den grunn. Det er godt lik.

2. *Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*

Norgeshus har jo drevet siden 1988 og elementproduksjon har vel vært med oss hele veien. Så en andel av elementproduksjon har vært med hele veien og nå har ikke jeg noe historie helt fra 1988 men den har vært der og kan vel si at den ikke har øket så voldsomt totalt sett for kjeden. Men det er en jevn vekst på dette med elementproduksjon. Framover vil det bli enda mer fokus på det og det er i strategiene til Norgeshus at det skal tilrettelegges for industrialisering rundt om hos våre forhandlere. Så våre systemer som vi utvikler skal hjelpe dem med å starte med elementproduksjon på en enkelt måte.

*Ja så dere regner med at det vil ta over fra tradisjonell bygging?*

Ja, som nevnt så er det jo ca 10 – 15 prosent som driver med det per i dag selv. En god del andre bestiller det ferdig og får det levert på byggeplass, det vil si at leveransen kjøpes fra en produsent, og så har du den siste delen som plassbygger alt. Det er en god spredning på det men helt klart, i strategiene våre, så er det lagt mer til rette for industrialisering.

3. *Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er jo litt avhengig av om man bestiller eller produserer selv osv, men hvis du bestiller alt fra en ekstern leverandør så har man jo mulighet til å øke omsetningen i forhold til om du skulle plassbygd alt og kappe på stedet. Man får jo et ferdig tett bygg fra produsenten, man støper plata og får da heisa på plass elementene. Dette fører til at du korter ned di egen byggetid og i den grad, hvis du bestiller elementer, så vil du i vesentlig grad bygge flere enheter i løpet av et år kontra om skulle produsere alt selv.

Sånn sett er det effektivt å kjøpe et ferdig råbygg.

*Dere opplever sikkert også en god del redusering med tanke på svinn og kapp?*

Det gjør vi helt klart for ved fabrikkproduksjon så har du mer kontroll på materialleveransene.

#### 4. *Har industrialisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?*

Det har jeg ikke noen dokumentasjon på, men det jeg kan si er at det gir jo ofte en mer fuktsikker byggeprosess for du får jo opp et bygg mye raskere enn hvis du skulle ha plassbygd det og det reduserer fukttilførsel i konstruksjonen. Så sånn sett tror jeg vi har mindre fuktskader ved industriell bygging kontra plassbygging.

*Jeg leste jo i en artikkel fra Byggforsk at fukt er den store fienden når det kommer til skader og det er jo ingenting som fører til flere reklamasjoner enn fukt.*

Helt sant. Så har man jo kanskje en bedre oversikt over materialene. Om de er riktig montert, altså alt fra kubbing, retthet og sånne ting og man har større sjans for å få et rettere bygg tror jeg.

*Men med tanke på når dere f.eks. bestiller fra Optimera, har dere noen rutiner på kvalitetssikring?*

Den enkelte mottakeren vil ha det og da foreligger det en sjekklister og mottakskontroll.

#### 5. *Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?*

Vi har jo fraktkostnader i Norge og de kan jo være betydelig høye uansett. Det er jo litt avhengig av lokasjonen i forhold til byggested, så du kan bruke en del penger på frakt i forhold til det å bestille materialer lokalt og bygge på vanlig måte.

*Også er det jo dette med planlegging og logistikk? At du får det du trenger når du trenger det?*

Det er helt rett. Spesielt dette med vinduer, de må jo inn i konstruksjonen hvis ikke så har du jo gjort noe dumt. Vinduene må jo leveres til elementprodusenten. Og det vil det jo være byggmesteren som ofte bestiller vinduene, og da er det om å gjøre at logistikken fungerer. Men slik som Optimera har jo vinduene inkludert i leveransen så de har skikk på det men hvis du bestiller fra en lokalprodusent så kan det være litt annerledes.

*Ja det er vel kanskje ikke alle som har anledningen til å lagre vinduene hos seg heller?*

Nei det er det heller ikke. En annen ting er jo kanskje at den fagkompetansen man har ved plassbygging, altså den snekkerkompetansen. Hvis man kun har fabrikkmontører, så mister man jo en del tømmerkompetanse på håndverket. For det trenger jo ikke å være det samme. Det er mye god kunnskap som skapes ved å bygge på stedet.

*Da bør man kanskje sette litt strengere krav i forhold til fabrikkmontører, at de bør kunne omtrent like mye som de som er ute på byggeplassen?*

Ja, det er jo en liten utfordring at man trenger nødvendigvis ikke å ha svennebrev som tømmer for å bli en fabrikkmontør men det trenger jo heller ikke å være negativt for per i dag er det jo mangel på håndverkere. For ved industriell produksjon kan man jo bruke ufaglærte på akkurat det. Så det er jo en fordel igjen, for de kan jo være lettere å få tak i enn en erfaren håndverker eller en med fagbrev. Er kanskje ikke så svart/hvitt men.

*6. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Det er egentlig litt vanskelig å svare på siden vi ikke driver med elementproduksjon. Vi sitter ikke med den daglige erfaringen, men det som jeg tenker er jo at det man produserer i en fabrikk bør jo være mest mulig komplett slik at man kan gjøre mest mulig. Jeg tenker at mest mulig bør produserer i fabrikk for å så leveres.

*Du snakker om ferdiggrad?*

Ja, altså større ferdiggrad rett og slett.

*7. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

For prosjekter i egenregi, altså EET, så kan vi jo i større grad bestemme selv og tilrettelegge mye i forhold til elementproduksjon slik at man får større påvirkning til et godt egnet elementbygg/elementbygging. Mens ved EAT så er det jo ofte skreddersømming men driver med og da kan jo dette med standardisering være verre å få til. Så dette med EET gir større sjans for dette med standardisering av byggene og øker effektiviteten av den grunn.

*Men slik som ved EAT-prosjekter, der ting kan ta litt tid på grunn av kunden, kan det være en god ide tror du å ta i bruk tømmerlag hvor medlemmene kjenner hverandre godt og vet hvor de har hverandre og derfor være mye mer effektive siden de bygger sammen?*

Det er jo ofte slik man gjør det. At noen går sammen og bygger. Da er det kanskje best å bruke de ved EAT-prosjekter også heller tenke mer industrialisering i prosjekter av egenregi.

*8. På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

Nei som nevnt tidligere, har man jo en mye mer fuktsikker byggeprosess, det er jo en fordel. Man får en del HMS fordeler ved å jobbe innendørs i en fabrikk, kontra det å jobbe ute. Vi har jo en del vær og vind som er litt forskjellig i vårt langstrakte land og til tider kan det jo

være vanskelig å jobbe ute. Så sann sett er jo industrialisering med på å bedre forholdene til håndverkerne.

*Ja også har man jo dette med sykemeldinger og trivsel som man gjerne kan oppleve positive endringer med, for man har jo mye bedre arbeidsforhold.*

Ja. Og det negative der igjen er jo at man mister en del av faget for man får jo montører istedenfor tømreere. Så det er viktig å få en balanse på dette.

### **Intervjuguide digitalisering**

9. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

Det er gjort ganske mye på dette området i Norgeshus over tid. Og vi har et IT-system som er laget konkret for en byggmesterbedrift. Det som er spesielt med en byggmesterbedrift er jo at systemet er et prosjektstyringsverktøy som man bruker både ute og inne. Så på pcen din har du et komplett prosjektstyringsverktøy og på byggeplassen har du et nettbrett der det er prosjektlederen som sitter inne og tildeler det man trenger for byggeplassen.

Dette kan være sjekklister, vernerunder etc. Og selvfølgelig tegninger og detaljer for bygget er tilgjengelig på nettbrett og den som sitter inne og styrer prosjektet har hele tida kontroll på at alt nødvendig ligger inne på denne appen som er tilgjengelig på byggeplass. Så det er lagt mye ressurser i at dette skal være et godt og effektivt verktøy.

*Så dere har fått skreddersydd en app slik at dere unngår alt for mye informasjon?*

Ja og det har du prosjektlederen, eller formann, som sitter i hovedsak inne på en brakke eller lignende, som tildeler det som er nødvendig for tømreeren/bas og så er det en del felles dokumenter som skal være tilgjengelig på generell basis slik som sjekklister og prosedyrer.

*Så dette fører til at prosjektlederen får en mer administrativ rolle, noe som sikkert er ønskelig?*

Ja det gjør det.

10. *Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*

Vi begynte ganske tidlig med å ta i bruk digitale verktøy for byggmesterne. Det startet jo med at man skulle ha et verktøy som man kunne jobbe med i forhold til salg, KS-system,

byggesøknader osv som var tilrettelagt for en byggmesterbedrift. Da var det jo en del ting på markedet allerede på 90-tallet.

Jeg begynte jo på slutten av 90-tallet med dette selv og da hadde jeg det tilgjengelig på et dataprogram for en byggmester. Der la vi ut det som var nødvendig for byggesaken, altså de dokumentene som skulle over til byggesak men da var det ikke slik at det var tilgjengelig på byggeplass men tilgjengelig til de gjeldene byggmesterne.

*11. Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Fordelen er jo at man rett og slett reduserer tid på byggeplass med tanke på administrasjon. Og den administrasjonen som gjøres blir mye mer effektiv. Så man reduserer tidsbruken på byggeplass på generell basis.

*12. Har digitalisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?*

Jeg har ikke noe dokumentasjon på dette heller men jeg kan tenke meg at digitalisering medfører at registrering av avvik er mer effektivt. Det er enklere å gjøre et avvik og behandler man avvik som blir man bedre på dette med reklamasjoner og byggefeil. For man får en automatisk læring av det å bruke avvikssystemer. Så når avvikssystemer er lettere å bruke så er ikke terskelen så høy for å registrere avvik. Registrerer man avvik så lærer man av sine feil og det kan tenkes at man da reduserer byggefeil og dermed også reklamasjoner. Det er nå hvert fall en måte å gjøre det på.

I tillegg så blir jo sjekklister og slike ting lettere tilgjengelig enn før. Med tanke på at man har et nettbrett som en del av arbeidshverdagen din. Man trenger ikke å gå inn i brakken, finne fram permen, fylle ut en liste, legge tilbake i permen, kan lett rotes bort eller bli ødelagt eller våt. Det å føre sjekklister og ta kontroller er lettere nå enn før på grunn av at det er et godt system for sjekklister og man hele tiden har en kontinuerlig forbedring av disse sjekklistene. Så slik mener jeg at byggefeil reduseres.

*13. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*

Utfordringen er nok å få alle til å ta det i bruk. Dette med omstilling kan være vanskelig.

*Også dette med brukervennlighet, opplever dere noen utfordringer der?*

Ikke som jeg har hørt om på byggeplass. Men en prosjektleder som sitter inne på et kontor og som kanskje sliter litt med data, har kanskje slitt med å ta dette i bruk. Hvis de ikke gjør det så blir det jo for dårlig for de som er ute på byggeplassen for det er jo de som sitter inne som styrer og tilrettelegger for de som er ute. Så sann sett, er man ikke ivrig på å ta i bruk IT-

verktøyet så blir det jo bare halvveis og for dårlig. Så ta alt i bruk og ta det godt i bruk, det er cluet. Da scorer man på effekten av det.

*14. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Prosesen er jo ikke optimalisert enda for den er ikke fullstendig. Man har god kontroll på digitalisering i forhold til prosjektering og KS-system på byggeplass, kalkulering men så svikter det litt på dette med byggesak. Kommunene tar ikke imot digitale modeller eksempelvis, og det er ikke tilrettelagt for at byggesak skal ta i bruk digitale modeller enda. Det er der fortsatt slik at man sender en tegning i PDF, kommunen printer den ut og gjør eventuelle endringer på den.

Det legges jo ned masse arbeid på å lage en digital modell av en bolig og den skal brukes gjennom hele prosessen og på grunn av byggesak så stopper det litt opp og dette gjelder også ved bestilling av varer. Det er det ikke fullstendig digitalisert. Dette gjelder også ved FDV, men dette er jo noe vi jobber med for å få en komplett sirkel rundt det digitale systemet vårt.

*Men tror du det vil ta lang tid før alt dette er på plass, eller kanskje i løpet kort tid?*

I forhold til kommunal saksbehandling så vil det ta mange år for dette varierer fra kommune til kommune, men la oss si at foregangskommunene kan få det til i løpet av dette året her eller 2020.

Men i forhold til bestilling av varer og automatiske FDV og slike ting så bør ikke dette ta så lang tid.

*15. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Jeg tror ikke vi opplever så store forskjeller men det jeg ser at det er lettere en komplett modell på egne prosjekter fordi vi standardiserer. Mens på en tilpasset bolig til en kunde på egen tomt, så er det ikke bestandig at hverken kunden eller byggmesteren vil betale for det det koster å digitalisere. Det er jo eksempelvis i prosjekteringsammenheng noen kostnader til å begynne med da man skal innhente en prosjektering for alle fag for å få en BIM-modell. Og det er ikke bestandig at de ser nytten av dette i en enebolig. Men bygger vi mange like enheter så er det jo uunngåelig å ikke gjøre det. Da vil det ha litt mer for seg.

*Men slik som ved EAT-prosjekter så er det jo viktig å ha fokus på at alt er ferdig prosjektert før dere begynner med byggeprosessen?*

Ja det ønsker vi jo i størst mulig grad.



*16. På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*

Jeg tror jo at det er den effektiviseringen som jeg har snakket om. Så tror jeg også at det gjør det mer sikkert. For det er enklere å oppdatere et IT-system enn andre manuelle ordninger. Og blir det da en regelendring i en forskrift så er det fort gjort å gjøre endringer i et system som går ut til en håndverker. Og da tenker jeg at man reduserer faren for feil blant annet.

*Og føler du at det gir fordelene med tanke på kommunikasjon på tvers av fag, leverandører og andre parter?*

Ja absolutt. Så det er en stor fordel men den kommunikasjonen og bare det å ha en koordinering i prosjektering reduserer jo både byggefeil og tidsbruk på byggeplass fordi da er jo prosjektet planlagt i en modell kontra å måtte gjøre tilpasninger og endringer på byggeplassen. Og da er det fort gjort at man mangler noe og skal man sende noen på varehuset så koster jo det en tusenlapp hver gang. Dette er en veldig kostbar prosess. Dette kan man jo da redusere mulighetene for at det mangler noe på grunn av digitalisering. Et annet ord for dette er jo BIM.

*17. Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

Generelt har vi tro på at byggingen blir mer effektiv hvis vi legger vekt på industrialisering og digitalisering. Effektivisering handler om reduksjon av byggefeil og bygger mer kostnadseffektivt.

*Og hvis du ser fra et annet perspektiv så kan dette også føre til lavere boligpriser etter hvert?*

Det vil det nok også gjøre. Hvis man finner mange smarte måter å bygge på så vil jo dette også være gunstig for kundene til slutt.

*Da er jo kanskje dette også et argument for den «vanskelige» EAT-kunden, at dette vil jo gjerne føre til en billigere boligpris til slutt?*

Det kan det men det er ikke bestandig at selgeren klarer å formidle dette siden det kan koste litt mer i starten. De er nødvendigvis ikke like flink til å selge inn det i argumentasjonen.

*Kanskje man også burde fokusere mer på det at selgerne også får mer kompetanse på dette med digitalisering ved boligbygging?*

Ja.

## Vedlegg 6 – Intervju Talgø Møretre

### Intervjuguide industrialisering

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*

Vi er en elementfabrikk og det har vi drevet med siden midten av 70-tallet. Så vi startet med industrialisering av fjøsbygging og siden 2017 har vi satset tungt på dette med elementhus og eiendomsutvikling, både for rekkehus og vanlige boliger. Vi har bygd en elementfabrikk, men ikke bare for å bygge elementer men også for å utvikle egne prosjekter.

Vi driver men en del CNC-styrte kappeanlegg og så har vi CNC-elementjigger som spikrer, skrur og kapper selv, kalles også automatiske monteringsjigg. Det er som et lite legosett hvor du får automatisk kappet alt materiale fra et CNC-styrt kappeanlegg hvor CNC-operatør får beskjed om hvilke tegninger som skal importeres inn i kappeanlegget. Da får man alt ferdig kappet og montert i denne maskinen.

*Og dette er vel sikkert effektivt kan man se for seg?*

Ja vi har sett litt på dette. Hvis en person klarer å gjøre den samme jobben som seks mann når de bruker manuelle bord, så er dette kjempepositivt for produksjonen for du sparer mye tid. Men det er nødvendig med en tyngre prosjektering, for de tekniske prosjektørene trenger lengre tid for å prosjektere men du sparer dette igjen i produksjonen. Så det som var problemet vårt var at i begynnelsen så har vi større kapasitetsbehov for prosjektering. Kan også nevne at når man f.eks. setter en hel pakke med trelast (f.eks 2x4 toms) i anlegget, og anlegget har alle de nødvendige tegningene for et hus, så vil kappeanlegget jobbe slik at den utnyttet de forskjellige lengdene best mulig og ender opp med en utnyttelsesgrad på en materialpakke på ca 97 prosent. I forhold til manuell kapping sparer man både tid og kapp.

*Må dere ha mye vedlikehold på maskineriet?*

Nei det er splitter nytt. Er litt vedlikehold på kappeanlegget. Har bygget opp en vedlikeholdsrutine for å holde vedlikeholdsbehovet nede, og dette går automatisk. Hvis du ikke tar vedlikehold hver måned f.eks. så ender det opp med at det stopper helt opp.

*Var dette en kostbar investering?*

Ja anlegget koster en del. Men ser man på hva som koster i en fabrikk så er det jo produksjonstimer og effektivitet som veier tyngst. Vi har jo 40 mann som står og produserer nå og produserer nå fem timer fortere i løpet av en uke.

*Men dere leverer til prosjekter over hele landet så dere har vel nok å ta dere til?*

Ja vi har blant annet et prosjekt i Trondheim som vi har fullutviklet selv fra råtomt til bygg. Og der har vi bygget og egentlig ordnet alt fra begynnelse til slutt. Dette er et skikkelig EET-prosjekt.

Da eier vi tomta og utvikler alt selv til salg. Og da er det alt i fra firemannsbolig, tomannsbolig og eneboliger. Og ved enebolig er det veldig interessant for opererer vi med noe som kalles MSS-modell (massivprodusert skreddersøm). Og hvis vi f.eks. hele tiden skal bygge arkitektboliger så får man ikke så mye gjentakelseeffekt, og da blir prosjekteringen så tung at det lønner seg aldri å sette i gang. Så vi utvikler noen egne eneboliger og firemannsboliger og da er dette allerede ferdigprosjektert, tegningene ligger også klar i kappeanlegget og da får man heller ikke noe prosjekteringstid og man kan begynne å bygge mye raskere.

Så forskjellen mellom EET og EAT er at det er mye mer tilpasninger ved EAT.

*Men har dere egne tømrere som setter elementene sammen på byggeplassen?*

Vi har to tømrerbedrifter. Vi har Talgø Invest som er morselskapet vårt, så har vi byggdivisjonen hvor jeg hører til, så har vi en trelastdivisjon og en butikkdivisjon med tre bedrifter (Byggmakker, Bygger'n og Hageland). Men under byggdivisjonen så har vi to tømrerbedrifter som er med å sette opp hus for oss, disse er Tradbo og Bygger'n Bindalsbygg.

For oss så er det en tanke å få en «runddans» gjennom et prosjekt, med Byggmakker som leverer varer, elementavdelingen som bruker de til elementproduksjon, Tradbo som setter opp bygget slik at vi får en synergi-effekt i konsernet.

Utfordringen er jo å sy sammen alt dette og dette har vi jobbet mye med nå, å få strukturert prosjektgjennomføringen vår. Å bygge nå med kjempe mange aktører så er det viktig at alle marsjerer i samme retningen hver gang vi påbegynner et nytt oppdrag. A vi standardiserer gjennomføringen.

- 2. Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*

Allerede besvart.

- 3. Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Da ser jeg for meg den logistikklesingen som vi har i industrialiseringen vår, og den effektiviteten man får av dette. Det å produsere inne i en hall og ikke på byggeplass, det vinner jo alle på. Også har vi jo sesongarbeid som du kan gjøre inne som gjerne ikke kan gjøres ute. Og så går jo tidsforbruket betraktelig ned når du gjør det samme om igjen og om igjen.

Vi har jo en jobbrotasjon også, at hvis det er lite å gjøre i elementfabrikken så kan vi flytte folk ut på byggeplass eller hvis vi har mye å gjøre i elementfabrikken så flytter vi folk inn. Da får jo de ansatte litt variasjon og det er kjempeartig for folk å være med.

#### *4. Har industrialisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Det er ikke så mye reklamasjoner. Det er sånne småfeil som blir gjort men vi kjører tungt på evalueringsprosessen. Og når vi er ferdig med en prosjektgjennomføring eller produksjon, så kan alle som har deltatt (prosjektleder, produsenter, prosjektører) gjennomgå alle avvikene til slutt, se på hvor mange timer som ble kalkulert og hvor mange timer som faktisk har blitt brukt. Da har de hele tiden noe å jobbe imot.

*Så dere sammenligner kalkyler, både for- og etterkalkyle?*

Vi har et program som kalles Talgø Timetracker, der alle elementene hos oss er individuelt kalkulert og tidsberegnet. Så når tømmerne begynner å snekre, så ser de hvilket element de er på (i programmet) ut ifra hvilket prosjekt de er på og så ser de hvor lang tid de skal bruke på dette elementet. Så starter de å produsere og da prøver de å jobbe imot den tiden som er kalkulert. I denne så kjøper man materialene som de bruker. Vi har laget en nettbutikk i programmet, og så legger de inn kommentarer hvis det er noe som har skjedd. Er noe feil eller de mangler en gipsplate så skal ikke det gå utover dem, de skriver da en kommentar og da får vi hele tiden kommentarer fra de i produksjonen om hva som skal være med.

Når de er ferdig med elementene så trykker de på tommel opp/tommel ned om de har klart å produsere elementet, og så kommenterer de og setter i gang med neste.

*Så dere får en kontinuerlig feedback da?*

Kontinuerlig. Så når du får involvert dem som produserer så blir det lettere for oss å finne ut hva vi skal konsentrere oss om. Og da er logistikk for oss det å få kontinuitet på bordet, det er det som er viktigst.

*Er dere inspirert av lean construction eller noe lignende?*

Vi er en god lean bedrift. Det er litt av det vi driver med. Vi kjører mandagsmøte på tavle og alt mulig. Og så mener vi at det å involvere alle, drive med åpne møter slik at alle vet hva som foregår. Så de som skal kalkulere sier at de skal bruke 100 timer på å produsere noe, så må produksjonsavdelingen vite dette. Da blir alle enig og alle kan komme med tilbakemelding.

*Veldig mye fokus på kommunikasjon hos dere da med andre ord?*

Ja mellom leddene så er det det. Vi bruker et evalueringssystem der vi ser på budsjettet og alle får være med på å komme med tilbakemeldinger. Vi henger opp en evaluering av prosjektet inne på produksjonsavdelingen, slik at alle får se hvordan det er gått. Det er timer de bryr seg om i produksjonsavdelingen, altså hvor mange timer som ble brukt i forhold til det som ble kalkulert. Så nå har vi data på hvor mye tid vi skal bruke på 1 m<sup>2</sup> vegg, etasjeskiller osv.

*Så i tillegg til å standardisere arbeidsprosessene så kan dere også standardisere prosjekteringen?*

Ja snart så kan vi det.

*Så når dere skal bygge et hus som dere har bygget tidligere, så vet dere at dette vil ta X antall timer.*

Ja det vil vi. Og da kan vi også se på tidligere kommentarer på det prosjektet og se hva vi eventuelt gjorde feil. Og så retter vi opp i dette før i begynner og kan da bruke færre timer på prosjektet. Hvis vi regner på hva som er reell timekostnad på folk så ser man at det er store kostnader som renner ut. Byggebransjen har konsentrert seg så mye på materialkostnader og lite på tidsforbruk, men hvis du ser på et bygg og hva det koster å bygge det så er det egentlig 50/50 med materialkostnad og timekostnad. Så vi vet at Byggmakker gir oss gode priser og da skal jo vi angripe timeforbruket vårt.

*5. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?*

Det er mye ny kunnskap som skal tilegnes. Dette kan være en utfordring siden vi har en del eldre som jobber hos oss som skal bruke nettbrett for å se på tegninger blant annet, men det går for så vidt greit dette.

*Så utfordringen ligger egentlig i den digitale delen?*

Ja. Men det foreligger kanskje litt lite kunnskaper på den prosjektgjennomføringen som vi kjører. Altså fordeler og ulemper med det å bruke elementer.

*6. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Ja, mer standardisering av prosesser og byggdetaljer. Også utvikle flere slike MSS-modeller.

*7. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Ved EET-prosjekter styrer jo vi modellvalg og gjennomføring, og da velger vi mye mer selv. Og endringer på EAT-boliger medfører mer feilkilder. Jeg tror folk har problemer med at man får ikke kalkulert endringer og all tiden man bruker på dette for å få tjent noe penger på det. Da har man prototypebygging og så lite rasjonell produksjon og gjentakelseeffekten er dårlig.

*Men har dere katalogtilbud, slik at folk kan velge eneboligmodeller fra dere?*

Det er det vi faktisk jobber med nå, men vi har ikke kommet så langt enda. Men vi holder på med det, men har ikke fokusert så mye på privatkunder siden vi er et gammelt selskap, og vi kjenner så mange folk og blir derfor mer involvert i feltutbygging. Så vi har konsentrert oss mer på proffmarkedet enn privatmarkedet.

*8. På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

Få bedre priser på standardiserte modeller. Man får en bedre inntjening men man kan få lavere priser på slike modeller på markedet og det tror jeg er en god nøkkel. For mange boliger og tomter nå i dag er så dyre at det er ikke alle som har råd til å kjøpe seg noe, spesielt når de koster 4 – 5 millioner.

Men en standardisert modell er så mye mer fornuftig for oss å bygge at vi vet hvordan dette fungerer og kan være mye mer raskere.

*Så for førstegangsetablerere så kan en slik modell være gunstig?*

Kjempe gunstig.

*Har dere noen form for finansieringsavtaler med banker eller lignende?*

Nei men det skal vi etter hvert se på. Og så prøver vi å ordne en slik «husbanklån» sånn at vi holder oss innenfor det på våre boliger.

### **Intervjuguide digitalisering**

*9. På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

Vi bruker i alle ledd, altså i prosjektterrenget vårt. Vi kjører etter kravene og kravene i dagens byggebransje har vokst så mye de siste årene at det er vanskelig for folk å henge med på

dokumentasjon på gjennomføringen og slike ting. Og det er noe vi har vært tidlig på og skal være god på dokumentasjon. Og det er inspirasjonen til alt vi har gjort kommer i fra, var at vi bestemte at alle i produksjonen skulle ha et nettbrett med sjekklister på det dem skal bygge, alle tegninger tilgjengelig osv.

Vi bruker Holte sjekklister og Holte KS-system som er tilgjengelig til enhver tid på både nettbrett og telefon. Og så bruker vi også noe som kalles Holte Smartkalk til kalkulering av hus. Også har vi vårt egen utviklede program som kalles Timetracker og Talgøs tekniske prosjektering.

Vi føler det er en smart måte å gjøre ting på. I stedet for å kjøpe et ferdigordnet program, så utvikler man et program ut ifra ditt eget behov selv. Og det er egentlig det vi har gjort.

*Da unngår dere vel mye unødvendig informasjon på de forskjellige verktøyene deres, og unødvendige tilleggsfunksjoner?*

Ja, altså alle ting som man ikke bruker som gjør ting vanskeligere enn hva det egentlig trenger å være. Ting skal egentlig være enkelt.

*10. Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*

Vi startet den digitale satsingen i 2017. Så det er forholdsvis nytt for oss.

*11. Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er både sterkt fokus og eierskap jo mer informasjon vi klarer å spre til alle som er involvert. Det at folk får et eierskap til et prosjekt betyr så utrolig mye. Og da ser vi at vi får sterkere fokus på kostnader, timebruk, materialkjøp osv. Og så blir det mindre feil når man har systemer som sjekker at alt det vi skal gjøre i en prosjektgjennomføring som standardoperasjoner som, blir gjennomført. Og det er også en ting som vi har hatt som mål med digitaliseringen, er at når vi har laget egne programmer så skal dem ha en kontrollfunksjon istedenfor at vi må gå og huske på alt.

Og få alle sammen involvert, folk gleder seg fordi de føler at får bidra, det er viktig.

*12. Har digitalisering ført til redusering av reklamasjoner, og hvordan?*

Ja det kan du si. Vi har jo bildedokumentasjon på alt som blir produsert og vi går gjennom og kikker på alt sammen. Vi kikker på sjekkpunktene og justerer ting hvis vi ser at det er noe som går igjen. Så hvis det er et punkt vi ser går igjen, som at man glemmer å sette på

vindusbeslag eller disse settes på feil måte, så legger vi inn et eget punkt i sjekklisterne at dette er viktig å sjekke når elementer produseres.

På denne måten så forebygger vi og etter hvert så blir det en naturlig ting du sjekker uansett.

*13. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*

Mangel på datakunnskap men hadde folk visst hva som er mulig så tror jeg at folk hadde blitt mer ivrig.

*14. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Mer relevante kontrollfunksjoner. Jo mer det flyter av seg selv, jo bedre er det. Vi skalerer jo ned etter hvert som det er mindre å gjøre og skalerer opp på ting vi er gode på. Og mer brukervennlig de programmene vi utvikler selv, de er jo grei nok brukervennlig, men det kan alltid bli bedre.

*15. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Det er ikke så mange forskjeller. Det er omtrent det samme men EAT tar lengre tid og det er mindre gjentakelseeffekt.

*16. På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*

Mer kontroll på avviksbehandling og egne kontrollsystemer. Med egne apper har man mer tilgang på relevant informasjon og spredning av informasjon.

*Føler du at det også kan gi kunden mye med tanke på visualisering av bolig før det påbegynnes?*

Helt sikkert. Vi jobber jo med BIM-systemet og ønsker å 3D visualisere byggene våre slik at man kan gå inn å se hvordan det ser ut. Det tror jeg er med på å avdekke en del behov kontra dårlige avlesning i 2D. Kunden får mer klarhet i hvordan boligen ser ut før de kjøper.

*Det kan vel også fremskynde prosjekteringsbiten, siden man kanskje unngår diskusjoner på ting som gjerne ikke er vits i å diskutere en gang?*

Ja og det er faktisk et punkt vi jobber med, at vi blir strengere på dette med endringskrav opp imot kunden og dette med besøk på byggeplass. At man har faste dager ved milepæler og viser kunden rundt istedenfor at de kommer på eget initiativ. Dette går det mye tid i.

*17. Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*



Bransjen er i en stor endring. Til slutt så kommer det til å komme så mye krav til dokumentasjon at det er mange små bedrifter som kommer til å dette av. Og vi ser det på prosjekter vi kjører, at dokumentasjonskravet er så stort at du faktisk må være seriøs aktør for å være med på å gi tilbud. Dette vil jo ta vekk de mindre seriøse aktørene. Det er jo kjempepositiv.

Mye kompetanse fra spillverdenen har jo gitt mye inspirasjon til digitaliseringen. Og man får nye muligheter med tanke på logistikk og informering.

*Men sånn totalt sett virker det som at alt går bra hos dere, men opplever dere utfordringer fra myndighetene med tanke på byggesøknader eller lignende?*

Ja det gjør vi vel alle. Noen kommuner kjører jo et gammelt system. Men selv den kommunale digitaliseringsplattformen vil jo aldri matche den digitale plattformen i privat sektor.

# Vedlegg 7 – Intervju anonym bedrift

## Intervjuguide industrialisering

1. *På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere industrialisering ved bygging av boliger/småhus (prekapp, elementer, moduler)?*

Jeg vil si at av det som kalles industrialisering så er det egentlig precut vi kjører på alt av bygningsverk og råbygg. Utover det så bygger vi mer eller mindre tradisjonelt. Så det er precut som industrialisering som vi tar i bruk.

2. *Har bedriften alltid benyttet industrialisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til industrialiserte byggeprosesser?*

Den tradisjonen vi har når det gjelder precut er såpass gammel at det er før min tid. Jeg har jobbet i dette firmaet i 7 år nå, sånn at det er egentlig en innarbeidet sak og vi forsker ikke så veldig mye på industrialisering per i dag.

3. *Hvilke fordeler er det ved industrialisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er i hvert fall en gevinst tidsmessig når det kommer til å reise et bygg og få det tett ved bruk av precut og jeg anslår at vi har en tidsbesparelse i underkant av to uker per boenhet. Og så er det jo materialbesparende å få det i precut, da slipper man jo kapp og slike ting. Det er også litt enklere å sy sammen et bygg med hjelp av byggesett.

*Så vanligvis når dere bygger boliger så er bare til å sette det sammen, mer eller mindre?*

Ja det stemmer.

4. *Har industrialisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?*

Nei det vil jeg ikke si, jeg tror ikke det har noen stor påvirkning på den biten. Når man prater om industrialisering så prater man også om effektivisering. Og vi jobber med effektivisering i den grad at vi har faste tømmerlag hvor medlemmene i laget blir veldig godt kjent med hverandre. Og det har en bra effekt når det kommer til effektivitet og kvalitet.

*Du er ikke den eneste som snakker om dette med tømmerlag, noe jeg synes er en veldig god idé. For istedenfor å fokusere så mye på materialbiten så har du mennesker som på en måte er industrialiseringen.*

Det stemmer det. Noen av våre konkurrenter gjør det litt annerledes enn oss for de spesialisere enkelte tømmerlag til visse deler av produksjonen, mens vi spesialisere våre tømmerlag innenfor de boligene de har ansvar for, fra A til Å. Sånn at vi ikke bytter

bemanning på det påbegynte prosjektet. Og da vi får vi en helt annen eierskap til prosjektet føler vi, i forhold til det å industrialisere eller effektivisere med en såkalt produksjonslinje ekspertise.

*Og da kan jo dere på kontoret mer eller mindre forutse hva som skjer ute på byggeplassen da dere kjenner denne gjengen såpass godt ved de forskjellige prosjektene?*

Vi blir veldig godt kjent og vi kan lett føre på påslagsprosenter på hvor mye ekstra materialer som blir brukt i forhold til hverandre for såpass godt kjent blir vi. Jeg bruker f.eks. forskjellige takstoler ut ifra hvilket tømmerlag som er på det og det prosjektet og kan beregne materialer også ut ifra hvilket lag det er. Man blir godt kjent med hverandre.

#### *5. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med industrialisering?*

Slik som vi har det nå så ser vi ikke så mange utfordringer med industrialisering. Det eneste vi ser, som har innimellom skapt litt støy, det er om leverandøren vår av disse precutleveransene endrer system uten at de kommuniserer med oss godt nok i forkant. Sånn at nye metoder som de jobber på, plutselig dukker opp på byggeplassen uten at vi er klar over det. Da blir det litt støy og det er viktig med kommunikasjon om du endrer på ting som vil påvirke de rundt deg.

*Men de aller fleste leverandører er vel såpass profesjonelle at de fremmer blant annet dette med god kommunikasjon?*

Ja men våre samarbeidsparter er såpass store aktører at innimellom så glemmer de seg ut nå det kommer til kommunisering av interne endringer. Så det hender at det har vært litt styr med tanke på hvordan vi skal kunne levere og hvordan vi skal kommunisere ved leveranser men dette har ikke skapt noen store konsekvenser. Bare litt støy.

*Nei men det vel ikke så uvanlig at når man er en stor aktør så kan man av og til glemme seg litt av på slike ting.*

Ja det stemmer, så det er viktig å holde den gode kommunikasjonen men dette gjelder jo i alle bransjer.

#### *6. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Vi jobber jo kontinuerlig med forbedring hele veien i forhold til de styringssystemene vi har. Selv om vi har industrialisert riktig og samtidig jobber tradisjonelt, så jobber vi jo hele tiden med å forbedre arbeidsgrunnlaget som vi skal sende med de forskjellige folkene som bygger husene våre. I administrasjonen har vi på en måte digitalisert, men vi er faktisk på det nivået

at vi skriver ut arbeidsgrunnlaget og lager en såkalt byggeplassperm. Og målet er at dette skal være såpass godt at gutta vet hva de skal bygge og hvordan de skal bygge uten å måtte ringe frem og tilbake og spør. Vi jobber alltid med forbedringer i den forstand.

*Så byggegrunnlaget skal være såpass «skuddsikkert» at det fjerner egentlig all tvil i byggeprosessen?*

Ja det stemmer. Og så er vi veldig ivrig på at vi skal ha kontroll på forprosessen i forkant med tanke på byggeherrebeslutninger og prosjekteringsplaner sånn at de er synkronisert med produksjonsfremdriftsplan slik at vi vet hva som skal bygges før byggingen starter.

*Det virker å være veldig viktig hos de aller fleste at alt er ferdig prosjektert og planlagt før man setter i gang og bygger.*

Det stemmer. Og så er vi så heldig at vi har eiere med stor egenkapital, sånn at de kjører ganske høy risiko på investeringsnivået før vi selger boliger. Slik at vi er ferdig med den prosessen før at vi i det hele tatt kommer oss ut på markedet. Det er en kjempe fordel for oss som sitter på kontoret og skal administrere.

*7. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til industrialiserte byggeprosesser ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Det som kan være utfordringen det er jo folk som har egne tomter og vil bygge selv, de er med å påvirke byggeprosessen lengre i forhold til den industrialiseringen som forekommer, spesielt sammenlignet med de som kjøper ferdigprosjekterte hus på våre tomter. Så det er en liten utfordring men vi håndterer dette godt nok. Men de resulterer i en litt lengre prosjekteringsfase enn hva vi ønsker.

*Men dere tar jo i bruk egne tømmerlag til hver av prosjektene, så da har dere kanskje anledning til å hente dere inn tidsmessig?*

Ja det gjør vi. Men denne kunden vil jo bygge sitt eget hus og dette kan være litt kompleks og det medfører derfor en litt lengre prosjekteringsfase. Vi blir jo litt ivrig på å komme i gang og da kan jo kunden bli litt sur. Så det er jo en liten utfordring. Det er jo en vesentlig forskjell på kunder som vil bygge drømmehuset sitt kontra en som kjøper et ferdighus. Det er et helt annet utgangspunkt. Det kan være både kjekt og krevende.

*8. På hvilken måte kan industrialisering bedre småhusbransjen?*

Det er jo dette med byggfukt for eksempel og man kan bygge bygg litt fortere. Jeg personlig har jo jobbet med mye høyere grad av industrialisering med elementer og moduler og

lignende. Da er det klart at grensesnittet for det er at man kunne bygge på mye kortere tid for å få ned kostnadene, men så øker jo risikoen for feil. Og så er det jo dette med kvalitet i forhold til vær og vind som kan være en fordel med tanke på industrialisering. En utfordring på vestlandet er jo dette med klima og det strekker jo dette med kostnader og byggetid noe som industrialisering kan hjelpe imot.

### **Intervjuguide digitalisering**

*9. På hvilken måte, og i hvilken grad, benytter dere digitalisering ved bygging av boliger/småhus (programvare, nettbrett, mobiltelefon)?*

Vi er på et digitalt nivå på prosjektering og slike ting, vi kjører litt BIM og 3D kombinerer på precut og ventilasjon, samt kjøkken. Da kan kunden få se kjøkkenet sitt, vi får se det utvendige skallet før bygget påbegynnes, man får se at ventilasjonen passer med konstruksjonen og at alt passer sammen. Og alle aktiviteter på tvers av avdelingene i administrasjonen som foregår fram til overlevering.

Men ute på byggeplassen så er det hel ikke-digitalisert. Vi skriver ut alt arbeidsgrunnlag og setter dette inn i en byggeplassperm. Men du kan si at hele systemet vårt er helhetlig så det er bare spørsmål om tid vi også kan ta i bruk ipad og digitalisere byggeplassen. Jeg er veldig opptatt av at hvis vi skal digitalisere, så digitaliserer vi det vi kan. Vi må gjøre om på det vi er gode på for å ta i bruk digitale verktøy. Vi vil på en måte beholde vår prosjektprosess som vi er vant med, enten om vi kjører den som vanlig eller digitaliserer den.

Vi er opptatt av prosjektprosess og digitalisering.

*Ja, for det er jo uansett framdriften som er viktigst?*

Ja det er det. Men vi er såpass samstemt og god på det som vi gjør på dataen at det skal være lett for tømrer eller rørlegger å finne det de trenger om vi digitaliserer byggeplassen.

*Det er jo mange som tar dette skrittet med digitalisering men får kanskje en app som viser for mye unødvendig.*

Ja, og skal vi ha et slikt verktøy så skal vi bare ha ETT verktøy. Vi skal ikke ha en app for tegning og en app for noe annet, alt skal være i en og samme app. Vi skal det er mulig så digitaliserer vi ikke noe mer enn det vi gjør i dag. Det må ikke bli en tidstyv.

*10. Har bedriften alltid benyttet digitalisering ved byggeprosjekter? Hvis ikke, kan du fortelle om omstillingen i bedriften til digitalisering?*

Med tanke på papirarkiv og papiroverlevering internt i prosjektprosessen ved bygging, så har vi gått fra papir over til database og prosjekteringsverktøy på datamaskinen. Så der har vi digitalisert oss.

*Så det er nytt for dere?*

Det er nytt for oss men vi har jobbet såpass mye med dette at det som kunne ta 30 minutter bruker vi nå 30 sekunder på. Det har vært en ganske stor prosess men vi driver veldig mye med arkivarbeid. Men per i dag så begynner vi å bli veldig god på dette.

*Er det slik at i deres bedrift så har alle vært like positiv til den digitalisering som dere har gjort?*

Det som vi har gjort har 87 prosent vært positiv til. Det som vi stor overfor og ønsker å gjøre er det kanskje litt mer motstand mot. Men det er en modningsprosess.

*11. Hvilke fordeler er det ved digitalisering med tanke på tid, kostnader og effektivitet?*

Det er ingen tvil om at å jobbe på en felles database er en trygg måte å utveksle informasjon på. Det er jo en stor risikoeliminering på både kvalitet og tid.

*12. Har digitalisering ført til reduisering av reklamasjoner, og hvordan?*

Det har nok ikke ført til reduksjon av reklamasjoner men det har ført til mer kontroll på reklamasjoner ved digitalisering av systemer for å følge opp reklamasjoner. Så det er mye mer kvalitet på behandling av reklamasjoner enn hva det var for fem år siden. Før fikk vi reklamasjoner via ditt og via datt og det var ikke enkelt å vite hvem som skulle gjøre hva, men på grunn av digitalisering så er dette en mer strømlinjet prosess med tanke på mottak og behandling av reklamasjoner.

*Så det er ikke så utfordrende å motta en reklamasjon nå som det pleide å være?*

Nei før kunne det gå mange runder før man visste hva man skulle gjøre, men vi har jo en veldig stor kontroll på dette. Og det er det jo digitalisering som har ført til.

*13. Hvilke ulemper/utfordringer opplever dere med digitalisering?*

Ulempene er jo brukerbeherskelse vil jeg si, og kompetanse men også mangel på opplæring. Det er jo dette som er utfordringene. Det er jo også dette med alder. Jeg ble ikke presentert før jeg begynte å forske på dette selv, for ca 15 år siden. Jeg er så å si selvlært på det jeg kan. Men så har du dem som er eldre enn meg som ikke har hatt interessen av å lære seg dette selv, så jeg tror nok dette er litt aldersbetinget. Men det handler jo også om hvilket bruksbehov

man har da. Det finnes jo mange kompliserte programmer og jeg bruker ett hvor jeg har lært å effektivisere meg selv, hvor jeg kun bruker deler av programmet ut ifra hvilket behov jeg har.

Det er jo slik at i byggebransjen så er det jo en del gamle medarbeidere som har kommet seg inn på et kontor og da er det ikke så mange som har denne grunnkompetansen med seg når det kommer til bruk av disse digitale verktøy.

*Men nå er det jo et generasjonsskifte på gang, og da kan det jo være en stor fordel å benytte anledningen til å innføre mer digitalisering i f.eks. de forskjellige utdanningsinstitusjonene?*

Det er helt klart en fordel men når du kommer i byggebransjen så er det jo de eldre som ofte bestemmer, slik at du kan få en liten konflikt der.

*14. Er det noe dere ønsker å forbedre/gjøre annerledes?*

Nei det vil jeg ikke si. Jeg føler at vi har ganske gode rutiner og kompetanse. Jeg ønsker å gå et skritt videre men med det systemet vi har så kan jeg ikke si hvordan det skal kunne bli bedre. Skal vi digitalisere så er det viktig å at våre behov blir ivaretatt. Et byggeprosjekt er uansett et byggeprosjekt, så det må jo digitalisere med hensyn til dette.

*Det er viktig å ikke digitalisere bare for å digitalisere.*

Ja, godt oppsummert.

*15. Hvilke forskjeller opplever dere når det kommer til digitalisering ved EET-prosjekter og EAT-prosjekter?*

Jeg ser egentlig ikke noe forskjell på det. Det er jo kun dette kundeforholdet som er forskjellen men vi gjør jo de samme tingene.

*16. På hvilken måte kan digitalisering bedre småhusbransjen?*

Det er jo dette med kvalitet og fremdrift. Det er jo en god og trygg måte å kommunisere for du kommunisere jo det samme til alle uansett. Og det er jo en fordel å kunne presentere det du selger digitalt. Men også får å bedre kundetilfredshet.

*Har du noen tro på virtual reality teknologi?*

Jeg har sett på dette før, men ikke med VR-teknologi men med et program som heter Solibri. Da kunne alle entreprenørene gå inn i 3D-modellen for å se hvordan ting skal bygges.

*17. Noen annet du mener er viktig å få frem når det kommer til industrialisering og digitalisering?*

Ja dette med dokumentasjon, i forhold til FDV-dokumentasjon, kvalitetssikringsdokumentasjon og HMS. Du får ikke noe konflikt med myndighetene for du har jo alt tilgjengelig og på plass.