

Jørgen Nordli

Bruk av moduler i boligprosjekter

Hvordan ser byggherrer på bruk av moduler
i boligprosjekter?

Trondheim 11.06.2019



Chapman Taylor (2018)



Oppgavens tittel: Bruk av moduler i boligprosjekter Hvordan ser byggherrer på bruk av moduler i boligprosjekter?	Dato: 11.06.2019 Antall sider (inkl. bilag): 112
	Masteroppgave <input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input type="checkbox"/>
Navn: Jørgen Nordli	
Faglærer/veileder: Tore Brandstveit Haugen	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:	

Ekstrakt:

Industrialisering av byggeprosessen er et viktig grep for å effektivisere og rasjonalisere bygge- og eiendomsnæringen. Bransjen trenger å vurdere industrielle metoder, og gjenta kjente løsninger og prosesser for å øke produktiviteten. Et ledd denne industrialiseringen er bruk av ferdigproduserte husmoduler. Konstruksjonsmetoden flytter store deler av produksjonen av bygget bort fra byggeplass og inn i kontrollerte former i en fabrikk.

Formålet med denne masteroppgaven har vært å undersøke byggerherrer erfaring med bruk av moduler i boligprosjekter. Følgende problemstilling ble utarbeidet for å bidra til å undersøke temaet: «*Hvordan ser byggherrer på muligheter og utfordringer ved bruk av moduler i boligprosjekter?*». For å besvare problemstillingen ble det utformet fire forskningsspørsmål.

- Hvilke muligheter og fordeler ser byggherrer for mer effektiv bygging og større grad av industrialisering i fremtiden?
- Hvilke utfordringer og ulemper opplever byggherrer ved bruk av moduler i boligprosjekter?
- Hva er den mest hensiktsmessige gjennomføringsmodellen for boligprosjekter hvor det blir brukt moduler?
- Hvordan skiller behovet for rådgivere og prosjektledelse i boligprosjekter med moduler seg fra tradisjonelle, plassbygde boligprosjekter?

Funnene fra studien viser at fordelene med moduler er kortere byggetid, høy kvalitet og god økonomi i prosjektene. De mest fremtredende ulempene er redusert fleksibilitet og utfordringer i gjennomføringsfasen. Det er vanlig at byggherre har to totalentrepriser i prosjektet som sidestilles med hverandre; én for grunn- og fundamenteringsarbeid og én for modulene. Oppgaven avdekker videre at behovet for ekstern rådgivning samsvarer med kompetansen og prosjektlederkapasitet byggherren besitter.

Stikkord:

1. Industrialisering
2. Moduler
3. Gjennomføringsmodell
4. Prosjektledelse


Jørgen Nordli

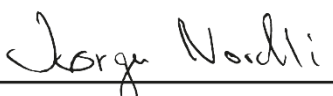
Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på masterstudiet i Eiendomsutvikling og -forvaltning. Studien er skrevet ved Fakultetet for arkitektur og design, ved Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet (NTNU) våren 2019. Masteroppgaven bygger videre på semesteroppgaven i emnet AAR4874 – Teori og metode for masteroppgaver, høsten 2018 og ble ferdigstilt våren 2019. Denne studien utgjør arbeidskravet i emnet AAR4992 – Masteroppgave i Eiendomsutvikling og –forvaltning, og tilsvarer totalt 30 studiepoeng.

Bakgrunnen for oppgaven var å se på hvordan byggebransjen kan effektiviseres, et tema som er svært dagsaktuelt. Studien ble utformet til å analysere hvordan byggherrer bruker moduler som byggemetode i boligprosjekter og hvilke fordeler og ulemper dette medfører. Temaet har vært svært interessant å jobbe med, og jeg gleder meg til å anvende kunnskapene som er ervervet videre inn i arbeidslivet.

Jeg ønsker å takke min veileder ved NTNU, Tore Brandstveit Haugen, for konstruktive tilbakemeldinger og faglig veiledning i forbindelse med arbeidet. Jeg vil også takke alle byggherrene som har tatt seg tid i hektiske arbeidsdager for å la seg intervju. Til slutt vil jeg takke familie og medstudenter for støtte, faglige diskusjoner og gjennomlesing i en stressende tid.

Trondheim 11. juni 2019



Jørgen Nordli

Forkortelser og forklaringer

BAE	Bygg, anlegg og eiendom
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering (Building information modeling)
BRAS	Bruksareal salgbart
Byggherre	Enhver fysisk eller juridisk person som får utført et bygge- eller anleggsarbeid
DOK	Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK), 2013)
HMS	Helse, miljø og sikkerhet – Forankret i forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften, 1997)
Modul	En volumetrisk modul, også kalt husmodul, er et heksaeder. Den har seks sider og i form ligner den ofte på en container. Den består av et volum som kan brukes av brukerne av bygget.
NS	Norsk Standard. Dette er et varemerkebeskyttet produkt som blir fastsatt og utgitt av Standard Norge. Alle norske standarder har en identifikasjon bestående av en bokstavkode og et tall.
Pbl	Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven, 2008)
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
SHA	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø – Forankret i forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (Byggherreforskriften, 2010)
TEK	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017)

Sammendrag

Industrialisering av byggeprosessen er et viktig grep for å effektivisere og rasjonalisere bygge- og eiendomsnæringen. Bransjen trenger å vurdere industrielle metoder, og gjenta kjente løsninger og prosesser for å øke produktiviteten. Et ledd denne industrialiseringen er bruk av ferdigproduserte husmoduler. Konstruksjonsmetoden flytter store deler av produksjonen av bygget bort fra byggeplass og inn i kontrollerte former i en fabrikk.

Formålet med denne masteroppgaven har vært å undersøke byggerherrerens erfaring med bruk av moduler i boligprosjekter. Følgende problemstilling ble utarbeidet for å bidra til å undersøke temaet: «*Hvordan ser byggherrer på muligheter og utfordringer ved bruk av moduler i boligprosjekter?*». Problemstillingen blir besvart gjennom fire forskningsspørsmål som ser nærmere på fordeler, ulemper, gjennomføringsmodell og prosjektledelse.

For å sikre et godt teoretisk grunnlag for studien ble aktuell litteratur om temaet gjennomgått. Det teoretiske rammeverket bidrar til å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene, og er sentral for forståelse av temaet for denne studien. Forskningen er basert på kvalitative dybdeintervjuer med åtte byggherrer som har erfaring med bruk av moduler i boligprosjekter. Informasjonen fra intervjuene blir sett i sammenheng med det teoretiske rammeverket og drøftet i diskusjonskapitlet.

Funnene fra studien viser at fordelene med moduler er kortere byggetid, høy kvalitet og god økonomi i prosjektene. De mest fremtredende ulempene er redusert fleksibilitet og utfordringer i gjennomføringsfasen. Det er vanlig at byggherrene har to totalentrepriser i prosjektet som sidestilles med hverandre; én for grunn- og fundamenteringsarbeid og én for modulene. Oppgaven avdekker videre at behovet for ekstern rådgivning samsvarer med kompetansen og prosjektlederkapasitet byggherren besitter.

Byggemetoden stiller krav om tidligere prosjektering enn i plassbygde prosjekter, og det er i tidligfase av modulbaserte boligprosjekter at muligheten for suksess ligger. Oppgaven konkluderer med at byggherrer ser positivt på bruk av moduler i boligprosjekter, og det er en byggemethode som kan være mer effektiv enn tradisjonelle, plassbygde prosjekter.

Abstract

Industrialization of the construction process is an important step in streamlining and rationalizing the construction and real estate industry. The industry needs to consider industrial methods and repeat known solutions and processes to increase productivity. A part of this industrialization is the use of prefabricated house modules. This construction method shifts substantial parts of the production of the building away from the construction site and into structured forms in a factory.

The purpose of this master thesis has been to explore owners' experience with the use of modules in housing projects. The following statement was prepared to help investigate the topic: "*How do owners look at opportunities and challenges when using modules in housing projects?*". The statement is answered through four further research questions that look more closely at the advantages, disadvantages, organisational structure and project management.

To ensure a good theoretical foundation for the study, relevant literature was reviewed. The theoretical framework helps to answer the problem and research questions and is pivotal for understanding the topic of this study. The research is based on qualitative in-depth interviews with eight owners who have experience with the use of modules in housing projects. The information from the interviews is looked upon in the context of the theoretical framework and debated in the discussion chapter.

The findings from the study show that the benefits of modular construction are shortened construction time, high quality and good financial value in the projects. The most prominent disadvantages are reduced flexibility and challenges with running the projects. It is common for the owners to have two contracts for design and build in the project that are equated with each other; one for foundation work and one for the modules. The thesis also reveals that the need for external consulting complies with the competence and project management capacity the owner possesses.

The construction method requires earlier project design than in traditional projects, and success with modular housing projects depends on the early stages of the project. The conclusion of the thesis is that owners are positive about the use of modules in housing projects, and it is a building method that can be more efficient than traditional methods of construction.

Innholdsfortegnelse

Forord	ii
Forkortelser og forklaringer	iv
Sammendrag	vi
Abstract	viii
Innholdsfortegnelse	x
Figurtekstliste	xiv
Bildetekstliste	xiv
Tabelltekstliste.....	xiv
1. Innledning.....	2
1.1 Bakgrunn.....	2
1.2 Formål og tilnærming	6
1.3 Problemstilling.....	6
1.3.1 Forskningsspørsmål	6
1.2.2 Avgrensning av oppgaven.....	8
1.3 Oppgavens oppbygning	9
2. Teori.....	10
2.1 Industrialisering	10
2.1.1 Industrialisering i et historisk perspektiv.....	10
2.1.2 Off-site produksjon i byggebransjen	11
2.1.3 Industriell byggeprosess	12
2.1.4 Varianter av prefabrickerte elementer	13
2.1.5 Fordeler med prefabrickering.....	15
2.1.6 Utfordringer med prefabrickering.....	16
2.1.7 Status for industrialisering av boligproduksjonen i Norge	17
2.1.8 Tiltak for industrialisering av byggeprosessen	18
2.1.9 Industrialisering i fremtiden	20
2.2 Industrialisert eiendomsutvikling	21
2.2.1 Aktører i industrialisert boligbygging	21
2.2.2 Prosjektutvikling av industrialiserte boligprosjekter	22
2.3 Byggeprosessen	23
2.3.1 Tidligfase	24
2.3.2 Detaljprosjekteringsfase	24
2.3.3 Produksjon og gjennomføringsfase	25
2.4 Eksterne rammer for industrialisert boligbygging.....	26
2.4.1 Teknisk godkjenning	26
2.4.2 Reguleringsplan	26
2.4.3 Bustadoppføringsloven.....	27
2.4.4 Transport av husmoduler	27
2.4.5 Markeds- og kundekrav	28

2.5 Gjennomførings- og kontraktsstrategi i industrialiserte byggeprosesser	28
2.5.1 Byggherres avveininger	29
2.5.2 Entrepriiser	29
2.5.3 Grensesnitt	35
2.6 Usikkerhet og risiko	35
2.6.1 Operasjonell usikkerhet.....	36
2.6.2 Kontekstuell usikkerhet	36
3. Metode	37
3.1 Plan	37
3.2 Forskningsdesign	38
3.2.1 Case Study.....	39
3.3 Forberedelse.....	39
3.3.1 Stille gode spørsmål og være en god lytter	39
3.3.2 Adaptivitet og kunnskap om temaet for undersøkelse	40
3.4 Innsamling av data.....	40
3.4.1 Intervjuer	40
3.4.2 Dokumentstudier.....	42
3.4.3 Prinsipper for innsamling.....	43
3.5 Analyse av data.....	43
3.5.1 Koding	44
3.6 Vurdering av kvaliteten i forskningen	45
3.6.1 Gyldighet.....	45
3.6.2 Pålitelighet	46
3.6.3 Generaliserbarhet.....	46
3.7 Etikk	47
4. Funn fra dybdeintervju	49
4.1 Informantene.....	49
4.2 Hvilke muligheter og fordeler byggherrer ser med bruk av husmoduler	51
4.2.1 Fremtidig industrialisering av byggeprosessen	51
4.2.2 Strategi for videre industrialisering	51
4.2.3 Beslutning om bruk av moduler som byggeteknikk	52
4.2.4 Gjennomføringstid.....	53
4.2.5 Potensiale for økt tilpasningsdyktighet og arkitektur	54
4.2.6 Kostnader.....	56
4.3 Utfordringer og ulemper byggherrer opplever med bruk av husmoduler.....	57
4.3.1 Fysisk utforming av tomten	57
4.3.2 Transport av modulene til tomten	58
4.3.3 Montering	60
4.3.4 Byggetekniske begrensninger.....	61
4.3.5 Tilvalg for kunder	62
4.3.6 Reguleringsplanens påvirkning.....	62
4.3.7 Markedssituasjonen	64
4.3.8 Kulturforskjeller og reklamasjoner	65

4.4 Byggherrers foretrukne gjennomføringsmodell i modulprosjekter	66
4.4.1 Kontrahering	66
4.4.2 Entrepriseform	67
4.5 Byggherrers behov for prosjektledelse og rådgivere	70
4.5.1 Prosjektledelse og grensesnitt	70
4.5.2 Prosjektorganisasjonen	70
4.5.3 Arkitekt	71
4.5.4 Rådgivende ingeniører	72
4.6 Oppsummering av funn fra dybdeintervju	74
5. Drøfting	77
5.1 Muligheter og fordeler i modulprosjekter	77
5.2 Utdringer og ulemper i modulprosjekter	80
5.3 Hensiktsmessig gjennomføringsmodell i modulprosjekter	83
5.4 Behov for rådgivere og prosjektledelse i modulprosjekter	86
6. Konklusjon	88
6.1 Konklusjon av problemstilling og forskningsspørsmål	88
6.2 Kritikk av eget arbeid	89
6.3 Anbefalinger til videre forskning	89
6.4 Erfaringer	90
7. Referanser	91
8. Vedlegg	96
Vedlegg 1: Intervjuguide	96

Figurtekstliste

<i>Figur 1</i> Variasjoner av prefabrikkering. Viser eksempel for hver kategori	8
<i>Figur 2</i> Oppgavens oppbygning	9
<i>Figur 3</i> Tidsbesparelse med industriell byggemetodikk	15
<i>Figur 4</i> Skifte fra å produsere elementer sentralt på en fabrikk til i nærheten av byggeplass	21
<i>Figur 5</i> "Neste Steg" byggeprosjektets faser	23
<i>Figur 6</i> Påvirkningsmulighet og endringskostnader i et prosjekt	24
<i>Figur 7</i> Byggherres avveininger i et prosjekt	29
<i>Figur 8</i> Totalentreprise	30
<i>Figur 9</i> Delt entreprise	33
<i>Figur 10</i> Samlet usikkerhet	36
<i>Figur 11</i> Sekvensvis strategi for metode	37
<i>Figur 12</i> Strategi for søk	42
<i>Figur 13</i> Beviskjede	43
<i>Figur 14</i> Byggherrenes gjennomsnittlige opptegning av entrepriseformen sin	69
<i>Figur 15</i> Oppsummering av fordeler med moduler	74
<i>Figur 16</i> Oppsummering av ulemper med moduler	75
<i>Figur 17</i> Antall løft av modulene. Sammenligning av norske og utenlandske moduler	80
<i>Figur 18</i> Entreprisemodell med to trinn	85

Bildetekstliste

<i>Bilde 1</i> Volumetrisk husmodul heises på plass	13
<i>Bilde 2</i> Takstoler heises på plass	13
<i>Bilde 3</i> Lukkede elementer heises på plass	13
<i>Bilde 4</i> Installasjon av baderomskabiner Moholt 50/50	14
<i>Bilde 5</i> Prefabrikkert systemkledning med teglstein uttrykk	14
<i>Bilde 6</i> Prefabrikkert rørgate	14
<i>Bilde 7</i> Konstruksjon av moduler i fabrikk	54
<i>Bilde 8</i> Fundamentet for sportsboder i front og modulene i bakkant klart for montering	58
<i>Bilde 9</i> Løft av modul på småhusprosjekt. Modulene blir heist på plass på fundamentet	81

Tabelltekstliste

<i>Tabell 1</i> Formelle krav til frakt av husmoduler	27
<i>Tabell 2</i> Innhenting og behandling av data i forskningsprosessen	44
<i>Tabell 3</i> Informasjon om byggherrenes virksomhet	50
<i>Tabell 4</i> Oversikt over byggherrens bakgrunn og rolle i selskapene	50
<i>Tabell 5</i> Oversikt over byggherrenes erfaringer	50
<i>Tabell 6</i> Oppsummering av funn om gjennomføringsmodell	76
<i>Tabell 7</i> Oppsummering av funn om prosjektledelse og rådgivning	76

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Denne masteroppgaven handler om industrialiseringen av byggeprosessen og hvordan byggherrer vurderer bruk av industrialiserte metoder for boligbygging. Industrialisering av byggeprosessen er et bredt tema med svært mange aktuelle problemstillinger. Oppgaven er konsentrert rundt bruk av moduler i boligprosjekter.

Bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen er den største fastlandsnæringen i Norge med investeringer på 460 milliarder kroner i 2017 (Prognosesenteret, 2018). Den blir ofte kalt for 40% næringen fordi: «BAE-næringen forbruker ca 40% av alle ressurser, ca 40% av all energi og produserer ca 40% av alt avfall årlig» (Sjøgren, Krogh, Christensen & Olsen-Skåre, 2017, s. 11) Næringen er en stor bidragsyter til de menneskeskapte miljøpåvirkningene verden i dag står ovenfor.

SINTEF Community konkluderte i sin rapport «Industrialisering av byggeprosessene – Status og trender» med at byggebransjen ligger bak andre bransjer når det kommer til produktivitet og effektivitet (Moum, Høilund-Kaupang, Olsson & Bredeli, 2017). Møbelindustrien og skipsbyggingsindustrien ble trukket frem som eksempler på bransjer som har industrialisert store deler av produksjonen. BAE- bransjen kjennetegnes i dag av stor grad av plassbygging og skreddersøm som tar lang tid og derfor er kostbart.

«BA-næringen har tradisjonelt blitt sett på som en "håndverksnæring", men stadig flere ser fordelene som ligger i en overgang til mer industrialisert byggeproduksjon. Dette gjelder flere nivå i verdikjeden. Fordelene omfatter mer enn bare kostnadsreduksjon for aktørene.» (Moum et al., 2017)

Mange aktører i bygg- og anleggsbransjen har engasjert seg rundt effektivisering av næringen og flere har vært ute i media og uttalt at bransjen har et effektivitetsgap og trenger et løft. Blant dem er konsernsjef i Protan, Erik Øyno, som i 2015 uttalte at:

«Der man i Sverige kan sette opp et elementhus på en ukes tid, trenger vi i Norge like lang tid bare på å samle alle materialene. Ser vi mot utlandet, har

vi enormt å hente på å bruke ferdigproduserte enheter fremfor å bygge konstruksjonen trinn for trinn.» (Gulbrandsen, 2015)

Byggenæringens landsforening publiserte i 2017 sitt digitale veikart som skal være retningsgivende for hvordan bygg- og anleggsbransjen kan fornye seg ved å ta i bruk digitale løsninger. Rapporten har listet opp 4 hovedmål hvor ett av de er 50% raskere prosjektgjennomføring som skal nåes innen 2025. Digitale løsninger vil langt på vei hjelpe bransjen med å nå dette målet, men en raskere produksjonsfase med høyere grad av industrialisering vil bidra til betydelig på tidsforbruket i produksjonsfasen.

«Bygge- og eiendomsbransjen kjennetegnes i dag av for liten grad av standardisering og gjenbruk av løsninger, verktøy og prosesser.» Bygg21 Industrialisering av byggeprosessen (Frydelund et al., 2019)

En av de største byggherrene i Norge er Sykehusbygg HF, som har prosjekter for flere titalls milliarder som skal bygges det neste tiåret (Garathun, 2016). Under Sykehusbyggkonferansen i 2017 ble det påpekt at bransjen mener det er for lite standardisering i sykehusprosjekter og bransjen ønsker at Sykehusbygg HF som en av de største byggherrene i Norge skal bli bedre på (Abrahamsen, 2017). Bransjen mener byggherrene må ta større ansvar for å drive frem en standardisering og industrialisering av bransjen. Med en beregnet investering på minst 750 millioner hver måned de neste fem årene til bygging av sykehus, vil bare noen få prosent prosessforbedring gi betydelig reduserte kostnader (Garathun, 2016).

Sykehus er dyre og komplekse bygninger, men de har høy grad av standardisering. Det er mange like rom i et sykehus, sengerom, bad, undersøkelsesrom etc. Til forskjell fra nybygg av boliger hvor kundene kan tilpasse sin egen leilighet gjennom tilvalg, er det ingen tilvalg på sykehus, rommene har like fliser, gulvbelegg, farge, osv... Dette gjør at sykehus i utgangspunktet er gunstige for masseproduksjon i serier. De fleste sykehusprosjekter bygges i dag som tradisjonelle, plassbygde prosjekter. Hvorfor det ikke er større grad av prefabrikkering i sykehusprosjekter og bruk av husmoduler, som produseres på en fabrikk og heises på plass på byggeplassen, var utgangspunktet for denne masteroppgaven.

I 2013 ble det ferdigstilt et forprosjekt for nye Kirkenes sykehus med en estimert kostnadsramme på 1,46 milliarder kroner (Sandvik, 2018). Prosjektet ble gjennomført som et modulbygg, plassert på et plassbygd fundament. Prosjektet ble gjennomført med en grunn- og fundament entrepriser,

som ble gjennomført av en lokal entreprenør. En tysk modulprodusent leverte modulene. Med beliggenhet rett ved sjøen ble modulene levert med båt, og kunne enkelt forflyttes og heises på plass. Finnmark har tidvis også svært utfordrende værforhold, noe som i tillegg talte til fordel for et prosjekt med en stor grad av produksjonen off-site, inne på en fabrikk. Prosjektet ble derimot ingen solskinnshistorie (Sandvik, 2018). Etter betydelige overskridelser, feil, mangler, forsinkelse og til slutt feil utbetalinger til den tyske modulprodusenten, er det naturlig å stille spørsmål om hva som gikk galt, og dette var utgangspunktet for masteroppgaven. Sykehusbygg HF stilte seg positive til bruk av prosjektet som objekt for undersøkelse. Men etter et avklaringsmøte med Sykehusbygg HF ble det konkludert med at dette ble et urealistisk prosjekt da det viste seg umulig å innhente nok data fra Kirkenesprosjektet, siden prosjektet var i en pågående rettsak.

I et intervju med en utbyggingssjef i Sykehusbygg HF ble det uttalt at det som kanskje er den største barrieren for større grad av industrialisering i byggebransjen, er mangel på relevant kompetanse og erfaring. De negative erfaringene fra Kirkenes, vil mest sannsynlig gjøre terskelen for å implementere volumetriske moduler i nye prosjekter enda høyere. Han understreket at dette var svært uheldig og påpeker at:

«Store deler av ledelsen i firmaer i byggebransjen har god erfaring med plassbygging, og ser det som en unødig risiko å implementere nye metoder. Det er tryggest å velge en metode man er kjent med.» Utbyggingssjef i Sykehusbygg HF

Bygg21 peker i sin rapport «Industrialisering av byggeprosjekter» på at det i dag er boligprodusentene som har kommet lengst når det gjelder å tenke industrialisering og standardisering (Frydelund et al., 2019, s. 8). Det er for liten grad av industrialisering og digitalisering i den øvrige delen av byggenæringens prosjekter. Alle faser av prosjektene har mer å gå på. Det ligger mye god læring og praksis i å overføre erfaringer fra boligprosjekter til andre prosjekter i eiendomsbransjen.

Det har vært en jevnt stigende etterspørsel etter nye boliger i Norge. Dette gjør det mer attraktivt å effektivisere byggeprosessen ved å korte ned byggetiden, senke byggekostnader og utnytte ressurser mer effektivt for å kunne møte denne etterspørselen.

Bonum, et eiendomsutviklingselskap i stor vekst, ser store muligheter fremover i modulbygg, og det er også andre aktører som nå ser fordelene modulbygg har (Widing, 2019). Markedssjef og

partner Ruben Wilhelmsen i Bonum uttalte at det var flere aspekter de syns er interessante med moduler:

«Eiendomsbransjen er i stadig utvikling og vi ser store muligheter fremover i modulbygg» - Ruben Wilhelmsen i Bonum AS

Sjef i Bravida Norge AS, Johan Varmedal snakker varmt om moduler i boligprosjekter og hvordan dette kan senke kostnader og gi raskere produksjonstid. Nettopp nedkortet produksjonstid kan løse problemet Norge har med boligmangel.

*«Modulbygg er en meget effektiv byggemetode som reduserer byggetiden.»
- Johan Varmedal, Bravida Norge AS (Widing, 2019)*

Modulbygg har hatt et til dels dårlig rykte og det har vært flere boligprosjekter med moduler som har gitt negative medieoppslag. Adresseavisen skrev i 2014 en artikkel som stiller spørsmål ved kvaliteten på modulbygg fra Øst-Europa (Sved, 2014).

*«Dette er horribelt håndverk. Her blir det store problemer innen kort tid». -
Sture Johansen, daglig leder ved Blikkenslager Olaf Hansen AS (Sved, 2014).*

Det ble videre i artikkelen hentet inn kommentar fra SINTEF Community forsker Johan Gåsbak om de øst-europeiske leverandørene av moduler til boligprosjekter i Norge:

«Det er flere fordeler med å bygge moduler på fabrikk. Men når selskapene blir totalentreprenører og utfører alle ferdigstillingsarbeidene, kan man stille spørsmål ved om kvaliteten blir god nok. På detaljer som beslag er lokalkunnskapen om klima og miljø veldig viktig, det er vanskeligere å ha den lokalkunnskapen når det styres fra utlandet. Vi har også sett eksempler på at det har vært varierende kvalitet.» - Johan Gåsbak i SINTEF Community

Dette viser at moduler både har positive og negative sider. Denne studien sitt å finne svar på hvordan byggherrer ser på bruk av moduler og hvordan prosjekter organiseres og gjennomføres for å maksimere fordelene, samt minimerer ulemper og risiko.

1.2 Formål og tilnærming

Forfatteren av denne oppgaven ser et potensiale for prosessforbedringer i byggebransjen for å skape fremtidens byggemetode. Det er derfor valgt en oppgave med søkelys på nye måter for oppføring av boliger som utfordrer den tradisjonelle fremgangsmåten. Masteroppgaven skal forhåpentligvis være et bidra til å videreutvikle fagfeltet og bringe inn nye perspektiver som kan bidra til en «best practice» innen bruk av moduler i boligprosjekter. Tilnærmingen til temaet har vært å undersøke hvilke faktorer og kontekster som påvirker prosjektprosessen, og dermed resultatet av byggeprosjektet. Det er en samfunnsmessig gevinst hvis byggeprosessen blir effektivisert og nye metoder anvendes for å løfte produktiviteten i bransjen. Oppgaven fokuserer spesielt på bruk av moduler i boligbygging fra byggherrens perspektiv, og hvilke tiltak som blir iverksatt for å øke sannsynligheten for et vellykket prosjekt.

1.3 Problemstilling

Oppgaven tar for seg hvordan bruk av moduler som konstruksjonsmetode påvirker byggeprosessen og gjennomføringsrisikoen i boligprosjekter. Problemstilling er følgende:

Hvordan ser byggherrer på muligheter og utfordringer ved bruk av moduler i boligprosjekter?

For å nærmere kunne identifisere hva som påvirker faktorene er det utarbeidet forskningsspørsmål som er beskrevet i det etterfølgende.

1.3.1 Forskningsspørsmål

Det har vært hensiktsmessig å utarbeide fire supplerende forskningsspørsmål til problemstillingen:

- Første forskningsspørsmål setter søkelys på å kartlegge de positive sidene ved bruk av moduler i boligprosjekter.
- Det andre forskningsspørsmålet speiler det første og ser på de negative sidene.
- Det tredje forskningsspørsmålet har som mål å finne den mest hensiktsmessige måten å gjennomføre boligprosjekter på med bruk av husmoduler.
- Det fjerde og siste forskningsspørsmålet fokuserer på prosjektledelse; om husmodulprosjekter krever en annen tilnærming enn tradisjonelle, plassbygde boliger.

Forskningsspørsmål 1:

Hvilke muligheter og fordeler ser byggherrer for mer effektiv bygging og større grad av industrialisering i fremtiden?

Hvis man skal bruke husmoduler i boligprosjekter må det være fordeler med produktet, kontra plassbygde løsninger. Dette forskningsspørsmålet søker å finne svar på hva som er de største fordelene fra et byggherre-perspektiv.

Forskningsspørsmål 2:

Hvilke utfordringer og ulemper opplever byggherrer ved bruk av moduler i boligprosjekter?

Dette forskningsspørsmålet har som mål å avdekke de største utfordringene byggherre har ved utvikling av boligprosjekter hvor husmoduler er valgt som konstruksjonsmetode. De mulige utfordringene som identifiseres må byggherrer ta høyde for gjennom prosjektutviklingen for å minimere risiko. På bakgrunn av medieoppslag som ble presenter i introduksjonen blir det antatt at lav kvalitet og kulturforskjeller er blant hovedutfordringene for byggherrene.

Forskningsspørsmål 3:

Hva er den mest hensiktsmessige gjennomføringsmodellen for boligprosjekter hvor det blir brukt moduler?

Det er mange gjennomføringsmodeller i byggebransjen og dette forskningsspørsmålet har som mål å finne ut hva som er vanligste gjennomføringsmodell for boligprosjekter som bruker husmoduler som konstruksjonsmetode. Flere i bransjen peker på at modeller som åpner for mer samspill mellom aktørene i industrialiserte byggeprosjekter utpeker seg i positiv retning.

Forskningsspørsmål 4:

Hvordan skiller behovet for rådgivere og prosjektledelse i boligprosjekter med moduler seg fra tradisjonelle, plassbygde boligprosjekter?

Modulprosjekter har sin fordel ved at de konstrueres utenfor byggeplassen og så heises på plass med kran. Dette er utradisjonelt sammenlignet med plassbygde konstruksjoner med større aktivitet og lengre byggeperiode på stedet. Derfor er det interessant å undersøke om modulbygging krever en annen tilnærming til prosjektledelsen av boligprosjektene.

1.2.2 Avgrensning av oppgaven

Masteroppgaven har et omfang på 30 studiepoeng og en tidsramme på 20 uker. Av den grunn har det vært nødvendig å avgrense oppgaven. Industrialisering er et bredt begrep som blir utledet senere i teoridelen. Begrepet fanger bredt og favner blant annet digitalisering. Denne oppgaven avgrenser til fysisk produksjon og prefabrikkering off-site. I dagens byggeprosjekter er det alltid innslag av prefabrikkering, ettersom mange av bygningselementene kommer ferdig sammensatt til byggeplassene. Figur 1 viser en sammenheng mellom ferdigstillingsgraden og kompleksiteten på bygningselementer som er prefabrikkert off-site, som ofte blir brukt på dagens byggeprosjekter. Variasjoner av prefabrikkerte bygningsdeler blir utledet i kapittel 2.1.4.



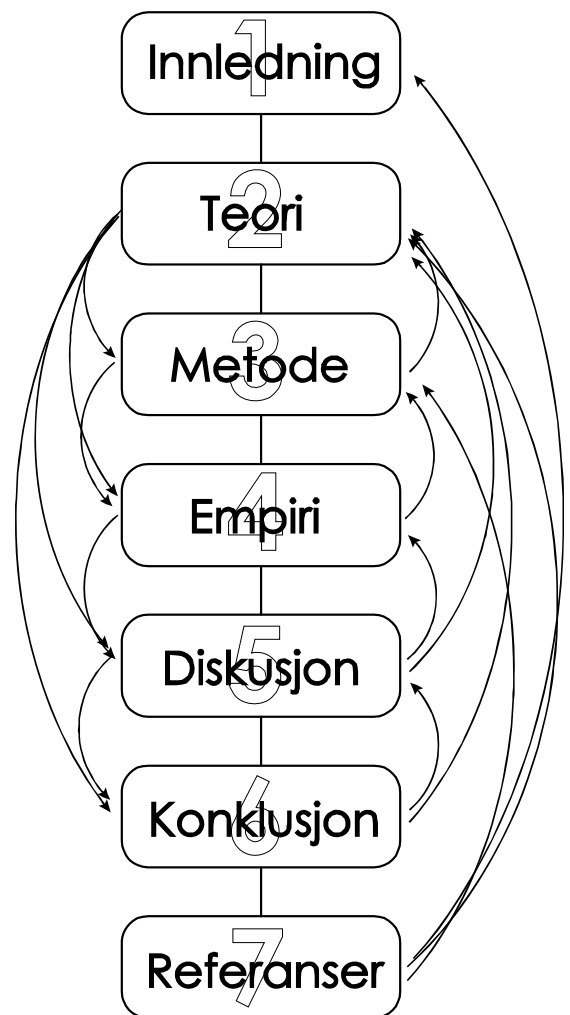
Figur 1 Variasjoner av prefabrikkering. Viser eksempel for hver kategori. Opphavsrett for bilder fra venstre: Nor Element (2017), Byggeindustrien (2014), Haugen (2015)

Husmoduler er de største ferdigproduserte elementene som brukes i byggebransjen i dag og størrelsen på modulene begrenses i stor grad kun av maksimal lovlig transport på vei. Moduler har blitt brukt i mange typer prosjekter som helsebygg, fengsler, barnehager, skoler, kontorer og boliger. Moduler som produkt var i utgangspunktet laget for å være flyttbare og midlertidige, men har endret seg til å være et kompleks, prefabrikkert element som brukes i permanente byggverk. Oppgaven er avgrenset til modulbygde boligprosjekter med leiligheter og rekkehus. Modulene som brukes i dagens boligprosjekter er i stor grad sammenlignbare formmessig.

1.3 Oppgavens oppbygning

Strukturen for denne masteroppgaven er basert på boken «Praktisk rapportskrivning» av Olsson (2014). Det er lagt vekt på en logisk sammenheng mellom delene av oppgaven og satt piler på figuren for å vise hvordan de forskjellige kapitlene interagerer.

- 1. Kapittel** er innledning til oppgaven som tar for seg bakgrunnen for temaet, den valgte problemstillingen med tilhørende forskningsspørsmål, avgrensinger og oppgavens oppbygning.
- 2. Kapittel** gir en oversikt over det teoretiske rammeverket som ligger til grunn for oppgaven.
- 3. Kapittel** belyser den metodiske fremgangsmåten som anvendes i oppgaven.
- 4. Kapittel** viser den innhentede dataen som er samlet inn gjennom dybdeintervjuer.
- 5. Kapittel** diskuterer empirien som er hentet inn opp mot det teoretiske rammeverket.
- 6. Kapittel** gir oppgaven en konklusjon, samt svakheter ved forskningen, forskerens egne erfaringer og anbefalinger for videre forskning på emnet.
- 7. Kapittel** inneholder alle referansene som har blitt brukt oppgaven.



Figur 2 Oppgavens oppbygning (Egenprodusert)

2. Teori

Det teoretiske rammeverket i dette kapitlet redegjør for den anvendte litteraturen i oppgaven som har blitt brukt i diskusjonen av empirien i kapittel 4. Teorien skal også bidra til å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene, og er sentral for forståelse av temaet for denne studien. Kapitlet starter med å gi en innføring i industrialisering og hvordan prefabrikasjon av elementer i byggebransjen foregår, hvilke effekter det har og hvilke fordeler og ulemper byggemetodikken fører med seg. Videre blir det sett på industrialisert eiendomsutvikling og hvilke aktører som er involvert i byggeprosessen. De eksterne rammene for modulbygging blir utledet før gjennomføringsstrategier for industriell bygging blir gjennomgått. Avslutningsvis introduseres risikoaspektet ved industrialisert boligbygging.

2.1 Industrialisering

2.1.1 Industrialisering i et historisk perspektiv

Industrialisering er et bredt begrep og handler i det store og hele om å bruke industrimetoder for produksjon (Store norske leksikon, 2014). Industrialisering bruker teknologi for å Dette kan tilbakeføres til den industrielle revolusjon som begynte på slutten av 1700-tallet i England hvor maskiner overtok eller effektiviserte arbeidet som mennesker utførte. Det var en enorm økning i produktiviteten i samfunnet og det la grunnlaget for det moderne samfunnet. Samlebåndsproduksjon regnes som en av de største prosessforbedringene innenfor industrialisering, og det er særlig Henry Ford som stod i spissen for utviklingen fra slutten av 1800-tallet. Et av de mest ekstreme eksemplene på industrialisering var under andre verdenskrig da USA bygde skipet «Liberty» for frakt av livsviktige forsyninger til England (Hinrichsen, 2017). Det 134 meter lange skipet ble produsert hele 2710 ganger i løpet av krigen og det første skipet tok 230 dager å bygge. I snitt tok det kun 42 dager, men rekorden, som var et lite markedsføringsstunt, var klar for sjøsetting kun 4 dager og 15,5 timer etter at kjølen var lagt. For å kunne oppnå denne utrolig raske byggetiden ble mindre deler av skipet konstruert «off-site» før det ble satt sammen «on-site». Denne metoden gjorde at tørrdokken sin størrelse ikke var en begrensende flaskehals for produksjonen og det gjorde at produksjonstiden ble redusert med hele 5000%.

Bilbransjen har ofte blitt sett på som en ledestjerne innen prosessforbedringer av produksjon, og byggebransjen har sett til den for inspirasjon og læring. Helt siden Henry Ford startet med samlebåndsproduksjonen på slutten av 1800-tallet har bilbransjen vært svært innovativ. Krafic

(1988) skrev allerede i 1988 at bilbransjen i Japan brukte roboter intelligent som en del av en strukturert plan for målbart å øke produktiviteten og kvaliteten, det var ikke bare for å ha den nyeste teknologien.

2.1.2 Off-site produksjon i byggebransjen

Produksjon av bygningsdeler off-site nyttiggjør seg av fordelene en fabrikk har, muligheten til å anvende teknologi for å erstatte ferdighetene en håndverker har, med en maskin (Sarja, 2003, s. 9). Den kjente franske arkitekten Le Corbusier argumenterte med at:

“Houses must go up all of a piece, made by machine tools in a factory, assembled as Ford assembles cars, on moving conveyor belts” (Gann, 1996)

Byggebransjen har lært mye av bilindustriens teknikker for effektivisering, men Gann (1996) peker også på at innovative teknikker fra byggebransjen har blitt overført til andre deler av industrien, det er altså en to-veis opplæring mellom bransjene. Eksempelet som ble brukt av Gann var bilprodusenten Toyota, som kunne lære av hvordan boligprodusenter styrte produksjonen av kundetilpassede produkter i automatiserte prosesser (Gann, 1996). Husprodusenter i Japan hadde problemer med at Japanske kunder ikke ville kjøpe standardiserte, homogene boliger (Fruin, 1991, s. 200). Modulprodusentene ble nødt til å kombinere modulene med en rekke plast-, keramiske- og sementmaterialer for å gi rimelige, modulære, varierte boliger og leiligheter. Også her i Norge er det liten etterspørsel etter masseproduserte boliger uten personlig preg, noe Berg (2008) pekte på var noe grunnen til at satsingen til flere store aktører på starten av årtusenskiftet feilet.

Produksjon av bygningsdeler off-site (prefabrikasjon) på en fabrikk omfatter nesten alle aspekter ved byggebransjen i dag, men det simpleste prefabrickerte elementet i bruk i byggebransjen i dag er mursteinen (Gibb, 1999, s. 1). På den andre siden av skalaen finner vi hele husmoduler som er satt sammen off-site og trenger bare et minimum av monteringsarbeid før de er klare til bruk.

2.1.3 Industriell byggeprosess

Det finnes flere definisjoner på hva industrialisert bygging er og inneholder. Rapporten til Moum et al. (2017, s. 10) diskuterer også denne problematikken. Denne studien refererer til Frydelund et al. (2019) sin definisjon:

«Industrialisering av byggeprosjekter er å planlegge og gjennomføre en prosess som i størst mulig grad gjentar bruk av standardiserte løsninger, industrielle metoder og digitale verktøy.» (Frydelund et al., 2019, s. 5)

Denne oppgaven anvender samme rammeverk for inndeling av industrialisering av byggeprosessen som Berg (2008) bruker i sin rapport «Industrialisering og systematisering av boligproduksjon» fra 2008. Rapporten skiller mellom *industrialisert produksjon* (inne i en fabrikk) og det som skjer på byggeplass, *systematisert produksjon*. Denne oppgaven fokuserer på industrialisert produksjon, og det skiller seg fra industrialisering i andre næringer ved at montasjested eller byggeplass alltid endrer seg (Berg, 2008, s. 11).

Industrialisert produksjon flytter produksjonen av bygget fra on-site til off-site. Byggeplassen endrer karakter fra å være en tradisjonell byggeplass til et monteringssted for modulene. Tradisjonelt sett er tomten som bygget bygges på en begrensende faktor for parallellproduksjon av bygget. Det er ikke mulig å bygge 3. etasje før 2. etasje er bygd, eller er det? Ved å flytte produksjonen bort fra byggeplassen kan ulike elementer av bygget bygges som industrialisert produksjon før det monteres sammen på byggeplassen. Verdiskapningen flytter seg til fabrikkens hvor bygningsdeler prefabrikeres før de fraktes til byggeplass for montering (Nakken, Lilleland-Olsen, Woldseth & Malm, 2015). Hensikten er å forsøke og prefabrikkere mest mulig av komponentene før de ankommer byggeplass, noe som reduserer behovet for komplementeringsarbeid på byggeplassen. Det brukes en del prefabrikkerte materialer i byggeprosjekter som gjennomføres i dagens samfunn, men hvor utstrakt bruken av prefabrikkerte elementer er, er svært avhengig av entreprenør, type bygg og lokalisering (Nakken et al., 2015, s. 10). Det er derfor vanskelig å angi klare grenser for hvor overgangen mellom tradisjonell byggeproduksjon og industrialisert produksjon ligger (Berg, 2008, s. 11).

2.1.4 Varianter av prefabrikkerte elementer

Venabels, Barlow og Gann (2004) valgte i sin rapport å skille mellom varianter av prefabrikkerte elementer med denne klassifiseringen:

Volumetriske systemer

Den mest fabrikkbaserte produksjonsformen, volumetriske systemer, involverer tredimensjonale moduler som kan brukes alene eller sammen med andre for å danne strukturen til bygningen. Disse modulene kan være ferdig på fabrikken inklusive alt inventar og beslag, og krever svært begrenset komplementeringsarbeid på stedet.



Bilde 1 Volumetrisk husmodul heises på plass (Canderas, u.d)

Åpne elementer

Åpne elementer leveres vanligvis bare til byggeplass som et strukturelt element og må komplementeres med vinduer, isolasjon, kledning og interne overflater på byggeplass. Eksempel på dette er takstoler, hulldekker, bindingsverk.



Bilde 2 Takstoler heises på plass (1-2-tre, u.d)

Lukkede elementer

Disse ligner på åpne elementer ved at bygningselementer leveres til byggeplass som flate paneler. Lukkede systemer inkluderer vanligvis mer fabrikkbasert fabrikasjon og kan inkludere isolasjon, kledning, indre overflater, dører og vinduer.



Bilde 3 Lukkede elementer heises på plass (Jensen, 2017)

Hybride systemer

En kombinasjon av volumetriske og panelsystemer hvor områder i huset med høy verdi (kjøkken og bad) typisk er dannet fra volumetriske enheter (noen ganger referert til som kabiner), og resten av strukturen er dannet fra en eller annen form for panelsystemer.



Bilde 4 Installasjon av baderomskabiner Moholt 50/50 (Veidekke, 2016)

Sub-sammenstillinger

Store bygningselementer som er produsert off-site, men danner ikke den primære bærestrukturen til en bygning. Prefabrikkert fundamenteringsystem og systemkledning er typiske eksempler.



Bilde 5 Prefabrikkert systemkledning med teglstein utrykk (Cloaked, 2014)

Komponenter

Ikke-strukturelle elementer som er montert off-site. Dette innebærer teknisk infrastruktur hvor store deler av monteringen er utført off-site. Eksempler på dette er rørgater, VVS-skap, varmpumper og sentraler. Det er liten bruk av prefabrikasjon innen tekniske anlegg i Norge (Nakken et al., 2015, s. 21). Det blir i større grad benyttet i Europa med god effekt.



Bilde 6 Prefabrikkert rørgate (VVS Prefab, u.d)

I denne oppgaven fokuseres det på volumetriske systemer, også kalt husmoduler. Dette er ferdige elementer som har et volum, de ser ofte ut som containere i formen. En husmodul er typisk rundt 40-50 m² stor og veier mange tonn. En husmodul defineres godt av forskrift om bruk av kjøretøy, hvor det beskrives slik: «Ferdigbygde bygningsenheter eller -seksjoner, rom eller deler av rom uten innredning eller med slik innredning som er naturlig for dens funksjon» jf. § 5-2 (d) (Forskrift om bruk av kjøretøy, 1990).

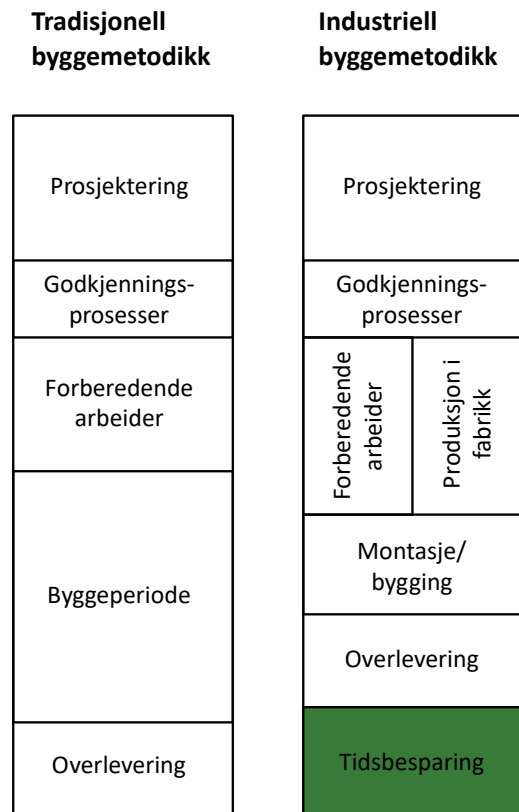
2.1.5 Fordeler med prefabrikkering

Tam, Tam, Zeng og Ng (2006, s. 3) identifiserte gjennom sin forskning at bedre kontroll, høyere kvalitet, reduserte tidsforbruk og kostnader er de største fordelene med utstrakt bruk av prefabrikkering i byggeprosjekter. Mye av grunnen til dette er at det er lettere å kvalitetssikre elementene i fabrikk. En fabrikk er i motsetning til en byggeplass skjermet mot vær og vind som kan påvirke fuktigheten i byggevarene. Det er derimot viktig at moduler som er fuktsensitive skjermes mot fuktinntrenging under transport til byggeplass og under montering (Haugen, 2015).

Det er flere studier som har undersøkt fordelene med prefabrikkering off-site. De viktigste fordelene med fabrikklagde enheter off-site sammenlignet med plassbygd håndverk on-site er ifølge Gann (1996),

Venabells et al. (2004), Tam et al. (2006) Lu og D. (2009), Ramstad (2014) og Nakken et al. (2015):

1. Reduksjonen av gjennomføringstid på prosjektene.
2. Forbedring av produktkvalitet.
3. Stordriftsfordeler, kostnaden per enhet synker drastisk når produksjonslinjen kan produsere mange standardiserte enheter i serie.
4. Økt sikkerhet på byggeplass (SHA).
5. En reduksjon i behovet for faglærte arbeidere på byggeplass.
6. Større mulighet for materialkontroll og mindre svinn og en nedgang i den negative miljøpåvirkningen forårsaket av byggearbeidene.



Figur 3 Tidsbesparelse med industriell byggemetodikk (Nakken et al., 2015)

Et ferdigstilt boligprosjekt med 75 boenheter i Drammen, kalt Zitty, med Peab Boligutvikling som byggherre brukte moduler på grunn av dårlige grunnforhold og strenge krav til effektiv logistikk i byggeprosessen (Nyrud, Bysheim, Glasø & Nord, 2011). Vestbo legger i sin rapport vekt på at det er en effektiv produksjonsprosess med gode muligheter for kontroll, men det er mindre fleksibelt og krever at logistikk blir nøye gjennomgått og planlagt (Schjelderup & Henriksen, 2010).

Veidekke sitt kompetansesenter, V-teknikk, mente at plasstøpte betongløsninger er mer arealkrevende og setter større krav til logistikken på byggeplassen, ettersom det må være plass til kraner og pumpestasjoner (Revfem, 2018). Prefabrikkerte løsninger krever mindre plass på byggeplassen, men det setter større krav til logistikken, siden leveringstidspunkter er kritisk og det er knyttet større usikkerhet til bestillingstiden.

«Fordelene med å prefabrikere er at det er mindre plasskrevende å ha med å gjøre på byggeplassen, og det går raskere å sette opp hver etasje.» Eivind Heimdal i V-teknikk (Revfem, 2018)

2.1.6 utfordringer med prefabrikkering

En utfordring ved bruk av utstrakt grad av prefabrikkering i byggeprosjekter er i særlig grad fryse av design i tidligfase. Dette gir lite spillerom til endringer senere i byggeprosessen (Tam et al., 2006, s. 4).

De største utfordringene for prefabrikkering er gjennom forskningen til Tam et al. (2006), Lu og D. (2009) og Nakken et al. (2015) identifisert til å være:

1. Manglende evne til å gjøre endringer på stedet.
2. Entreprenøren har behov for å fryse produksjonen tidlig.
3. Transportrestriksjoner.
4. Begrensede designalternativer for bruk av off-site konstruksjonsteknikker.
5. Entreprenører har ikke ekspertise for montering av prefabrikkerte bygningskomponenter på stedet.

Volumetriske moduler medfører frakt av mye luft, og er et ankepunkt mot metoden som i utgangspunktet skal være så effektiv (Nyrud et al., 2011, s. 46). Regelverket som byggebransjen må forholde seg til endres stadig og det blir påpekt i Bygg21 sin rapport for industrialisering av byggeprosjekter at det må bli færre og sjeldnere regelendringer for å øke mulighetene for industrialisering (Frydelund et al., 2019, s. 10). En stor del av den norske byggenæringen har nordisk tilknytning og opplever manglende harmonisering av regelverket mellom landene.

«OBOS sitt ønske om å anvende et svensk boligkonsept med 20 prosent lavere dokumenterte kostnader, hindres i dag av regelverket.» – Bygg21 sin rapport «Industrialisering av byggeprosjekter»

På bakgrunn av manglende vekst i byggebransjen i Storbritannia i andre halvdel av 1900-tallet, ble det av staten satt ned en kommisjon som så nærmere på problemet (Latham, 1994). Rapporten som ble utarbeidet, Latham Report, identifiserte byggebransjen i Storbritannia som blant annet ineffektiv, fragmentert og ute av stand til å levere for sine kunder. Tiltakene for forbedring var blant annet produktivitetsløft og reduksjon av kostnadene i bransjen på 30% innen år 2000. For å få til dette måtte bransjen standardisere og effektivisere driften sin. I 2002 ble det publisert en rapport i Storbritannia som så på hvordan kundene forholdt seg til prefabrikkerte hus, og det ble der konkludert med at et akseptabelt prefabrikkert hus fra kundens ståsted var ett som ikke ser ut som det er prefabrikkert (Edge et al., 2002). Huskjøpene var sterkt påvirket av negative oppfatninger av prefabrikkerte hus, og at disse husene manglet den estetikken som gjorde det til et tradisjonelt hus. Det ble av Westgård, Arge og Moe (2010, s. 79) pekt på at industrialisering av byggeriet i Norge hittil ikke har vært spesielt vellykket, sett både fra byggherres posisjon og markedets, altså kjøperens. Det ble fremhevet at store entreprenørbedrifter som bygger boliger i egen regi jobber med å utvikle konsepter for industriellbygging. En sentral utfordring for boligutvikling som ble identifisert, er at arkitekter og kunder misliker det som blir skapt. Den industrialiserte produksjonsmetoden må unngå å skape uendelige repetisjoner av konvensjonelle og like boliger. Markedet og kundene setter krav om individuelle, fleksible og brukertilpassede produkter. Skal industrialisert boligbygging lykkes må produsentene tilpasse seg kundenes krav.

2.1.7 Status for industrialisering av boligproduksjonen i Norge

Det ble av prosjektet «BA 2015», som er iverksatt av Prosjekt Norge, utført en markedsundersøkelse i 2015 på vegne av det nye sykehusprosjektet i Tønsberg, for å avdekke hvordan status for industrialisering i bransjen var (Nakken et al., 2015). Markedsundersøkelsen tok for seg aktører innen produksjon av prefabrikkerte elementer i Norge og så på hvordan bransjen er posisjonert for bruk av moduler, og hvilke aktører som opererer i bransjen. Undersøkelsen viser at det er flere som tilbyr prefabrikkerte elementer og moduler i Norge, og at det var en økning i elementimport til Norge mellom 2002 og 2012 på hele 186% (Nakken et al., 2015). Undersøkelsen sier videre at det er vekst i markedet, og at det sannsynligvis vil øke i fremtiden. Det forventes at kravene til økt produktivitet i byggebransjen gir et løft for industriell byggemetodikk.

Berg (2008) peker på at byggherrer som har egne produksjonsanlegg, eller bruker faste underentreprenører, helst vil bruke dette i sine byggeprosjekter. Det er derfor til hinder for samarbeid med aktører som kan bidra til innovasjon og nyskapning i retning av mer bruk av systematisering, repetisjon og industrielt produserte løsninger.

Globalt sett er det Asia som er den store driveren for industrialisering av byggeprosessen, de bygde i 2015 et hotell på 30 etasjer på kun 15 dager (Blakstad, 2015). Det kan derimot stilles spørsmål ved om denne byggetiden er mulig med norske krav til HMS og SHA, ettersom Statsbygg avdekket livsfarlige forhold hos produsenten sin fra Kina i forbindelse med byggingen av Nasjonalmuseet (Aga, 2018).

2.1.8 Tiltak for industrialisering av byggeprosessen

Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) ga Bygg21 i oppdrag å levere en rapport på industrialiseringen av byggeprosjekter. Rapporten ble gitt ut i mars 2019 av Bygg21, som er et samarbeid mellom BAE-næringen, og statlige myndigheter. Samarbeidet har som mål å se nærmere på utfordringer innenfor, produktivitet, kostnadsutvikling og bærekraft for eiendomsnæringen. Styret til Bygg21 består av flere av lederne i noen av de største eiendomsselskapene i Norge. I rapporten beskrev Bygg21 sine råd for prosessforbedring og utvikling for økt grad av industrialisering i byggebransjen. De fremhevet at industrialisering vil spille en sentral rolle i utviklingen av verdiskapningen og kostnadsutviklingen i årene som kommer. Det blir i rapporten lagt frem 3 råd for byggebransjen sine aktører:

Råd 1: Industrialiser byggeprosessen.

Råd 2: Digitaliser alle materialkjøp ved bruk av eksisterende åpne, felles standardiserte løsninger.

Råd 3: KMD må intensivere og styrke arbeidet med nordisk harmonisering av byggeregler.

I forhold til denne oppgaven er det spesifikt råd 1 som blir sett nærmere på. Bygg21 kom for råd 1 med 4 tiltak som de mener vil bidra til å industrialisere byggeprosessen. Det er kun de første to tiltakene som blir utledet, ettersom det er de som er mest relevante. Det er viktig med videre digitalisering og bruk av BIM for å industrialisere byggeprosessen, men det er utenfor området denne studien dekker og derfor er ikke tiltak 3 og 4 videre utledet.

Tiltak 1: Tenk og planlegg industrielt fra start – krev at det tas i bruk industrielle metoder og verktøy.

Det første tiltaket retter seg primært mot byggherrer og deres rådgivere fordi det er de som er premissgivende for rammene til prosjektet. Byggherrene kan sikre at prosjektet får et høyt industrialisert nivå ved å etablere en prosjektstrategi med klare mål. Bygg21 indikerer at en nøkkelfaktor for å lykkes med industrialiserte prosesser er å bruke nok tid i tidligfase av prosjektet og knytte til seg de rette kompetansemiljøene for å skape et best mulig utgangspunkt og grunnlag for en industrialisert byggeprosess. Bygg21 peker i sin rapport på flere områder hvor byggherrene i Norge må ta ansvar og være tydeligere (Frydelund et al., 2019, s. 9). Det er de som sitter i førersetet i de viktige innledende fasene av prosjektet, hvor mulighetene for å sette rammene for prosjektet er størst.

*«Byggherrene har et særskilt ansvar i det å bli tydelige på hva de ønsker for å få til en mer effektiv prosjektgjennomføring, riktig kvalitet og ikke minst legge forholdene til rette for god bruk og effektiv drift av byggene.» –
Bygg21*

Det må av byggherre stilles krav og forventinger til hvordan en industrialisert byggeprosess skal bidra til å realisere prosjektet og nå målene. Det blir trukket frem at mange byggherrer tenker for ensidig på fag, teknikk og oppløsning, og mindre på humankapitalen i prosessen. Menneskene er det som driver utvikling og innovasjon fremover. Dagens byggherrer har også et forbedringspotensialet når det kommer til sin digitale og industrielle kompetanse, og at det kan bremse utviklingen av industriell byggemetodikk (Frydelund et al., 2019, s. 20). Bygg21 trekker frem disse punktene som forbedringspotensial for byggherrene:

- Byggherrene må bli tydelige i sine krav om mer industrialiserte prosesser og løsninger.
- Byggherrene må styrke sin digitale og industrielle kompetanse.
- Definere og tydeliggjøre prosjektets mål.
- Sette av tilstrekkelig tid til å planlegge godt så tidlig som mulig.
- Stille konkrete krav om industrialiserte prosesser og løsninger.
- Bruke gjennomføringsmodeller som stimulerer leverandørene til å tenke industrielt.
- Legge til rette for økonomiske insentiver som omfatter de viktigste aktørene til å bidra til best mulig overordnet sluttresultat – felles eierskap.
- Etablere en tydelig IT-strategi.

- Stille krav om bruk av digitale løsninger basert på åpne standarder som oppfyller prosjektets mål, og som kan brukes aktivt i byggets bruk- og driftsfase.
- Legge til rette for tverrfaglige samarbeid og prosesser – brukermedvirkning.

Tiltak 2: Organiser prosjektet slik at alle viktige beslutninger og aktører kommer tidlig inn i prosessen.

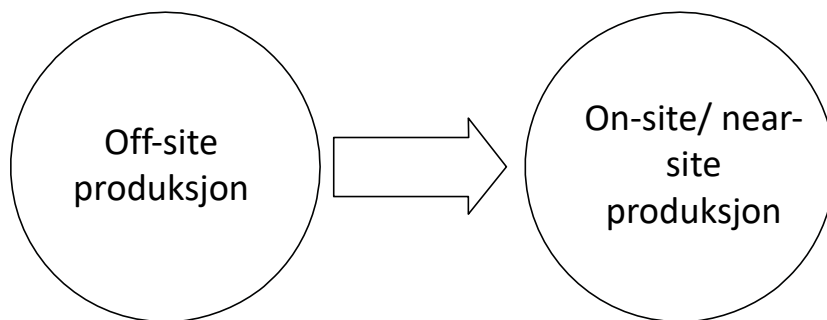
Måten prosjektene blir organisert på og tidspunktet for når aktørene blir involvert i prosjektet er helt avgjørende for å ha suksess med eller øke graden av industrialisering i industrialiserte byggeprosjekter. Bygg21 understreker at grunnlaget for suksess og fiasko legges i de første fasene av et prosjekt og at de viktigste faktorene er «*Tidlig-tidlig-tidlig*». Når det gjelder organiseringen er det viktig at prosjektet blir en god arena for samhandling mellom aktørene i prosjektet. Det må være en felles forståelse for målene til prosjektet hvis man skal klare å høste fruktene av en industrialisert byggemetodikk. Sammenhengen mellom fasene i prosjektet og rollene til aktørene er svært viktig, og det må planlegges godt før bygging starter. I gjennomføringsfasen er det viktig at alle fag og roller blir inkludert og at det brukes felles, åpne standarder og verktøy i hele verdikjeden. Avslutningsvis blir det pekt på at det er viktig å lære av andres erfaring og tidligere prosjektet og vurdere hvor mye som kan repeteres av vellykkede prosesser og løsninger.

2.1.9 Industrialisering i fremtiden

Byggenæringen er i dag preget av et etterspørselsdrevet tilbud, men industrialisert bygging fordrer en tilbudsdrivet etterspørsel (Gielingh & Nederveen, 2009). Etterspørselsdrevet tilbud betyr at produsentene leverer det kundene ønsker, noe som er typisk for individuell skreddersøm. En suksess for industrialisert bygging beror på en dreining til tilbudsdrivet etterspørsel. En slik dreining gjør at produsentene produserer et utvalg produkter som kundene kan velge ut fra. Dette er i store trekk den dreiningen flere ferdighusprodusenter i Norge har gjort.

En av de store utfordringene med prefabrikering er transporten av elementene til byggeplassen, som begrenser hvor store elementene kan være (Lu & D., 2009). Det blir påpekt av KU (Ku, Broadstone & Colonna, 2012) at produksjon på sentraliserte fabrikker kan være utdatert og at man i fremtiden burde prøve å flytte produksjonen av bygningselementene nærmere byggeplassen. Dette kan også redusere miljøpåvirkninger på grunn av redusert energibehov og behov for emballering av produktene. Dette har derimot blitt gjort, og Berg (2008) skrev at drabantbyene i Oslo-området på 60-,70-, og 80-tallet ble bygget med fokus på effektiv produksjon og at i enkelte prosjekter ble elementer produsert i feltfabrikker på byggeplassene. Utviklingen

går derimot i retning av at robotteknologi kan være en av driverne for on-site produksjon, hvor roboter og 3D printere kan muliggjøre industriell produksjon på stedet (Moum et al., 2017).



Figur 4 Skifte fra å produsere elementer sentralt på en fabrikk til i nærheten av byggeplass (Ku, Broadstone & Colonna, 2012)

2.2 Industrialisert eiendomsutvikling

Eiendomsutvikling blir av Ness og Øyasæter (2018, s. 11) forklart som at «*eiendomsutvikling handler om å skape økonomiske verdier gjennom utvikling og transformasjon av eiendommer fra et arealformål til et annet gjennom konseptutvikling, regulering og utbygg for salg eller utleie*». En normal eiendomsutviklingsprosess begynner med en anskaffelse av areal med en eiendomsrett til denne, og blir ikke avsluttet før byggearbeider er utført og klart for bruk (Røsnes & Kristoffersen, 2014). Eiendomsutvikling er en langvarig prosess som kan pågå over flere år, kanskje tiår. En av grunnene til at det tar såpass lang tid er ifølge Leikvam og Olsson (2014) fordi eiendomsutvikling er en komplisert prosess hvor det er stor grad av samhandling mellom de involverte partene, og mot offentlige myndigheter. Det er ikke funnet litteratur som indikerer at industrialisert eiendomsutvikling avviker fra en normal eiendomsutviklingsprosess.

2.2.1 Aktører i industrialisert boligbygging

På bakgrunn av Berg (2008) er aktørene i industrialisert boligbygging oppsummert til å være byggherre, leverandør/entreprenør og rådgivere.

Byggherren

Det blir i denne oppgaven brukt byggherre som et samlebegrep på et firma eller en person som får utført et bygg- eller anleggsarbeid, eller utvikler fast eiendom. Det blir i Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften) definert at en byggherre er «*enhver fysisk eller juridisk person som får utført et bygge- eller anleggsarbeid*» jf. Byggherreforskriften § 4 (b) (Byggherreforskriften, 2010). Byggherren kan også være betegnet

som bestiller, kjøper eller oppdragsgiver. Det er vanlig at de to partene i en standard avtale om bygge- og anleggsarbeider er byggherre og entreprenør (Cappelen, u.d). *Tiltakshaver* brukes i plan- og bygningsloven og går på byggherrens forhold til myndighetene. I kontraktsforholdene mellom oppdragsgiver og utførende/rådgivende brukes betegnelsen *byggherre*. Byggherren har i byggeprosessen ansvar for produktutvikling, tomtekjøp, prosjektutvikling, prosjektledelse, salg og overlevering (Berg, 2008).

Leverandør/entreprenør

Leverandørene og entreprenørene har ansvar for produktutvikling, prosjektering, innkjøp og materialadministrasjon, produksjon, delprosjektledelse, byggeledelse, transport, montasje og overlevering (Berg, 2008). Entreprenører kan bli kontrahert som totalentreprenører etter NS 8407 eller etter NS 8405.

Rådgivere

Arkitekter, ingeniører og konsulenter som prosjekterer og gir råd i BAE-prosjekter. Byggherreforskriften § 1-4 definerer prosjekterende slik: «*enhver fysisk eller juridisk person som har til oppdrag å tegne, beregne, planlegge eller beskrive hele eller deler av bygget eller anlegget som skal oppføres*» (Byggherreforskriften, 2010).

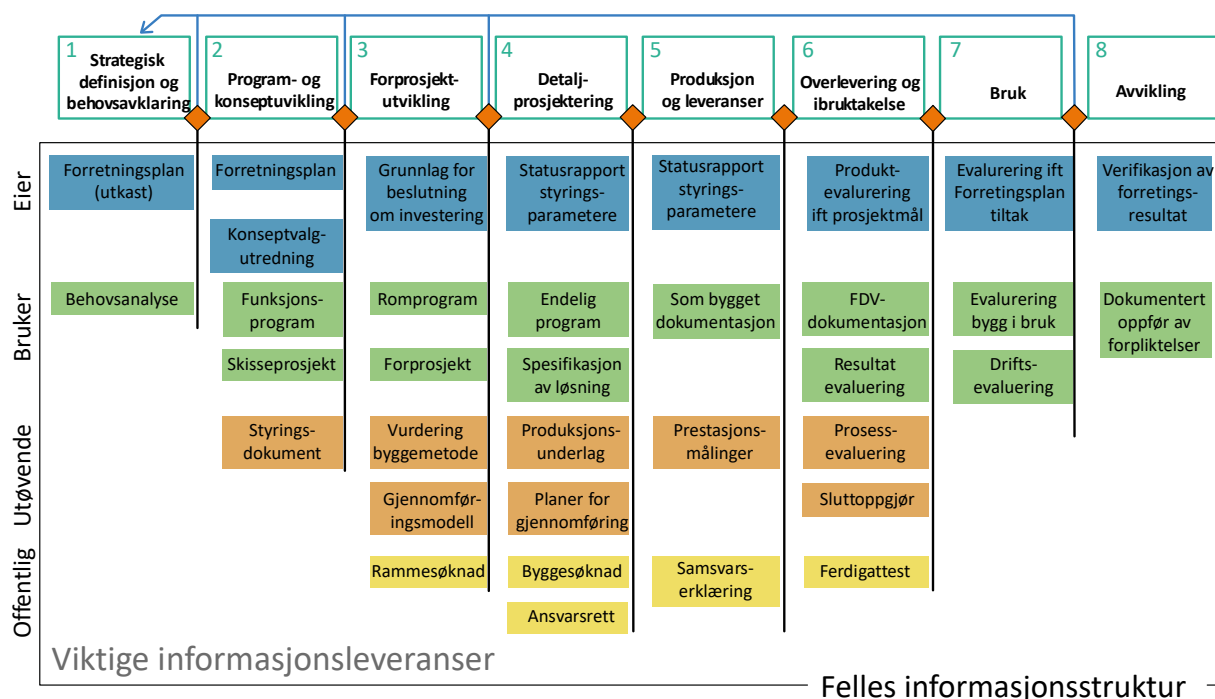
2.2.2 Prosjektutvikling av industrialiserte boligprosjekter

Aktørene i byggeprosessen blir satt sammen i en prosjektorganisasjon som sammen jobber for å nå målene som er satt for utviklingen av prosjektet. Det er knyttet større usikkerhet til planlegging og gjennomføring av innovative prosjekter (Samset, 2014, s. 14). Industrialisert eiendomsutvikling er innovativ, noe som igjen gjør at det krever mer av prosjektorganisasjonen. Det er byggherre som tar de endelige beslutningene i bygge- og anleggsprosjekter, og det blir understreket av Cappelen (u.d) at alt ansvar og risiko som ikke har blitt pålagt andre via kontrakter er det byggherre selv som sitter med. Byggherren har derfor muligheten til å selv bestemme hvilken risikoprofil som han ønsker å eksponeres mot på bakgrunn av sin egen erfaring, kompetanse og organisering. Denne studien har sett på hvordan prosjektorganisasjonen organiseres i industrialiserte boligprosjekter med husmoduler som konstruksjonsmetode.

2.3 Byggeprosessen

Bygg21 kom høsten 2015 ut med sin «Veileder for fasenormen «Neste Steg»», som skulle være et felles rammeverk for norske byggeprosesser (Klakegg et al., 2015). Den opererer med åtte steg i bygge- og anleggsprosjekter. Det er fire perspektiver i veilederen; eier, bruker, utøvende og offentlig. Eierperspektivet ser på den som formelt initierer tiltaket, i denne oppgaven omtalt som byggherre. Brukerperspektivet i denne sammenheng vil være kundene, de som kjøper boligene. Det utøvende perspektivet blir for alle praktiske formål definert som entreprenøren, de som utfører byggearbeidet. Det siste perspektivet, det offentlige, representerer samfunnets behov for å ivareta felleskapets interesser. Denne representasjonen er forankret i Plan- og bygningsloven, godkjenningsprosesser og teknisk regelverk.

Steg for steg

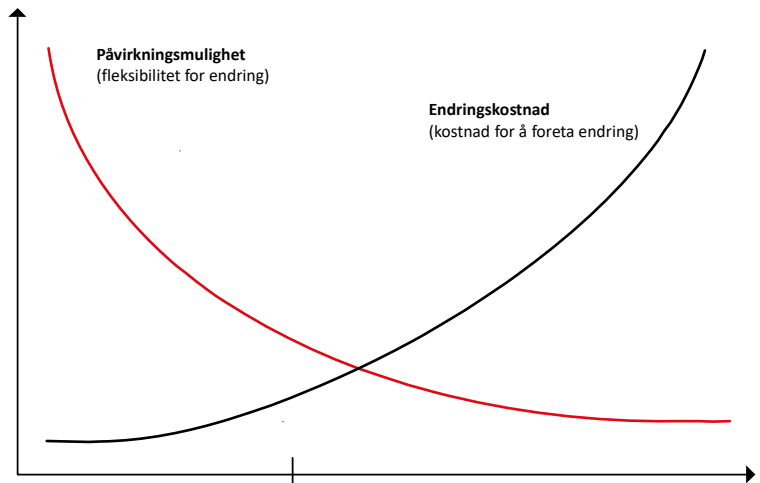


Figur 5 "Neste Steg" byggeprosjektets faser

Det er lagt størst vekt på den tidlige fasen i prosessen, ettersom det er der byggherre tar valg om konsept og gjennomføringsstrategier. Skanska presiserte at det må være en tidlig entreprenør-/leverandørinvolvering i prosjekter med høy grad av industrialisering, ettersom det i tidligfase må planlegges for industrielle metoder (Fuglem, 2018). Det ble også pekt på av Tam et al. (2006) at det burde være en vurdering av byggemetode så tidlig i byggeprosessen som mulig, for å lykkes med prefabrikkerte og modulære løsninger.

2.3.1 Tidligfase

Det tidlige stadiet til prosjektet hvor det kun eksisterer konseptuelt, gjerne som tidligfase (Samset, 2014, s. 17). Tidligfase blir i denne oppgaven definert som avsluttet når forprosjektet er ferdig og detaljprosjektering av bygget starter. Tidligfase av «Neste steg» sin modell omfatter de 3 første fasene. Forprosjektet er også grunnlaget for



Figur 6 Påvirkningsmulighet og endringskostnader i et prosjekt (Samset, 2014)

rammesøknaden som sendes inn til offentlige myndigheter for godkjenning. Da har mange av rammene for bygget blitt satt og endringskostnaden har blitt relativt høy.

Når prosjektet er i et tidlig stadium er det ifølge Ness og Øyasæter (2018) en rekke forhold som må avklares, men det er også her mulighetene for verdiskapning er størst. Siden prosjektet kun eksisterer konseptuelt gir det store rom for endringer, uten at det påløper store kostnader. På den andre siden er det også her usikkerheten er størst, på grunn av at kunnskapen om det som kommer er minst. Det blir av Samset (2014, s. 18) fremhevet at prosjektstyring paradoksalt ofte konsentrerer seg om gjennomføringsfasen, men at det vil være svært mye mer lønnsomt å gjøre et skikkelig forarbeid før konsept velges. Hvis det kommer uforutsette krav og behov for endringer sent inn i prosjektet, kan de økonomiske forutsetningene endres vesentlig (Ness & Øyasæter, 2018, s. 12). Eiendomsutviklere/byggherrer etterstreber derfor å ha forutsigbarhet i prosjektene for å minimere risikoen. Det er derimot vanskelig å avklare hvilke risikoer og krav som prosjektet kan møte.

2.3.2 Detaljprosjekteringsfase

Når forprosjektet er ferdig går byggeprosessen over i detaljprosjekteringsfasen. I denne fasen utarbeides detaljerte beskrivelser av bygget (Østby-Deglum, Svalestuen & Drevland, 2013, s. 54). Prosjektets form eller ytre rammer bør ikke endres eller videreutvikles i denne fasen, og lastbildet, toleranser og klaringer mellom ulike systemer og elementer må avklares. I modulprosjekter må arkitekter og rådgivere ha kunnskap om og vilje til å benytte standardiserte løsninger (Berg, 2008, s. 32). Det gir best effekt om de prosjekterende har jobbet sammen tidligere og at det er systematisk tilbakeføring av tidligere erfaringer.

«Det kan virke som enkelte byggherrer tror at ordinær bygningsteknisk detaljprosjektering kan utelates når det anvendes prefabrikkerte bygningsmoduler, og at man ikke skiller klart nok mellom produkt og prosjekt» (Ramstad, 2014)

SINTEF Community tok i 2014 et oppgjør med det dårlige ryktet modulbygg har, og rettet en finger mot byggherrer som tror at det ikke trengs detaljprosjektering på modulbygg (Ramstad, 2014). Det ble trukket frem at feilene i stor grad er et resultat av dårlig utførelse og håndverk, men også at mangelfull overordnet brannteknisk prosjektering forekommer. Ramstad (2014) pekte også på at utenlandske modulprodusenter kan levere gode moduler, men at det kan være de ikke har tilstrekkelig erfaring og kompetanse til å prosjektere for norske byggeprosjekt i henhold til norske krav og regler.

Prosjektering har vist seg som en avgjørende faktor i forbindelse med risiko og usikkerhet for modulbygg (Nakken et al., 2015, s. 35). Industriell byggemetodikk stiller andre krav til prosessen fordi bestillinger må gjøres tidligere, som medfører at prosjekteringen må ferdigstilles tidligere enn for øvrige prosjekter. Nakken et al. (2015, s. 34) konkluderte med at samhandling og kvalitet i detaljprosjekteringsfasen vil gi god effekt i prosjekter, men at det i motsatt tilfelle vil kunne ha store negative effekter. Det ble ikke identifiserte rådgivere som har pekt seg ut med en målrettet satsning mot moduler gjennom markedsundersøkelsen, men at det er mange kompetente aktører som kan bidra (Nakken et al., 2015).

2.3.3 Produksjon og gjennomføringsfase

I denne fasen produseres bygget og gjenstående valg av materialer foretas (Østby-Deglum et al., 2013, s. 58). For modulprosjekter må tomten opparbeides og det må bygges fundamenter før modulene monteres og eventuelle komplementeringsarbeider blir utført (Berg, 2008). Disse prosessene kan derimot produseres parallellt, som gjør at fasen kan avvike noe fra Neste Steg modellen (sett i figur 5). Organiseringen av denne fasen er avhengig av den valgte gjennomføringsmodellen for prosjektet, men det må uansett legges til rette for god logistikk, rigg og drift, lagringsplasser og arbeidsrutiner for å nevne noe (Østby-Deglum et al., 2013, s. 58). Det er byggherres ansvar å sørge for at SHA og HMS på byggeplassen blir ivaretatt under utførelse av arbeidene jf. Byggherreforskriften §5 (Byggherreforskriften, 2010).

2.4 Eksterne rammer for industrialisert boligbygging

Det er flere eksterne rammer som byggherrer må ta høyde for i industrialisert boligproduksjon med moduler, i det etterfølgende nevnes noen.

2.4.1 Teknisk godkjenning

Det er SINTEF Community som er godkjenningsmyndighet av moduler i Norge, og de utarbeider SINTEF Teknisk Godkjenning som dokumentasjon av modulenes egenskaper (Ramstad, 2014). Det betyr at SINTEF Community vurderer alle deler av konstruksjonen som beskrives i godkjenningsdokumentet, og som inngår i modulsystemets standardløsning. Denne vurderingen er sammenstilt mot de krav som stilles i DOK, TEK og andre minstekrav til kvalitet som SINTEF Community anbefaler (Ramstad, 2014). Det påpekes at denne godkjenningen er kun for modulenes oppbygning og kvalitetssikrer ikke andre deler av konstruksjonen som inngår i byggeprosjekter. Det må dokumenteres spesifikt i hvert enkelt byggeprosjekt.

2.4.2 Reguleringsplan

Før det kan søkes om byggetillatelse for tiltak må det foreligge en arealplan som angir rammer for prosjektet og andre tiltak som skal gjennomføres (Ness & Øyasæter, 2018, s. 262). «Reguleringsplan er et arealplankart med tilhørende bestemmelser som angir bruk, vern og utforming av arealer og fysiske omgivelser.» jf. PBL § 12-1 (1) (Plan- og bygningsloven, 2008). En regulering av hva som kan bygges på en tomt gis dermed av reguleringsplanen. En reguleringsplan består av et plankart med planbestemmelser og planbeskrivelse (Leikvam & Olsson, 2014, s. 104). En reguleringsplan kan utformes som en områderegulering, eller en detaljregulering jf. PBL §12-1 (4) (Plan- og bygningsloven, 2008) Disse fastsetter hvordan et avgrenset område skal anvendes og hva som kan bygges på området. I utgangspunktet kan det søkes om rammetillatelse for tiltak på direkte grunnlag av kommuneplanens arealdel (KPA) (Ness & Øyasæter, 2018, s. 262). Normalt sett har byggherre krav på å få innvilget byggesøknader som ikke er i strid med gjeldende arealplan og kravene i Plan og bygningsloven.

Reguleringsplanen kan skape utfordringer for boligbygging med husmoduler, fordi det kan være krav om gesims- og mønehøyde som er begrensende for bruk av moduler, ettersom de har høyere brutto etasjehøyde (Berg, 2008, s. 14). Byggelinjene kan også være for stramme og begrensende for at det er rom for modulbygging. Det blir av Berg (2008) pekt på at krav til garasjeløsninger ofte er det som hindrer modulbygging, fordi det sjelden sammenfaller med dimensjoner for gode planløsninger med bruk av moduler.

2.4.3 Bustadoppføringsloven

En av fordelene med industrialisert boligbygging er muligheten for stordriftsfordeler ved produksjon av enheter i serie (Gann, 1996). Bustadoppføringsloven hindrer derimot produksjon av masseproduserte, homogene leiligheter til rimelig kost. Kjøper kan ifølge bustadoppføringsloven §9 kreve endringer i arbeidet og pålegge utbygger å utføre tilleggsarbeid som står i sammenheng med den ytelsen som er avtalt (Bustadoppføringslova, 1997). Det kan avtales at det ikke kan endres mer enn 15% av vederlaget. Dette vil i praksis si at kjøper kan få endre opp til 15% av boligens kontraktsverdi.

2.4.4 Transport av husmoduler

Modulene blir produsert på en fabrikk og fraktet til tomten for montering. Frakt av husmoduler på vei er regulert av Forskrift om bruk av kjøretøy. Forskriften setter en begrensning på maks 3,25m bredde uten dispensasjon og 4,2m bredde med dispensasjon jf. §5-10 første ledd artikkel a. For å kunne effektivisere transporten åpner loven for å kolonnekjøre lastebilene med modulene, jf. §5-12. Ved kolonnekjøring tillates det inntil 3 motorvogner, ikke inkludert ledsagerkjøretøy. Kolonnekjøring er tillatt mellom kl. 2200 og 0600. Det følger også at: «Når transporten ikke følges av politiet, skal alle kjøretøy i kolonnen, medregnet ledsagerkjøretøy, ha internt radiosamband». Statens vegvesen eller politiet godkjenner søknadene om dispensasjon.

De formelle kravene til maksbredder for frakt av husmoduler er satt sammen i tabell 1.

Tabell 1 Formelle krav til frakt av husmoduler

Bredde	Maks lengde på 12,40 veg	Antall følgebiler	Krav om dispensasjon	Politieskorte
2,55m – 3m	14,4m	Ingen		
3m – 3,25m	14,4m	1 følgebil		
3,25m – 3,5m	14,4m	1 følgebiler	Ja	
3,5m – 4m	14,4m	2 følgebil	Ja	
4m – 4,2m	14,4m	2 følgebiler	Ja	Ja

2.4.5 Markeds- og kundekrav

Boliger selges i et marked hvor prisen på boligene bestemmes av tilbud og etterspørsel. Byggherre vil normalt sett være opptatt av å utvikle boliger som har en utforming som tilsier at det er godt salgbart (Berg, 2008). Utformingen må også muliggjøre en produksjon av boligene til gunstig pris og kortest mulig tid. Berg (2008) fremhever at kundens krav til byggemetodikk er ytterst få, og at fokuset ligger på pris, utforming og kvalitet når de først har bestemt seg for hvilket område de vil kjøpe i.

2.5 Gjennomførings- og kontraktsstrategi i industrialiserte byggeprosesser

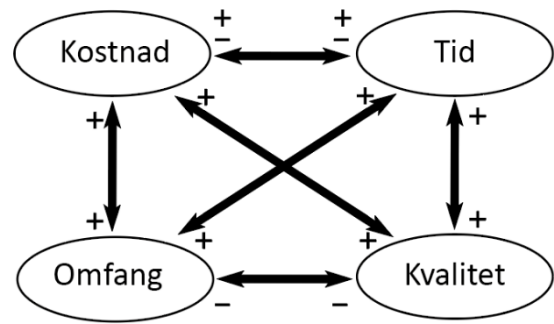
Gjennomførings- og kontraktsstrategien som blir benyttet i byggeprosjektet vil påvirke hvordan usikkerhet og risiko blir fordelt mellom partene og hvilke insentiver partene gis (Lædre, 2012). Kontrakt er nødvendig for å forhindre at partene i byggeprosjektene handler på tvers av hverandres interesser, ettersom de gjerne har et mål om å maksimere sin egen nytte eller inntjening.

Det er svært vanlig i byggebransjen å benytte kontrakter utarbeidet av Norsk Standard, men det er ingen plikt. Det er et ulovfestet prinsipp om at enhver i utgangspunktet har frihet til å avgjøre om en vil inngå en avtale, overfor hvem man vil binde seg, og til å fastsette innholdet i avtalen (Giertsen, 2012, s. 32). Det er byggherre som vanligvis inngår kontrakter med entreprenører og prosjekterende parter for byggeprosessen, og kan derfor velge strategien (Lædre, 2009). Under her igjen vil entreprenører inngå avtaler med underentreprenører. Bruk av industriell byggemetodikk i et prosjekt har innvirkning på prosjektet og dermed hvilken gjennomføringsstrategi som er hensiktsmessig (Nakken et al., 2015, s. 22). Risikoen for uklarheter i tilbudsgrunnlaget tilfaller byggherren (Nyland & Apelseth, 2019).

Kontraktstrategiene blir i litteraturen delt mellom to ytterpunkter. På den ene siden finnes integrasjonsbasert strategi er når byggherre involverer leverandører og overfører mest mulig ansvar for usikkerheten og styringsmuligheter til leverandør (Lædre, 2009). På den andre siden finner man separasjonsbasert strategi hvor byggherre sitter med ansvaret for usikkerheten og styringsmulighetene.

2.5.1 Byggherres avveininger

I følge Lædre (2009) er det en avveining for byggherre hvordan tid, kostnad, kvalitet og omfang av prosjektet skal håndteres og vektet. Prioriteringen av disse faktorene er viktig fordi de er gjensidig avhengige av hverandre, byggherre kan ikke få i pose og sekk. Et sterkt fokus på kvalitet vil igjen gi mindre fokus på lave kostnader. Hvordan denne vektingen er innenfor industrialiserte prosjekter har det ikke vært mulig å finne forskning på, men det kan tyde på at bruk av moduler er overveiende i prosjekter med et høyt kostnads- og tidsfokus. Moduler gir også en høy grad av kvalitet, hvis det utføres riktig (Ku et al., 2012).



Figur 7 Byggherres avveininger i et prosjekt (Lædre, 2009)

Det blir av (Nakken et al., 2015) anbefalt at byggherre i industrialiserte byggeprosesser legger til rette for anbudskonkurranser hvor flest mulig kan delta, også internasjonale. Det samme anbefales også i forhold til kontrahering av rådgivere. Ved å ha et tidlig og koordinert samarbeid med prosjekterende kan konkurransegrunnlaget tilpasset slik at det legger til rette for industrialisert byggemetodikk.

2.5.2 Entrepriser

Byggherre bør ta stilling til hvilken entreprisemodell som er mest egnet for prosjektet, med bakgrunn i byggherre sin kompetanse og prosjektets karakter (Ness & Øyasæter, 2018, s. 249). Risikoen i prosjektet må bæres av en eller flere av prosjektets deltakere, og det er derfor viktig å vite hvilke valg byggherre står ovenfor. Hvis byggherre overfører ansvaret for usikkerhet til entreprenøren, reduseres usikkerheten til byggherres kostnader, men det medfører som oftest at entreprenøren krever ekstra risikopåslag (Lædre, 2012).

Valget av entrepriseform avhenger i stor grad av portefølje og tilgang til prosjektledelseskompetanse hos byggherren. Det blir av Lædre (2012) påpekt at den parten i prosjektet som har størst behov for å kunne styre bør sitte med styringsmuligheten, men sitter dermed også med mye av risikoen. Delte entrepriser og en separasjonsbasert kontraktsstrategi gir byggherren en stor grad av styringsmulighet, og tilhørende risiko (Lædre, 2009).

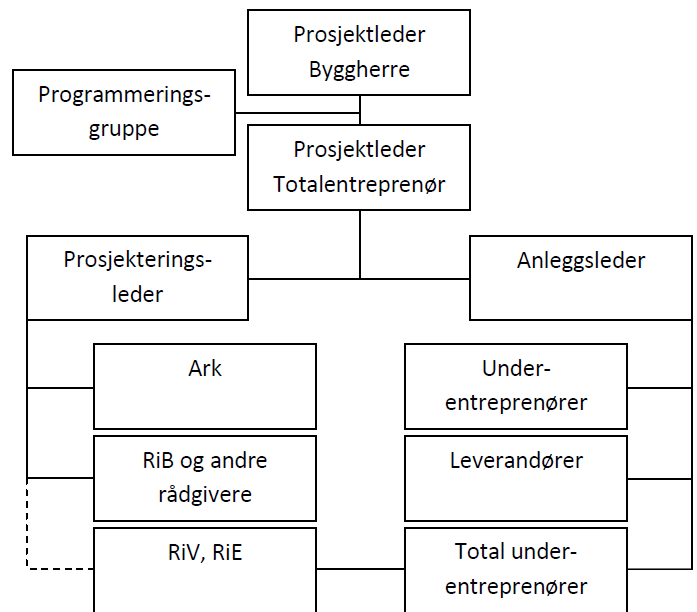
I en totalentreprise flyttes tilnærmet all styringsmulighet over på entreprenør, som også får ansvar for prosjekteringen. Denne strategien sikrer gjerne en lavere byggekostnad og mindre usikkerhet

knyttet til byggekostnaden. Samtidig er det vanlig at totalentreprenøren legger på en risikopremie som kompensasjon for overføring av risiko fra byggherre.

For industrialiserte byggeprosesser fremkommer det, av markedsundersøkelsen til sykehuset i Tønsberg, at det er totalentrepriser og spesielt samspillsentrepriser som peker seg ut ved industriell byggemetodikk (Nakken et al., 2015).

Totalentreprise

Hvis byggherre kun ønsker å forholde seg til én aktør for prosjektering, utføring og rådgivning, er totalentrepriser som regel det mest foretrukne valget (Ness & Øyasæter, 2018, s. 249). Fordelen med totalentreprise er at det gir klare ansvarsforhold og minst mulig risikoeksponering for byggherre. Ansvaret for prosjektering og bygging samles hos totalentreprenøren, noe som gir fokus på byggbare løsninger (Østby-Deglum et al., 2013, s. 22). Det er helt opp til totalentreprenør hvilke prosjekterende, leverandører og underentreprenører som blir tilknyttet



Figur 8 Totalentreprise (Østby-Deglum, Svaestuen & Drevland, 2013)

totalentreprenør. Standard kontrakt for

totalentrepriser er NS 8407, som i stor grad regulerer de fleste forhold mellom partene på en balansert måte. NS 8407 inneholder på vanlig måte regler om kontraktsdokumenter, varsler og krav, møter, garantier og forsikring. Dette er i hovedtrekk likt det som befinner seg i NS 8405 og NS 8415 (utførelsesentrepriser). I en totalentreprise skal og har entreprenører ansvaret for å prosjektere alt arbeid som byggherren ikke allerede har prosjektert eller som byggherre etter avtalen skal prosjektere selv, jf. NS 8407 kap. 16 og 14 (Codex-Advokat & Entrepriserettsadvokater, 2019). Byggherren kan på forhånd ha utarbeidet et grunnlag for forespørselen til totalentreprenør, ofte skisseprosjekt eller forprosjekt, og det kan avtales at totalentreprenøren tar ansvar for materiale som byggherre har utarbeidet. På den måten deltar byggherre i prosjekteringen. Codex-Advokat og Entrepriserettsadvokater (2019) skriver at de sjelden opplever at all prosjektering blir utført av entreprenør. Det utarbeidede materialet tiltransporteres entreprenøren, sammen med en nærmere kravspesifikasjon som grunnlag for

entreprisekontrakten. Selv om risikoen for utførelsen overføres til totalentreprenøren vil byggherre fortsatt ha risiko for enge valg og endringer, samt sin egen prosjektering, med mindre annet avtales i kontrakten (Ness & Øyasæter, 2018, s. 251).

Det som skal bli produsert av totalentreprenøren kalles kontraktsgjenstanden og den skal oppfylle alle forskriftskrav, funksjonskrav og andre krav som har blitt bestemt av byggherre (Codex-Advokat & Entrepriserettsadvokater, 2019). Innenfor disse rammene står totalentreprenøren fritt til å velge metoder for planlegging, prosjektering, materialvalg og utførelse. Hvis byggherren pålegger totalentreprenøren løsninger utover hva som ble kontraktsfestet vil det normalt innebære at byggherre har grepet inn i prosjekteringen. Hvis det påfører totalentreprenøren en merkostnad, håndteres det etter reglene om endringer i NS 8407. Hvis byggherre griper inn i prosjekteringen med å velge egne metoder og materialer holdes også byggherre ansvarlig for sine egne valg. Det er derimot totalentreprenøren sin plikt å kontrollere om byggherrens valg er korrekte og ikke inneholder svakheter, jf. NS 8407 25.1.1. Eventuelle endringer og avvik som oppstår underveis i gjennomføringsfasen varsles byggherre. Hvis meldingene ikke blir utformet, besvart og fulgt opp på riktig måte, kan det føre til at rettigheter blir tapt - og at det påløper uforutsette kostnader.

Siden risikoen overføres til entreprenøren, regnes det inn risikopåslag på prisene (Ness & Øyasæter, 2018). Det gjør at en totalentreprise normalt kan blir rundt 10-15% dyrere for byggherren kontra en mer byggherrestyrt entrepriser. Risikoen blir derimot mindre, og det kan gi en total besparelse for byggherren. Det avtales som regel faste enhetspriser i totalentreprisekontrakten som er knyttet til de enkelte postene i byggherrens kravspesifikasjoner for prosjektet.

I boligutviklingsprosjekter er det vanlig at leilighetene blir solgt gjennom forhåndssalg på prospekt, noe som gjør at byggherre forplikter seg til å levere en bestemt kvalitet (Ness & Øyasæter, 2018, s. 250). I sånne situasjoner er det viktig at byggherrens kravspesifikasjoner i entreprisekontrakten er sammenfallende med hva som allerede er avtalt. Hvis byggherre har påtatt seg leveranser utover hva som blir levert fra totalentreprenør blir byggherre sittende igjen alene med dette ansvaret, og entreprenør kan kreve både forlenget byggetid og påslag for å påta seg denne medforpliktelsen.

Undervisningsbygg publiserte i 2007 en veileder for entreprisformer som ga en oversikt over fordeler og ulemper med totalentrepriser (Undervisningsbygg, 2007):

Fordeler

- Ansvar for prosjektering og bygging samles hos totalentreprenøren. Gir fokus på byggbare løsninger og klare ansvarsforhold.
- Forenkler byggeadministrasjonen hos prosjekteier.
- Risiko overført til totalentreprenøren – mot risikotillegg i pris.
- Unngår grensesnitt med byggherres rådgivere under gjennomføring.
- Større sikkerhet for pris, forutsatt liten endringsmengde.

Ulemper

- Liten mulighet for påvirkning av utførelse og kvalitet etter kontraktinngåelse, krever godt formulert anbudsgrunnlag / kravspesifikasjon.
- Vedlikeholds- og driftshensyn kan bli underfokuset i prosjekteringen.
- Ofte dårligere grunnlag i kontrakten for prising av endringer.
- Kan utelukke mindre entreprenører.
- Byggherre kan bli passiv i forhold til totalentreprenør.
- Store konsekvenser ved evt. konkurs hos totalentreprenøren.

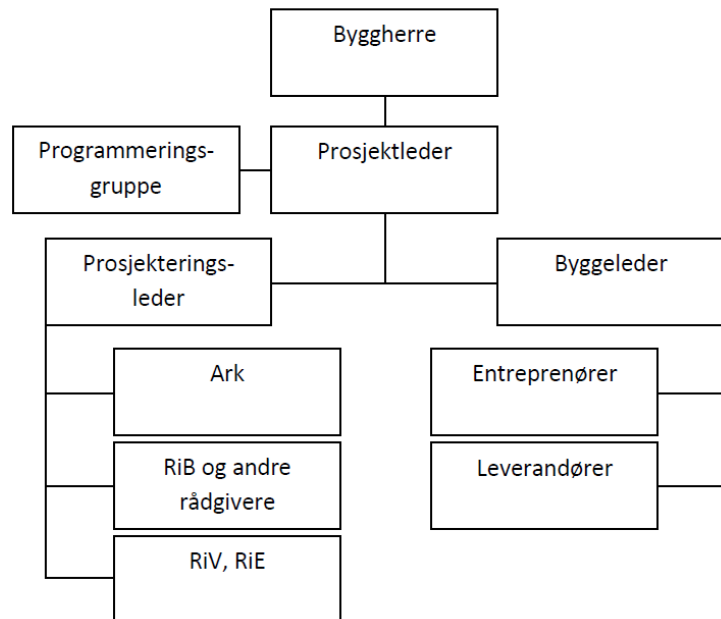
En total underentreprenør er en entreprenør som også leverer prosjektering av sitt arbeid. Det blir av Østby-Deglum et al. (2013) påpekt at det er vanlig i bransjen i dag at de tekniske underentreprenørene, som for eksempel elektro, leverer både prosjektering og montering av elektriske anlegget. Prosjekteringsleder ligger som oftest i totalentreprenørs organisasjon.

Samspillsentreprise

Samspillsentreprise er en samarbeidsform for byggeprosjekter som kjennetegnes ved tidlig involvering av partene, dialog, tillit og åpenhet (Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg & Brodtkorb, 2013). Samspillsentreprise forutsetter en sterkere involvering fra byggherren enn hva som er tilfelle i et tradisjonelt prosjekt. Dette stiller krav til byggherrens profesjonalitet, ettersom byggherren må delta aktivt i hele prosjektet, ikke bare i prosjekteringsfasen. Ved samspill til totalentreprise samarbeider byggherre, brukere, prosjekterende og entreprenører i utviklingen av prosjektet i tidligfase, til et forprosjekt med målpris. Etter det overtar totalentreprenør ansvaret og det skrives totalentreprisekontrakt. En sentral utfordring med dette er derimot at roller og ansvarsforhold kan bli uklare. Samarbeidet fører til en tettere integrering mellom partene enn i andre prosjekter, noe som ofte fører til at arbeidet overlapper hverandre (Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg & Brodtkorb, 2013). Det er derfor viktig å ha fokus på at roller og ansvarsforhold mellom aktørene er avklart og tydelige. Det er ingen standard for utforming av samspillsentrepriser, og flere aktører har stor grad av samarbeid i tidligfase og detaljprosjekteringsfasen, uten å nødvendigvis kalle det samspillsentreprise.

Delt entreprise

Hvis byggherre ønsker separat kontrakt med rådgivere og separate entreprisekontrakter for hvert fag kalles det delte entrepriser. Denne entreprisemodellen gjelder tilfeller hvor byggherre i større grad ønsker å ha mer styring over utførelsen med hensyn til kvalitet og pris enn hva en totalentreprise gir anledning til (Ness & Øyasæter, 2018, s. 250). Byggherre er i utgangspunktet ansvarlig for all koordineringsansvar, men ansvar for fremdrift kan kontraktreguleres til en



Figur 9 Delt entreprise (Østby-Deglum, Svalestuen & Drevland, 2013)

entreprise (Undervisningsbygg, 2007).

Entreprisemodellen gir høy risiko for byggherre og beror ofte på at byggherre har nødvendig kompetanse for koordinering av fagene. Siden byggherre har flere utførende aktører å forholde seg til må grensesnittene mellom fagene koordineres.

Undervisningsbygg (2007) har satt opp noen fordeler og ulemper med entreprisemodellen:

Fordeler

- Full nytte av konkurransen mellom entreprenører/leverandører.
- Gir muligheter for mindre entreprenører/leverandører.
- Direkte kontrakt med sideentreprenørene, byggherre setter evalueringskriteriene.
- Tettere dialog med tanke på å endre og påvirke de etterfølgende arbeider.
- Tettere dialog med tanke på å kunne påvirke kostnadsutviklingen.
- Lave totale påslag og administrative kostnader entreprenør / leverandør.

Ulemper

- I store byggeprosjekter kan det bli mange sideentreprenører.
- Krever stor byggeadministrasjon for prosjekteier/prosjektleder.
- Økte administrative kostnader og økte krav til prosjektledelseskompetanse hos byggherre.
- Stort omfang av koordinering av grensesnitt, risiko for ventetid m kostkonsekvenser etc. Kan reduseres ved ulike kontraktsfestede koordineringsansvar.

- Kan være vanskelig å få tilsiktet utbytte av kontraktsfestet koordineringsansvar mellom entreprenører.
- Økt risiko for kontraktuelle problemstillinger mellom entrepriser.
- Entreprenøren kjenner ofte markedet bedre enn byggherren, kunne skaffet lavere priser.
- Størst risiko for byggherre av de vanlige entrepriseformene.

Hovedentreprise

En hovedentreprise gir byggherre flere muligheter til styring av prosessene, samtidig som han forholder seg til færre aktører enn ved delte entrepriser (Østby-Deglum et al., 2013). Den store forskjellen ligger i produksjonsleddet. Byggherre har separat kontrakt med rådgivere og en separat kontrakt med hovedentreprenør, som han ansvar for et definert antall fag. I tillegg har byggherre mulighet til å kontrahere inn andre fag som sidestiller seg med hovedentreprenør. Disse vil kun ha kontrakt med byggherre og ikke med hovedentreprenør. I prosjekter hvor hovedarbeidsomfanget er definert, men det er større usikkerhet knyttet til enkeltfag, kan hovedentreprise være fordelaktig (Undervisningsbygg, 2007, s. 2).

Det er vanlig at hovedentreprenør opptre som hovedbedrift på byggeplassen og har totalansvar for SHA og fremdrift på byggeplassen. «Hovedbedriften skal ha ansvaret for samordningen av de enkelte virksomheters helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid.» jf. Arbeidsmiljøloven §2-2 (Arbeidsmiljøloven, 2005). Hovedentreprenøren har også ansvar for koordineringsarbeid med sideentreprenørene.

Undervisningsbygg (2007, s. 1) har satt opp noen fordeler og ulemper med entreprisemodellen:

Fordeler

- Lavere antall entreprenører / kontrakter å administrere for byggherre.
- Enklere administrasjon av arbeider og kostnader enn ved delte entrepriser.
- Mindre risiko for byggherre enn delte entrepriser.
- Direkte kontraktsforhold med entrepriser byggherre ønsker direkte innflytelse på.

Ulemper

- Administrasjon av flere kontrakter for byggherre.
- Kan utelukke mindre entreprenører.
- Koordinering av sideentreprenører kan fungere dårlig / vanskelig å formulere.
- Koordinering av gjenstående kontraktsgrensesnitt, risiko / kostnad for ventetid for byggherre.
- Mindre påvirkning på evalueringskriterier for underleverandører til hovedentreprenør.

2.5.3 Grensesnitt

I byggeprosjekter er det alltid et utall gråsoner eller *grensesnitt*, og det kan deles inn i *faserelaterte grensesnitt* hvor det er problemer mellom fasene i byggeprosessen, og *faglige grensesnitt* hvor det er overlapp mellom de ulike prosjekteringsområdene (Østby-Deglum et al., 2013, s. 65).

Faserelaterte grensesnitt oppstår normalt når nye aktører kontraheres inn i prosessen og gamle går ut (Østby-Deglum et al., 2013, s. 66). I disse situasjonene er det viktig at arbeid som er gjort i tidligere faser kommuniseres til nye aktører, sånn at det blir tatt videre i prosessen. Denne problematikken kan eksempelvis oppstå i totalentrepriser hvor totalentreprenør benytter seg av helt andre prosjekterende enn de som byggherre brukte i tidligfase. Byggherres mål og behov som har blitt uttrykt i de tidligere fasene kan forsvinne, ettersom nye aktører tenker på andre måter.

Faglige grensesnitt oppstår som regel ved dårlig kommunikasjon mellom de forskjellige aktørene i prosjekteringsprosessen (Østby-Deglum et al., 2013, s. 65). Dette grensesnittet kan få fatale følger for produksjonen senere og løsningen ligger i bedre kommunikasjon mellom fagene.

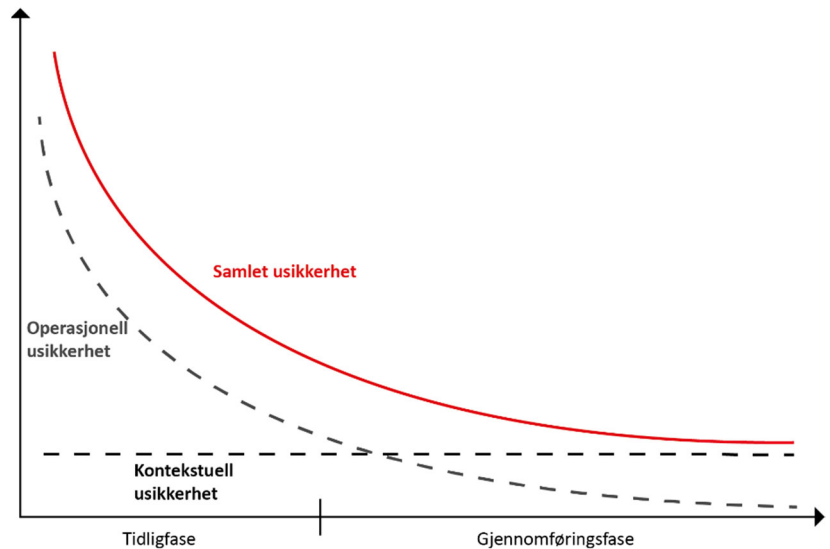
Vanlig fremgangsmåte for å holde oversikt over grensesnitt og definere ansvarsområder er en grensesnittsmatrise (Østby-Deglum et al., 2013, s. 66). Matrisen inkluderer alle fag involvert i prosjekteringen og de oppgavene som skal gjennomføres. Det er normalt sett prosjekteringsleder som har overordnet ansvar å definere grensesnittene og hvordan disse skal deles mellom fagene.

2.6 Usikkerhet og risiko

Eiendomsutvikling foregår som et prosjekt, og et prosjekt preges ofte av usikkerhet knyttet til planlegging og gjennomføring, og det er derfor også usikkerhet knyttet om målene til prosjektet kan oppfylles (Samset, 2014, s. 12). Innovative prosjekter har større usikkerhet enn prosjekter med en mer etablert og tradisjonell metode for utførelse (Samset, 2014, s. 13). Siden bruk av moduler representerer en mer innovativ teknikk enn hva som i stor grad brukes på byggeplasser i dag, er det interessant å se på hvilken usikkerhet og risiko metodikken fører med seg. Risiko blir av Samset (2014) definert som «*sannsynligheten for at en usikker hendelse skal inntreffe multiplisert med konsekvens*». Det vil si at hver av faktorene spiller like stor rolle for risikoen, lav usikkerhet og høy

sannsynlighet vil teoretisk sett gi samme resultat som høy usikkerhet og lav sannsynlighet. Teori tilsier at usikkerheten er størst tidlig i fasen, men det er også i denne fasen endringer er rimeligst.

Hvor stor usikkerhet som eksisterer i prosjekter kan knyttes til kunnskap og erfaring fra andre prosjekter.



Figur 10 Samlet usikkerhet (Samset, 2014). Graden av usikkerhet faller kontinuerlig, fra et høyt nivå tidlig i tidlig fase, til et forholdsvis lavt nivå ved start av gjennomføringsfase

2.6.1 Operasjonell usikkerhet

Den interne usikkerheten i et prosjekt omtales gjerne som operasjonell usikkerhet og ligger innenfor mandatet til prosjektet (Samset, 2014, s. 62). Det antas at den reduseres etter hvert som prosjektet tar form og beslutninger blir tatt. Dette er særlig aktuelt i innovative og nyskapende prosjekter hvor usikkerheten er høy, mens den i generiske prosjekter er lavere. Det blir av Østby-Deglum et al. (2013, s. 211) påpekt at usikkerheten kan styres med god kommunikasjon og tydelig rolleavklaring med tilhørende ansvar.

2.6.2 Kontekstuell usikkerhet

Kontekstuell risiko er forbundet med omgivelsene til prosjektet, og ligger utenfor dets mandat for påvirkning (Samset, 2014, s. 63). Nyskapende prosjekter som gjennomføres under ukjente forhold har høy usikkerhet på grunn av liten kunnskap om prosjektet og påvirkningsmuligheten for usikkerheten er begrenset. Kontekstuell usikkerhet antas å være konstant, det vil si upåvirket av prosjektet fordi det omhandler utenforliggende forhold.

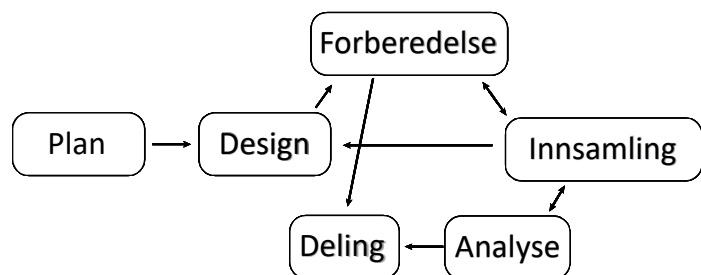
Samset (2014, s. 64) understreker at problemene med kontekstuell usikkerhet først synliggjøres i gjennomføringsfasen. Det er derfor hensiktsmessig å se på om vesentlige problemer i prosjektet kan spores tilbake til tidligere faser av prosjektet og kunne vært styrt klar av ved et bedre konseptvalg.

3. Metode

For å undersøke et samfunnsvitenskapelig problem og kunne bidra med kunnskap for å løse det, må det gås metodisk til verks (Johannesen, Christoffersen & Tufte, 2016). Ordet metode i seg selv kommer fra gresk og betyr å følge en bestemt vei. Dette kapitlet utleder den metodiske fremgangsmåten som ligger til grunn for undersøkelsen av byggherrers syn på bruk av husmoduler i boligprosjekter. Det er viktig at metoden for forskningen er godt forklart, ettersom det gjør at lesere kan forstå den metodiske tilnærmingen som har blitt brukt, og dermed har større forutsetning for å forstå studien (Olsson, 2014, s. 37). God forskning skal kunne gjentas og få samme resultat gitt like omstendigheter.

Først og fremst er det viktig å være klar over at alle forskere har ballast i sekken. Faglig bakgrunn og personlige trekk er med på å forme forskeren og skape forutsetninger for vurderinger som gjøres av forskeren (Johannesen et al., 2016, s. 59). Ved kvalitative metoder er forskeren i en spesiell stilling fordi det er forskeren selv som gjennomfører intervjuer, datainnsamling, analyser og fortolkning av resultatene og det er derfor hensiktsmessig å utdype hvilken bakgrunn forskeren har. Denne studiens forsker har faglige bakgrunn bestående av videregående skole med spesialisering i økonomi og markedsføring. Høyere utdanning består av en bachelorgrad i økonomi og administrasjon fra USN før påbegynt masterløp i eiendomsutvikling og -forvaltning ved NTNU. Forskeren er teknisk og analytisk anlagt og er av natur veldig nysgjerrig.

Metodekapitlet er strukturert etter Yin (2018) sin struktur hvor hvert delkapittel er en del av den totale metodeprosessen. Prosessen er en lineær, men gjentakende prosess, hvor flere gjentakende repetisjoner har det formål å nærme seg målet.



Figur 11 Sekvensvis strategi for metode (Yin, 2018)

3.1 Plan

Før definering av metode for undersøkelsen av problemstillingen, var det viktig å sondere hva som rørte seg i bransjen angående temaet, og hvilken innfallsvinkel som var mest hensiktsmessig å ha. Det blir av Yin (2018, s. 3) fokusert på viktigheten av å gjøre litt feltarbeid før forskeren bestemmer

seg for teori og metode. Å definere en problemstilling uten å sjekke hva som foregår i den virkelige verden kan vise seg å være et steg i feil retning.

For å undersøke aktuell litteratur og studier på tematikken ble det gjort mange søk på internett etter forskningsartikler og publikasjoner som omhandlet boligbygging med husmoduler. Søkeordet ble søkt etter var blant annet «modulbygg», «industrialisering av byggebransjen», «effektivitetsgap i byggenæringen», «boligprosjekter med moduler». Søk ble også gjort etter internasjonale publikasjoner innen fagfeltet for å få et innblikk i aktuelt stoff innen internasjonal byggteknikk, i håp om å finne interessante prosjekter for undersøkelse. Forskeren tok også kontakt med SINTEF Community for å undersøke om de holdt på med aktuell forskning. SINTEF Community svarte at de holdt på med et forskningsprosjekt om industrialiseringen av byggeprosessen som skulle overleveres Kommunal- og Moderniseringsdepartementet. Det ble også gitt tilbud om deltakelse i prosjektet, om det var ønskelig for forskeren. Ettersom SINTEF Community publiserte forskningsprosjektet i mars 2019 var det ikke behov for deltakelse fra forskerens side.

3.2 Forskningsdesign

På grunn av tidsdimensjonen til en masteroppgave er det kun mulig med en tverrsnittsundersøkelse. Denne typen undersøkelse undersøker nåsituasjonen til et fenomen eller case og søker etter å beskrive den og forhold som er mindre kjent eller ukjent. Dette kalles av Johannesen et al. (2016, s. 62) en eksplorativ tilnærming. At det er eksplorativt blir underbygget av Yin (2018, s. 10), som sier at problemstillinger med «hvordan» formulering ofte er eksplorative. Et av målene har vært å samle og skape kunnskap om husmoduler i boligprosjekter og muligens skape interessante problemstillinger for videre forskning. Kunnskapen om bruk av husmoduler i boligprosjekter ble tidlig identifisert til å ligge hos byggherrer som har erfaring med metodikken. Derfor ble det besluttet å gjennomføre kvalitative intervjuer med byggherrer i modulbransjen, og sammenligne innhentet data med aktuell teori på området.

Det overstående i sammenheng med en problemstilling som søker etter svar på et «hvordan» spørsmål, gjorde at en naturlig metodisk fremgangsmåte var å bruke case study som en paraply for forskningen (Yin, 2018). Case study er et svært fleksibelt forskningsdesign som tillater mange forskjellige verktøy for datainnhenting.

3.2.1 Case Study

Case study som metode er en empirisk metode som undersøker et moderne fenomen (caset) i dybden og innenfor fenomenets virkelighetsbaserte kontekst (Yin, 2018, s. 15). Grensesnittet mellom fenomenet og konteksten kan også være uklart. Med andre ord er det en metode for å forstå et problem som er avgrenset av virkeligheten.

I henhold til Yin (2018, s. 15) er det hensiktsmessig å benytte seg av teori som grunnpilar i case studiet. Teorien hjelper studien med struktureringen av designet, data innsamlingen, analysen og resultatene. Det hjelper også forskeren med å spesifisere omfanget av studier som er eksplorative, altså at caset kan avdekke situasjoner, temaer eller problemstillinger som kan uforutsett oppstå. Det gjør at forskeren kan gjøre hensiktsmessige og fullstendige beskrivelser av caset når det kan forankres i teori. Relativt tidlig i prosessen begynte forskeren å innhente teori til studien, og prosessen har pågått gjennom hele studieperioden. Det ble først laget et teoretisk rammeverk for hva forskeren antok det var behov for, men etter datainnhenting ble det behov for å supplere det teoretiske rammeverket.

3.3 Forberedelse

Før feltarbeidet startet var det viktig å forberede seg på fasen for å kunne maksimere utbyttet av den. Det krever mye av forskeren å gjøre en case study, ettersom prosedyrene for datainnsamling ikke er basert på rutiner, men har flytende overganger og ofte gjøres i et dynamisk miljø (Yin, 2018). Det er flere ting forskeren kan forberede seg på for å stille best mulig rustet, og det blir drøftet videre i dette delkapitlet.

3.3.1 Stille gode spørsmål og være en god lytter

Under innsamling av data må forskeren raskt vurdere empirien og kontinuerlig spørre seg selv hvorfor hendelser og oppfatningene til intervjuobjekter er som de er (Yin, 2018). Det ble fremhevet at analytiske evner og å kunne følge opp svar for å få enda bedre forståelse av caset som helhet, er viktig.

Like viktig som å stille de riktige spørsmålene, er det å lytte. Dette er ikke bare det å oppfatte ordene som blir sagt, men også meningen av ordene. Det å kunne følge terminologien brukt i byggebransjen er viktig for å kunne følge hendelsesforløpet uten å måtte avbryte for å spørre om betydningen av ord. Når en lytter er det viktig å kunne prosessere store mengder informasjon samtidig som en må være objektiv, noe som kan være krevende (Yin, 2018). Forskeren opplevde

også at informantene til tider «pratet over hodet» til forskeren, noe som er lett forståelig ettersom flesteparten av informantene har over 20 års erfaring fra bransjen med terminologier og stammespråk som medfølger. Løsningen på problemet lå i å stille spørsmål og be de forklare begreper nøye.

3.3.2 Adaptivitet og kunnskap om temaet for undersøkelse

«Anything that can go wrong, will go wrong» – Murphy's law

Veldig få ting går etter planen, og det er derfor viktig å være forberedt på flere scenarier, forskeren må alltid skal ha en plan B, og det skader ikke med en plan C (Yin, 2018, s.84). Det var informanter som ikke kunne stille til intervju, eller som måtte endre tidspunkt på kort varsel.

For å kunne styre ordet i et intervju er det viktig at forskeren har nok kunnskap om emnet (Yin, 2018). Det ble derfor lagt vekt på å utforme et teoretisk rammeverk for tematikken som gjorde at forskeren enklere kunne vite om situasjoner som intervjuobjektet snakket om burde undersøkes videre.

3.4 Innsamling av data

For å skape det empiriske rammeverket for oppgaven har det blitt samlet inn data om bruk av moduler i boligprosjekter. Informasjonen kan innhentes fra mange forskjellige kilder og Yin (2018, s. 113) koker det ned til seks ulike kilder; dokumentasjon, intervjuer, arkiv, direkte observasjon, deltakende observasjon og fysiske artefakter. De fire siste ble i denne studien ansett som lite relevante metoder ettersom det ikke skal ses på kulturelle egenskaper, eller gjøres noen direkte eller deltakende observasjon. Det har derimot blitt gjort flere passive observasjoner og befaringer av boligprosjekter som er bygget med moduler. Dette har gitt forskeren et større grunnlag for å vurdere informasjonen som har kommet frem, særlig rundt estetikk og planløsninger.

3.4.1 Intervjuer

En av de viktigste informasjonskildene i case studier er intervju (Yin, 2018, s. 118). Det er på grunn av mulighetene for dypdykk inn i situasjoner på et helt annet nivå enn hva som er mulig å oppnå ved bruk av spørreskjema. Det er også mulighet til å studere informantens perspektiver rundt situasjoner og mulige refleksjoner de har gjort seg. Intervjuguide ble sendt til informantene i forkant av intervjuet, så de var forberedt på hvilke spørsmål som kom til å bli stilt.

Når det kommer til antall intervjuobjekter for studien er det ikke noe fasitsvar på dette spørsmålet. Det ble i 2012 utført en undersøkelse på veiene av National Centre for Research Methods i Storbritannia, som konkluderte med at antall nødvendige informanter for kvalitative undersøkelser var svært avhengige av undersøkelsen (Baker, Edwards & Doidge, 2012, s. 42). Optimalt antall er særlig avhengig av graden på undersøkelsen, ledig tid og hva som er kravet til institusjonen hvor undersøkelsen blir gjort, og det konkluderes derfor med at det ikke er noen fasit. Yin (2018) sier på sin side at forskeren bør gjennomføre intervjuer til forskeren ikke lenger tilegner seg ny kunnskap om caset, og bygger dermed under påstanden om at antall informanter er høyst avhengig av undersøkelsen selv. Forskeren i denne studien tilegnet seg særlig stor kunnskap om temaet i første intervju, mens ny kunnskap ervervet i de påfølgende intervjuene ble mindre og mindre, i tråd med aktuell teori. Det vurderes derfor slik at åtte intervjuer er adekvat for innhenting av data for denne studien.

Intervjuene skal ikke være en utspørring, men en guidet samtale om et tema (Yin, 2018). Under gjennomføringen av intervjuer er det viktig å la informantene snakke fritt, uten avbrytelser, for det er som oftest da de gode fortellingene kommer (Yin, 2018). Det er allikevel greit å ha en viss form for standardisering av intervjuet, ettersom det blir lettere å sammenligne svar, og intervjuet blir mer fokusert og tar mindre tid (Johannesen, Christoffersen & Tufte, 2011, s. 146). Det er viktig at informantene holder seg til temaet, ellers så blir intervjuene unødvendig lange og det blir mer dødt materiale i transkriberingen, som fører til mer arbeid for forskeren. Det ble derfor valgt en semistrukturering av intervjuene som en gylden middelvei.

Det blir av Yin (2018, s. 118) sett på forskningen til Becker fra 1998 som så på viktigheten av å stille spørsmål som var formulert med «hvordan», istedenfor «hvorfor». Konklusjonen fra forskningen var at «hvorfor» oppleves som negativt ladet av informanter og gjør at det skapes defensivitet i intervjusituasjonen. Forskeren etterstrebet derfor å balansere to ting; innhenting av relevant data til caset sitt, men også vennlighet i sin fremtoning mot informantene med å formulere spørsmålene med «hvordan».

Hva som planlegges og hva som skjer er derimot to forskjellige ting, de utførte intervjuene har som regel blitt mindre strukturerte enn planlagt og gitt mye mer etterarbeid enn forventet i analysefasen. Flere av informantene innehadde meget stor kunnskap om husmoduler i boligprosjekter og var inne på problemstillinger som forskeren ikke hadde tenkt over. Dette gjorde intervjuene mer utfordrende enn først antatt. Yin (2018) sier at case studie kan sammenlignes

med detektivarbeid, forskeren må undersøke og pirke borti flere emner for å se om noe rører seg. Flere av informantene pratet velvillig i vei på spørsmål og forskeren unngikk bevisst å avbryte, ettersom det viste seg at de mest informative kommentarene og poengene kom mens informantene fikk prate fritt og ikke følte seg avhørt. Andre informanter holdt derimot litt mer tilbake og lot forskeren i større grad strukturere intervjuet.

Det ble tidlig i prosessen opprettet en database med byggherrer i bransjen som ble ansett som interessante å intervju. En strategi som ble brukt for å finne flere informanter var snøballmetoden, der en informant gir råd om ny informant (Tjora, 2017). Denne strategien ga god avkastning fordi informantene hadde lang erfaring i bransjen og god kjennskap til andre aktører og visste hvem som var flinke og ikke. Det viste seg også at boligbygging med moduler er en liten nisje i bransjen og det ble flere ganger oppdaget at informantene nevnte hverandre.

3.4.2 Dokumentstudier

Empirien i denne masteroppgaven kommer i hovedsak fra intervjuer, men det har også vært behov for dokumentstudier for å samle inn relevant teori om fagfeltet. I tillegg har det blitt søkt på nettet om informasjon om byggherrene, noe som er viktig for å redusere belastningen på intervjuobjektene i studien, dokumentstudier er en ikke-påtrengende metode (Tjora, 2017).

En av fordelene med dokumentstudier er først og fremst muligheten det gir til å supplere informasjon gitt i intervjuer (Yin, 2018). Dokumentene har ikke vært grunnlag for det presenterte materialet i kapittel 4, men har vært med på å danne helhetsbildet til forskeren rundt temaet.

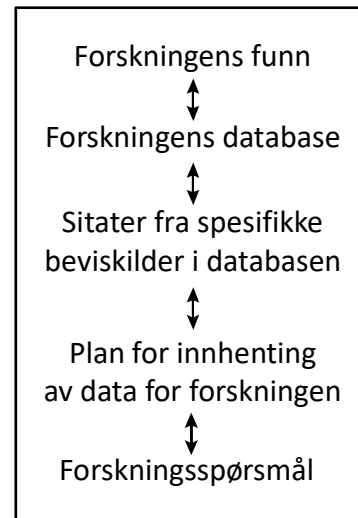


Figur 12 Strategi for søk

3.4.3 Prinsipper for innsamling

Det første og mest alminnelige prinsippet for innsamling er å bruke flere kilder for data for å kryssjekke innsamlet data. Mye av styrken til case studier er nettopp muligheten for bruk av flere kilder til datainnsamling. Dette kalles også triangulering og blir av Yin (2018, s. 126) fremhevet som en viktig metode for å skape validitet i forskningen. Triangulering kombinerer teori, metoder eller data fra flere kilder og muliggjør flere synsvinkler.

Det neste Yin (2018, s. 130) trekker frem som prinsipp for datainnsamling er å organisere materialet og skape oversikt for studien. Dette har vært lett å gjøre digitalt, hvor strukturering i mapper er enkelt. Datamengden i studien ble stor, og det var lett å miste oversikten, data ble derfor lagret med filnavn med strategiske nøkkelord som gjorde det lett å finne tilbake til i senere tid. I studien ble EndNote brukt som kildebehandlingsverktøy, noe som gjorde at kildene var lett oversiktlige og PDFer kunne linkes til kildene for lettere tilgang.



Figur 13 Beviskjede (Yin, 2018, s.135)

For å ha en god validitet i forskningen er det viktig å prøve og holde en rød tråd for bevisene i forskningen (Yin, 2018, s. 134). Leseren skal kunne være i stand til å se hvordan bevisene forløper seg gjennom teksten. Det er av den grunn brukt betydelig tid på at ingen bevis har blitt bortkommen eller ikke blir nevnt i denne studien. Forsknings spørsmålene er tett linket opp til empirien.

3.5 Analyse av data

Etter at dataen var samlet inn, ble den analysert. Siden kvalitative intervjuer var blant teknikkene for datainnsamling har det vært rundt 60 sider med transkribering av opptak som måtte sorteres og analyseres. Det første steget var derfor å redusere mengden data og systematisere funnene (Johannesen et al., 2016). Noe som ble poengtert av Silverman (2017) er at gode data ikke garanterer god kvalitet på forskningen, og at det i utgangspunktet ikke er forskjell på god og dårlig data. For kvalitativ forskning er det viktig at den som har samlet inn dataen også analyserer den, ettersom den personen har en bedre forståelse for konteksten dataen ble samlet inn under. Analysen av data er en fortolkning av det innsamlede materialet og Tjora (2017) framhever at mye av potensialet i kvalitativ forskning ligger i denne fasen.

Dataen har blitt analysert i analyseprogrammet NVivo. Etter at transkriberingene ble lagt inn i programmet ble dataen kodet og strukturert i noder etter tema. Programmet gir forskeren oversikt over all data som har blitt kodet etter samme node. Dette gjorde at data ble svært oversiktlig og gjorde analysen lettere å gjennomføre. Det var også mulig å systematisere dataen etter hvilke forhold de hadde mellom hverandre for å finne sammenhenger.

Tabell 2 Innhenting og behandling av data i forskningsprosessen

Fase	Prosess
Dokumentstudie	Innhenting av skriftlige kilder (dokumenter, bøker, etc...) Definere kildenes egenskaper (eksempler, teori) Skape notater og linker mellom kilder Finne forhold og temaer (kode materialet til noder)
Forskningsdesign	Strukturere noder Lage modeller
Datainnsamling og analyse	Legge inn transkriberinger Lage noder for analysen Kode transkriberingen Finne sammenhenger mellom data Stille spørsmål til dataen
Sammenskriving/konklusjon	Bruke modeller Relatere litteraturen til den analyserte dataen Konkludere

3.5.1 Koding

Det blir av Yin (2018) fokusert på at det ikke er noen fasit eller kokebok for analyse av data i kvalitative sammenhenger. Det er mye opp til forskerens empiriske tenkning og hvor godt data har blitt samlet inn og systematisert. Hovedmålet med analysen av dataen var å finne mønstre og trekk som det er mulig å trekke slutninger ut ifra. Kodingen ble gjort i Nvivo, og det gjorde at forskeren kunne kode dataene effektivt. Tjora (2017, s. 197) mener koding av data har tre mål:

1. Ekstrahere essensen i det empiriske materialet
2. Redusere materialets volum
3. Legge til rette for idégenerering på basis av detaljer i empirien

Ved koding av intervjutranskriberingen gikk forskeren gjennom materialet og opprettet koder for materialet. Slik ble det jobbet gjennom alt materialet, og kodene ble dermed generert induktivt

med utgangspunkt i den innhentede dataen. Det blir videre av (Tjora, 2017) fokusert på at kodingen som utføres skal gjøres med betraktning av data som variabler, hvor empirien kan sorteres i ulike temaer med tilhørende beskrivelse (kvalitativ verdi). Det var viktig å unngå en sorteringsbasert koding hvor dataen blir sortert etter tema, fremfor etter innhold.

Det er lagt ned en betydelig jobb i å sortere data fra informantene. Veldig ofte svarer informantene langt på spørsmålene og svarer også på andre ting, noe som gjør det vanskeligere å hente ut essensen. Det vurderes derimot at mer ustrukturerte intervjuer har gitt høyere kvalitet på dataen, ettersom informantene har kommet med historier og digresjoner som underbygger poengene de har. Flere av disse blir presentert som direkte sitater i teksten.

3.6 Vurdering av kvaliteten i forskningen

En viktig del av forskning er å vurdere hvor god kvalitet det er på det utførte arbeidet og om det kan ansees som en god studie. Innenfor kvalitativ forskning er det i hovedsak tre forskjellige vurderinger som avgjør hvor god en studie er (Tjora, 2017, s. 231):

1. Hvor gyldig svarene er.
2. Hvor pålitelig innholdet er.
3. Hvor generaliserbare funnene er.

3.6.1 Gyldighet

Gyldighet handler om hvor valide svarene fra forskningen faktisk er i forhold til de spørsmålene som ble stilt (Tjora, 2017). Ved å stille tydelige spørsmål som er formet med utgangspunkt i temaet det forskes på og som er godt formulert, minimeres risikoen for at informantene ikke forstår hva det blir spurt om. Det kvalitetssikrer at informantene svarer på det det blir spurt om og ikke informantenes tolkning av spørsmålet. Det vurderes som at spørsmålene var adekvat utformet og at informantene skjønnte hva det ble spurt om.

Det er vanlig å dele gyldighet inn i begrepsvaliditet og ekstern validitet. Begrepsvaliditet dreier seg om operasjonalisering av fenomenet som studeres, slik at det genereres gyldige data som kan besvare problemstillingen (Johannesen et al., 2016).

Ekstern validitet gjelder hvorvidt det er mulig å overføre kunnskapen som blir generert om fenomenet gjennom studiet til andre lignende fenomener. For å kunne overføre en undersøkelse må en passe på å lykkes med å etablere beskrivelser, begreper og fortolkninger som kan være

nyttige for andre felt enn studiets konkrete felt (Johannesen et al., 2016). Ekstern validitet sier med andre ord noe om i hvor stor grad den gjennomførte forskningen er gyldig for andre situasjoner. Det vurderes som at denne forskningen i stor grad er gyldig ovenfor andre boligprosjekter hvor det brukes husmoduler som konstruksjonsmetode.

3.6.2 Pålitelighet

Mennesker er formet av arv og miljø, og det er umulig for forskeren å ikke komme forutinntatt inn i forskningssituasjonen (Tjora, 2017). Forskerens engasjement kan betraktes som støy under forskningen og påvirke resultatet. Det blir anbefalt at forskeren ikke prøver å forske uten forutinntakelse, men være klar over at den eksisterer. I mange tilfeller er det helt nødvendig at forskeren har engasjement rundt saken som blir undersøkt fordi det da mest sannsynlig vil gjøre at forskeren legger inn ekstra arbeid og undersøker caset dypt nok.

Bruk av opptaksverktøy i intervjuene har muliggjort en krydring av oppgaven med direkte sitater, noe som styrker påliteligheten til forskningen (Tjora, 2017). Påliteligheten ved forskningen vil også bli styrket ved å ha åpenhet rundt hva som er kriteriene for det som blir direkte sitert, og hva det representerer i forhold til det som ikke er sitert. Direkte sitater som har blitt brukt i denne oppgaven har blitt valgt ut fordi de representerer konkrete bevis for temaer som blir tatt opp, og underbygger poenger.

3.6.3 Generaliserbarhet

Et mål med mye samfunnsforskning er å kunne generalisere funnene fra forskningen over til en større populasjon, men dette kan være vanskelig for forskning på case (Tjora, 2017). Det blir videre av Tjora definert tre former for generalisering i kvalitativ forskning:

1. Naturalistisk generalisering er en form for generalisering hvor forskningen redegjør godt nok for detaljene til det studerte caset at *leseren selv* kan vurdere om funnene har gyldighet.
2. Moderat generalisering strukturerer i større grad resultatene av forskningen og legger føringer hvor tid og kontekst for hvor resultatene er gyldige.
3. Konseptuell generalisering skiller seg fra de to andre typene ved at den kvalitative forskningen som er utført utvikler teorier, konsepter eller typologier som kan ha relevans for andre caser enn det som er studert.

Målet med denne forskningen blir å etterstrebe en konseptuell generalisering, hvor konklusjonen av denne forskningen om industrialisering og bruk av volumetriske moduler i byggeprosjekter kan ha relevans for andre caser om samme tema. Det blir av Tjora (2017, s. 245) fremhevet at det er

viktig å knytte empirien som er analysert opp mot tidligere forskning og teorier som kan underbygge en større grad av gyldighet og generaliserbarhet.

På den andre siden blir det pekt på at mye av den kvalitative forskningen gjort på industrialisering av byggeprosessen er manuell, og derfor utsatt for subjektivitet fra forskeren og bygget på intervjuer av få representanter (Hosseinia et al., 2018, s. 1). Det er derfor begrenset hvor mye generaliserbarhet en kan ta fra slik forskning og det blir understreket at forskningen ofte ser på treet, men ikke på skogen som en helhet.

3.7 Etikk

Selv om forskning er viktig for samfunnet, er den ikke fritatt fra dens lover og regler. Etikk i forskningen dreier seg om prinsipper for rett og galt, og hvordan forskningen kan få konsekvenser for andre mennesker (Johannesen et al., 2016). Etikk er spesielt viktig i samfunnsforskning fordi den berører enkeltmennesker og forhold mellom mennesker. Denne berøringen er særlig med tanke på datainnsamlingen, på grunn av forskerens avhengighet av intervjuobjekter i case studier. Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) har laget en liste over forskningsetiske retningslinjer hvor de har særlig fokus på hensyn til personer som blir berørt av forskningen (Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora, 2016). For det første er det viktig å være klar over at forskeren skal arbeide ut fra en grunnleggende respekt for menneskeverdet og skal respektere personvernet. Forskningen skal verne om personlig integritet og behandling av personopplysninger på en forsvarlig måte. Personvernforordningen, eller General Data Protection Regulation (GDPR) som trådte i kraft 25. mai 2018 er opprettet av EU og har til hensikt å bedre enkeltpersoners mulighet til å kontrollere opplysninger som er registrert om dem selv (Official Journal of the European Union, 2016). Reguleringen sikrer at det må bli gitt samtykke før innhenting av data fra enkeltpersoner, og de har også rett til tilgang på sine personopplysninger som er samlet inn og korrigere informasjon i ettertid hvis den er feilaktig, ufullstendig eller utdatert. Informantene har blitt anonymisert og alle personopplysninger er behandlet konfidensielt og ble slettet da forskningsprosessen var over.

Når det kommer til behandlingen av intervjuobjekter er det viktig å unngå nærgående og intime temaer, ettersom det kan oppleves ubehagelig for den som blir intervjuet (Tjora, 2017). Intervjuobjekter har blitt behandlet med respekt og har ikke blitt presset for informasjon eller hengt ut under intervjuet.

Det er ikke bare behandlingen av intervjuobjektet som skal være etisk, mye av etikken i forskningen gjelder hvordan forskeren anvender sin data. Yin (2018) understreker at for å være etisk korrekt må man også kunne holde en objektiv holdning gjennom prosessen. Det etisk riktige er å fremstille forskningen uten en farging fra forskerens side, noe som har blitt etterstrebet. Forskeren har mye makt over resultatet av forskningen og kan lett begrave et bevis som snakker mot forskerens synspunkt eller argument. Det har vært viktig for forskeren å være åpen om forskningen og forskningsprosessen, fordi ærlighet varer lengst.

4. Funn fra dybdeintervju

I dette kapitlet presenteres funnene fra den kvalitative forskningsprosessen, hvor åtte byggherrer gjennom dybdeintervjuer, ble spurt om bruk av husmoduler i boligprosjekter.

Informantene har ikke tatt utgangspunkt i et spesifikt prosjekt, ettersom det var mer interessant å finne ut av byggherrenes overordnede strategi for bruk av moduler, enn spesifikt for ett prosjekt. Flere av informantene løftet frem prosjekter for å belyse tilfeller og det kom tydelig frem at det var prosjektspesifikt hvilke løsninger man så som mest hensiktsmessige, men uten store variasjoner. Det kan se ut som valget om å ikke låse intervjuet til ett spesifikt prosjekt ga et bredere informasjonsgrunnlag.

Kapitlet starter med en oversikt over byggherrene som har deltatt i denne studien. Kapitlet er videre strukturert etter forskningsspørsmålene. Først presenteres informantenes forståelse av begrepet industrialisering av byggeprosessen og deres strategi for fremtidig industrialisering. De positive sidene ved bruk av moduler kommer før de negative. Videre presenteres informasjon om gjennomføringsmodeller for boligprosjekter med bruk av husmoduler, før kapitlet rundes av med hvordan byggherrene ser på prosjektledelse.

4.1 Informantene

Informantene (byggherrene) som har blitt intervjuet i forbindelse med denne studien har blitt anonymisert, men det blir allikevel i dette delkapitlet gitt litt informasjon om de. Dette har blitt gjort for å fremstille hvilken kompetanse informantene besitter og hva slags selskap de jobber for. For å hensynta anonymiseringen av selskapene ligger etableringsåret for selskapet innenfor et intervall på 30 år. Antall ansatte har et avvik på +/- 50%. Byggherrenes erfaringstid fra byggebransjen ligger innenfor et intervall på 10 år. Intervallet for informantens tid i nåværende stilling er 5 år.

Tabell 3 Informasjon om byggherrenes virksomhet

Informant	Selskapet etablert	Antall ansatte	Virksomhetsområde	Lokasjon	Selskapets geografiske kjerneområde
Byggherre 1	1940-1970	50-100	Bolig- og næringsutvikling	Østlandet	Nasjonal
Byggherre 2	1930-1960	50-100	Bolig- og næringsutvikling	Østlandet	Nasjonal
Byggherre 3	1940-1970	35-70	Boligutvikling	Østlandet	Lokal
Byggherre 4	1989-2019	10-20	Boligutvikling	Østlandet	Nasjonal
Byggherre 5	1970-2000	5-10	Bolig- og næringsutvikling	Østlandet	Nasjonal
Byggherre 6	1989-2019	5-10	Bolig- og næringsutvikling	Østlandet	Lokal
Byggherre 7	1989-2019	7-15	Bolig- og næringsutvikling	Midt-Norge	Nasjonal
Byggherre 8	1960-1990	10-20	Bolig- og næringsutvikling	Midt-Norge	Lokal

Tabell 4 Oversikt over byggherrens bakgrunn og rolle i selskapene

Informant	Informantens rolle i selskapet	Erfaringstid i byggebransjen	Tid i nåværende stilling
Byggherre 1	Daglig leder	20-30år	5-10 år
Byggherre 2	Prosjektsjef	15-25 år	10-15 år
Byggherre 3	Prosjektsjef	35-45 år	0-5 år
Byggherre 4	Prosjekteringsleder	30-40 år	0-5 år
Byggherre 5	Daglig leder	35-45 år	10-15 år
Byggherre 6	Daglig leder	5-15 år	5-10 år
Byggherre 7	Daglig leder	30-40 år	5-10 år
Byggherre 8	Prosjektsjef	20-30 år	10-14 år

Tabell 5 Oversikt over byggherrenes erfaringer

Byggherre	1	2	3	4	5	6	7	8
Har tatt ansvar for frakt	X			X				
Har kjørt delt entrepriser	X							
Har brukt utenlands leverandør	X	X	X	X	X		X	X
Har brukt nasjonal leverandør						X		X
Har brukt egenproduserte moduler				X				X

4.2 Hvilke muligheter og fordeler byggherrer ser med bruk av husmoduler

Byggherrene hadde mange gode poenger og var samstemte rundt hva som er fordelene til moduler i boligprosjekter og hvordan utviklingen videre kan være.

4.2.1 Fremtidig industrialisering av byggeprosessen

Det viste seg at informantene hadde ganske lik oppfattelse av hva industrialisering er, og stikkord som går igjen er standardisering og effektivisering. Flere av byggherrene uttrykte misnøye over hvor treg og lite effektiv byggeprosessen kan være, og at skreddersøm fordyrer prosjektene. De pekte på at byggetiden må kortes ned og byggene må konstrueres i et miljø som er skjermet for vær og vind. Bransjen må fornye seg og ta i bruk innovative løsninger.

«Vi må glemme gamle metoder. Hadde bilindustrien tenkt sånn som byggebransjen gjør hadde de vært konkurs for 30 år siden». Byggherre 7

Det ble påpekt at industrialisering er et vidt begrep som ikke har hatt stor nok betydning i bransjen, og at bransjen trenger å lære av tidligere prosjekter, og gjenta suksesser.

«Alt skal stort sett gjøres fra A-Å hver eneste gang, og vi er veldig dårlige på å bruke tidligere erfaringer.» Byggherre 3

Noen av byggherrene tenkte mer i logistiske baner og var innom følgende stikkord: *«Detaljert prosjektering, produksjonsplanlegging og produksjon. Systematisert og optimalisert produksjon. Faseforskjøvet produksjon. Planlagt vareflyt.»* Industrialisering ifølge byggherrene er å effektivisere alle ledd i produksjonen. For å gjennomføre dette må prosesser standardiseres, noe som gjør at det må brukes standardløsninger i prosjektene og samme løsning må brukes flere ganger for å unngå å bruke tid og penger på å tenke nytt. Dette vil føre til raskere og mer effektiv bygging.

4.2.2 Strategi for videre industrialisering

Å industrialisere boligbyggingen kan være en bevisst strategi fra byggherrens side, eller det kan være mer tilfeldig at husmoduler har blitt brukt i prosjektene. Byggherre 6 sier de har et helt bevisst forhold til å standardisere boligbyggingen for å få ned kostnadene og redusere risiko.

Gevinsten ligger i å gjenbruke byggetegninger, noe som reduserer arkitekt- og prosjekteringskostnader.

En av de som har lang fartstid med moduler, byggherre 1, presiserte at de ikke har noe strategi for å industrialisere utover det å benytte moduler der det er lønnsomt. Selskapet begynte med et mål om å produsere billige boliger, og for å få til det måtte de industrialisere og repetere metodikken. Gjenbruk av tegninger var noe av det første som ble gjort for å kutte kostnader.

Andre igjen er helt tydelige på at kjernevirksomheten til firmaet er industrialisering og bruk av moduler, plassbygd er uaktuelt for byggherre 4.

«Vår strategi er industrialisering og bygging med moduler.» Byggherre 4

Byggherre 3 har vært innom moduler, men har ikke noen strategi på dette, annet enn at det lønner seg når de skal bygge rimelige boliger og gjentakende enheter. Problemet deres er at samfunnet ikke ønsker industrielle bygg, og dette går helt tilbake til tidlig planleggingsstadium. De mener reguleringsplaner har blitt så detaljerte nå at man nesten fører den frem til rammetillatelse.

«Alt er stort sett basert på at man skal finne opp kruttet hver gang.»

Repeterende enheter er fy fy.» Byggherre 3

De mener derimot at det ikke er kundene det står på, men de som styrer utviklingen, som er plan og bygg, politikere og naboene. De som skal kjøpe og bruke boligene blir sjelden eller aldri spurt. De fremhevet videre at problemet for videre industrialisering i stor skala blir begrenset av metodene for boligutvikling som brukes i dag. Prosessen starter med at byggene blir tegnet ut, før omverden, ikke de som skal flytte inn, skal mene noe om estetikken. Når det er avklart begynner den viktigste prosessen ifølge byggherre 3, hva byggene skal inneholde og planløsninger. Byggherre 3 fokuserte på at hvis samfunnet vil ha effektiv industriell utbygging må rekkefølgen stokkes om. Planløsningen og romskjemaer må utarbeides før fasader og garnityr tegnes ut.

4.2.3 Beslutning om bruk av moduler som byggeteknikk

Byggherre 1 mente det må tas valg om moduler ved regulering eller tidligere, man må ha moduler i tankene ved reguleringsstadiet. Arkitekter eller byggherrer har tidligere kommet til leverandører av industrialisert byggverk med tegninger for plassbygde prosjekter for å prøve å løse det med moduler. Dette går ikke ifølge byggherre 1, hvis bygget er tegnet for plassbygd blir det ikke optimalt for modulprodusent eller byggherre. Det må gjøres en del justeringer for å bygge det

med moduler og da blir ikke planløsninger og bæring optimalt. Det er bedre å begynne på nytt og flere av byggherrene mener at det må tas valg om bruk av husmoduler veldig tidlig i eiendomsutviklingsprosessen, for å oppnå størst mulig gevinst.

«Vi tenker moduler fra vi kjøper tomten. Vi ser at tomten er egnet og tenker moduler med en gang. Det er helt avgjørende å tenke moduler med en gang. Muligheten for moduler ligger ved å tenke det fra starten og man må tenke sjakter, føringer og bæring med en gang.» Byggherre 5

Selv om byggherrene kjøper tomter med tanke på utvikling med husmoduler, ønsker de ikke å låse seg til den byggeteknikken. En overgang fra moduler til tradisjonelt byggeri går bra, ettersom byggherre allerede har prosjektert sjakter, føringer og bæring. Veggene i et modulbygg er tykkere enn tradisjonelt byggeri, det gjør at en overgang fra modul til tradisjonelt byggeri vil medføre mer areal, noe som ikke er negativt for boligkjøper ifølge byggherre 7.

At valg tidlig i prosessen om å bygge med moduler ikke låser byggherren til en spesifikk byggemetode syns byggherre 8 er positivt.

«Vi har holdt på med moduler i lang tid og frem til 2013 var vi mye i motfase. Prosjekterte jeg modulbygg ble det plassbygd og prosjekterte jeg plassbygd ble det moduler på grunn av valutasvingninger og entreprenørmarkedet.» Byggherre 8

Det er derfor en fordel å kunne skifte byggemetode for å utnytte markedsvisinger.

4.2.4 Gjennomføringstid

En av de mest vesentlige besparelsene ved bruk av moduler er kortere gjennomføringstid på prosjektene, noe som er mulig på grunn av parallellproduksjonen som foregår. Modulene produseres simultant med at grunn- og fundamentarbeidet pågår.

*«Det optimale er at modulene blir levert når p-kjelleren er ferdig.»
Byggherre 7*

Byggherre 3 var også helt klar på at den korte byggetiden var veldig viktig for bruk av moduler i boligprosjektene og at det gav direkte reduserte kostnader på grunn av en betydelig lavere finanskostnad.



Bilde 7 Konstruksjon av moduler i fabrikk (Haugen, 2015)

4.2.5 Potensiale for økt tilpasningsdyktighet og arkitektur

Byggherre 3 trakk frem bruk av små komplementære moduler, kalt «knaster» i sine prosjekter for å øke fleksibiliteten. Disse knastene kan for eksempel være baderomskabiner som inneholder to bad som deles mellom leilighetene, eller soveroms-knaster som bygges på. De har klart å komprimere en to-roms innenfor 38-40kvm, og samtidig ha den som lovlig transport på vei. Disse kan også utvides til å bli en tre-roms ved å legge inn soveroms-knaster. Da er det viktig at man får maksimert antall soveroms-knaster på en transport. Denne utviklingen har i stor grad vært muliggjort gjennom arkitektkonkurranser hvor målet ikke var å skape fasader, men planløsninger, som i sin tur gir premissene for fasadene. Byggherre 8 sier det har jobbet mye med aksene i boligene de produserer, både for å lettere tilpasse de til moduler, men også konvertering fra modulprosjekt til plassbygd, det gir de flere bein å stå på.

«Vi jobber mye med aksene i bygget, sånn at det går opp i 4 og 3 meter akser (tilpasset til modulene våre). Vegger kan derimot flyttes litt hvis vi ser at vi må konvertere til plassbygd, men i hovedsak går det opp i de strukturene.» Byggherre 8

Boligprosjekter med moduler har dessverre ikke vært kjent for å skape fasader med godt arkitektonisk uttrykk. Fordi det er et mål fra byggherrene sin side om å maksimere størrelsen på modulene innenfor hva som er lovlig transport på norske veier er de aller fleste 4,2 meter brede og 12-13,5m lange. Dette gir ofte lite spillerom for arkitekten, og derfor har ofte modulprosjektene

fått et «brakkerigg»-aktig preg. En aktør som virkelig setter arkitektur i fremsete i sine modulprosjekter er byggherre 7 som har jobbet mye med å skape gode fasader med bruk av forskjellige typer fasadekledning og sprang i fasaden som kamuflerer skjøtene. I områder der det er en skjøt så må man ha sprang, annen kledning og andre innovative løsninger som hjelper med å skjule skjøtene. Skjøtene mellom modulene er en tilbakevendende problemstilling for byggherrene. Hvis modulene kommer med kledning fra fabrikk er det ofte billigst og lettest å bare sette opp et bord foran skjøten. Byggherre 7 mener det er enklest å skjule skjøter med liggende panel, da kan panel smettes inn i skjøtene. Noen av byggherrene understreker derimot at man må påregne litt komplementeringsarbeid på byggeplassen for å oppnå et godt estetisk uttrykk.

«Ofte så legger vi søyler for balkonger og sånt foran skjøten, vi designer den skjøten så det ser ut som det er et element i fasaden. Vi bruker mye tid på å bryte opp og skjule det.» Byggherre 7

Byggherre 7 forklarte videre at de jobber mye med gode fasader og velger leverandører som leverer det de ønsker. De bestiller modulene med kledning og er nøye når de lager materialbeskrivelser og mener det er et suksesskriterium for gode modulprosjekter. De valgte å avslutte samarbeidet med en østeuropeiske modulleverandørene som de mente var for konservative på «det gjør vi ikke» og «det kan vi ikke» med tanke på byggherrens krav til utforming.

Det er derimot ikke alle byggherrene som ønsker å få modulene levert med kledning. Argumentet er at det er lettere å få til et fint bygg når man kan legge kledningen til slutt uten å måtte bekymre seg for skjøtene.

«Våre fasader blir montert på byggeplass, ikke på fabrikk. Dette er en kost/nytte analyse og vi mener man kan få et «brakkeriggaktig»-preg på modulene når fasaden er montert på fabrikk.» Byggherre 5

Som byggherre 5 er inne på har boligprosjekter bygget med moduler i lang tid hatt et stempel som brakkerigger, slike som brukes som midlertidige kontorer og oppholdsrom på byggeplasser. Det har derimot skjedd mye med kledningene på boligprosjekter, i dag benyttes ofte platekledning.

«Det er kvantesprang i estetikken på bygg som bygges i dag kontra for 10 år siden.» Byggherre 5

Byggherre 7 ser derimot etter læring fra andre deler av industrien når det kommer til å skape morgendagens moduler og mener at skjøtene er modulenes største utfordring. Byggherren ser derfor mot skipsindustrien og hvordan de produserer lugarer. Modulene laskes sammen i himlingen og kobles sammen med spesialiserte koblingsbokser. Byggherre 7 designer og utvikler eget modulkonsept som består av kun to forskjellige modultyper, konseptet er LEGO-aktig og modulene monteres hengende med hjelp av braketter. Modulene skal være i stål og byggherre 7 tenker at et skipsverft vil være den beste produsenten for dette konseptet.

«Vi har dessverre så mye å holde på med nå og må fokusere på det som gir oss inntekter nå, fremfor utvikling av nye modulkonsepter.» Byggherre 7

Norge er kjent for sin høye kompetanse innen skipsbygging, en kompetanse som er overførbart til modulbygging. Verft kan gjennom konstruksjon av moduler for boliger få et ekstra ben å stå på og en sikkerhet i lavkonjunkturperioder.

4.2.6 Kostnader

Modulene produseres i fabrikker som er spesiallaget for aktiviteten, med jiger for produksjon av elementene som modulen består av. Arbeidet er skjermet for vær og vind og gir et stabilt inn klima. Dette gjør at modulene har optimale forhold for å oppnå høy kvalitet på byggeriet, ifølge byggherre 7. Samtidig legger dette forholdene til rette for å effektivisere produksjonen og minimere svinn. For å ytterligere presse prisene benytter mange av byggherrene seg av østeuropeiske moduler, fordi produksjonskostnadene i Øst-Europa er mye lavere. De lave produksjonskostnadene kommer i stor grad av den lave lønnen snekkerne har, og noen av byggherrene snakker om rundt 30 kr pr. time.

«Kostnader er den viktigste faktoren for mer effektiv bygging.» Byggherre 3

Moduler blir ofte valgt som konstruksjonsmetode fremfor plassbygd fordi det er billig. Utfordringen er om det er mulig å senke produksjonskostnadene enda lenger ned, noe flere byggherrer er skeptiske til.

«Vi klarer ikke å drive kostnadene noe mer ned, bunnen er nådd. Det er stor forskjell fra moduler til tradisjonell byggemetode.» Byggherre 7

4.3 utfordringer og ulemper byggherrer opplever med bruk av husmoduler

4.3.1 Fysisk utforming av tomten

Tomtens utforming er svært premissgivende for hvordan byggherrene skal planlegge og tilpasse en utbygging. Noen tomter er flate, andre er skrå og de har forskjellig grunnforhold. Tomtens topografi har ikke har noen større betydning for bruk av moduler enn hva plassbygd har, uttalte flere av byggherrene. Bruk av moduler er ofte vanskelig i infill-prosjekter, fordi modulbygging krever plass til plassering av stor mobilkran, noe som kan være utfordrende i trange bygater. Her har plassbygde løsninger en fordel. Det er ikke spesielt utfordrende for byggherrene å bygge på skrå tomter, men det må være god adkomst til tomten som tillater frakt av tung mobilkran og semitrailer med modulene. Utfordrende terreng kan løses ved å bygge terrengtilpasset garasje under modulene. Dette gjør også at uteareal ikke går med til overflateparkering, men i stedet til viktigere ting, som grøntareal og lekeplasser. Oppsummert sett er det utfordrende med modulprosjekter i tettbebygde strøk og byggherre må vurdere adkomst og plassering av mobilkran.

«Tomtens beskaffenhet har ikke så mye å si. En kupert tomt har som regel en garasjekjeller under, og man får da et kombinert prosjekt med grunn/fundament og modulene oppå. Tomten utgjør ikke noe forskjell.»

Byggherre 3

Fordelen med garasjekjeller under er at man får et godt fundament for å sette modulen oppå. Hvis det ikke er garasje under må modulene settes på svill. Modulen blir av noen byggherrer montert med luftet krypkjeller, mens andre har varm krypkjeller. Over kjeller er det derimot hensiktsmessig med varm krypkjeller for å unngå varmetap. Det er flere måter å montere modulene på og monteringsmetodene utvikler seg stadig. Modulbransjen for bolig i Norge er relativt liten og oversiktig, og flere av byggherrene har kjennskap til hverandre og hvilke løsninger de anvender.



Bilde 8 Fundamentet for sportsboder i front og modulene i bakkant klart for montering (Haugen, 2015)

4.3.2 Transport av modulene til tomten

Modulene produseres off-site i produksjonslokalene til modulleverandøren før de blir fraktet til byggeplass. Frakt av husmoduler til tomten er en krevende oppgave og koster mer for byggherre jo lenger de må transporteres. For byggherrene som kjøper moduler fra Øst-Europa må modulene først transporteres fra fabrikk til kai, før de lastes på skip og fraktes til Norge. Deretter losses de i norsk havn før siste etappe til byggeplass skjer med semitrailer. Som oftest er det billigst å frakte til Østlandet, og det blir dyrere jo lenger nord moduler fra Øst-Europa må fraktes. For byggherrer som kjøper norske moduler er fraktkostnaden et produkt av avstanden til byggeplassen fra fabrikk og modulene kan kjøres direkte fra fabrikk uten omlastinger.

«Den mest ypperlige tomten [for oss som kjøper moduler fra utlandet] med tanke på moduler er rett ved sjøen, slik at man kan heise direkte fra båt til byggeplass. Da slipper man transport på land.» Byggherre 2

Fordelen med levering direkte fra båt til bygg rett ved sjøen er at man slipper å forholde seg til maksbredden på 4,2m for veitransport. Byggherre 2 har derimot ikke prøvd det, men det har byggherre 1 og 4. Byggherre 1 løftet modulene rett fra båt til fundament på et prosjekt i Henningsvær i Lofoten. Siden modulene var klassifisert som internasjonale varer måtte de sette opp gjerde som var i henhold til kravene satt i *International Ship and Port Facility Security Code* og vakthold 24 timer i døgnet. Dette kostet penger og kompliserer arbeidet.

Byggherre 7 hadde et prosjekt i Drammen hvor de ønsket å bruke moduler på 5,3 meters bredde for å få bedre planløsning på leilighetene de skulle bygge, men veitrafikkloven setter begrensning på 4,2 m, selv om det var kort avstand. I en telefonsamtale med et fraktselskap på Østlandsområdet ble det informert om at det er mulig å frakte bredere moduler enn hva som er oppgitt i tabellen i kapittel 2.4.4, men det innebærer en omfattende godkjenningssprosess. Det er derfor vanskelig å gjennomføre hvis modulene skal fraktes langt. Det ble også informert om at maks bredde for transporten er helt avhengig av hvilken kundebehandler man treffer på hos vegvesenet eller hos politiet. Det er også avhengig av hvilke veier det skal transporteres på, ettersom forskjellige veityper har forskjellige begrensninger.

Byggherre 8 pekte på at de ikke er lengden eller bredden på transporten som er den største utfordringen for dem, men antall omlastinger fra fabrikk til byggeplass er det som driver opp kostnadene og kompliserer arbeidet.

«Om bilen kjører 2 mil eller 5 mil så er det ikke så stor forskjell. Det er omlastninger som er dyrt. Vi hadde leveranse fra Sør-Sverige hvor de kjørte gjennom hele Sverige til Trondheim istedenfor å kjøre bil fra produksjonslokalene til kai, båt til Trondheim og bil fra kai til byggeplass.»

Byggherre 8

Det er ofte modulleverandørene som står for transporten av modulene til byggeplassen. Flere av byggherrene påpeker at de kunne organisert transporten selv, men at de heller baker det inn i kontrakten med modulleverandøren. Det gjør at det blir færre grensesnitt og reduserer risiko.

Byggherre 1 går derimot andre veien og står selv for transporten fra Øst-Europa til byggeplass. Det kompliserer prosjektet og øker risikoen, men byggherren mener dette muliggjør kostnadsbesparelser. De får også velge hvilken mobilkran som skal brukes, samt plassering av oppstillingsplass.

Moduler fraktet til landet med båt, lagres ofte en liten periode på kai i Norge før de transporteres til byggeplass. Modulene er pakket i plast og står ifølge byggherre 1 lagret i rundt 2 måneder, men også opp til 4-5 måneder, før de transporteres videre. Under lagring kan det ved skiftende vær oppstå kondens, noe byggherrene må være oppmerksom på.

4.3.3 Montering

Nesten alle byggherrene opplyste at de fraktet modulene på natten for å kunne kjøre bredest mulig moduler. Det er derimot variasjoner rundt hvordan logistikken løses og det var forskjellige strategier for frakt og montering av modulene.

Byggherre 1 har gjennom lang fartstid med moduler optimalisert logistikken rundt transport og montering. De hadde til og med regnet på det i Excel for å optimalisere prosessen. Resultatet viste at det mest optimale var å ha tre lastebiler i hver transportkolonne, men syv biler totalt for å optimalisere flyten med politieskorten. Ved å ha en lastebil til overs pr. to kolonner, slipper politiet å vente på at siste lastebil kommer fra byggeplassen og ned til kai for lasting igjen før man kan kjøre ny runde. Politiet kjører kontinuerlig og gjør at de kan montere 20 moduler på en natt.

«Besparselsen på å bruke to netter på montering kontra tre netter er fort 200 000kr – 250 000kr. Det er derfor veldig viktig at denne prosessen er godt planlagt.» Byggherre 1

Til sammenligning kjørte byggherre 2 bare to biler i kolonnen og hadde fire lastebiler totalt. Andre byggherrer hadde ingen spesiell fremgangsmåte for transporten og lot fraktselskapene ta seg av dette.

Montering av moduler på 4,2 m må skje om natten, men byggherre 4 har en annen strategi hvor de bruker smalere moduler som kan fraktes på dagtid. Modulene deres er tilpasset transport på vei fra fabrikk i Sverige til byggeplass, ved at de er under 4 meters bredde. Dette medfører at selv den minste leiligheten de tilbyr består av 2 moduler. Modulene har blitt kortet inn fra 12m til 9m lengde. Leilighetene får da en mer kvadratisk form, som gir en mer hensiktsmessig utforming ved at de er ikke lange og smale. Bygget totalt sett blir også slankere fordi modulene er kortere. Det er et vanlig problem at moduler som maksimerer lovlig transport på vei (4,2m bredde og 13,5m lengde) gir veldig avlange leiligheter, som kan gi lange ganger og dårlige planløsninger.

Under montering er det forbundet risiko med skjærkrefter på moduler som har store åpninger i veggene, her kan det skjer oppsprekking. På grunn av fare for sprekkdannelser fuges det som regel ikke over dør på bad, eller det unngås å legge flisene, før modulene er heist på plass. Tidvis blir modulene forsterket og skråavstivet før transport.

4.3.4 Byggetekniske begrensninger

Når det gjelder byggetekniske begrensninger har flere byggherrer opplevd at moduler som er konstruert i tre med tradisjonelt bindingsverk har problemer med brannklassen når de går fra 4 til 5 etasjer. Modulene tilfredsstiller branntekniske krav til og med brannklasse 2, det vil si at konstruksjonen for alle praktiske formål skal motstå brann i 60 minutter. Over 4 etasjer rykker byggeriet opp en bygningsbrannklasse til brannklasse 3, det som vil si en 90-minutters konstruksjon. Det gjør at det må gjennomføres brannhemmende tiltak på bærende konstruksjoner, ofte kles konstruksjonen inn med gips og andre brannhemmende materialer. De brannhemmende tiltakene øker kostnadene og vekten på modulene. Modulene i tre har problemer med å takle belastningen som den ekstra vekten påfører byggeriet.

For modulbygg på fire etasjer sa byggherre 1 at det erfaringsmessig er 3-4 cm deformasjon totalt, men at han har opplevd så mye som 6 cm. Dette er relativt store utslag og gjør det vanskelig å tilpasse modulene til heissjakter i betong, som ikke deformerer seg. Det må altså kalkuleres inn hvor mye modulene deformerer seg for å tilpasse seg bygningsdeler som ikke lider av deformasjoner. Et annet moment er at det er forskjellig deformasjon på byggeriet på grunn av punktlaster.

«Spesielt gavlveggene er kraftigere som gir veldig lite deformasjoner, mens det innover i bygget blir mer. Det blir litt bananform.» Byggherre 1

Det blir også mer deformasjon jo høyere opp i bygget man kommer. Det er for byggherrene stort sett uaktuelt å bruke moduler på tomter som er regulert til en bebyggelse på over 4 etasjer.

«Med trebaserte moduler over 4 etasjer så drar kostnadene veldig på, noe som vi mener er ødeleggende for konseptet. Det skal være lave kostnader.» Byggherre 4

Det er derimot muligheter for å bruke andre materialer i konstruksjonen. Byggherre 4 var inne på tanken med å bruke massivtre (Cross-Laminated Timber) i de nederste etasjene for å styrke byggeriet

og redusere deformasjon. Det har blitt brukt med stor suksess i Moholt 50|50 med fem studentblokker på ni etasjer hver, og i Mjøstårnet som er en boligblokk på 18 etasjer.

Et annet alternativ byggherrene tenker seg er å bruke moduler med bæresystem i stål, som tillater bygging opp til 30 etasjer. Byggherre 1 har vært i kontakt med leverandører fra Kina vedrørende dette, men det gir en del utfordringer. Prosjektet må gjennomføres som oppdelte entrepriser og det forventes en del komplementeringsarbeid som må gjøres på byggeplass. Det øker antall grensesnitt og risikoen, ifølge byggherren. Ikke minst er transport fra Kina dyrt og tidkrevende sammenlignet med transport fra Europa.

4.3.5 Tilvalg for kunder

For å utnytte stordriftsfordelene som fabrikkproduksjon kan føre med seg ønsker byggherrene å standardisere så mye som mulig av boligen for å kunne automatisere prosessen. Byggherre 8 sa at de tidligere hadde hatt en visjon om å kunne masseprodusere moduler, sette i hyller på lager og plukke derfra når det var behov for de, ikke ulikt hvordan IKEA operer. Problemet er derimot bustadoppføringsloven som slår fast at kundene har rett til å gjøre endringer i byggeprosjektet i sum opp til 15% av kjøpesummen ved kjøp av kontraktsposisjoner.

«Vi har på grunn av reglene i Bustadoppføringsloven, anbefalt en del eplehage-utbyggere i Oslo som har kontaktet oss, om at de ikke burde bygge med moduler der, nettopp fordi man har færre muligheter for å endre på boligene.» Byggherre 7

Et modulprosjekt kan bygges hurtig, men det gjør at alle rammene for modulene må være satt når produksjonen starter. Derfor prøver byggherrene å ha tilvalg som gjør det lettest mulig å endre, og de tilpasser seg loven så godt som mulig. En mulighet er å føre opp bygget før de selger det, da kan det selges «som den er». Problemet er at det blir svært kostbart finansielt sett for byggherren.

«Vi tilbyr ikke tilvalg i vårt konsept, noe som gjør at vi kan få levert disse boligene til under markedspris. Det eneste som kunden kan velge er hvitevarer.» Byggherre 4

4.3.6 Reguleringsplanens påvirkning

Husmodulene har høyere brutto etasjeskille enn plassbygd, 36 cm kontra 20 cm, ifølge byggherre 7. Dette gjør at modulbygg blir høyere enn plassbygde med like mange etasjer. Det er derfor kritisk

hvilke kotebegrensninger som er satt på regulerte tomter, for om det kan bygges med moduler eller ikke. For byggherreene er det et mål om å maksimere brutto areal for å maksimere inntektene. Hvis det kan bygges fire etasjer plassbygd kontra kun tre etasjer med moduler velger de plassbygd løsning, eller kjøper en annen tomt. Ofte har én ekstra etasje alt å si for økonomien i et prosjekt.

«Vi skal ha størst mulig utnyttelsesgrad, få inn mest mulig boliger, bygge så høyt vi kan over så stort areal vi kan og samtidig få til gode utearealer.»

Byggherre 4

Hvis reguleringsplanen ikke har tilstrekkelig kotehøyde for bygget, er det som oftest vanskelig eller umulig å bygge med moduler på grunn av modulenes tykkere brutto etasjeskille. Byggherre 8 prøver å unngå å søke om dispensasjon på høyde, fordi det ofte blir mye diskusjoner med naboer og planmyndigheter. Det kan hende de får et par centimeter, men på fire etasjer bygger et modulbygg over 50cm mer enn et plassbygd, da blir det vanskelig. Da er det bedre å søke etter en tomt som passer modulbygging bedre. Ved akkvisisjon av uregulerte tomter stiller det seg derimot annerledes, ettersom byggherreene selv kan fremme forslag om kotehøyder i reguleringsplanen.

Når det gjelder regulerte tomter søker byggherreene derfor etter tomter som tillater maksimalt fire etasjer med moduler, ettersom det stort sett er maksimal praktisk byggehøyde med tanke på deformasjoner og bygningstekniske begrensninger, som påvirker moduler i tre. Noen av byggherreene søker også etter tomter hvor det kun kan bygges to etasjer, ettersom det er ypperlig for rekkehus.

Byggherre 4 fortalte at de alltid jobber for en reguleringsplan som tilsier god økonomi i prosjektet, med høy utnyttelsesgrad og byggegrenser tilpasset etter modulenes dimensjoner. I akkvisisjonsfasen av prosjektet er det ofte stor usikkerhet og flere av byggherreene forteller at de ofte har et mål om å jobbe på opsjon hvis de vurderer risikobildet for reguleringsfasen til å være høyt. Veldig ofte kjører byggherre 4 utvikling og regulering som opsjon, og så kjøper de tomten når den er ferdig regulert. Hvis de ikke klarer å utvikle en tomt er det kun utviklingskostnadene de blir belastet med. Regulering er en lang prosess og det kan komme krav i reguleringen som gjør at byggherreene mister troen på den. Byggherre 4 mener det ikke nødvendigvis er dyrere å jobbe på en opsjonsavtale isolert sett, det er flere parametere som utgjør kostnadsbildet.

Det er ikke bare kotehøyden som gjør at reguleringsplaner ofte vanskeliggjør bruk av moduler i boligprosjekter, men også byggelinjene. Målet for byggherreene er å maksimere størrelsen på

modulene i forhold til hva som er lovlig å transportere, dette gir maksimal effekt. Hvis modulene ikke passer til reguleringsplanen som foreligger, blir det ofte mer økonomisk gunstig å gå for en plassbygd løsning.

Detaljreguleringen er ofte en tidkrevende prosess, og planforslaget skal gjennom mange organer og ut på høring før det blir vedtatt. Byggherre 5 er klar på at det er der de helt klart har mest behov for en dyktig arkitekt for å få en kortest mulig reguleringsprosess.

«Nye krav til detaljregulering gjør at vi bruker mye tid på detaljregulering og det er der politikerne kan påvirke. Rammesøknad kan i praksis gjøres av en jurist.» Byggherre 5

Byggherre 6 peker på at det ofte er kommunene som er flaskehalsen i prosessen, som forsinker og hemmer eiendomsutviklingen. Det blir understreket at det er veldig forskjellig fra kommune til kommune, noen er flinke og andre er ikke. Dette er derimot ikke særegent for modulprosjekter.

4.3.7 Markedssituasjonen

Mange av byggherrene kjøper, som tidligere nevnt, husmoduler produsert i utlandet og opplever en variabel pris på modulene på grunn av svingninger i valutakursen. Det kan derfor tenkes at moduler er svært valutakurssensitive. Byggherre 5 informerte derimot om at 60% av materialene i et vanlig plassbygd prosjekt også blir kjøpt fra utlandet, og at det derfor ikke er så store svingninger for modulprisen relativt sett. Byggherre 5 la vekt på at man må se det store bildet for å forstå hvordan valutakursen slår ut, og de innhenter derfor også tilbud på plassbygging av modulprosjektene sine for å sammenligne prisene. Det de har funnet ut er at prisene på moduler og plassbygde boligprosjekter korrelerer. Det blir av byggherre 1 påpekt at entreprisekostnaden for modulbygg kan ligge 30% under tilsvarende for plassbygd, men det kan også være så lite som 10%. Samtidig påpeker han at norske modulleverandører ikke er konkurransedyktige nok sammenlignet med utenlandske aktører.

Byggherre 3 opplevde en gang at to prosjekter de hadde i Bærum ble for dyrt med utenlandske moduler på grunn av at valutakursen steg. De valgte heller en norsk entreprenør som leverte plassbygd bygg. Selv om de ikke fikk moduler satte de krav til entreprenøren om en industrialisert prosess med høy grad av prefabrikkerte bygningsselementer i byggeriet.

Markedssituasjonen er ikke bare ovenfor byggherre og modulleverandøren, men også mellom byggherre og kundene. Byggherre 3 utfører derfor markedsundersøkelser i tidligfase for å sikre at de utvikler boliger som kundene ønsker. De ser på svarene og endrer prosjektet hvis det ikke er i samsvar med hva kundene ønsker. Å kjøre en markedsundersøkelse i tidligfase gjør at byggherre kan tilpasse prosjektet til markedet og ha høyere sannsynlighet for å lykkes med salget. De fleste byggherrer sonderer markedet for konkurrerende prosjekter og betalingsevne, men det er uvanlig å gjøre det så omfattende som byggherre 3. Ulempen med å kjøre såpass omfattende undersøkelser er at det er tidkrevende, kostbart og forutsetter at man har en stor kundebase.

4.3.8 Kulturforskjeller og reklamasjoner

En konsekvens av eiendomsutvikling er dessverre reklamasjoner. Byggherrene streber etter null feil, noe som ofte er umulig å oppnå. Reklamasjonene er det entreprenør som tar seg av, noe som gir en utfordring når entreprenøren befinner seg i Øst-Europa. Byggherrene sier at entreprenørene ofte er på andre jobber i Norge, og kommer innom for å utbedre feilene, men at det stort sett er tungvint å få utført reklamasjonsarbeidene på grunn av geografisk avstand.

«Det å forholde seg til Østeuropeere er håpløst på alle mulig måter, og reklamasjoner skjønner de ikke hva er... Det ordner seg med norske leverandører.» Byggherre 6

Byggherre 3 har derimot god erfaring med reklamasjonsarbeidet til den øst-europeiske leverandøren de bruker og at de hadde god logistikk og kompetanse på feltet. Han nevner også at det virker som det er god disiplin og at det ikke er flere reklamasjoner enn på plassbygd, kanskje færre.

Flere av byggherrene peker også på hvordan modulleverandørene fra Øst-Europa forholder seg til SHA. Der er det store kulturforskjeller, ikke bare på forståelse av hva som er god SHA og ikke, men også håndteringen av det.

«SHA med utenlandsk leverandør er helt forskjellig fra norske normer. Problemer må løftes opp på et høyt nivå i organisasjonen, det nytter ikke å ta det på lavt nivå. Føler det blir litt barnehage innimellom med oppfølging av leverandør.» Byggherre 2

4.4 Byggherrers foretrukne gjennomføringsmodell i modulprosjekter

4.4.1 Kontrahering

Byggherrene mener de kontraherer entreprenør tidligere i boligprosjekter med moduler enn ved plassbygde prosjekter, men at kontraheringsprosessen er lik som ved plassbygd. Modulleverandøren sitt fokus er å fylle opp produksjonslinjen med minst mulig opphold i produksjonen, så langt frem i tid som mulig. Skal byggherre klare å hente inn kortere byggetid må de være tidlig ute med å booke produksjon på en fabrikk. Dermed at det i begge parter interesse å kontrahere tidlig.

Den tidlige kontraheringen kan gjøre byggeprosessen kortere. Det er viktig at byggherre føler seg klar til å kontrahere leverandør, ikke bare fordi han må komme seg inn i produksjonskøen og derfor føler seg presset til å ta forhastede beslutninger.

Byggherre 6, som benytter norsk modulleverandør, kontraherer ikke tidligere enn vanlig for å komme inn i produksjonskøen til sin norske modulleverandør, ettersom leverandøren ikke har full ordelinje. Hadde modulleverandøren hatt det, måtte de ha tenkt annerledes. Da intervjuet tok sted var det ¾ års ventetid på moduler fra leverandøren deres. I tillegg har leverandøren hatt fokus på standardisering, som har ført til ytterligere nedkortet leveringstid. Byggherre 6 mener derimot at det er mange andre prosesser som tar mye av tiden i en utbygging, slik at produksjonstiden til modulene ikke er så kritisk isolert sett.

Når det gjelder leveringstid på utenlandske moduler påpeker byggherre 5 at det er rundt ¾ år per dags dato og at de forespør leverandører når forprosjektet er ferdig.

«Er produksjonslinjen til modulleverandøren full kan man få en hinsides pris.

Det er litt stramt nå, de store og seriøse modulleverandørene er fullbooket.»

Byggherre 5

Også byggherre 7 mener at kontraheringen skjer tidligere og at modulprosjekter stiller høyere krav til kravspesifikasjonen, og derfor høyere krav til byggherres kunnskap om materialer.

«Når du kontraherer moduler stilles det mye høyere krav til hva du vil ha levert. Du må ha laget kravspekk ned til minste detalj. Det er ikke rom for løsninger som blir til underveis. Hvis du ikke beskriver nøyaktig hva du skal ha får du det billigste alternativet.» Byggherre 7

Dette betyr at byggherre må være godt kjent med mulighetene han har for materialvalg og løsninger. En enkelt funksjonsbeskrivelse som grunnlag for en totalentreprise vil på bakgrunn av hva byggherre 7 mener ikke være tilstrekkelig hvis man skal få levert moduler med høy kvalitet i alle ledd. Det blir også trukket frem at særlig elektriske brytere og stikkontakter må spesifiseres til å være i samsvar med norske krav til estetikk. Hvis man ikke gjør det kan man veldig fort ende opp med øst-europeisk utseende og det slår ikke godt an hos norske kunder, de vil ha noe som ser norsk ut.

Byggherre 1 har derimot hatt prosjekter hvor entreprenør har blitt kontrahert veldig sent i prosessen, etter salgsstart av boligene. Ved så sen kontrahering blir byggherre avhengig av leverandøren og det kan fordyre entreprisekosten. Byggherre 1 indikerte at de har hatt et langt samarbeid med sin modulleverandør og stått for opptil 70% av ordrene i ordreboken til modulprodusenten, noe som har gjort at de har fått gunstig entreprisekostnad. Byggherre 1 påpeker at de med sine mange ordrer over mange år har bygget opp denne utenlandske modulleverandøren til hva de er i dag. Selv om de har hatt et langt samarbeid syns derimot byggherre 1 at det er tungt å samarbeide med leverandøren sin. På grunn av den store ordeplasseringen fra byggherren har leverandøren fått en forventning om at de plasserer kontrakter hos dem regelmessig. Frem til byggherre 1 begynte å bruke andre leverandører hadde denne modulleverandøren et vesentlig overtak i kontraktsforhandlingene, ifølge byggherren.

4.4.2 Entrepriseform

På spørsmål rundt entrepriseform i boligprosjekter med bruk av moduler, var det overveiende svar fra byggherrene om bruk av sidestilte totalentrepriser. Ved en slik gjennomføring deles prosjektet i to; over og under svill, hvor det er én totalentreprise for grunn og fundament og én totalentreprise for modulene. Det er vanlig å bruke en lokal totalentreprenør for grunn- og fundamenteringsarbeidene.

Utfordringen med denne gjennomføringsmodellen er de faglige grensesnittene som oppstår mellom entreprenørene, og det er derfor viktig å få på plass en grensesnittsmatrise som definerer ansvarsområder. Det skal for eksempel defineres hvordan man forholder seg til rør, elektrisk og

annet som skal trekkes og kobles fra modulene ned i kjeller. Grensesnittsmatrisen skal underskrives av alle parter.

«Hvis du legger modulleverandøren under totalentreprenør kommer den klassiske skvisen av leverandør fra entreprenør sin side. Slipper også 15% påslag på modulene hvis man ikke legger de under en annen entreprenør, modulene utgjør 2/3 av prisen.» Byggherre 7

Det blir påpekt at modulleverandøren fint kan være egen, sidestilt totalentreprise. Byggherre 1 har prøvd seg tidligere med å dele opp prosjektet på mange entrepriser, og hadde også egne deler av prosjektet på egne ansvarsretter. De har derimot i senere tid funnet ut at det er mest hensiktsmessig å dele det på to totalentrepriser, og kjøper sammenkoblingen av modulene fra elektrikere og rørleggere som blir direkte kontrahert og avregnet på timesbasis/stykkpris.

Byggherre 2 gjennomfører prosjekter som sidestilte totalentrepriser, dette er for å redusere risiko. De velger å betale for risikominimerende tiltak og lar leverandør stå ansvarlig for transport av modulene. De sa derimot at hvis den interne kompetansen om bruk av moduler øker, kan det hende de vil kunne ta en større del av ansvaret rundt transport og logistikk. Dette er en offensiv holdning fra byggherre 2, og viser at de er villige til å ta større risiko når de har bygget opp kompetansen sin rundt moduler og føler seg klare for mer ansvar.

Byggherre 5 som har gjort mange modulprosjekter og har lang erfaring, bruker kun totalentrepriser, uansett. Da ligger transport og alt annet samlet på modulleverandør og byggherre 5 sitter kun med overordnet koordineringsansvar. Byggherren bidrar med sin kompetanse, men understreker at det ikke er formelt, for å hindre at de tukler med forholdet mellom byggherre og entreprenør sine ansvarsområder. Byggherren har tatt større ansvar for prosjektgjennomføringen før, men uttalte at de nå har endret strategi og ikke ønsker mer ansvar for å redusere risikoen.

*«Vi ønsker ikke å tukle med grensesnittene, det blir da vanskelig å se hvem som har skylden for skader under transport. Det er risikoreduserende tiltak.»
Byggherre 5*

Totalentrepriser basert på NS 8407 overlater alt ansvar til utførende, men selv om byggherre kjøper totalentreprise må byggherre følge opp.

4.5 Byggherrers behov for prosjektledelse og rådgivere

4.5.1 Prosjektledelse og grensesnitt

Byggherre 1 forklarte at de alltid har hatt egen prosjekteringsledelse for å koordinere prosjekteringen og grensesnittene. De hadde én ansatt som kun koordinerte grensesnitt og var meget dyktig på det. Jobben var å koordinere modulleverandøren sine prosjekteringsledere og grunn og fundament sine prosjekteringsledere. For å unngå at det ble for mange grensesnitt og mye koordineringsarbeid prøvde de å samle det opp i totalunderentrepriser.

Grensesnittene i prosjektet en særlig risiko når byggherrene har flere entrepriser å forholde seg til. For å minimere risikoen for problemer har byggherrene grensesnittsmatriser som faglige grensesnitt og ansvar. Alle aktørene signerer på at de har lest og forstått den og blankettene blir lagt ved grensesnittsmatrisen.

«Det blir alltid noe tull, men vi har lite problemer med det, ettersom matrisen definerer ansvarsområdene.» Byggherre 8

4.5.2 Prosjektorganisasjonen

Boligprosjekter hvor det brukes moduler har en annen tidslinje enn plassbygde prosjekter, og det var derfor interessant å undersøke om byggherrene følte prosjektorganisasjonen ble organisert annerledes. I store trekk blir det ikke det, men modulene setter krav til at byggherrene legger mer innsats inn i tidligfase fordi rammene som blir satt der er vanskelige å endre i ettertid.

Sammenlignet med plassbygd blir ikke boligprosjekter med moduler organisert annerledes når det gjelder prosjektorganisasjon ifølge de spurte byggherrene. Rollen til byggherre blir, ifølge byggherre 4, å koordinere fagene og passe på at de prosjekterende strekker seg mot best mulige løsninger. Arbeidet er å sitte med de prosjekterende og koordinere prosjekteringsteamene. Det ble lagt vekt på at modulprosjekter har høy grad av gjentakelse og at det er stor fordel å videreføre samarbeid med rådgivere. Dette gjør neste prosess mer effektiv fordi gode løsninger blir brukt på nytt og tidsbruken holdes nede. Byggherrene må derimot spørre seg selv om de alltid er på beste løsning og eventuelt søke etter bedre løsninger.

Prosjektorganisasjonene blir ifølge byggherre 4 slankere enn i plassbygde prosjekter fordi de fanger mye i lukkede kontrakter, men at det allikevel må være en koordinering mellom de sidestilte kontraktene. Modulprosjekter skiller seg en god del fra plassbygde, ettersom plassbygde

har mer organisering av egen produksjon, hvor entreprenør har en stor arbeidstokk som skal holdes i gang, materialkjøp, materialleveranser som skal koordineres. På plassbygd er det mye mer byggeplassorganisering, noe byggherre egentlig ikke har ved moduler. Hovedbedriftsansvaret i forhold til arbeidsmiljøloven pålegges den største utførende bedriften på byggeplassen, så da inngår byggherren en hovedbedriftsavtale med grunntrepreisen (de som begynner på prosjektet). Grunn- og fundamententreprenøren har dette ansvaret til sine prosjekter er ferdigstilt og modulleverandøren ankommer byggeplassen, da overfører hovedbedriftsansvaret. Modulleverandøren blir da ansvarlig for HMS og SHA arbeidet på byggeplassen.

Videre fortalte byggherre 4 at det er viktig med effektiv håndtering av endringsmeldingene som oppstår med NS 8407 kontrakter. Oppsummert sett er det koordinering av aktørene og effektiv endringsmeldingshåndtering som i stor grad er suksessfaktorene for et godt prosjekt sett fra byggherre sitt perspektiv.

4.5.3 Arkitekt

Tidlig i byggeprosjektet er det arkitektens rolle å utforme bygningen og utarbeide tegningsgrunnlag fra konsept, forprosjekt og detaljprosjektering. Flere av byggherrene peker på at byggene må tegnes som modulprosjekter fra starten av, og tilpasses premisene som modulene har. For å sikre at arkitektarbeidet blir som de selv ønsker har byggherre 5 utarbeidet en egen manual som arkitekten er nødt til å følge. Flere av byggherrene bruker arkitekter som spesialiserer seg på regulering til utarbeidelse av reguleringsplanen.

«Vi er ikke så veldig opptatt av hvem som er arkitekt under bygging, det kan entreprenøren velge fritt. Det vi er opptatt av er å få ut salgstegninger tidlig. Det tar for lang tid hvis arkitekt ligger under entreprenør og ønsker å jobbe med produksjonstegninger og byggetegninger.» Byggherre 6

Det er lett å tenke at modulbygg er lett å tegne, jobben er å stable containere hensiktsmessig. Det er derimot flere av byggherrene uenige i.

«Vi kjører alt av arkitektarbeid selv. Flere arkitekter som sier «det her er enkelt, det er som LEGO», men det er et eget fag å tegne moduler for å oppnå 5 000kr mindre i entreprisekost per BRAS.» Du har jo ikke noen annen fordel enn at det er bygd tørt når det kommer til stykket. Det er tidligfase som definerer om man klarer å oppnå fordelene med moduler.» Byggherre 7

Det å ha en dyktig arkitekt på et tidlig tidspunkt er like viktig i modulprosjekter som i plassbygde prosjekter. Arkitekten har ikke en begrenset rolle i boligprosjektet med moduler som konstruksjonsmetode selv om modulene gir mange av premissene. Byggherre 2 har begrenset med erfaring på moduler og sier at det reduserer risikoen å bruke en dyktig modulararkitekt. I totalentrepriseprosjekter sitter entreprenør med arkitekten etter at kontrakten er signert. Flere av byggherrene sa det ikke var så nøye om arkitekten de brukte selv i tidligfase blir tiltransportert entreprenør eller om entreprenør kontraherer sin egen. Det viktigste var hvilken arkitekt som satt i tidligfase.

«Vi sitter med arkitekt selv, de blir ikke tiltransportert. Det har ikke vært problematiske opp mot modulleverandør, de sitter selv mer arkitekter og sine rådgivere, og så sitter vi og passer på at det blir sånn som vi har tenkt.»
Byggherre 7

4.5.4 Rådgivende ingeniører

Plassbygde løsninger har lange tradisjoner og byggemetodene er godt kjent, men for moduler sin del er det derimot litt mer ukjent farvann. Det kan derfor stilles spørsmål ved om byggherrene føler det trengs mer rådgivning fra spesialister i boligprosjekter bygget med moduler. Byggherrene er derimot ganske trygg på moduler og de med mest erfaring føler ikke noe mer behov for rådgivning enn med plassbygde løsninger.

«Vi bruker nesten ingen rådgivere i tidligfase frem til forprosjektet er ferdig, for der har vi så god kontroll» Byggherre 8

To steder modulene skiller seg ut med tanke på rådgivning er brann og jordskjelv. Som tidligere sagt rykker byggeriet opp en brannkasse når det går fra 4 til 5 etasjer, noe som gjør at det må brukes mer ikke-brennbart materiale i konstruksjonen. Dette legger til vekt og endrer lastbildet. Flere av byggherrene peker på at det er flere statikkberegninger som utføres, geoteknikkrådgiver for grunnforhold, betongrådgiver for grunn og fundament og til slutt statikk for modulene. Dette blir satt sammen av en jordskjelvrådgiver for å gi en komplett jordskjelvberegning for hele byggeriet. Denne problematikken er derimot spesiell for delte entrepriser, og ville ikke oppstått med totalentrepriser ettersom én aktør står ansvarlig for prosjekteringen.

Byggherre 5 mener at det fortsatt er behov for RIB for deres prosjekter på Romerike, ettersom det er dårlige grunnforhold der, noe som øker usikkerheten i tidligfase. Når grunnforholdene er avklart er usikkerheten ofte så lav at de i noen prosjekter selger det videre.

«På prosjekteringsmøter er vanligvis RIBen gurun og leder av møtet, men i modulsammenheng må RIBen forstå at det er modulene som er premissgivende for bygget.» Byggherre 7

Byggherre 7 forklarte at de ser at rådgivere som først begynner med moduler, ikke slutter. Rådgiverne har også skjønt at modulene er veldig solide, og alle de store konsulentfirmaene er kjent med modulbygging nå.

4.6 Oppsummering av funn fra dybdeintervju

Gjennom analysering av funnene i forskningsprosessen kommer det frem at byggherrene er relativt samstemte på en rekke områder. Under er en kort oppsummering av funnene fra dybdeintervjuene presentert.

Fordeler

Den klart største fordelen som byggherrene pekte på var effekten av kortere byggetid når man bruke moduler i boligprosjektene. Når modulene kan konstrueres parallelt med grunn- og fundamentarbeidene, gir det en klar gevinst. Selve monteringsiden går i raskt tempo og flere rapporterte om rundt 15- 20 moduler i døgnet. En bieffekt av dette er at finanskostnadene blir lavere på grunn av kortere kapitalbindingstid.

Ved produksjonen av modulene innendørs, skjermet for vær og vind, hevder byggherrene at det er høyere kvalitet på byggeriet. De er sikre på at det ikke er fukt eller andre utfordringer som har kommet inn i konstruksjonen under produksjonsfasen.

Fordelene med moduler er presentert som en ordsdy i figur 14, som er generert på bakgrunn av spørsmål til byggherrene om hva de mente var de fem største fordelene med moduler i boligprosjekter. Ordenes størrelse representerer hvor mange av byggherrene som nevnte ordet.



Figur 15 Oppsummering av fordeler med moduler presentert som en ordsdy. Desto større ordet er, desto flere byggherrer mente det var en fordel.

Ulemper

Når det kommer til ulempene med moduler var ikke byggherrene like samsvarste og det var flere interessante poenger som kom opp. Ulempen som ble løftet frem med moduler var først og fremst de rigide formene man må forholde seg til, og prosjektering må skje på modulene sine premisser. Kulturforskjeller med utenlandske modulprodusenter er også en stor ulempe for byggherrene, det knytter seg i stor grad til holdninger til SHA og prosjektledelse. Det ekstra tykke etasjeskillet stjeler høyde og må huskes på når man regulerer for moduler.

Ulempene med moduler er presentert som en ordsky i figur 15, som er generert på bakgrunn av spørsmål til byggherrene om hva de mente var de fem største ulempene med moduler i boligprosjekter. Hvor store ordene er representerer hvor mange av byggherrene som nevnte ordet.



Figur 16 Oppsummering av ulemper med moduler presentert som en ordsky. Desto større ordet er, desto flere byggherrer mente det var en ulempe.

Gjennomføringsmodell

Oppsummering av byggherrene sine svar til hva som er deres erfaringer med gjennomføringsmodell og kontraktsstrategi er presentert i tabell 7.

Tabell 6 Oppsummering av funn om gjennomføringsmodell

Tidligere kontrahering enn i plassbygde prosjektet. Både fordi byggemetoden krever det, men også for å komme seg inn i produksjonskøen til modulleverandøren.
Viktig med godt spesifiserte kravspesifikasjoner, funksjonsbeskrivelse gir stor risiko. Dette stiller krav til byggherrenes kunnskaper.
Entreprisen deles som regel i to sidestilte totalentrepriser. Tekniske fag kontraheres som sidestilte entrepriser og avregnes etter medgått tid/stykk.
Viktig med solid grensesnittsmatrise for å definere ansvarsområdene til fagene.

Prosjektledelse og rådgivning

Oppsummering av byggherrene sine svar til hva som er deres erfaringer med prosjektledelse og bruk av rådgivere i boligprosjekter med moduler er presentert i tabell 8.

Tabell 7 Oppsummering av funn om prosjektledelse og rådgivning

Prosjektledelsen er i stor grad koordinering av prosjekteringen og grensesnittene, samt håndtering av endringsmeldinger.
Prosjektorganisasjonen blir ikke i særlig grad organisert andreledes enn i plassbygde prosjekter, men den kan være slankere.
Arkitekten må forstå moduler og hvordan bygget skal utformes mest mulig hensiktsmessig. Modulbygging er mer enn å stable containere.
Rådgivende ingeniører.
Dyktige rådgivere er ansett av byggherrene som risikominimerende tiltak. Noen byggherrer føler seg derimot så kompetente på modulbygging at de ikke føler stort behov for RIB.

5. Drøfting

I dette kapitlet gjennomgås resultatene fra de kvalitative intervjuene som ble presentert i forrige kapittel. Det som har fremkommet vurderes opp mot relevant litteratur som er skrevet innen fagområdet, supplert med egne tolkninger og refleksjoner.

Problemstillingen er som følger: **Hvordan ser byggherrer på muligheter og utfordringer ved bruk av moduler i boligprosjekter?** Dette besvares ut fra fire forskningsspørsmål:

1. Hvilke muligheter og fordeler ser byggherrer for mer effektiv bygging og større grad av industrialisering i fremtiden?
2. Hvilke utfordringer og ulemper opplever byggherrer ved bruk av moduler i boligprosjekter?
3. Hva er den mest hensiktsmessige gjennomføringsmodellen for boligprosjekter hvor det blir brukt moduler?
4. Hvordan skiller behovet for rådgivere og prosjektledelse i boligprosjekter med moduler seg fra tradisjonelle, plassbygde boligprosjekter?

5.1 Muligheter og fordeler i modulprosjekter

Litteraturen som ligger til grunn for denne studien indikerer at mulighetene for prosessforbedringer i byggebransjen er store, og bransjen må industrialisere en større andel av prosessene for å holde tritt med utviklingen som skjer i resten av samfunnet (Frydelund et al., 2019). Boligprodusentene har ligget i front av industrialiseringen innen byggebransjen og har kommet lengst når det gjelder å tenke industrialisering og standardisering av byggeprosessen. Byggherrene som har blitt intervjuet i forbindelse med denne studien ligger også langt fremme når det gjelder bruk av nye løsninger for å effektivisere og senke kostnadene på boligbygging, og bruker moduler som byggemetode for å oppnå dette. Flere av byggherrene har en forretningsmodell som er bygget opp rundt industrialisert boligbygging.

«Vår strategi er industrialisering.» Byggherre 4

I Bygg21 sin rapport om industrialisering av byggeprosjekter ble det fremhevet at det bør tenkes og planlegges industrielt fra starten av et byggeprosjekt, og at byggherrene må kreve at det tas i bruk industrielle metoder og verktøy (Frydelund et al., 2019). De intervjuede byggherrene har tydelige mål om å effektivisere organisasjonens boligbygging og det blir tidlig i prosessen tatt et

valg om en aktuell tomt skal utbygges med modul- eller plassbygde bygg. De påpeker videre at tidlig valg av om industrialisert byggemetodikk er en suksessfaktor for boligbygging med moduler.

«Vi må bli enda flinkere på å vurdere moduler i tidligfase.» Byggherre 2

Byggherrene påpekte at gevinsten ved bruk av moduler ligger i tidligfase, og at det derfor er viktig å tidlig sette gode rammer for prosjektet så tidlig som mulig. Modulbygging krever en tidligere prosjektering sammenlignet med plassbygde løsninger. I tradisjonelle, plassbygde prosjekter begynner byggingen før detaljprosjekteringen er ferdig. Dette kan man gjøre fordi fagene er rekkefølgeavhengige, bygget kan ikke konstrueres før grunn og fundament er ferdig. Modulene bygges derimot parallelt med konstruksjonen av grunn og fundament. Denne parallellproduksjonen fører til at prosjektering av modulbygg i større grad må være ferdig tidligere i prosessen, sammenlignet med plassbygd.

Byggherrene jobber mye med å lage gode planløsninger og løse arkitektoniske utfordringer for å unngå brakkestempelet som tidligere har hengt over modulbygg. Det er allikevel en avveining mellom å skape kundetilpassede boliger som er unike, altså en etterspørselsdrevet produksjon, og å effektivisere produksjonen med tilbudsdrivet etterspørsel. Denne dreiningen ble av Gielingh og Nederveen (2009) sett på som en suksessfaktor for industrialisert bygging, men det kan tenkes at det gjør at boligene i for stor grad ser prefabrikkerte ut, noe kundene ikke ønsker seg (Edge et al., 2002). Dette blir også understøttet av Westgård et al. (2010, s. 79) sin forskning som indikerte at industrialisert produksjon må unngå å skape uendelige repetisjoner av konvensjonelle og like boliger.

Mye av potensialet for moduler i boligprosjekter ligger i den kortere byggetiden som oppnås ved bruk av moduler. Produksjonen av modulene i fabrikker gir en repetitiv arbeidsstruktur i kontrollerte omgivelser samtidig som grunn- og fundamenteringsarbeider utføres på byggeplass. Kvaliteten på moduler produsert innendørs på en fabrikk skjermet for værmessige elementer er høy (Venabels et al., 2004). Dette er også noe alle byggherrene fremhevet og de var veldig fornøyde med kvaliteten på modulene.

«Det bygges klart mye bedre boliger i en fabrikk under kontrollerte forhold, etter norsk standard med tørre og fine materialer, kontra byggeri ute i vær og vind.» Byggherre 5

Et risikomoment i prosessen er monteringsfasen når modulene pakkes ut av emballasjen og heises på plass. Hvis det regner kan det være gunstig å utsette monteringen for å unngå at modulene blir fuktige.

Den reduserte gjennomføringstiden gir også kortere kapitalbindingstid for prosjektene, noe som gir lavere finanskostnader. Modulleverandørene krever derimot et forskudd på rundt 30% av kontraktssummen ved kontraktsinngåelse, mens plassbygde prosjekter pleier å faktureres løpende etter utført arbeid som medfører lavere finansiell belastning i startfasen. Dette gjør at effekten av kortere kapitalbindingstiden ved bruk av moduler dessverre ikke har så mye å si for prosjektøkonomien som helhet ifølge noen av byggherrene.

Selv om Nakken et al. (2015) peker på mange fordeler assosiert med bygging med moduler kan det nok antas at hovedmotivasjonen til byggherrene er lave kostnader, og at de andre fordelene er positive bieffekter. Undersøkelsen til Nakken et al. (2015) er rettet mot offentlig bygg med spesielt fokus på sykehus, et marked som har andre mekanismer sammenlignet med boligmarkedet. Byggherrenes avveininger kan ses i sammenheng med Lædre (2009) sin modell (Figur 7) som ser på hvordan byggherren må balansere tid, kostnad, kvalitet og omfang. Det er fremgår tydelig at kostnad og tid danner mye av premissene for utbygging.

Det ble av Ku et al. (2012) sett på hvordan strategien for prefabrikasjon kan skifte fra off-site produksjon, hvor modulene produseres sentralt på en fabrikk, til å bli produsert i nærheten av eller på byggeplass. Ved å produsere i kort avstand fra byggeplass, og såfremt veien mellom tillater det, kan byggherre få dispensasjon til å frakte bredere moduler enn maksgrensen som i dag er på 4,2m. Produksjon i nærheten av eller på byggeplass vil eliminere begrensningene som i dag er satt på dimensjonene til moduler som skal fraktes på offentlig vei. Det vil også sterkt redusere transportkostnadene. Ingen av byggherrene som er intervjuet i forbindelse med denne studien har uttalt at det kan være en aktuell strategi. Utdfordringen med denne løsningen er derimot at det er dyrt å flytte et produksjonsanlegg rundt fra byggeplass til byggeplass og det må være tilstrekkelig med areal til å ha denne virksomheten. Det kan derfor tenkes at løsningen vil være mest hensiktsmessig på store utbyggingsområder hvor det skal være aktivitet i mange år frem i tid. Denne strategien kan være aktuell for transformasjonsområder som i dag består av gamle fabrikklokaler som kan tas i bruk som midlertidige produksjonslokaler for prefabrikkerte elementer. Potensielle eksempler på aktuelle planområder hvor en slik strategi kan være aktuell er Lilleby i Trondheim, Nyhavna i Trondheim, Ulven i Oslo og Marienlyst i Oslo.

5.2 utfordringer og ulemper i modulprosjekter

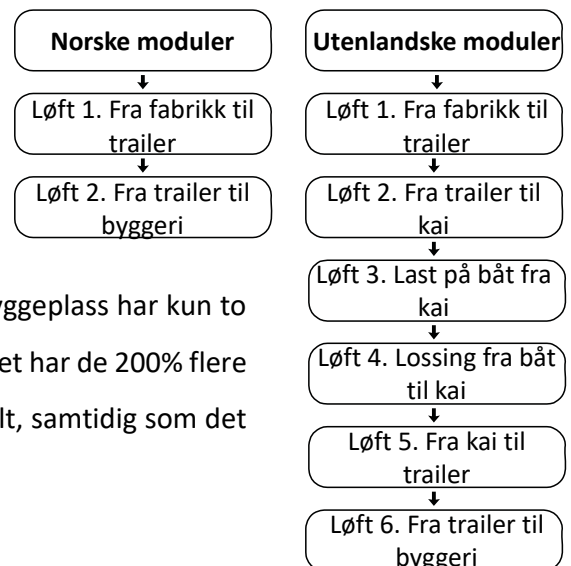
For byggherrer som bruker utenlandske modulprodusenter er kultur- og språkforskjellene en betydelig barriere. Språkbarrieren i tidligfase og prosjekteringsfasen løser byggherrene ved å bruke en form for «kvasiengelsk», som byggherre 8 kalte det. Kulturforskjellene preger også arbeidet på byggeplass, og det er blant annet helt andre holdninger til SHA blant de utenlandske modulleverandørene enn hva som er standard i Norge. Byggherre 2 opplevde at de måtte lære opp arbeiderene, noe som står i kontrast til undersøkelsene av Nakken et al. (2015) som fremhevet at en av de største effektene ved bruk av industriell byggemetodikk er forbedringer innen SHA. Det kan tenkes at problemet ikke skyldes byggemetodikken, men kulturforskjeller og holdninger i Øst-Europa, ettersom byggherre 6 som har brukt norsk modulleverandør ikke har opplevd utfordringer med SHA. Det er også registrert utfordringer med utførelse av reklamasjonsarbeid og det kan tyde på at den fysiske avstanden, kombinert med språkbarrierer gjør at det er vanskeligere å samarbeide med utenlandske modulleverandører.

Flere av byggherrene som har blitt intervjuet sier at det har vært en lang prosess med de utenlandske modulleverandørene, men at de har utviklet seg mye kompetanse- og kvalitetsmessig de seneste årene. Dette er et moment som byggherrer som ikke har erfaring med modulleverandører må være klar over ved vurdering av kjøp av moduler produsert i andre land.

Transport av modulene er en av de prosessene som øker risikoen i modulprosjekter. Hvert løft belaster konstruksjonen med skjærkrefter og flere byggherrer sier moduler som har store åpninger i veggene må skråavstives for å tåle belastningen.

Norske moduler som fraktes direkte fra fabrikk til byggeplass har kun to løft. Når det gjelder moduler som kommer fra utlandet har de 200% flere løft, og det gir mye større risiko for at noe kan gå galt, samtidig som det øker kostnadene.

«Det er antallet omlastninger som er det kritiske.» Byggherre 8



Figur 17 Antall løft av modulene. Sammenligning av norske og utenlandske moduler

Modulene står også ofte lenge på kai og venter på frakt. Det er ifølge byggherrene vanlig at de står rundt to måneder på kai i Norge, før de fraktes til byggeplassen for montering. Ved lagring på kai

står de som regel uskjermet for vær og vind og ved skiftende temperaturer er det fare for kondensering inne i modulen med påfølgende fare for muggdannelse. Hvis det skjer må emballasjen åpnes for uttørking av konstruksjonen. Denne utfordringen har ikke norske moduler ettersom de kan fraktes direkte fra fabrikk til byggeplass. Været ved montering er også en utfordring og noen av byggherrene har måttet utsatt montering i påvente av bedre vær for å unngå å bygge inn fukt.

Stadige krav til økt fortetting gjør at det stadig bygges høyere. Utfordringen med moduler med treverk som bærende konstruksjonsmateriale er at de ikke er optimale når modulbyggene kommer over fire etasjer, ifølge flere av byggherrene. Over fire etasjer går bygget opp en brannklasse og de brannhemmende tiltakene som må gjennomføres gjør at



Bilde 9 Løft av modul på småhusprosjekt. Modulene blir heist på plass på fundamentet. Legg merke til midlertidig avstivning av modulen (Ramstad, 2014)

bygget blir for tungt og deformasjonene for store. Fremtidens modulprosjekter burde ta i bruk nye materialer for å redusere svakhetene dagens moduler har. Massivtre (CLT) har blitt brukt med gode resultater i flere boligprosjekter i Norge, og kan brukes i modulenes bærende vegger. Her kan to industriprodusenter – modulprodusenter og massivtreindustrien – gå sammen. Det kan gjøre at modulbygg også kan egne seg på tomter med en reguleringsplan som tillater høy bebyggelse.

Flere av byggherrene betrakter stål som det beste konstruksjonsmaterialet for moduler. Korrekt isolert bæresystem i stål har høy styrke og brannmotstand, noe som muliggjør modulprosjekter over fire etasjer. Som byggherre 7 var inne på, kan det å få skipsbransjen til å produsere husmoduler være fremtiden. Stål er derimot tungt, kostbart og lite miljøvennlig sammenlignet med tre. En ting som kommer tydelig frem er at byggherrene er den drivende kraften til utvikling og må selv sette krav om nye metoder for å effektivisere sine prosjekter.

Westgård et al. (2010) pekte på at modulbygging i Norge ikke har vært spesielt vellykket sett både fra byggherre og kunders perspektiv. De trakk frem dårlig arkitektur som et av hovedproblemene fordi modulene ikke kunne tilby kundene individuelle og fleksible boliger. Byggherre 7 var den byggherren som i størst grad adresserte denne utfordringen og sa at de jobbet mye med å skape gode og aktive fasader. Mye av suksessen de har med dette ligger i arbeidet med å skjule skjøtene på modulene på en god måte og å akseptere at det må gjøres komplementeringsarbeid på byggeplass for å skape boliger med et godt estetisk uttrykk. Byggherrene må også påse at det ikke er uklarheter i anbudsgrunnlaget, ettersom det er byggherre som bærer risikoen for uklarhetene jf. «forfattereregelen» (Nyland & Apelseth, 2019).

Maksimal høyde på bygninger defineres av reguleringsplanens bestemmelser. Moduler har tykkere brutto etasjeskille enn plassbygde bygg, noe som gjør at byggene blir høyere og ofte overskrider kotebegrensning som er satt i reguleringsplanen. Det blir av Berg (2008) påpekt at jusen i reguleringsplaner ikke må utvikle seg til et verktøy for å hindre rasjonell kostnadseffektiv bygging, og at myndighetene må se på løsninger for å få enklere behandling i dispensasjonssaker hvor intensjonen i planen følges.

Boligbygging med husmoduler egner seg på tomter hvor det maksimalt kan bygges fire etasjer. Reguleringsplaner som har maks fire etasjer befinner seg ofte i randsonen av de større byene og er ofte rimeligere enn mer sentrumsnære tomter. Dette gir lavere salgspris pr. m² på ferdigstilte boliger, noe som igjen gjør at byggherrene leter etter rimelige byggeteknikker, noe moduler gir. Tomter i randsonen er som regel ikke infill prosjekter og gjør plassering av mobilkran lettere.

Det ble av Berg (2008) pekt på at det som ofte hindrer utbygging med moduler er krav i reguleringsplanen om garaseløsninger som ikke sammenfaller med modulenes dimensjoner. Det er derimot ingen av de intervjuede byggherrene som har pekt på at dette er noe problem for sin utbygging.

Berg (2008) pekte også på at byggherrer som har egne produksjonsanlegg og/eller benytter faste underentreprenører helst ønsker å benytte dette, fremfor å tenke innovasjon og nyskapning. Studien har funnet ut at det er to syn på denne problemstillingen. Flesteparten av byggherrene har ingen egen produksjon, men byggherre 8 har tidligere drevet sin egen modulproduksjon og var langt fremme på å tenke industrialisering. Byggherre 4 driver sin egen produksjon og er også langt fremme i å tenke nye løsninger, ettersom strategien til selskapet er å industrialisere. På den andre siden er byggherre 2, som alltid gjennomfører prosjektene sine med egen entreprenør.

Dette gjør at moduler konkurrerer med organisasjonens kjernevirksomhet og at modulbygg er en nødløsning hvis plassbygg ikke lønner seg.

De intervjuede byggherrene ble utvalgt på bakgrunn av sitt rennømmé innen boligbygging med moduler og referanser fra andre aktører. Det kom i prosessen frem at ikke alle av de intervjuede byggherrene hadde like stor erfaring og kompetanse. Dette er til gjengjeld helt naturlig, ettersom flere av selskapene hadde andre forretningsområder de konsentrerte seg mer om enn modulbygging. Byggherrene understreket i stor grad at kompetansen på boligbygging med moduler og resultatet har en tydelig sammenheng. Det kan derfor trekkes en slutning om at det kan være fornuftig for en byggherre, med liten kompetanse på bygging med moduler, å hente inn ekstern kompetanse som kan være med på å senke den operasjonelle risikoen. Som eksempel har byggherre 3 benyttet byggherre 1 som totalentreprenør for sitt prosjekt og var veldig fornøyd med resultatet.

5.3 Hensiktsmessig gjennomføringsmodell i modulprosjekter

Markedsundersøkelsen som ble gjort i forbindelse med Tønsberg-prosjektet pekte på at det var total- og samspillsentrepriser som skilte seg ut ved industrialisert byggemetodikk. Det er fordi byggherrene da kan dra nytte av leverandørens kompetanse for å oppnå fordelene en industrialisert byggeprosess medfører (Nakken et al., 2015). Resultatet fra denne studien, som ser på boligbransjen, peker derimot på at det er flere av byggherrene som sitter på stor intern kompetanse innen bygging med moduler. Det vurderes at byggherrene har en kompetanse som tilsier at de i mye større grad kunne valgt entreprisereformer som gir de mer handlingsrom og mindre risikoverdragelse til entreprenørene. Grunnen til at de i stedet velger totalentreprise er for å redusere risiko og for å slanke sin egen organisasjon. Totalentreprenørene tar seg godt betalt for overtakelse av risiko og prosjektledelse fra byggherren, noe som bli påpekt av Ness og Øyasæter (2018). De intervjuede byggherrene føler dette er en pris verdt å betale, og strategien gjør at de kan håndtere flere prosjekter samtidig. Det var ingen av byggherrene som uttalte eksplisitt at de brukte samspillsentreprise i sin gjennomføringsstrategi.

Det ble også av Nakken et al. (2015) lagt vekt på at byggherre bør legge til rette for anbudskonkurranser hvor flest mulig aktører kan delta, også internasjonale. Flere av byggherrene uttalte derimot at de har svært begrenset omfang av anbudskonkurranser, men kontraherer internasjonale modulleverandører. Ofte blir tidligere leverandører kontrahert direkte, men byggherrene sammenligner entreprisekost på moduler med plassbygde løsninger for å kontrollere

at de gjennomfører med den byggemetodikken som er rimeligst for øyeblikket. Byggherrene understreker at de ikke låser seg til moduler og har en exit-strategi hvis moduler ikke lønner seg. Modulprosjekterte bygg lar seg lett konvertere til plassbygd byggeri ved behov.

Bygg21 fastslo i sitt tiltak nummer 2 for byggebransjen at organiseringen av prosjektene måtte være slik at alle viktige beslutninger og aktører kommer tidlig inn i prosessen (Frydelund et al., 2019). De intervjuede byggherrene er samstemte i at det ofte er i tidligfase at grunnlaget for suksess i prosjektet legges. Byggherrene operer med verktøy som gjør at de raskt kan vurdere hva som er fornuftig å bygge på aktuelle tomter.

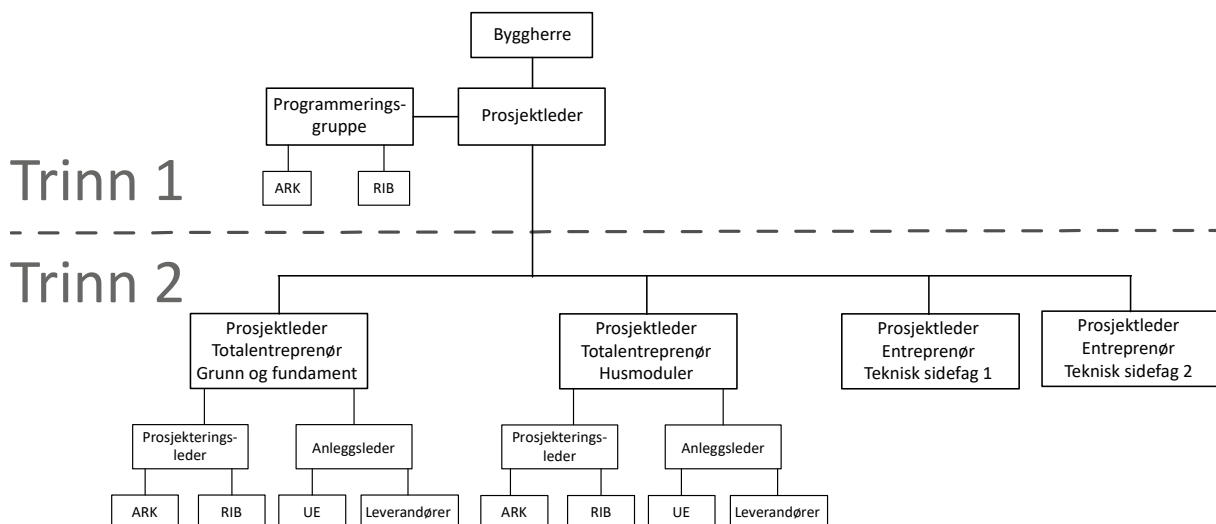
Vanlig gjennomføringsmodell for byggherrene i denne studien er sidestilte totalentrepriser med én totalentreprise for grunn og fundament, og én totalentreprise for modulene. Tekniske fag kontraheres som sidestilte entrepriser og avregnes etter medgått tid. Dette er ikke ren totalentreprisemodell fordi det er flere enn én aktør byggherre må forholde seg til, samtidig som det ikke er en delt entrepriser, siden hvert fag har prosjektering. Entreprenørene har prosjekteringen som en del av leveransen og jobber med totalpakken innenfor sitt ansvarsområde. Det er viktig at byggherrene overfører erfaringer mellom fasene, for å unngå fasevise grensesnitt (Østby-Deglum et al., 2013)

Gjennomføringsmodellen som byggherrene beskrev minner om en 2-trinns entreprisemodell. I en slik modell blir det i starten av prosjektet utarbeidet et skisseprosjekt av byggherre med rådgivere, før totalentreprenørene kontraheres. På en annen side så minner dette også om en hovedentreprise, hvor byggherre sitter på topp med prosjekteringsgruppen og koordinerer en stor hovedentreprenør og delentreprenører som står for delleveranser. Prosjekteringen gjøres i hovedsak av prosjekteringsgruppen frem til et grunnlag som kan betegnes som skisse- eller forprosjekt før det overleveres til modulleverandør for videre detaljprosjektering. Det som er forskjellen i modulprosjektene er at prosjekteringen fra byggherre sin side stopper mye tidligere enn hva som normalt skjer i plassbygde prosjekter.

Hva som er den mest hensiktsmessige gjennomføringsmodellen for boligprosjekter hvor det brukes moduler er i stor grad avhengig av hvilken kompetanse og prosjektlederkapasitet byggherren har. Hvis byggherren sin kompetanse er god kan, byggherre selv ta mer ansvar i prosjektgjennomføringen. En mer byggherrestyrt gjennomføringsmodell kan da være aktuell. Har byggherren mindre kompetanse er det viktig at han knytter til seg kompetente leverandører og rådgivere som kan bistå med den kompetansen han mangler. Dette peker mer i retning mot

totalentrepriser hvor byggherre kun trenger å forholde seg til én aktør for prosjektering, utføring og rådgivning (Ness & Øyasæter, 2018). Entreprenøren får dermed hensiktsmessig ansvar og kan på et tidlig tidspunkt bidra med spesialkompetanse for å optimalisere produksjons- og montasjeprosesser (Nakken et al., 2015). Dette minimerer byggherren sin risikoeksponering fordi totalansvaret samles hos entreprenøren, samtidig som det gir fokus på byggbare løsninger (Østby-Deglum, Svalestuen & Drevland, 2013, s. 22). Som påpekt av Giertsen (2012, s. 32) er det avtalefrihet og frihet til å fastsette innholdet i avtalen. Det gjør at gjennomføringsmodellen i stor grad kan variere fra byggherre til byggherre.

Den gjennomsnittlige gjennomføringsmodellen er en hybrid av de klassiske modellene. På den ene siden kan man si at det er sidestilte totalentrepriser siden prosjektering inngår som en del av totalleveransen. For prosjektet totalt sett er det derimot karakteristisk for delte entrepriser fordi arbeidet er splittet over flere entrepriser, men ved delte entrepriser så har byggherre ansvaret for prosjekteringen. Det viser seg at gjennomføringsmodellen som er mest hensiktsmessig er en 2 trinns sidestilt totalentreprise. I trinn 1 prosjekterer byggherren med sine rådgivere til en viss grad før entreprenørene blir kontrahert og tar over i trinn 2, hvor detaljprosjektering og gjennomføringen blir utført.



Figur 18 Entreprisemodell med to trinn

Hovedbedriftsansvaret ligger først hos grunn og fundament, og blir deretter overført til modulleverandør når det er entreprenøren med flest arbeidere på byggeplassen. Selv om faglige grensesnitt er avtalt i grensesnittsmatrisen må byggherre koordinere fagene og fremdriftsplanen. Dette krever at byggherre har kompetanse på området og det ble tydelig belyst med Kirkenesprosjektet at en slik gjennomføringsmodell har visse svakheter dersom noe skulle gå galt.

Selv om ansvaret er definert i grensesnittsmatrisen kan det være vanskelig å definere hvem som har skylden hvis det oppstår problemer som ligger over flere grensesnitt. Byggherre sitter uansett igjen med en juridisk tvist og økonomisk risiko.

5.4 Behov for rådgivere og prosjektledelse i modulprosjekter

For å lykkes med industriell byggemetodikk bør byggherrer velge arkitekter og rådgivere med et bevisst forhold til metode/prosess (Nakken et al., 2015). De intervjuede byggherrene påpekte at det er særlig viktig med arkitekter som kan modulbygging og forstår at modulene har rigide rammer som prosjektet må innordne seg. Disse arkitektene spesialiserer seg ofte på utforming av modulprosjekter. Arkitekten har mye å si for utformingen av prosjektet i tidligfase, og det er i den fasen store muligheter for endring med lave endringskostnader (Ness & Øyasæter, 2018). Det er også viktig med en dyktig arkitekt i plassbygde prosjekter, og det kan derfor ikke sies at det er store skilnader mellom behovet for dyktige arkitekter i plassbygde prosjekter kontra modulprosjekter.

Prosjekteringsgruppen har i tradisjonelle, plassbygde prosjekter den ledende rollen i detaljprosjekteringsfasen. For modulprosjekter stiller saken seg litt annerledes, ifølge byggherrene. For det første må de forstå moduler og hvordan statikken er, men også at modulenes dimensjoner som er premissgivende for bygget.

SINTEF Community påpekte i 2014 at de opplevde at enkelte byggherrer hadde den oppfatningen at ordinær bygningsteknisk detaljprosjektering kunne utelates når det ble anvendt prefabrikkerte husmoduler (Ramstad, 2014). Ingen av de intervjuede byggherrene var av den oppfatning at de kunne unnlate å detaljprosjekterte, selv om flere av byggherrene var så kompetente med moduler at de gjenbrakte tidligere erfaringer og dermed kortet ned prosessen betydelig. Én feil i systemet fører til rekkefølgefeil i hele produksjonslinjen, derfor er kontroll av prosjekteringen også viktig.

Nakken et al. (2015, s. 34) konkluderte med at samhandling og kvalitet i detaljprosjekteringsfasen vil gi god effekt i prosjekter, men at det i motsatt tilfelle vil kunne ha store negative effekter. Byggherrene må derfor følge opp produksjonen og kvalitetssikre sånn at feil oppdages før modulene er i monteringsfasen på byggeplassen.

«En feil satt i system hvor det er mange gjentakelser er svært uheldig, så kontroll av prosjekteringen er viktig.» Byggherre 1

Av den grunn er behovet for rådgivende ingeniører i tidligfase sammenfallende med kunnskapen som byggherre besitter. På den ene siden er de litt mindre erfarne byggherrene som syns moduler er ukjent farvann og vil ha ekstern kompetanse, mens på den andre siden er de erfarne byggherrene som nesten ikke bruker rådgivere i tidligfase i prosjektet. Byggherrene må allikevel være sikre på at det de på egenhånd prosjekterer er korrekt, ettersom de selv sitter med risikoen for egne valg og endringer, med mindre annet avtales i kontrakten (Ness & Øyasæter, 2018, s. 251).

«Ettersom bruk av moduler er nytt for oss trengs det eksterne rådgivere for sikre kompetansen som trengs.» Byggherre 2

Behovet for rådgivere er avhengig av kompetansen byggherre innehar, men felles for alle er at modulbygg krever en tidlig involvering for å kunne oppnå den potensielle gevinsten modulbygg gir. Dette sammenfaller med studien til Nakken et al. (2015) som pekte på at mulighetene til denne byggemetodikken ligger i de tidlige fasene til prosjektet. For å sikre et godt prosjekteringsunderlag er det avgjørende med kompetanse rundt hvilke forutsetninger og premisser byggemetodikken medfører.

Ved å dele opp prosjektet i flere entrepriser skaffer byggherre seg større mulighetsrom, men også større ansvar og risiko (Ness & Øyasæter, 2018, s. 250). Som sagt tidligere kan grensesnitt i modulprosjekter være et problem og det gir større krav til kompetansen til byggherres prosjektleder. Prosjektlederen må koordinere fagene og har det overordnede ansvaret for fremdriften med tanke på overtakelsen av prosjektet mellom totalentreprenørene. Her kan det oppstå fasevise grensesnitt hvis ikke erfaringer overføres fra en fase til neste (Østby-Deglum et al., 2013, s. 66).

6. Konklusjon

Formålet med studien har vært å undersøke hvordan byggherrer anvender moduler i boligprosjekter og tilnærmer seg slike prosjekter. I dette kapitlet besvares oppgavens problemstilling med utgangspunkt i tilhørende forskningsspørsmål. De besvares på bakgrunn av studiens foreliggende litteratur og empiriske undersøkelser i form av kvalitative intervjuer med åtte byggherrer i modulbransjen. Videre presenteres anbefalinger til videre forskning basert på de erfaringer som forskeren har tilegnet seg gjennom forskningsprosessen. Deretter kommenteres studiens svakheter og det drøftes om studien kunne blitt gjennomført på andre måter. Til slutt presenteres erfaringene som er gjort underveis i arbeidet.

6.1 Konklusjon av problemstilling og forskningsspørsmål

Masteroppgaven har undersøkt, analysert og redegjort for ulike forhold rundt bygging av boliger med moduler ut ifra byggherrens perspektiv. Med utgangspunkt i aktuell litteratur og intervju med åtte erfarne byggherrer er det vurdert hvilke utfordringer og muligheter som foreligger for boligbygging med moduler. Problemstillingen for oppgaven er: **Hvordan ser byggherrer på muligheter og utfordringer ved bruk av moduler i boligprosjekter?**

Det er flere fordeler og muligheter med bruk av volumetriske moduler i boligprosjekter, hvor de mest fremtredende er kortere byggetid, høy kvalitet og lavere kostnader. Moduler velges ofte som byggemetodikk av byggherrene på grunn av de reduserte kostnadene sammenlignet med tradisjonell boligbygging. Det store kostnadsfokus i bransjen kan være negativt for kvaliteten, men det fremmer innovasjon. Byggherrene jobber aktivt med å senke produksjonskostnadene og ser etter innovative og industrialiserte løsninger som kan bidra til dette. Derfor er byggherrer som bygger boliger med moduler langt fremme når det gjelder industrialisering av byggeprosessen. De implementerer moderne metoder for design, planlegging og kontroll, og setter krav til maskinell og automatisert produksjon. De må derimot passe på at de bygger boliger som er estetisk attraktive, ettersom kundene ikke ønsker hus med et masseprodusert uttrykk.

Mange byggherrer velger å kontrahere utenlandske modulleverandører på grunn av lave kostnader. Utfordringer knyttet til dette gjenspeiles i kommunikasjonsproblemer og holdninger til SHA på byggeplass. Medieoppslag og artikler peker også på at de byggetekniske løsningene, som noen av den utenlandske arbeidskraften bruker, ikke alltid samsvarer med norske krav. Her må byggherrene være påpasselige med inspeksjoner og 3.parts kontroll av det utførte arbeidet.

Modulbygg egner seg best på tomter med reguleringsplan som samsvarer med den byggetekniske begrensingen tremoduler har. Byggherrer anbefales å se etter nye konstruksjonsmaterialer for å kunne bygge modulbygg på tomter som tillater høyere bebyggelse.

Byggherrene må velge en gjennomføringsmodell for prosjektene sine som gir likevekt mellom byggherres kompetanse og risikoeksponering. Byggherrer som innehar stor kompetanse på boligbygging med moduler kan vurdere å skifte fra totalentrepriser til utførelsesentrepriser for ytterligere å redusere kostnader. Byggherrer som velger en gjennomføringsmodell med flere enn én totalentreprenør må være påpasselige med å definere faglige grensesnitt og ansvar.

Modulprosjekter setter i likhet med andre, mer tradisjonelle byggemetoder, krav til kompetanse hos arkitekter og rådgivere for å sikre god prosjektgjennomføring. Gjennom en prosjekteringsfase med tidlig involvering av rådgivere, har byggherrer muligheten til å imøtekomme entreprenørens behov for tidlig frysing av produksjonsunderlaget for å sikre en effektiv produksjonsprosess. Byggherrer som mangler spesifikk modulkompetanse i sin egen organisasjon burde knytte til seg rådgivere for å redusere risiko og muliggjøre større gevinster i boligprosjekter med bruk av moduler.

6.2 Kritikk av eget arbeid

Denne studien begrenser seg til å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene med utgangspunkt i et utvalg litteratur og kvalitative intervjuer med byggherrer. På grunn av begrensninger i tid og ressurser er ikke forskningsmaterialet så bredt at det muliggjør generiske anbefalinger. Ideelt sett skulle det vært utført flere intervjuer med flere aktører innenfor modulbruk i boligprosjekter for å kunne konstatere sammenlignbare sammenhenger. Studien avdekker likevel hva et utvalg erfarne byggherrer mener om bruk av moduler i boligprosjekter, og gir et godt grunnlag for å vurdere hva som er muligheter og utfordringer med byggemetoden. Læringen fra denne studien ansees som relevant og overførbart.

6.3 Anbefalinger til videre forskning

Denne studien har identifisert hvordan byggherrer overordnet ser på bruk av moduler i boligprosjekter, noe som åpner døren for videre forskning.

Det vil være interessant å gjennomføre en casestudie av et modulprosjekt sammenlignet et plassbygd prosjekt av lik størrelse. Det ble gjort en liknende studie av Torstein Østnor i 2018, hvor

han så på bruk av massivtre opp mot plasstøpt betong som konstruksjonsmetode for to like leilighetsbygg på Lilleby i Trondheim.

Det kan også være interessant å sammenligne byggeprosessen og gjennomføringsmodell for modulprosjekter bygget med norske kontra utenlandske modulleverandører. Det kan også ses på hvordan byggherre sin kontroll på verdikjeden er og hvilken risiko det er forbundet med valutaeksponering mot utenlandske modulprodusenter.

Som en økonomisk studie kan det være interessant å sammenligne samfunnsøkonomisk nytte mellom norske og utenlandske moduler, effekt av skatt og avgifter, miljøpåvirkning med tanke på transport og effekten av norske arbeidsplasser.

Det vil videre være interessant å undersøke om brukskvaliteten i boliger bygget med moduler skiller seg fra brukskvaliteten til boliger som er plassbygd.

Det kan også være interessant å gjøre en sammenligning av modulproduserte småhus, elementproduserte småhus og plassbygde småhus. Dette kan gjøres som en casestudie av tre prosjekter.

6.4 Erfaringer

Avslutningsvis ønsker forskeren å dele noen av de erfaringene han har ervervet gjennom forskningsprosessen. Arbeidet med masteroppgaven har vært svært lærerikt og det har vært interessant å virkelig kunne fordype seg i et tema. Det har vært nyttig å få et innblikk i den industrialiserte delen av boligbyggingen, ettersom forskeren skal jobbe med boligutvikling etter endt studie.

Oppgaven har vært et selvstendig arbeid og prosessen har vært lang. Undervisningen på studiet er i stor grad gruppebasert, derfor var det en utfordring å tilpasse seg selvstendig arbeid. Det har tidvis vært tunge stunder med kjedelig arbeidsoppgaver, men et godt studentmiljø har gjort prosessen hyggeligere. Det har vært avgjørende med en god plan for arbeidet, det krever mer disiplin å jobbe selvstendig sammenlignet med gruppearbeid. Motivasjonen har i stor grad blitt holdt oppe med det gode miljøet som har vært på lesesalen, hvor det har vært regelmessige spisepauser, et viktig tiltak for avkobling. Det har vært rom for å diskutere problemstillinger og andre spørsmål i plenum samt korrekturlesing av hverandres oppgaver, noe som har gitt kunnskap om andre temaer enn hva en selv forsker på.

7. Referanser

- 1-2-tre. (u.d). *Montering av byggelementer*. 1-2-tre.no: 1-2-tre. Hentet fra <https://www.1-2-tre.no/byggelementer/montering-av-byggelementer/>
- Abrahamsen, Lars. (2017). *Hvorfor utvikle «felles oppskrifter»?* Sykehusbygg HF, Sykehusbyggkonferansen 2017.
- Aga, Frode. (2018). Avdekket livsfarlige arbeidsforhold i kinesisk steinbrudd - Statsbygg satte krav for å hjelpe lokalt. Hentet fra <https://www.bygg.no/article/1371905?image=dp-image117344-1371914>
- Arbeidsmiljøloven. (2005). *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62>
- Baker, Sarah Elsie, Edwards, Rosalind & Doidge, Mark. (2012). How many qualitative interviews is enough?: Expert voices and early career reflections on sampling and cases in qualitative research.
- Berg, Torer F. (2008). Industrialisering og systematisering av boligbyggproduksjon. *SINTEF*.
- Blakstad, Svanhild. (2015). Bygde 30 etasjer på 15 dager. Hentet fra <http://www.bygg.no/article/1224093>
- Bustadoppføringslova. (1997). *Lov om avtaler med forbruker om oppføring av ny bustad m.m. (bustadoppføringslova)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1997-06-13-43>
- Byggeindustrien. (2014). *Her monteres veggelementer på 12 meter i en fei*. Hentet fra <http://www.bygg.no/article/1194661?image=dp-image48791-1194668>
- Byggherreforskriften. (2010). *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-08-03-1028>
- Byggteknisk forskrift (TEK17). (2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>
- Cappelen, Hans. (u.d). Å være byggherre. Hentet 05.05.2019 fra <https://www.cappelen-krefting.no/artikler/01aavaerebyggherre.htm>
- Cloaked. (2014). *The only mortaring onsite with are #Stofix brick cladding system is where the prefab panels join*. Twitter: Twitter. Hentet fra <https://twitter.com/wearecloaked/status/474165591402901504>
- Codex-Advokat & Entrepriserettsadvokater. (2019). Totalentrepriser NS 8407 / NS 8417. Hentet 4.4.2019 fra <https://www.entrepriserettsadvokater.no/kontrakter/totalentreprise-ns-8407-og-ns-8417/>
- Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora, NESH. (2016). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*.

- Edge, Dr. Martin, Craig, Anthony, Laing, Dr. Richard, Abbott, Leanne, Hargreaves, Andrew, Scott, Jonathan & Scott, Stephen. (2002). *Overcoming Client and Market Resistance to Prefabrication and Standardisation in Housing*. Aberdeen: The Robert Gordon University.
- Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg & Brodtkorb, Hans Chr. (2013). Veileder om samspillsentreprise. Hentet fra <https://www.anskaffelser.no/verktoy/veiledere/veileder-om-samspillsentreprise>
- Forskrift om bruk av kjøretøy. (1990). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1990-01-25-92>
- Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK). (2013). *Forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-12-17-1579>
- Fruin, W. Mark. (1991). *The Japanese enterprise system - Competitive Strategies and Cooperative Structures*. Oxford: Clarendon Press.
- Frydelund, Tonje, Kirkevold, Sverre, Skarholt, Øyvind, Lunøe, Jon-Erik, Ylvisåker, Øystein Olav, Moum, Anita, ... Haugen, Anders W. (2019). *Industrialisering av byggeprosjekter*. Bygg21.
- Fuglem, Odd Arve. (2018). Hvilke barrierer møter vi på vår vei mot industrialisering, og hva gjør industrialisering interessant. I. LC-NO seminar.
- Gann, David M. (1996). Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan. *Science Policy Research Unit*.
- Garathun, Mari Gisvold. (2016). Det skal bygges sykehus for 750 millioner hver måned i Norge frem til 2020. *Teknisk ukeblad*. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/det-skal-bygges-sykehus-for-750-millioner-hver-maned-i-norge-frem-til-2020/320926>
- Gibb, Alistair. (1999). *Off-site fabrication*. Scotland, UK: Whittles Publishing.
- Gieling, W.F & Nederveen, S. van. (2009). Value Oriented Product/Service Offerings for Sustainable Living Buildings.
- Giertsen, Johan. (2012). *Avtaler*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Gulbrandsen, Thomas. (2015, 23. Oktober 2018). Konsernsjef: – Byggebransjen må skjerpe seg. NA24. Hentet fra <https://www.nettavisen.no/na24/konsernsjef--byggebransjen-ma-skjerpe-seg/3423132705.html>
- Haugen, Ole Petter. (2015). Modulbygging med utenlandske leverandører - Erfaringer og utfordringer. I: Selvaag Bolig Modulbygg AS.
- Hinrichsen, Erik. (2017). History of the Liberty Ships from World War 2: The Fatally Flawed Ship. *Bright Hub Engineering*. Hentet fra <https://www.brighthubengineering.com/marine-history/88389-history-of-the-liberty-ships/>
- Hosseinia, M. Reza , Marteka, Igor, Zavadskasb, Edmundas Kazimieras, Aibinuc, Ajibade A., Arashpour, Mehrdad & Chileshee, Nicholas. (2018). Critical evaluation of off-site construction research: A Scientometric analysis. *Automation in Construction*, 87.

- Internkontrollforskriften. (1997). *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-12-06-1127>
- Jensen, Christina Sogge. (2017). *Fremtidens byggemetode*. Optimara.no: Optimera. Hentet fra <https://www.optimera.no/nyheter/nyhetsarkiv/fremtidens-byggemetode/>
- Johannesen, Asbjørn, Christoffersen, Line & Tufte, Per Arne. (2011). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Johannesen, Asbjørn, Christoffersen, Line & Tufte, Per Arne. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Klakegg, Ole Jonny, Knotten, Vegard, Olsson, Nils, Hansen, Geir Karsten, Lohne, Jardar & Moum, Anita. (2015). *Veileder for fasenormen «Neste Steg»*. NTNU.
- Krafic, John F. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 41.
- Ku, Kihong, Broadstone, Paul & Colonna, Anthony. (2012). *Towards on-site fabrication: A case study on multi-trade prefabrication*. Philadelphia: OFFSITE.
- Latham, Sir Michael. (1994). *Constructing the team - Joint Review of Procurement and Contractual Arrangements in the United Kingdom Construction Industry*. Her Majesty's Stationery Office.
- Leikvam, Gunnar & Olsson, Nils. (2014). *Eiendomsutvikling*. Bergen: Fabkoforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Lu, Na & D., Ed. (2009). *The current use of offsite construction techniques in the United States construction industry*. Bristol: Roger Williams University.
- Lædre, Ola. (2009). *Kontraksstrategier for bygg- og anleggsprosjekter* Tapir akademisk forlag.
- Lædre, Ola. (2012). Gjøre det selv eller betale andre for jobben - Byggherrens valg av kontraksstrategi i bygg- og anleggsbransjen. *Concept*.
- Moum, Anita, Høiland-Kaupang, Halvard, Olsson, Nils & Bredeli, Martin. (2017). *Industrialisering av byggeprosessen - Status og trender (SINTEF FAG)*.
- Nakken, Olav, Lilleland-Olsen, Magne, Woldseth, Merethe Kristin & Malm, Erik. (2015). Markedsundersøkelse - industriell byggemetodikk. *BA2015*.
- Ness, Stein & Øyasæter, Anne Siri. (2018). *Eiendomsutvikling - Fra planlegging til ferdigstilling*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Nor Element. (2017). *Hulldukke*. Hentet fra http://www.norelement.no/?page_id=82
- Nyland, Espen & Apelseth, Matias. (2019). Byggherres risiko for uklarheter i konkurransegrunnlaget. *Kluge Advokatfirma*. Hentet fra <https://www.estatenyheter.no/2019/05/20/byggherres-risiko-for-uklarheter-i-konkurransegrunnlaget/>
- Nyrud, Anders Q., Bysheim, Kristian, Glasø, Geir & Nord, Tomas. (2011). Industrielt trebyggeri: Erfaringer fra norske prosjekter. *Norsk Treteknisk Institutt*.
- Official Journal of the European Union. (2016). General Data Protection Regulation.

- Olsson, Nils. (2014). *Praktisk rapportskrivning*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Plan- og bygningsloven. (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- Prognosesenteret. (2018). Borte bra – men hjemme best ? Hentet 7.12.2018 fra <https://prognosesenteret.no/borte-hjemme-best/>
- Ramstad, Trond Ø. (2014). Også modulbygg trenger prosjektering. *SINTEF*. Hentet fra <https://www.sintef.no/siste-nytt/ogsa-modulbygg-trenger-prosjektering/>
- Revfem, Jan. (2018). Plasstøpt eller prefabrikkert betong. *Teknisk ukeblad*. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/vaer-tro-mot-ideen-og-strategien-du-har/442113>
- Røsnes, August E. & Kristoffersen, Øystein R. (2014). *Eiendomsutvikling i tidligfase - Erverv, stiftelse og utnyttelse av eiendom til bygging og byutvikling*. Oslo: Senter for eiendomsfag.
- Samset, Knut. (2014). *Prosjekt i tidligfase*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Sandvik, Anniken Renslo. (2018). «Vi forventer en grundig granskning av det som er gjort ved Kirkenes sykehus». *iFinnmark*. Hentet fra <https://www.ifinnmark.no/ukeslutt/debatt/ost-finnmark/vi-forventer-en-grundig-granskning-av-det-som-er-gjort-ved-kirkenes-sykehus/o/5-81-710028>
- Sarja, Asko. (2003). *Open and Industrialised Building*.
- Schjelderup, Bjørn Frode & Henriksen, Sara. (2010). *Små, rimelige og robuste boliger*.
- Silverman, David. (2017). *A Very Short, Fairly Interesting and Reasonably Cheap Book about Qualitative Research* SAGE.
- Sjøgren, Jøns, Krogh, Elisabeth, Christensen, Lars Chr & Olsen-Skåre, Karoline H. (2017). *Digitalt veikart - for en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring*. Bygg21.
- Store norske leksikon. (2014). Industrialisering. Hentet fra <https://snl.no/industrialisering>
- Sved, Børge. (2014). Slakter kvaliteten på modulbygg fra Øst-Europa. *Adresseavisen*. Hentet fra <https://www.adressa.no/pluss/okonomi/article10010152.ece>
- Tam, Vivian W.Y., Tam, C.M, Zeng, S.X. & Ng, William C.Y. (2006). Towards adoption of prefabrication in construction. *Elsevier*.
- Tjora, Aksel. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Undervisningsbygg. (2007). *Veileder - fordeler og ulemper med ulike entreprisereformer*.
- Veidekke. (2016). *Moholt 50/50 studentboliger, Trondheim | Massivtre*. Veidekke.no: Veidekke. Hentet fra <http://veidekke.no/prosjekter/article19204.ece>
- Venables, Tim, Barlow, James & Gann, David M. (2004). *Excellence: UK capacity in offsite Manufacturing*. London: Constructon Excellence.
- Westgård, Halvor, Arge, Kirsten & Moe, Ketil. (2010). Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse. *Byggekostprogrammet*.

- Widing, Glen. (2019). Ser store muligheter fremover i modulbygg. *Estate Nyheter*. Hentet fra <https://www.estatenyheter.no/2019/03/14/ser-store-muligheter-fremover-i-modulbygg/>
- Yin, Robert K. (2018). *Case Study Research and Applications - Design and Methods*. Los Angeles: SAGE.
- Østby-Deglum, Erik, Svalestuen, Fredrik & Drevland, Frode. (2013). *Prosjekteringsledelse - teoretisk grunnlag*.

8. Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Intervjuet gjennomføres for å samle inn relevante data om hvordan eiendomsutviklere ser på fordeler og ulemper ved bruk av volumetriske moduler i boligbyggeprosjekter. Målet med studien er å undersøke om det er mer risiko forbundet med bruk av volumetriske moduler og hvordan denne kan reduseres. Målet er også å se på hvilke barrierer og suksesskriterier som ligger til grunn for å velge en industrialisert byggeprosess i boligprosjekter.

Informasjon fra intervjuet vil bli bruk i resultatdelen av min masteroppgave, som ferdigstilles senest 12. juni 2019. Data fra intervjuet kodes for å sikre full anonymitet for den intervjuede. Utdrag fra intervjuet kan blir gjengitt i masteroppgaven, men dette vil fremkomme anonymt. Sensitive opplysninger blir ikke brukt videre.

Det er ønskelig å benytte lydopptaker under intervjuet, ettersom dette sikrer at all informasjon blir lagret, og gjør at jeg kan fokusere på å gjennomføre intervjuet.

Dersom det oppstår uklarheter eller oppfølgingsspørsmål i etterkant av intervjuet ønsker jeg å kunne kontakte deg per e-post. Dette er for å kunne kvalitetssikre dataen og unngå misforståelser. Jeg håper du har mulighet til å svare på oppfølgingsspørsmål i en slik situasjon.

Skulle du skulle lure på noe i forbindelse med intervjuet eller min masteroppgave er det bare å kontakte meg. På forhånd takk for at du ønsker å bidra til min forskning.

Med vennlig hilsen,

Jørgen Nordli

Masterstudent i Eiendomsutvikling og -forvaltning ved NTNU

Mobil: 480 87 076

Epost: jorgnord@ntnu.no

Bakgrunn

- Hvilken stilling har du/dere?
- Hvilken bakgrunn har du/dere?
- Hvor lenge har du jobbet i bransjen?

Industrialisering

- Hva forstår eller legger du i industrialisering av byggeprosessen?
- Har ditt firma en strategi med tanke på å industrialisere boligbygging?

Bruk av moduler

- I hvilken fase av prosjektet blir det bestemt at moduler skal benyttes?
- Har fysiske aspekter ved tomten noe å si for valgt byggemetode med moduler? Hvis så, hva gjør en tomt egnet for moduler?
- Har geografisk lokasjon for tomten noe å si, særlig i forhold til transportalternativer.
- Spiller markedssituasjonen inn ved valg av moduler?
- Hva vurderes som potensiale for mer effektiv bygging med tanke på tid, kostnader, fleksibilitet?
- Hvordan er usikkerheten i prosjekter med moduler sammenlignet med tradisjonelle prosjekter som blir plassbygd?
- Hva mener du er de fem største fordelene med bruk av moduler i byggeprosjekter?
- Hva mener du er de fem største ulempene med bruk av moduler i byggeprosjekter?

Kontraksstrategi ved bruk av moduler

- Hvordan kontraheres entreprenør (leverandøren av modulene) og blir det gjort tidligere i prosessen enn ved andre prosjekter?
- Hvilken entreprisform mener dere er mest hensiktsmessig å bruke i prosjekter med bruk av moduler?
- Hvis prosjektet gjennomføres som en totalentreprise, kan entreprenør fritt velge «moduler»?
- Hvordan og når kontraheres arkitekt og rådgivere?
- Blir arkitekt og rådgivere tiltransportert modulleverandøren? Eller har de et eget rådgiverteam?
- Føler du at det er behov for ekstra rådgivning fra spesialister i prosjekter med bruk av moduler?

Prosjektledelse

- Blir prosjektorganisasjonen organisert annerledes når man benytter moduler?
- Setter bruken av moduler ekstra krav til prosjektgjennomføring?
- Hvordan vil du si sammenhengen mellom byggherres kompetanse på moduler og resultatet er?

