



Oppgavens tittel: Industriell boligproduksjon i Norge	Dato:		
	Antall sider (inkl. bilag):		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Stud.techn. Knut Halvor Nerheim			
Faglærer/veileder: Marit Støre-Valen			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

<p>Ekstrakt</p> <p>Denne studien har som mål å belyse industriell boligbygging og tilnærming gjennom problemstillinger knyttet til industrialisering som produksjonstilnærming eller en helhetlig tilnærming som omfatter byggeprosessen fra byggide til bruksfase. Videre sees dette lys av rammebetingelser, drivere og barrierer for industrialisering.</p> <p>Studien baserer seg på litteraturstudier, 12 intervjuer, en kvalitativ undersøkelse, deltagelse i Prosjekt Byggin og andre deler av Bygg 21 sine prosjekter, reflektert i lys av egne erfaringer fra 20 år med bygging og prosjektutvikling.</p> <p>Resultatene viser at hele verdikjeden må legge forholdene til rette for industriell tenkning hvis det skal gi effekt. Et bygg som er tenkt, tegnet og spesifisert uten fokus på industrielle metoder er ikke mulig å industrialisere i byggeprosessen. Dette handler om grunnleggende forståelse av behovet for samhandling mellom arkitekter, rådgivende ingeniører, fabrikker og entreprenører. Videre har begrepsapparatet tilknyttet industrialisering få nyanser, og det er en mangel på konsensus i næringen som sådan om hva som menes med de ulike begrepene. Oppgaven foreslår et mer nyansert begrepsapparat tilknyttet industrialiserte produkter.</p> <p>Det er mange ulike drivere som styrer industrialiseringstanken. Komplekse industrialiserte produkter brukes som regulator for arbeidsmengde, erstatning for manglende fagfolk og som tidsregulator for å senke byggetid eller gjennomføre flere prosjekter i året. Resultatene viser at hverken entreprenørene eller produsentene mener at elementer er billigere fra fabrikk enn å bygge de selv med tradisjonelle håndverksmetoder, og at teknologi er ikke kommet langt nok i utvikling eller ikke langt nok i utbredelse for å være en driver. Valutasituasjonen for NOK mot EUR gir at norske produkter blir prismessig gunstigere i forhold til element og modulproduksjon i EU. Dette virker å føre til større etterspørsel.</p> <p>Noen av barrierene for industrialisering er at det i Norsk byggenæring er et tradisjonelt håndverksfokus, og næringens organisering og organisering av byggeprosjekter er ikke tilpasset/orientert mot industriell tenkning. Det fremstår som at om at det er en manglende samhandling mellom ARK, RIB og entreprenører, og at det ikke er fokus på, eller kultur for, å se felles muligheter som leder til en industriell samordning i næringen. Det eksisterer formelle og lovmessige skiller mellom fagområdene som bremser integrasjon mellom fagene og høyere ferdigstillelsesgrad på industrielle produkter. Videre er det tydelig at det offentlige anbudssystemet sementerer gamle arbeidsmetoder og er en barriere for økt industriell tenkning.</p>
---

Stikkord:

1. Industriell byggproduksjon
2. Industrialisering i byggenæringen
3. Elementer og moduler
4. Building industrialization

## **Innledning**

En prosess med Masteroppgave er kommet til ende etter en gjennomføringen utover normert tid. I lys av at det skjer mye rundt problemstillingen i næringen for øvrig, har dette ikke vært noen ulempe fordi det har gitt muligheter til å følge de pågående prosessene over en lengre tidsperiode.

Oppgavens omfang er valgt for på få et breddeperspektiv på problemstillingen. Gjennomføringsmessig har dette vært krevende, men gir forhåpentligvis en større oversikt over en problemstilling som har mange innfallsvinkler.

Det rettes en stor takk til alle som har bidratt med innspill i næringen, både gjennom direkte intervjuer, samtaler på samlinger i Bygg21 og Bygdin, og gjennom en praktisk hverdag i byggenæringen. Anita Moum takkes for bidrag i Bygdin prosessen og som en bidragsyter som veileder i en tidlig fase.

En stor takk rettes NTNU for givende år med studier og til veileder Marit Støre-Valen for tålmodighet og veiledning i prosessen.

Hjemmefronten ved Mette Gro Iversen har bidratt med tålmodig korrekturlesning, spark bak og forståelse for tid for gjennomføring og Magnus S. Nerheim ved UIB har bidratt med akademisk vinkling for et praktisk hode, nyttige innspill og hjelp og spørsmål underveis. Tusen takk.

Lillestrøm 8.4.19

Halvor Nerheim

## Innhold

1. Innledning .....	5
1.1 Bakgrunn.....	5
1.2 Formålet med oppgaven.....	6
1.3 Forskningsspørsmål .....	7
1.4 Avgrensninger.....	7
1.5 Forfatterens erfaringer og påvirkning på oppgaveløsning .....	7
2. Litteratur, forskning og utviklingsprosjekter .....	8
2.1 Definisjon av begreper.....	8
2.2 Begrepet industriell produksjon.....	8
2.3 Industriell utvikling i historisk kontekst. ....	11
2.4 Hvorfor industrialisering.....	13
2.4.1 Produktivitet.....	14
2.4.2 Kostnadsreduksjoner.....	15
2.4.3 Kvalitet.....	17
2.4.4 Skape merverdier .....	18
2.4.5 Byggetid.....	19
2.4.6 Andre målområder for industrialisering.....	19
2.5 Produksjonstilnærming eller helhetstilnærming – eller begge deler.....	19
2.5.1 Produksjonstilnærming .....	19
2.5.2 Helhetlig tilnærming .....	25
2.6 Rammebetingelser for gode bygg for fremtiden med industrielt perspektiv. ....	31
2.6.1 Offentlige og lovmessige rammebetingelser .....	31
2.6.2 Miljø og energi.....	32
2.6.3 Økonomiske rammer.....	33
2.6.4 Geografiske rammebetingelser og utfordringer med tanke på industrialisering.....	34
2.7 Bransjemessige betingelser .....	35
2.7.1 Byggenæringens aktører og roller.....	35
2.7.2 Bransjeaktørenes ulike utgangspunkt for industrialisering.....	38
2.7.3 Kultur for industrialisering .....	40
2.7.4 Innkjøpsmessige rammebetingelser og styrkeforhold mellom leverandørene.....	40
2.8 Teknologit utvikling/Digitalisering.....	41
2.9 Oppsummering Litteratur.....	43
3. Metode .....	47
3.1. Generelt om metode og undersøkelsesformer.....	47

3.2 Undersøkelsesformer .....	47
3.3 Verifikasjon av data .....	50
3.4. Undersøkelser som benyttes i oppgaven.....	52
3.4.1 Undersøkelse Praktisk og akademisk tilnærming.....	52
3.4.2 Kvalitative intervjuer. Byggaktører .....	52
3.4.3 Kvalitative intervjuer. Produsenter og leverandører i Norge.....	53
3.4.4 Kvantitativ Undersøkelse Utlysninger i offentlige anbud .....	54
4. Resultater .....	56
4.1 Resultater av undersøkelse 3.4.1.....	56
4.2 Kvalitative intervjuer, Byggaktører 3.4.2 .....	58
4.3 Kvalitative intervjuer, Produsenter 3.4.3 .....	62
4.4 Resultater av Kvantitativ Undersøkelse 3.4.4.....	65
5. Drøftelse og diskusjon .....	67
5.1 Begrepene i Industrielle produkter og prosesser.....	67
5.2 Produksjonstilnærming eller helhetstilnærming - eller begge deler .....	72
5.3 Drivere som styrer industrialiseringstanken .....	74
5.4 Barrierer mot industrialisering.....	80
5.5 Anbud og bruk av industrielle metoder .....	82
5.6 Hvordan få til en industriell tilnærming?.....	84
6. Konklusjoner.....	89
7. Anbefalinger for videre forskning .....	91
Referanser .....	92
Tabelloversikt .....	97
Figuroversikt.....	97
Originaltekster til oversatte sitater .....	98

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I den norske byggenæringen hevdes det at prisene stiger og at effektivitetsutviklingen ikke står i forhold til prisutviklingen (Figur 1). Det er ikke lønnsomt å bygge nytt utenfor de store pressområdene slik utbygning gjøres i dag (Heyerdal et al. 2014).

*«Kostnaden ved å bygge nytt ligger på rundt 32.000 kroner per kvadratmeter. Med en slik kvadratmeterpris blir det vanskelig å få solgt boligen uten tap i store deler av landet»*

*Baard Schuman, Adm.dir. Selvaag eiendom, 2014*



Figur 1: Oversikt over lønnsomme utbyggingsområder i Norge fra Heyerdahl (2014).

**OBOS** måtte i 2012 i gjennomsnitt ut med 28.600 for hver kvadratmeter i nye blokkprosjekter, tilsvarende tall hittil i år er (2014) 31.900 kroner. På toppen kommer utgifter til tomt og egen fortjeneste.

(Sættem og Reinholdsens 2014)

Regjeringen setter i Stortingsmelding 28 2011-12 "Betre bygg for eit betre samfunn" tydelige mål og forventninger til utviklingen frem mot 2030 (Stortingsmelding 28 2011/2012):

*«I 2030 har byggsektoren gjort store sprang i produktivitet, og den norske byggjenæringa står stadig sterkare internasjonalt. Innovasjonar og god konkurranseevne er typiske kjenneteikn ved næringa»*

For å adressere dette satte myndighetene og byggenæringen ned fellesprosjektet Bygg21 i 2014, som blant annet har mål om å senke byggekostnadene med 20 % innen 2021.

Bygg21 er et langsiktig og bredt samarbeid mellom byggenæringen og statlige myndigheter. Bygg21 skal også legge til rette for at byggenæringen bedre kan løse utfordringer innenfor bærekraft, produktivitet og kostnadsutvikling.

Det er en forventning om at en økt industrialisering av byggenæringen vil være et nøkkelelement for å kunne oppnå forventningene om utvikling. Industrialisering er ikke et nytt begrep i bransjen og var også på agendaen i Byggekostnadsprogrammet (2005-2010) (Eiken et al. 2010).

Videre ble Bygdin etablert i 2016, som et nytt nettverk som skal stimulere til samarbeid, nytenking og etablering av forsknings- og innovasjonsprosjekter i bygg- og anleggsnæringen (Bygdin). Nettverket styres av Sintef.

Bygdins målsetninger legger tydelige forventninger til effekten av industrialisering. Industrialiseringen må bidra til kvalitet. Det handler om et betydelig potensial for økt effektivitet og reduserte kostnader. Det antas at prefabrikasjon kan bidra til en kostnadsreduksjon på opptil 50 % (Høylund-Kaupang 2016).

*– For å rigge næringen til å ta steget inn i fremtiden trenger vi nytenking rundt verdikjeder, planlegging, fremdrift, forretningsmodeller, prosesser og arbeidsplasser. Dette krever et samarbeid mellom alle involverte i bygg- og anleggsprosjekter – med byggherrene og bestillerne i front som viktige premissgivere og kravstillere*

*Anita Moum, SINTEF*

I lys av at bransje og myndigheter og forskningsmiljø lager sentrale fellesprosjekter for å sette temaet på dagsorden, legges det til grunn at dette er en dagsaktuell og prioritert oppgave.

## **1.2 Formålet med oppgaven**

Målet med oppgaven er å skape oversikt over temaet industrialisering av bygg, identifisere drivere og undersøke status i bransjen.

Opgaven har flere delmål:

- Strukturere en forståelse for begrepsapparatet tilknyttet industriell produksjon.
- Kartlegge rammebetingelser for industrialisering
- Undersøke status i bransjen innenfor produksjon og bruk av industrielle produkter
- Identifisere drivere og barrierer for industriell produksjon
- Hva må til for å få til en videre utvikling

### **1.3 Forskningsspørsmål**

1. Hva er industriell boligbygging?

- Er begrepet industrialisering en produksjonstilnærming, eller handler det om effektivisering av byggeprosessen – fra byggidé til bruksfase?
- Finnes det et avklart begrepsapparat?

2. Hvordan få til en industriell tilnærming?

- Rammebetingelser – hvem eller hva påvirker tanken om industrialisering
- Hvilke drivere styrer industrialiseringstanken?
- Hvilke barrierer finnes?

### **1.4 Avgrensninger**

Studien er ment å gi et oversiktsbilde for et tema som ennå er i utvikling. Dette betyr at oppgaven ikke har til hensikt å gå i dybden på alle felt, snarere definere problemstillinger, gi et overblikk, samt å påpeke områder for videre forskning og utvikling. Oppgaven forholder seg primært til hus med leiligheter bygget i tre. Det er et mål å se overføringsverdi til alle typer boligbygg.

### **1.5 Forfatterens erfaringer og påvirkning på oppgaveløsning**

Oppgaveforfatter jobber i Boinnova som i dag er leverandør og utleier av boliger.

Bedriften er tuftet på fundamentet, at alle boliger skal produseres industrielt, fortrinnsvis i Norge.

Det å selv være en del av bransjen skaper to viktige fokusområder:

1. Sikre trygghet for intervjuobjekter for at informasjon brukes objektivt og riktig
2. Bruke egen erfaring, men ikke la de styre eller påvirke tolkningen av informasjon som hentes inn som en del av oppgaven.

Oppgaveforfatteren er som representant for Boinnova Smart Living AS er også medlem av nettverket Bygdin. Dette er en arena for å utvikle ny kunnskap og finne nye løsninger og tiltak for videre utvikling innenfor industrialisering

## 2. Litteratur, forskning og utviklingsprosjekter

### 2.1 Definisjon av begreper

Definisjoner av ord i forskningsspørsmålene som ikke defineres i den videre oppgaven:

Barriere:

Tiltak eller funksjon som hindrer en uønsket hendelse i å oppstå eller redusere konsekvensene av denne. I den videre oppgaven er barriere å forstå som tekniske, organisatoriske eller menneskelige hindringer for å oppnå målet om større industrialisering.

Drivere:

Drivere skal i oppgaven forstås som pådrivere/drivende kraft som fremmer industrialisering, det være seg av tekniske, organisatorisk eller menneskelig karakter.

Rammebetingelser:

Rammebetingelser i denne oppgaven er de faktorer eller instanser som påvirker industrialiseringstanken. De kan være de kan være drivere, hindringer eller nøytrale i forhold til industrialisering.

Anbud/tilbud i offentlig anskaffelse:

Anbud: Utlyst anbud i forhold til regelverket

Tilbud: Levert tilbud på en anbudsforespørsel.

### 2.2 Begrepet industriell produksjon

**Hva er industriell produksjon?**

Industri (Latin: industria, flid), generell betegnelse for næringsvirksomhet som består i bearbeidelse av råstoff eller råvarer. Begrepet brukes oftest om fabrikkmessig fremstilling av varer. I Store Norske 2007 er industri definert som fysisk eller kjemisk omdanning av materialer, stoffer eller deler til nye produkter, også om produktene selges fra det stedet der de produseres. Industribegrepet omfatter også montering av deler til ferdige produkter (Store Norske leksikon 2018).

Å industrialisere er betegnelsen på å gå over fra manuelt arbeide til automatisert, maskinelt arbeide. Dette gjøres også for å bedre arbeidsmiljøet, men først og fremst for å effektivisere arbeidet (Wikipedia 2018).

Thorir F Berg ved Sintef oppsummerer i rapport Industrialisering og systematisering av byggproduksjon industriell produksjon på følgende måte:

*«Prosjektgruppens forståelse er at industrialisering av byggeproduksjonen både kan innebære en industrialisert produksjon (inne i en fabrikk) og en systematisert produksjon på en byggeplass»*

Thorir F Berg, Sintef, 2008



Berg påpeker videre at industrialisering av byggeproduksjonen skiller seg fra industrialisering i andre næringer ved at montasjested eller byggeplass alltid skifter.

*«Den tradisjonelle håndverkspregede produksjonen der det meste lages for hånd skjer nå bare unntaksvis. Det benyttes stadig flere komponenter og elementer som produseres industrielt og monteres i bygget uten at en derved betegner byggingen som industrialisert.» (Berg 2008).*

Industrialiseringsbegreper omfatter mange nyanser. Det skal bl.a. dekke fabrikkproduksjon, industrielle bygningsdeler, systematisert produksjon på byggeplasskomponenter. Historisk sett ble alt laget og satt sammen på byggeplass. Håndverkere laget alt fra reisverk, takstoler, vinduer, dører. Spesialisthåndverkere kom etterhvert til med blant annet rørleggere og elektrikere.

Fabrikkmessig tilnærming kom først med industrialisering av byggekomponenter. Dette skjedde blant annet gjennom standardiserte sagbruksprodukter, vindusproduksjon og spesialiserte tilvirkere av komponenter brukt på byggeplass.

Begrepet prefabrikasjon anvendes om byggenæringen. Prefabrikking betegner at større eller mindre bygningsdeler blir fremstilt på fabrikk, slik at arbeidet på byggeplassen kan reduseres. Prefabrikasjon omfatter såkalt prekapp, der alle materialene er kappet og bearbeidet på forhånd.

SINTEF Byggforsk har delt inn de industrialiserte boligbyggingskonseptene i fire kategorier (Schmidt 2009):

- A) Rommoduler. Høy ferdighetsgrad
- B) Rommoduler kombinert med prefabrikasjon og plassbygging
- C) Systematisert bruk av prefabrikkerte konstruksjoner og elementer
- D) Systematisert produksjon som går igjen fra prosjekt til prosjekt, men som også kan inkludere prefabrikkerte elementer og moduler

For å komplettere litt i begrepene lages en foreløpig inndeling til videre bruk i oppgaven:

### Komponent

Komponent er en del av en helhet (Store Norske Leksikon 2018). Bygningsdel hadde vært en alternativ benevnelse men brukes ikke fordi NS 3451 Bygningsdelstabell allerede har en bredere bruk av begrepet. Komponenter er enkeltstående eller sammensatte produkter som bestilles til byggeplass. De kan være enkeltstående som spiker, trevirke eller lecablokker.

Bearbeidede komponenter består av flere sammensatte enkeltkomponenter men bestilles som en enhet, Eksempler på dette er vinduer. Begrepet ivaretar da også Sintef definisjon C) Systematisert bruk av prefabrikkerte konstruksjoner og elementer og prekapping av materialer.

### Element

Element har mange definisjoner. I byggenæringen brukes element bla om ferdigproduserte vegger.

I oppgaven er elementet definert som en større sammensatt enhet bearbeidet og sammensatt i fabrikk. Elementer kan ha varierende prefabrikasjonsgrad. Et typisk element er takelementer og vegger. Disse heises på plass og skrues sammen på kort tid på byggeplass.

### Modul

Modul/modulbygg (av latin Modus "lite mål") i betydningen enten målestokk, tall som anvendes til mål eller standardisert element, grunnelement, byggmodul, modulsamordning . En bygningsmodul er en ferdig sammensatt struktur som ofte har både gulv, tak og vegger.

I en rapport fra SINTEF Byggforsk i 2014 defineres modulbygg slik (Almås et al. 2014):

*«I modulbygg oppføres bygninger fra prefabrikkerte bygningsmoduler. Bygningsmodulene produseres i fabrikk under kontrollerte forhold eller fra allerede produserte konstruksjonselementer, for eksempel vegger, etasjeskillere og tak. Fundamentene blir etablert på tomten på forhånd. På byggeplassen dreier det seg derfor om montering av modulene og sikring av modulene mot skader i monteringsperioden. I tillegg krever mange modulbygg også betydelige sluttarbeider på byggeplass i form av kompletterende takkonstruksjoner, trapper og inngangspartier etc. Modulbygging setter strenge krav til planlegging av hele byggeprosessen, med vekt på logistikk og korrekt sammenkopling. Den store fordelene er kort byggetid, med rask lukking av bygget slik at man raskt kommer i gang med sluttarbeidene».*

Med mange aktører som tilbyr løsninger for byggenæringen er inndelingen ovenfor muligens noe snever.

Det er mulig ytterligere nyanser og kategorier bør inn for å dekke det mangfold av produkter som tilbys. Dette blir et punkt for videre forskning i oppgaven.

Jon Karlsen, adm. Direktør i Glava, problematiserer rundt industrialisering i en artikkel i Byggeindustrien (Karlsen 2016).

*«Til stadighet hører vi at byggenæringen må industrialiseres. Industrialisering er nødvendig for å få ned kostnadene osv. Men hva betyr det å industrialisere?»*

*«Betyr det at bygget skal prefabrikkeres (modul /element) eller masseproduseres? Betyr det å sette ut produksjonen til et lavkostland? Betyr det at det skal robotiseres?»*

*Jeg tror mange tenker veldig feil rundt dette temaet. Jeg tror også at forretningsmodellen som ofte benyttes i byggebransjen gjør det umulig å industrialisere.*

*Jeg har arbeidet mange år i tradisjonell industri og ser klart at det tenkes totalt forskjellig i industrien fra hva det gjøres i byggebransjen.»*

*Jon Karlsen Adm. Dir. i Glava, 2016*

## 2.3 Industriell utvikling i historisk kontekst.

**Henry Ford** var grunnleggeren av Ford Motor Company. Han var en av de første som benyttet seg av samlebånd som produksjonsmetode for å lage rimelige biler. Denne metoden revolusjonerte ikke bare industriell produksjon, men hadde også enorm innflytelse på moderne industrikultur i denne perioden.

Effektiviseringen av produksjonen gjorde det mulig å senke prisene. Fra 1910 til 1916 sank prisen på en T-Ford fra \$780 til \$360. Samtidig økte det årlige salget fra 20 000 biler til 600 000. (Store Norske Leksikon 2018).

### Industriell bygging i Norge fra 1887

De første fabrikkene for ferdighus kom enda tidligere enn Henry Ford. Ett eksempel er Strømmen Trevare (Amundsen 2016).

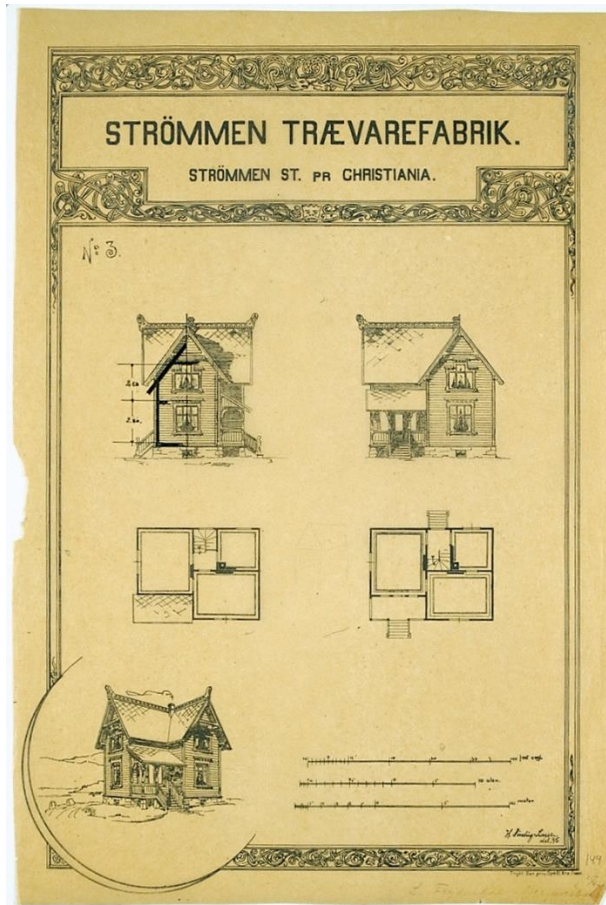
Trevarefabrikken begynte med husproduksjon allerede i 1887. Senere økte omsetningen av hus og byggevarer år for år. Den stadig økende omsetningen førte til flere ansatte og byggevirksomhet på fabrikken også. Fabrikkområdet var i kontinuerlig vekst.



Figur 2: Laftehus under montering i tømmermannshallen på Strømmen (Foto: Akershusbasen 0231-124:0003)

På det meste var det over 300 arbeidere på trevaren. Strømmen Trævarefabrik AS sto på høyden av sin virksomhet i 1919. Da hadde den 360 ansatte.

Fabrikken eksporterte til flere land i Mellom- og Sør-Amerika, da var det gjerne snakk om de såkalte «tropheusene». Det var hustyper spesielt konstruert med lufting for å takle det varme og fuktige klimaet. I Europa var vanlige bolighus ettertraktet. Mange av husene er utformet i sveitserstil eller dragestil, men utformingen av grunnplanen var tilpasset den borgerlige middelklassens livsstil og plassbehov og ikke de gamle norske byggestilene.



Figur 3: Typehus nr. 3 tegnet av arkitekt Holger Sinding-Larsen fra katalogen fra 1895. Huset var i enkel sveitserstil i 2. etasjer. (Foto: Repro Akershusmuseet)

Ferdighus var også godt egnet der byggetiden var kort. Svalbard, Island, Færøyene og Antarktis er eksempler på områder hvor Strømmenhus ble satt opp. Også disse husene var tilpasset et klima som krevde ekstra isolasjon. Mange av dem står den dag i dag.

### Industriell bygging etter andre verdenskrig

I 1948 kom ingeniør Olav Selvaag på banen og utfordret byggenæringen (Selvaaggruppen 2014). Han mente at det var mulig å bygge tre ganger raskere og til en tredel av prisen, og ble utfordret av Morgenposten til å bevise sin påstand. Selvaag slo til, og i 1948 sto det berømte Ekeberghuset i Oslo ferdig. 80 000 mennesker valfartet til Ekeberg for å se på nyvinningen, som skulle bevise Selvaags teorier.

Selvaags nye metoder ble raskt til standarder. Målet var å utvikle nye, bedre, mer rasjonelle og rimeligere byggemetoder. Dette gjaldt blant annet materialbruk og byggteknikk. Han innførte seriebygging av standardiserte hustyper og leiligheter som muliggjorde raskere oppføring av boliger.

Et kjent og mer moderne eksempel er Moelven (Moelven i.d.). På 50 tallet startet produksjonen av det som skulle bli en ny merkevare for konsernet - «Moelven-hus på hjul», altså en moderne utgave av en mobil brakke. Disse mobile småhusene skulle komme til å bli svært populære og ble tatt i bruk innenfor

skogbruket, i anleggsbransjen, utdannings- og oljesektoren. Av entreprenørene ble de kalt «Moelvenbrakka». Etter hvert på 60 tallet startet Moelven produksjon av mer avanserte boliger – containerhus, seksjonshus og elementhus. Seksjonene ble produsert på flere samlebånd og ble montert i store fabrikkhaller. En slik industriell husproduksjon var helt ny i Europa.

Selvaags bygningsmetoder og –filosofi var i begynnelsen svært omstridt i fagkretser. Underveis og i ettertid har det vært reist kritikk mot både Moelvens brakkebygg og enhetlig drabantbyutbygging i regi av Selvaag. Kritikken går i hovedsak ut på massiv enhetlig utbygging med like boliger og mangel på estetikk.

Det var mange initiativ til industriell produksjon på 2000 tallet. I Sverige sto store entreprenører som NCC for en oppbygging av kapasitet for boligbygging i fabrikk. Det er ingen entydig forklaring på hva som skjedde når dette ble lagt ned etter kort tid. Ifølge NIBR- rapport 2009:18 mener Lene Schmidt at nedleggingen av tiltakene kom som en stor overraskelse (Schmidt 2009).

*«At to større forsøk med industrialisering i Sverige (Open House og NCC komplett) mislyktes etter kort tid, kom som en stor overraskelse for bransjen. Årsakene til nedleggingen blir blant annet forklart med at man ikke ga forsøkene nok tid. Open House mislyktes fordi en ønsket å tilby et for stort spekter av boligløsninger.»*

## **2.4 Hvorfor industrialisering**

Kapittelet fokuserer på de argumenter som fremkommer for å industrialisere i byggsektoren.

Kazi et al. (2009) trekker frem flere målsetninger (Originaltekst 1):

*«Open Building Manufacturing, kombinerer ultra-effektiv (Ambient) produksjon i fabrikker og på byggeplasser med et åpent system for produkter og komponenter som tilbyr mangfold av tilbud på markedet. Aktivering av forretningsprosesser, IKT-systemer, nye materialer og teknologier og smarte komponenter mv. underbygger dette.*

*Åpen bygningsproduksjon er et forsøk på å bringe noen av de fremtredende trekkene til effektiv produksjon til byggesektoren.*

*Dette bør føre til:*

- *betydelige besparelser i bygge- og vedlikeholdskostnader*
- *færre feil og endringsarbeider*
- *flere valg og verdi for kunden*
- *nye produkter og tjenester som kan konfigureres og monteres i mobile fabrikker på byggeplasser»*

Moum et al (2017) lister også opp klare målsetninger for industrialiseringen:

«Industrialisering er et begrep som i dag dukker opp i mange diskusjoner i bygg- og anleggsnæringen. Det knyttes en forventning til at en "mer industrialisert" BA-næring og industrialiserte byggeprosesser vil føre til:

- kortere byggetid
- mer effektive og smidige prosesser
- reduserte kostnader
- bedre kontroll
- renere bygg
- bedre kvalitet
- Konkurranseskraft»

De neste avsnittene fokuserer på noen av de sentrale områdene som har kommet fram som resultatområder eller målområder for en vellykket industrialisering.

## 2.4.1 Produktivitet

Produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhet har falt med 10 prosent siden år 2000. I den samme perioden har produktiviteten i privat sektor i Fastlands-Norge økt med 30 prosent (Todsens 2018).

Produktiviteten i næringsgruppen bygge- og anleggsvirksomhet, slik den måles i nasjonalregnskapet, har falt eller vært uendret i mange år (Tabell 1), tallene er hentet fra produksjonsindeks for bygge og anleggsvirksomhet. I 2016 var arbeidsproduktiviteten, definert som bruttoprodukt i faste priser per timeverk, nesten 10 prosent lavere enn nivået i 2000. Til sammenligning har arbeidsproduktiviteten i markedsrettet virksomhet i Fastlands-Norge økt med rundt 30 prosent i samme periode. Produktiviteten i næringen har også gått ned i blant annet Sverige og Finland, mens Danmark har hatt økning (Todsens 2018).

Produktivitet. Indeks 2000=100	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arbeidsproduktivitet bygg og anl	100	96,2	91,2	90,4	92	91,6	91,1	90,2	90,4
Total faktorproduktivitet bygg og	100	93,5	87,2	86,6	87,7	87,4	87	86,3	87,3
Arbeidsproduktivitet Fastlands-N	100	118,8	121,5	121,7	124,3	127,1	128,5	129,2	129,8
Total faktorproduktivitet Fastlan	100	113,8	113,7	114,3	117	119,3	120,7	121,3	121,5
Kilde: Statistisk sentralbyrå									

Tabell 1: Relativ produktivitet i bygge- og anleggsvirksomhet fra 2000-2016. Fra Todsens 2018.

Produktivitetsnedgangen i bygg- og anleggsnæringen kan ha flere årsaker. Blant annet har den økende arbeidsinnvandringen gitt næringen god tilgang på arbeidskraft med relativt lavt lønnsnivå, men kanskje også lavere produktivitet på grunn av språkproblemer og begrenset kunnskap om norske byggemetoder. Det har også vært en økning i bruken av prefabrikkerte bygningselementer. Produktivitetsutviklingen som følger av dette vil regnes til byggevarerindustrien og ikke til byggenæringen (Todsens 2018). Produktivitetsstatistikken brukes av mange som argument for industrialisering.

En SINTEF-rapport fra 2017 oppsummerer forskning på industrialisering, og viser hvordan bygg- og anleggsnæringen i Norge kan hente ut gevinster (Moum et al. 2017).

«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.

Eksempler på slik omstilling er allerede utviklede tematikker som LEAN-, skreddersøm- og ETO-tematikk»

Halvard Høiland Kaupang, Forsker, Sintef

## 2.4.2 Kostnadsreduksjoner

Byggenæringen har gjennom Bygg 21 satt seg store mål (Figur 4) (Tiltnes 2015a, GOV.UK 2013)

### Sammen bygger vi fremtiden

- Redusere kostnadsnivået med 20%
- Øke eiendomsverdiene med opp til 10%
- Øke byggenes merverdi (brukers produktivitet og trivsel) med opp til 5%
- Økt bærekraft
- Økt seriøsitet

### Construction 2025 (UK)

#### Lower costs

33%

reduction in the initial cost of construction and the whole life cost of built assets

#### Faster delivery

50%

reduction in the overall time, from inception to completion, for newbuild and refurbished assets

#### Lower emissions

50%

reduction in greenhouse gas emissions in the built environment

#### Improvement in exports

50%

reduction in the trade gap between total exports and total imports for construction products and materials

Figur 4: Mål for byggutvikling i Norge og UK, fra Tiltnes (2015a) og gov.uk (2013)

Industrialisering er pekt å være et av de verktøy som kan være med på å realisere disse ambisiøse målene.

De norske målene er ambisiøse og tar for seg mål i et stort breddeperspektiv.

Her er eiendomsverdi og merverdi fremhevet som viktige områder.

For måling av økt eiendomsverdi blir utfordringene å skille effektene av kvalitative merverdier i byggene og generell markedsmessig utvikling.

Bærekraft og seriøsitet er uspesifisert og uten målverdier.

Måltallet på merverdi tar inn Facility Management perspektiver med brukere og trivsel.

Målsetningen i UK skiller seg fra den norske ved at de har to klare resultatmål i kostnader og effektivitet. Utslipp (emissions) fra byggsektoren er målsatt.

UK målene har også et sterkt fokus på merverdi i form av eksport.

I sammenligningen mellom de to kan man argumentere at UK målene er klarere definert og mer ambisiøse enn de norske.

I artikkelen «Benefit evaluation for off-site production in construction» trekker Nick Blimas frem at studier som forsøker å se på lønnsomheten til prefabrikering har en tendens til ikke å ta med seg det

hele bildet når man skal se på effekter av OSP (Off site production) (Blismas 2006) (Originaltekst 2)

*Vanlige evalueringsmetoder tar bare materialer, arbeidskraft og transportkostnadene i betraktning ved sammenligning av ulike alternativer, og ofte blir andre kostnadsrelaterte ting ikke tatt med som for eksempel byggeplasskostnader, kranbruk og korreksjonsarbeider/utbedring av arbeid. Disse kostnadsfaktorene blir vanligvis begravet i andre kostnadsposter som ikke direkte relateres til byggemetoden som er valgt..*

*Videre blir øvrige problemer som helse og sikkerhet, effekter på ledelse og byggeprosessen enten implisitte eller ignorert i disse sammenligningene. Dette til tross for at det påvist at disse problemene er noen av de viktigste fordelene med OSP. En rekke studier viste at evalueringsfokus nesten er utelukkende på direkte materiell og lønnskostnader for komponenter, uten eksplisitt hensyn til OSP-prosjektets bredere kostnadseffektive problemstillinger.*

Å bygge billigere og senke kostnadsnivået er en klar drivende kraft.

Økonomi er ofte en sterk driver i mange endringsprosesser.

Det at boligpriser har steget kraftig i Norge de siste årene er både en kombinasjon av økte byggekostnader og økte tomtepriser.

Bård Schumann i Selvaag tar opp dette i en artikkel. (Schumann 2018)

*«Boligprisene i Oslo har galoppert de seneste 20 årene. Utgangspunkt er en utsalgspris på 70.000 kroner kvadratmeteren for en ny leilighet, som nå er helt vanlig. Kostnadselementet som har steget desidert mest de seneste årene, er tomteprisen. Tomteprisene har imidlertid steget kraftig som følge av bedret kjøpekraft fra lave renter. Siden finanskrisen har tomteprisene økt fra 7000-8000 kroner kvadratmeteren til 20 000-25 000 kroner kvadratmeteren».*

Selv når økte tomtepriser i deler av landet tas ut av regnestykket er det mange aktører i næringen som må jobbe mer effektivt og eller senke sine marginer for å oppnå lavere priser.

Viktig i dette bildet blir å avklare hvem det er som skal sitte igjen med gevinsten:

- Skal kunden få en lavere pris?
- Skal utbygger tjene mer?
- Er det industribedriftene som skal ta ut gevinsten? Er det noen som må betale prisen?

Avklaringen av disse spørsmålene vil sannsynligvis ha en betydning på hvordan man lykkes med målsetningene.



### 2.4.3 Kvalitet

Kvalitet er et begrep med mange fasetter og tolkninger:

Regjeringen legger følgende definisjon til grunn: (Kommunal og moderniseringsdepartementet 2018)

*Kommunal- og moderniseringsdepartementet har et overordnet ansvar for å stimulere til en bærekraftig og varig kvalitet i boliger, bygg og bygde omgivelser. I arbeidet med byggkvalitet har staten lagt særlig vekt på å stimulere til sunne og sikre bygg som kan brukes av de fleste, og en redusert bruk av energi i bygg samt god byggeskikk.*

I Stortingsmelding 28 (Kommunal og regionaldepartementet 2011–2012) er kvalitetsdefinisjonen ganske bred:

*Kvaliteten på bygninger dreiar seg ikkje berre om eigenskapar ved bygget sjølv, men må sjåast i samanheng med dei måla samfunnet har. Bygga legg premissane for korleis vi lever og arbeider, for trivsel og livskvalitet. Bygg har stor miljøpåverknad, og byggsektoren er ein stor forbrukar av ressursar og skapar mykje avfall. Derfor vil det kome skjerpa krav og for ventningar til at byggjenæringa oppfyller kvalitetar som medverkar til eit godt samfunn.*

Teknisk forskrift (Direktoratet for byggkvalitet TEK 17 2017) spesifiserer minimumskvaliteter ved bygg både byggets egenskaper og trivsel og livskvalitet.

Gjennom sine TEK standarder setter regjeringen standard for norske bygg.

Standardene er uavhengige produksjonsmetode.

Etterlevelse av avtalt standard på det fysiske kan muligens være lettere å etterleve med organiserte og etterprøvbar produksjon i stabile omgivelser.

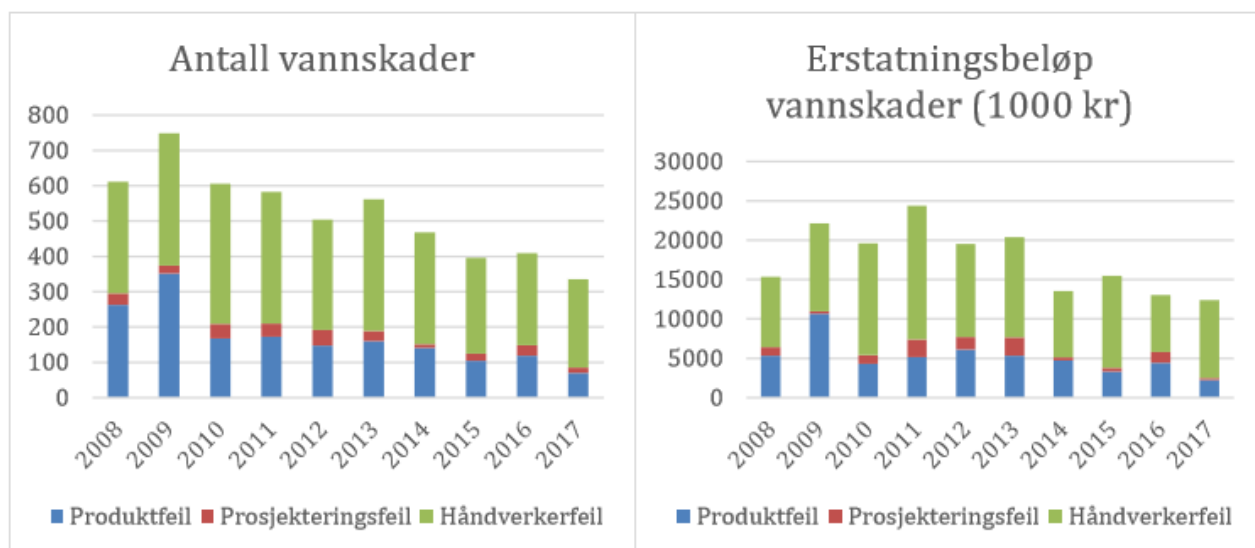
Kvalitetsforbedringer som følge av industrialisering kan for eksempel være færre feil.

Stian Askjer (Askjer 2018) fremhever i en masteroppgave målområder for kvalitetsforbedringer i forbindelse med industriell bygging av tekniske moduler. Han trekker frem kostnader i nybygg som følge av feil.

Askjer (2018) viser utviklingen innen vannskader for bygninger med en alder opptil 5 år i perioden 2008 til 2017 (Figur 5). Disse tallene er basert på feil fra produkter, prosjektering og håndverksarbeid.

I 2017 ble det utbetalt erstatningssum på totalt 12,363 MNOK (336 skader) i forbindelse med vannskader i nyere bygg som ikke skyldes misbruk eller andre eksterne årsaker.

Dersom samtlige årsaker til vannskader inkluderes økes summen for erstatningsbeløp til totalt 49,037 MNOK (1285 skader)



Figur 5: Skader og erstatningsbeløp som følge av vannskader, hentet fra Askjer (2018).

Hvordan industrialisert produkter oppfattes kvalitetsmessig er fokus for en rapport fra 2014 (Almås et al. 2014). Her konkluderer forfatterne med at modulbygg ikke entydig kan sies å være bedre enn tradisjonelle bygg, men dersom aktørene i prosjektet har god kompetanse på bygging med moduler kan det gi mange fordeler fremfor tradisjonelle, plassbygde løsninger.

#### 2.4.4 Skape merverdier

Å Skape merverdi har kommet opp som en faktor de siste årene. Å skape merverdier er også ett av de tidligere listede målene for Bygg21.

I en konferanseartikkel fra 2017 setter Støre-Valen, Boge og Foss fokus på å skape merverdier (Støre-Valen et al. 2017):

*In the last decades, Norwegian real estate projects have traditionally focused on cost minimization rather than value optimization. The main intention of the research project “OSCAR – value for Owners and Users of buildings” is to develop competences, methods and analysis tools that makes it possible to optimize the design that creates value for owners and users throughout the buildings’ lifetime.*

*Our data show that the owners are more interested in user involvement in early phase development of buildings than the users themselves. This finding indicates that the process of being involved in early phase development gives both ownerships to the decisions and opportunities to influence the decisions. This finding corroborates the literature that show positive results from use of collaborative models for involving more stakeholders in early phase development*

Her er det fokus på å skape merverdier for eiere av bygninger og for brukerne. Dette er en innfallsvinkel som er relativt ny i norsk sammenheng.

### **2.4.5 Byggetid**

Å redusere byggetid er pekt på som en viktig resultatfaktor av industrialisering.

Historisk sett finnes det også mange eksempler på at redusert byggetid er en konsekvens av industrialisering.

Bilindustrien er et godt eksempel på dette, fra Henry Ford spede begynnelse med samlebånd til moderne til moderne bilfabrikker.

I byggenæringen er Vestfold sykehus blir brukt som eksempler på at bruk av industrielle metoder skal føre til kortere byggetid (Sykehusbygg 2014).

Prosjektet har store ambisjoner om rask oppføring av nye bygg – og å gå fra tradisjonell byggeplass til montasjeplass. Dette innebærer stor grad av standardisering av rom, funksjonelle og tekniske løsninger, et modent marked for industriell produksjon av elementer og moduler.

Byggetid skal reduseres med 50%.

Moum et al.(2017) har byggetid på toppen av sin liste av effekter av industrialisering.

### **2.4.6 Andre målområder for industrialisering**

Målområder for industrialisering er mangesidige, det er ikke sikkert man evner å måle alle effekter tidlig i prosessen. Jeg mener man må kunne anta at det underveis i en industrialiseringsprosess vil kunne komme nye effekter etter hvert som man får erfaringer.

## ***2.5 Produksjonstilnærming eller helhetstilnærming – eller begge deler.***

Tanken om industrialisering videreføres i to dimensjoner.

1. Produksjonstilnærming er effektive fabrikker som produserer det de gjør i dag mer effektivt, eller utvider horisonten for å produsere flere produkter industrielt.
2. Helhetstilnærmingen er basert på at produksjonsbedriftene bare er en liten del av næringen, og at en effektiv industrialisering påvirker øvrige deler av næringen og kan være direkte avhengig av at øvrig næring tenker industrielt for å få til resultater.  
Kan man få til en industrialisering i større skala bare ved å ha fokus på produksjonsbedriftene?

Tanken er at virkemidlene for å oppnå effekter av industrialisering er ulike i de to ulike perspektivene.

### **2.5.1 Produksjonstilnærming**

Produksjonstilnærming setter fokus på hvor effektiv den delen av bygg-industrien som i dag er fabrikkbasert er:

- Hvor effektive er fabrikkene?
- Bruker de etablerte metoder som f. eks Lean Production i sitt anlegg?
- Går de langt nok i bearbeidelsegrad av sine produkter?

- I hvor stor grad brukes teknologi og robotisering

Flere steder i litteraturen er det vist til gode eksempler på effektiv produksjon.

Under andre verdenskrig ble det i USA bygd Liberty skip (Figur 6) bygget som et svar på et umettelig behov for tonnasje. Disse hadde en lengde på 135 meter og en bredde på 17 meter. I starten var byggetiden 230 dager, men rekorden var sjøsetting på 4 dager og 15,5 timer.



Figur 6: Liberty-skip i opplag etter 2. verdenskrig. Ukjent Fotograf. Kilde: Skipet. Norsk skipshistorisk selskap.

I historien om samlebåndsproduksjon finnes lignende eksempler blant annet fra Ford.

Nord Europas største Modulfabrikk ligger i Estland. På et besøk med omvisning der i 2012 var de besøkende overrasket over industrialiseringsgraden. I grove trekk ble modulene bygd med helt tradisjonelle håndverksmetoder uten roboter av noe slag. Forskjellen fra en byggeplass hvor alle faggrupper jobbet på tradisjonelt, var at alt ble bygget inne.

Denne overgangen fra håndverksarbeid til industriell tilpasning beskrives av (Kazi et al. 2009).

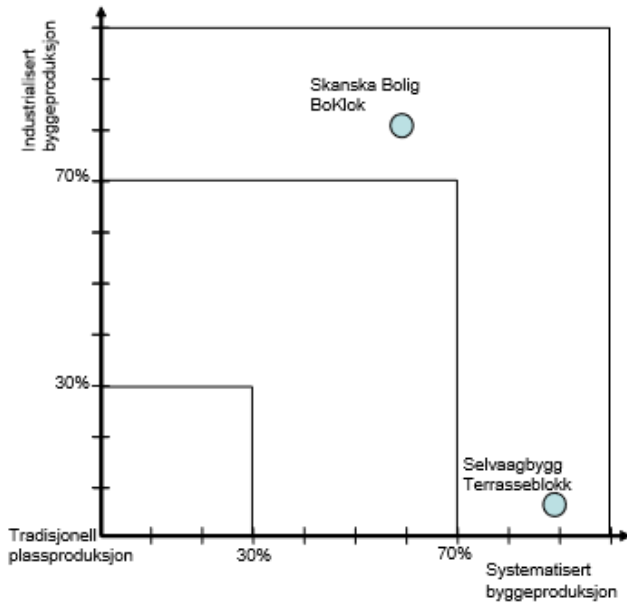
“The construction industry is primarily characterised as a craft-based one producing one of a kind products and services. Other manufacturing sectors such as aerospace and automotive sectors in comparison primarily rely on standardized components that can be configured and assembled to provide a specific product or service”.

Innsatsfaktorene for forbedret produksjon er gjennom forskning og dokumentasjon helt tilbake 1800 tallet kjent og akseptert.

Spørsmålet i oppgaven er om en utvikling av effektiviteten og graden av robotisering i dagens fabrikker vil ha en avgjørende betydning for nivået på industrialisering i norsk byggebransje og hvilken påvirkning dette vil ha for de ulike byggfagene.

Berg visualiserer også dette skillet i sin modell fra 2008 som viser grad av industrialisering av byggeprosjekter  
Figur 7 (Berg 2008).

*«Legger man industrialisert og systematisert byggeproduksjon langs to akser, med utgangspunktet i tradisjonell byggeproduksjon, kan man grovt angi "grader av" industrialisert og/eller systematisert byggeproduksjon. Vi har lagt et par kjente boligbyggingskonsept inn i aksesystemet for å illustrere hvordan de kan plasseres»*



Figur 7: Graden av industrialisering på aksene grad av systematisert byggproduksjon og grad av industrialisert bygging, fra Berg 2008.

BoKlok (som henvist til i tabellen) var i utgangspunktet et utpreget industrialisert konsept i Sverige basert på moduler, men også med en systematisert produksjon på byggeplassen.

Boligblokker med stål og hulldekker i bæresystemet, våtromsmoduler, prefabrikkerte trapper og balkonger, men tradisjonelt bygde fasader og innvendige vegger vil ligge et godt stykke ut på den horisontale akse, men også et stykke opp på den vertikale. Hvor langt er et vurderings- eller skjønnsspørsmål.  
(Berg 2008)

Neste spørsmål er om vi har kommet langt nok i dagens fabrikker?:

- Er det arbeid som i dag utføres på byggeplass som kan flyttes inn på fabrikk og produseres mer effektivt?
- Kan komponenter som i dag organiseres og håndteres på byggeplass klargjøres og pakkes på fabrikk eller i verdikjeden?

Det er lite litteratur om dette og spørsmålet tas med videre inn i forskingen i oppgaven.

### Standardisering og kundetilpasning

Noe av kritikken mot et produksjonsfokus er at man må standardisere for å få effekter. Deler av kritikken går på at standardisering skaper lite mangfold og muligheter for fleksibilitet og arkitektonisk uttrykk. Er det da mulig å ha et produksjonsfokus og samtidig tilpasse til kunden?

James Gilmore og Joseph Pine (2017) konkluderer i en artikkel i Harvard Business Review fire innganger til begrepet:

Definere fire angrepsvinkler:

1. Dialog og produksjonstilpasning.  
Skape dialog for at kjøperne kan artikulere sine behov, og identifisere de produkter og løsninger som kan løse utfordringene og behovene, samt å lage spesialtilpassede produkter
2. Produksjon av fleksible produkter som kunden kan tilpasse selv.  
Gjør standardproduktet endringsbart slik at kunden kan tilpasse dem til egne problemstillinger.
3. Kommunikasjon hvor et standard produkt fremstår ulikt for ulike kunder.  
Presentere produktets egenskaper ulikt til ulike kunder.
4. Tilby unike produkter til kunder uten at kunden vet at produktet er tilpasset for dem

Man kan argumentere om denne tilnærmingen er like godt egnet i byggenæringen som i andre næringer, men prinsippene er de samme.

Berg (2008) ser også på forholdet mellom produksjonsfokus og kundetilpasning.

«Mass Customization” – hvordan er forholdet mellom produksjonsfokus og kundetilpasning?

Betegnelsen beskriver de utfordringene som ligger i motsetningen mellom industriell produksjon og individuell kundetilpasning. Dette er et konsept eller en produksjonsidé der formålet er å utvikle individuelt kundetilpassede produkter med samme effektivitet som masseproduserte produkt.

Flere forskere drøfter forholdet mellom standardisering opp mot det individuelt tilpassede.

Masseproduksjon ses ofte på som en motpol det individuelt tilpassede

Berg refererer her til Apleberger et al. (2007).

### Lager av varer eller boliger

Smidt (2010) tar opp problemstillingen rundt lager av boliger.

Spørsmålet om kundetilpasning dreier seg om å levere riktig hus til riktig tid. Det dreier seg også om å tilpasse seg et skiftende marked, dvs. å kunne levere til tiden i perioder med høy etterspørsel og å unngå å sitte igjen med for stort ”restlager” av usolgte boliger i en lavkonjunktur.

Problemstillingen er kanskje enda mer relevant i leverandørindustrien som leverer komponenter til fabrikker og byggeplasser.

Hvem bestemmer valgene og valgfriheten?:

I prosjektarbeidet med Bygdin har man i flere runder diskutert problemstillingen med tilpasning av boliger til bilindustrien. Det hevdes at Toyota og BMW gir kunden selv kan «designe» bilen innenfor det man definerer som «Mass Customization» og at dette bør være en inspirasjon for fabrikker som produserer byggevarer.

Her er det viktig å definere nivået på ferdigstilling. For de som produserer komponenter er sammenligningen helt relevant.

Hvis man sammenligner bilen og et helt hus/større bygningsdeler er det etter min mening viktig ta inn i betraktningen hvem som definerer valgene som kunden kan ta.

Hos bilprodusentene av biler er det produsenten selv som angir hva som er valget.

Man kan anta at det har foregått et helt sentralt arbeid hos produsentene hvor produksjonsapparatet selv har definert grensen for hva som er akseptabelt å endre på uten at det går utover effektiviteten i produksjonen.

Man kan med andre ord bytte/velge motorstørrelse og farge, men hvis du ønsker at bilen skal ha en annen front/Fasade uttrykk og eller være 5 cm bredere er det høyst sannsynlig at dette ikke er et valg.

Dette er etter min mening på mange måter dilemmaet innen industriell kundetilpasning (Mass Customization) av hus i sammenligningen med bilindustrien.

Den beste parallellen er en ferdighuskatalog hvor leverandøren har definert huset, og hvor kjøper kan bestemme innredning, og valg av løsning på ventilasjoner, samt farge på huset.

Hvis vi skal oppnå reell kundetilpasning må vi strekke oss lenger.

### Lean Construction.

Et viktig virkemiddel for effektivitet i produksjonen er Lean.

Lean Construction er en ambisjon om å forstå og forbedre prosjekteringen og produksjonen iblant annet byggenæringen.

Tilnærmingen til denne problemstillingen er å stille spørsmålet "What kind of Production is Construction?" Dette innebærer å kombinere generell kunnskap om produksjonsprosesser (produksjonsteori) med en forståelse av de mer spesifikke kjennetegnene ved prosjektbasert produksjon i sin alminnelighet og ved byggenæringen i særdeleshet.

Det mest betydningsfulle og konkrete hjelpemiddelet Lean Construction – har gitt byggeprosessen så langt, er "The Last Planner System", (LPS). Dette er et planleggingssystem utviklet av Glenn Ballard. LPS har flyt i produksjonen som målsetning (Berg 2008).

*«Kjernen i Lean Construction er kundekrav, teknisk effektive prosesser, teamwork, kommunikasjon, effektiv ressursbruk, lite lager (just in time) fokus på stadige forbedringer og nært og langsiktig samarbeid med leverandører. (Berg 2008)*

### Agile Production:

ifølge Lessing et al. (2005) har konseptene Agile og Lean Production samme mål:

Å effektivisere produksjonsprosessen og utvikle produkt tilpasset kundenes ønsker og behov. Lessing viser til at det likevel er noen skillelinjer mellom Lean og Agile, først og fremst at Agile i sin produksjonsfilosofi har større fokus på fleksibilitet, mens Lean tilstreber større flyt i produksjonen. De ulike konseptene er derfor tilpasset ulike måter å tenke på»

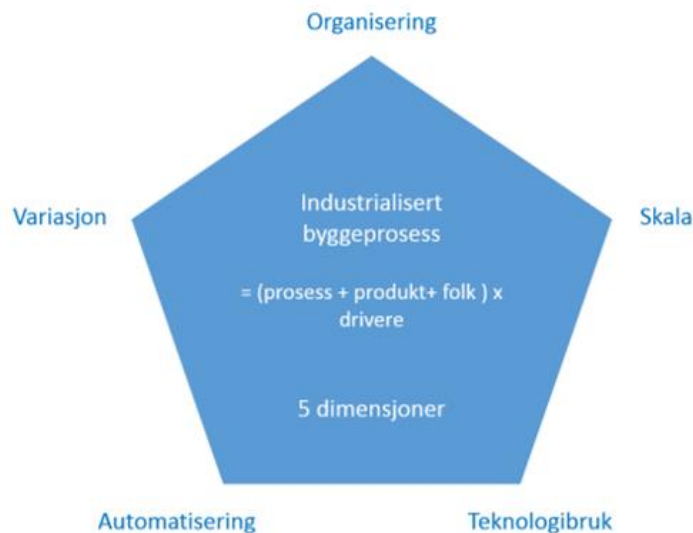
Gjennom arbeidet i Bygdin ble det arrangert Lean seminar for deltagerne på Raufoss.

Resultatene her viste med all tydelighet at små endringer i organisering skapte stor forbedring i tid og kvalitet.

Seminar Bygdin Raufoss 2016

Moum et al. (2017) oppsummerer produksjonstilnærmingen i en modell med 5 ulike dimensjoner (Figur 8).

1. Organisering av oppgavene
2. Skape variasjon i produkt (tilpasse)
3. Automatisering av prosessen
4. Bruk av teknologi
5. Skape skala (mengde)



Figur 8: Produksjonstilnærming for industrialisert byggeprosess i 5 dimensjoner fra Moum et al. (2017).

Utenlandske produsenter jobber også mot industrialisering av husproduksjon.

Cadalto hevder å være verdensledende med komplekse og teknisk krevende bygg.

“Cadalto is the world’s leading specialist in the design of complex, technically sophisticated buildings using modular construction techniques. In other words, we specialize in the impossible. We build clinics where they could not be built by



conventional means. We realize major construction projects in time frames that others need just for planning. We think in a modular fashion – and work efficiently.”

(Cadolto 2019)



Figur 9: Historisk utvikling for modulbygg fra Cadolto (2019).

Sykehus prosjektet i Kirkenes.

De siste årene har man bygget Kirkenes Sykehus med en stor del av bygningsmessig bygget som ferdige moduler i Tyskland. (Stumo 2016)

*«Det har vært en omstendelig og krevende prosess. To tredjedeler av sykehuset er blitt bygget i seksjoner i Tyskland. Deretter er delene blitt fraktet med båt til Kirkenes, og montert sammen på byggeplassen. Kvaliteten på arbeidene utført på fabrikken er svært bra, og tidsmessig er dette mer effektivt enn å bygge tradisjonelt. I tillegg er kostnadene rimeligere enn ved tradisjonell bygging.»*

Gunnar Stumo Prosjektleder, Metier OEC

Sykehuset er ennå ikke ferdig, og det har vært forsinkelser og problemer underveis. Det blir sikkert gjennomført studier av dette prosjektet i ettertid, som vil gi fasit på om dette var vellykket og eventuelt hvilke læringspunkter som er vedr å ta med seg videre.

Om sykehuset i Kirkenes og bygningsdeler fra Cadalto er å definere innenfor kategorien produksjonstilnærming eller helhetlig tilnærming blir sikkert et definisjonsspørsmål. De to ulike tilnærmingene som er definert i oppgaven vil i praksis kunne ha flytende overganger.

## 2.5.2 Helhetlig tilnærming

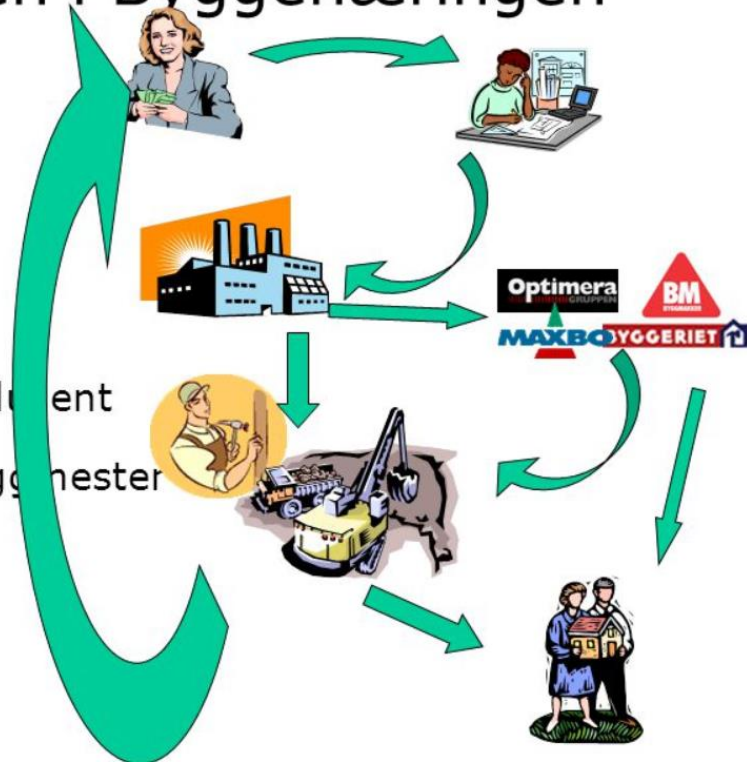
Produksjonstilnærmingen har lange røtter i industrialiseringstanken helt tilbake til 1800 tallet. Helhetstilnærmingen er basert på at hele verdikjeden i byggenæringen må inkluderes i en industriell tenkning for å lykkes med industrialisering basert på spørsmålene:

- Kan industrialisering av byggenæringen skje i større skal dersom ikke alle aktørene tenker industrielt, eller bruk av industrielle produkter?
- Er det mulig for en utbygger å bruke industrielle produkter i stor skal dersom arkitekten og de rådgivende ingeniørene ikke har hatt med seg dette perspektivet under tegning og prosjektering av bygget?
- Er det strukturelle utfordringer i bransjen som er til hinder for en industriell utvikling?

Der produksjonstilnærmingen har fokus på fremstilling av komponenter, elementer og moduler har en helhetlig tilnærming fokus på hele verdikjeden (Figur 10) (Holmen 2015).

## Verdikjeden i Byggenæringen

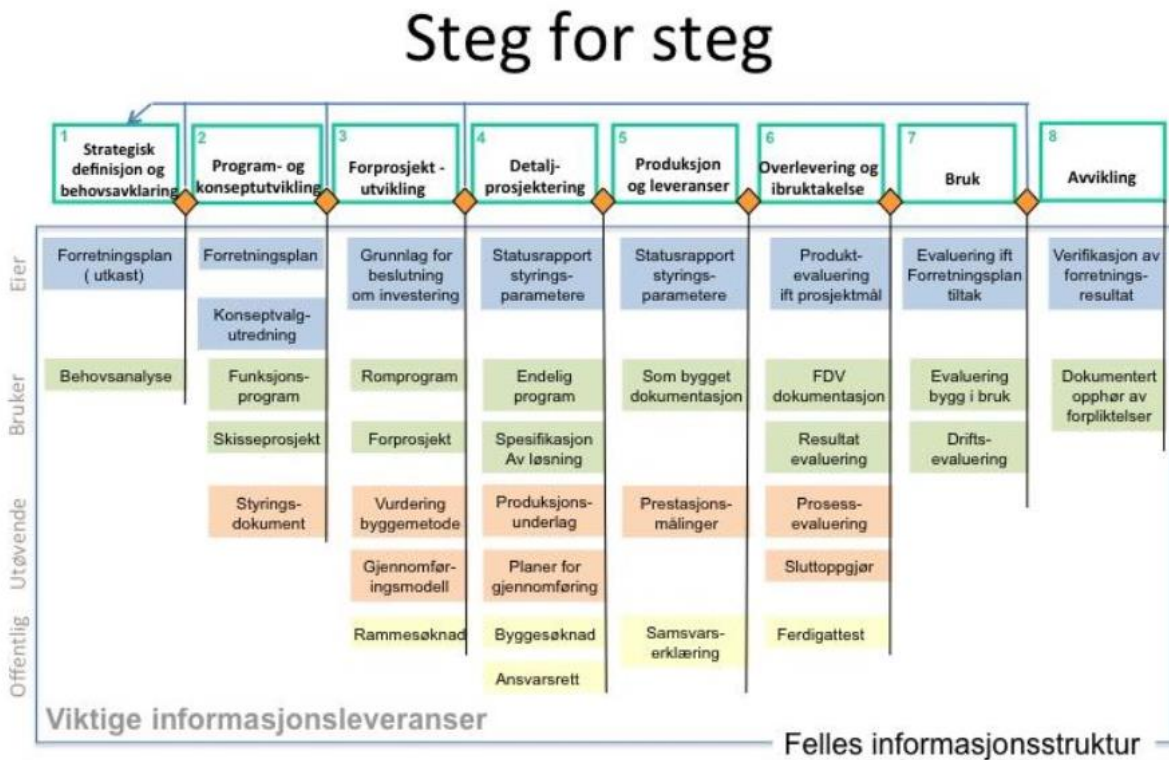
- Byggherre
- Arkitekt/ rådgiver
- Byggevareprodusent
- Grossist / handel
- Entreprenør/Boligprodusent
- Underentreprenør/bygghjester
- Sluttkunde
- Byggforvalter
- Myndigheter



Figur 10: Oversikt over aktørene i verdikjeden i byggenæringen fra Holmen (2015).

En hypotese kan være at man kan ikke lykkes med en industriell tenkning dersom arkitekten, den prosjekterende ingeniøren og andre premissgivere ikke har et industrielt perspektiv med seg fra starten. Et ferdig tegnet og nøyaktig spesifisert bygg vanskeligere å produsere og sette opp effektivt dersom en industriell tanke ikke lå til grunn for utarbeidelsen?

For å beskrive helheten i prosessen legges den nye stegnormen til grunn, som har med seg de kritiske prosessene i et byggeprosjekt.  
 Figur 11 (Tiltnes 2015b).



Figur 11: Utgangspunktet for utviklingen av ny stegnorm for byggenæringen, fra Tiltnes (2015b).

Der produksjonstilnærmingen har hovedfokus på steg 5 – produksjon og leveranser, tar en helhetlig tilnærming utgangspunkt i at industrialiseringstanken må være med i prosjektet også i steg 2, 3 og 4.

Fase 2: Et konsept med skisseprogram og tegninger som ikke ser muligheter ved bruk av industrialiserte produkter vil i mindre grad kunne utnytte de eventuelle fordeler som industrialisering ville kunne medføre.

Fase 3: Et forprosjekt som omfatter byggemetode og gjennomføringsmodell vil ha en direkte påvirkning på om industrielle metoder vil kunne anvendes

Fase 4: Detaljprosjektering med løsningsspesifikasjon og produksjonsunderlag vil være avgjørende for anvendeligheten av industrielle produkter.

Fase 5: Produksjon og leveranse, ref. oppgavens 2.5.1 er en del av helhetstanken.

En helhetlig tenkning kan åpne nye muligheter:

- Økt bruk av industrialiserte produkter
- Utvikling av nye produkter med basis i hva de som tegner og prosjekterer trenger, ikke bare hva de industrielle tilvirkerne har laget basert på historisk informasjon.
- Utvikling av byggesystemer på et mer overordnet nivå som bedre integrerer kundens krav/ønsker og industriens evne til å fremskaffe dem.
- En evne til å integrere flere av bransjens overordnede målsetninger med industrielle mål

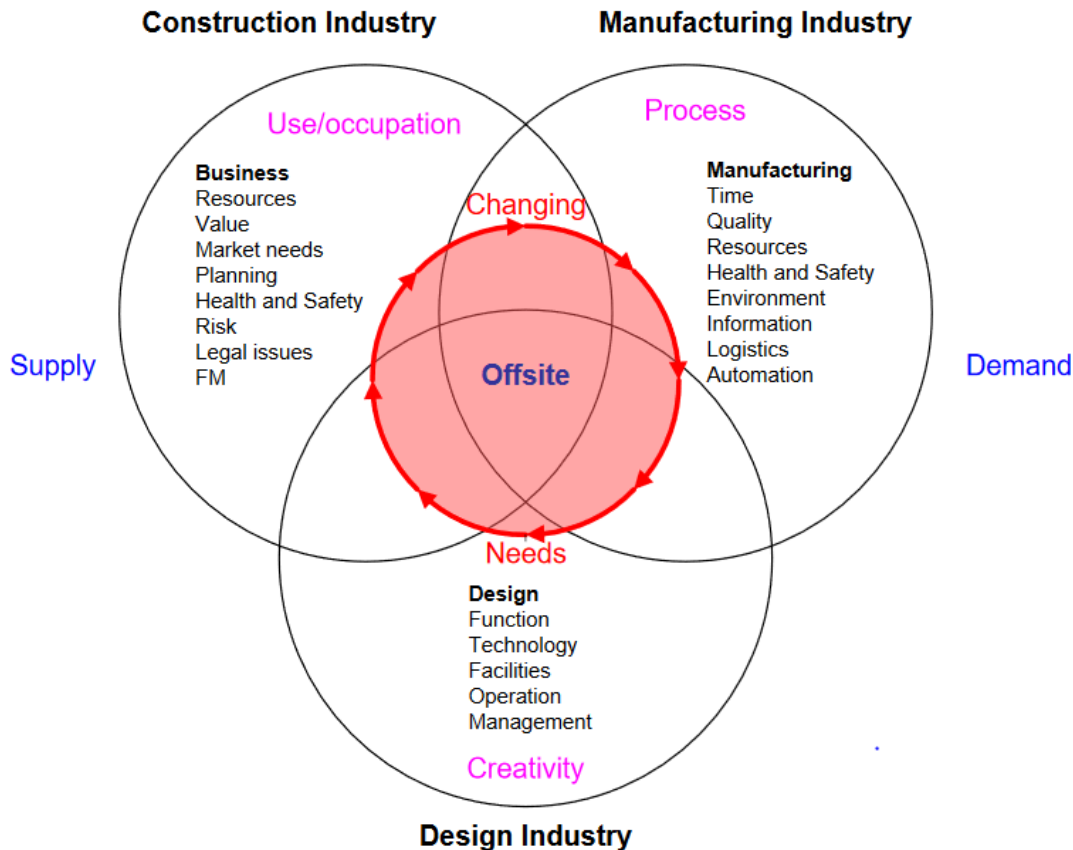
Det er så langt i oppgaven skrevet om mange målsetninger for byggenæringen fremover: Disse omfatter blant annet høyere målsetninger innenfor:

- Energi og miljøkrav
- Avfall og resirkulering
- Krav tilknyttet byggets livssyklus og levetid
- Krav til flerbruk og fleksibilitet i bygg
- Krav til kunde og stedstilpasning
- Krav til tilgjengelighet
- Krav til produktivitet
- Krav til lavere kostnader
- kortere byggetid
- Mer effektive og smidige prosesser
- bedre kontroll
- renere bygg
- bedre kvalitet
- Konkurranseskraft»

Construction Industry Council (CIC) har definert viktige mål med litt andre nyanser: (Goulding og Arif 2013) (Originaltekst 3).

- *«høyere bærekraftsstandarder*
- *bedre byggekvalitet*
- *hurtigere leveringstid*
- *forbedret HMS*
- *lavere energiforbruk*
- *redusere CO2-avtrykk i hele byggets levetid*
- *redusert transportforurensning (Trafikktetthet og utslipp)»*

Goulding og Arif (2013) har også laget en modell hvor industrien og næringen for øvrig tas inn i en felles integrasjon hvor anvendeligheten av off-site produksjon fordrer en overlapping mellom de ulike deler av næringen. Dette er en dynamisk modell hvor graden av overlapping vil påvirke bruk av industrielle produkter (Figur 12).



Figur 12: Modell for design, planlegging, bygging og industriell produksjon fra Goulding og Arif (2013).

Livssyklus kostnader for bygget er en av faktorene som trekkes fram som et viktig fokusområde. (Holthe og Barlingshaug 2014)

*«Livssyklus kostnader (LCC) er et samlebegrep på alle bygningsrelaterte kostnader som forekommer i en bygnings livsløp. Det er utviklet flere verktøy som ivaretar LCC, der hensikten er å vurdere investeringskostnader opp mot framtidige drifts-, vedlikeholds- og utviklingskostnader i planleggingen av bygninger.*

*Et svært viktig resultat av å bruke LCC verktøy er at man i mye større grad kan få bukt med uheldige effekter av kortsiktige valg underveis, slik som høye drifts- og vedlikeholdsutgifter, helseproblemer grunnet dårlig inneklima, kostnader ved skader og mangler etc.*

*Til tross for åpenbare fordeler er LCC lite utbredt i BAE-næringen, så også boligsektoren.»*

Hvorvidt en større grad av industrialisering vil kunne påvirke livssyklus kostnadene er uklart, men man kunne anta at en større grad av standardisering vil kunne påvirke både fremstilling og byggekostnaden og kostnader på vedlikehold.

En samling i prosjektet Bygdin våren 2017 hadde tittelen Workshop om industrialiserte byggeprosesser (Bygdin 2017).

I gruppene satt sentrale personer fra alle deler av norsk byggebransje.

En av hovedkonklusjonene rundt gruppearbeidet om hva som skulle til for å få til en høyere grad av industrialisering var en kulturendring i næringen.

Dette gikk både på kulturen i de respektive bedrifter, men også kulturen for å tenke industrielt mellom de ulike aktørene i et byggeprosjekt.

Industriell påvirkning av hele prosessen kan gi helt andre perspektiver for industrialiseringen. Det omfatter flere faggrupper, griper inn i designprosesser og kan påvirke en hel bransjes arbeidsmetoder, tenkning og kultur.

«Bygg i en større sammenheng» fremhever Rambøll direktør Ole Petter Thunes (Revfem 2018)

*«Tallene fra SSB har belyst behovet for å se på hele verdikjeden i en større sammenheng. Det er ingen enkel metode for å måle samlet verdiskapning, men det er åpenbart at både rådgivende ingeniører og arkitekter er en del av den samlede verdikjeden. I dag bygger vi eksempelvis bedre bygg og veier enn tidligere og er mer bevisste på bærekraft og sikkerhet. Men vi har ikke utviklet og optimalisert gjennomføringsmodellene, og samarbeidet mellom aktørene er fortsatt en stor utfordring, sier direktøren.»*

Han mener bransjen har vært preget av en «one-off-tankegang», og forklarer:

*«Hvert prosjekt er noe nytt og unikt. Men skal vi bygge billigere, må vi gjøre ting flere ganger og tenke industrielle prosesser. Det innebærer standardiserte løsninger, prefabrikasjon og kontinuerlig tilbakeføring av erfaringer for å øke kvaliteten på de valgte løsningene. Skal vi få dette til, må hele næringen være med og ha et langsiktig strategisk perspektiv»*

Det videre arbeidet med oppgaven har som mål å avdekke om dette er riktig og formålstjenlig. Noen prosjekter har allerede tatt dette til seg ifølge Optimera. (Optimera 2018).

*«Bjørvikamodellen går ut på å finne den optimale samarbeidsformen med alle aktører, der åpenhet, ærlighet og innsyn står i fokus. Leverandører har tidlig blitt inkludert i prosessen og er med på å påvirke beslutninger og investeringer i prosesser, innovasjon, teknologi og samarbeidsmetodikk.*

– Målet er å ha blant annet Norges beste logistikk, og skape en ny kultur for hvordan hele bransjen jobber sammen. Vi håper dette vil ha ringvirkninger og skape konkurransekraft utover vårt eget prosjekt.»

Marius Winger, innkjøpssjef AF Gruppen

I det neste kapittelet beskrives noen av rammebetingelsene for gode bygg i en industriell setting.

## **2.6 Rammebetingelser for gode bygg for fremtiden med industrielt perspektiv.**

### **2.6.1 Offentlige og lovmessige rammebetingelser**

Byggenæringen forholder seg til en rekke offentlige regelverk og lover.

Målsetningene her er ikke å liste opp alle lover og forordninger, men å sette fokus på det som i første rekke påvirker industriell tenkning.

Byggteknisk forskrift (TEK standardene) (Direktoratet for Byggkvalitet 2017) – senest TEK 17 er et sentralt virkemiddel for det offentlige for å styre utviklingen dit de ønsker. Det var varslet store krav til energikrav fra 2010, men en forventet TEK 15 og TEK 20 med krav til tettere og mer energieffektive bygg. Noe av det som skapte mye debatt var kravene til tilgjengelighet blant annet med snusirkler. Den nye TEK 17 har blitt en mindre progressiv standard, hvor deler av tilgjengelighetskravet er blitt reversert. I en industriell sammenheng er hva som står i standarden en rammebetingelse for alle. Forutsigbarhet er dog viktig for alle som skal satse på industrialisering. For de som satset i henhold til signalene som ble gitt om krav i en TEK 15 og TEK 20 ble virkeligheten helt annerledes enn forutsett.

#### Byggesakforskriften (SAK)

Fra DiBK SAK 10

Forskrift om byggesak utfyller plan- og bygningslovens regler om byggesaksbehandling, kvalitetssikring og kontroll, om tilsyn, om godkjenning av foretak for ansvarsrett og om reaksjoner der reglene ikke er fulgt. Denne veiledningen forklarer forskriftenes krav, utdyper innholdet i dem og gir føringer for hvordan kravene kan etterkommes i praksis.

#### Bransjer med særlige regler

El og rørbransjen er omfattet av særlig lovverk utover TEK og SAK. For El leverandørene ligger blant annet FEL - Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg, FSE - Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg og FEK - Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr. Rørbedriftene er omfattet av våtromsnormen. I praksis gjør offentlig rammeverk at rør og el bedriftene har enerett på leveranser, og godkjenning av anlegg. Følgende institusjoner og forvaltere av lovverket legger også premisser for næringen:

#### EU lovverk:

EU jobber parallelt med utviklingen av byggenæringen.

Dette kan ha store konsekvenser for de som tenker industrielt.

### Sintef

SINTEF er et bredt, flerfaglig forskningsinstitutt med internasjonal spisskompetanse bla. innen teknologi. Sintef Byggforsk legger premisser for konstruksjon og bygging gjennom preaksepterte løsninger. Gjennom samarbeid med bransjeaktører lages Sintef godkjente løsninger blant annet innen komponenter til byggeindustrien.

### Husbanken

Husbanken er finansaktør og premisslegger på byggutforming og kvalitet for hele kommunal sektor. Husbanken har egne særregler som går utover standard lovverk, og legger dette som en premiss for finansiering.

### Lov om offentlig anskaffelser - Doffin

«LOA» legger premisser for innkjøp og prosessene for innkjøp.

Doffin er databasen som publiserer alle anbud. Systemet kan legge begrensninger og føringer på bygg og byggeprosess i samhandling med lovverket.

I publiseringen «Konkurransen som hinder for innovasjon og teknisk fornyelse i byggenæringen» tar Håkansson og Ingemansson (2012) opp noen av utfordringene tilknyttet anbud.

*«Den sterke konkurransementaliteten preger situasjonen både når prosjektene opprettes, og ved prosjektering og produksjon. Det innebærer at leverandører av underentrepriser og produkter nesten alltid blir valgt etter en anbudsrunde. En effekt av dette er at alle involverte aktører konsentrerer seg om enkeltprosjektet og prosjektets kortsiktige utvikling. Alt dreier seg om kostnader og inntekter som kan relateres direkte til prosjektet (Håkansson mfl. 1999, Dubois og Gadde 2000, 2002). Offentlige anskaffelser er en foreteelse som styrker synet på konkurranse som det rådende prinsippet for rettferdighet og effektivitet i markedet. Den utslagsgivende faktoren for hvem som vinner anbudet, er nesten utelukkende pris (Blayse og Manley 2004).»*

### Forutsigbarhet:

Man må kunne anta at industriell utvikling med bygging av enheter for produksjon krever større investeringer. Det viktige for aktører som skal investere er forutsigbarhet i forhold til offentlige regler og rammebetingelser.

## **2.6.2 Miljø og energi**

Kravene til miljø og energi er de samme uavhengig om man produserer industrielt eller ikke.

I lys av økt fokus på miljø og energi er det grunn til å tro at vi fremover vil få enda større fokus på dette feltet.

De siste årene har det også blitt fokus på ombruk av materialer.

«EU-direktiv virker både for og mot ombruk av byggematerialer» hevder Per Bjørn (Lotherington 2018)



*Rapporten om barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer, viser at EUs rammedirektiv for avfall på den ene sida stiller krav om større andel ombruk og gjenvinning av materialer, samtidig som byggevareforordningen på den andre sida er en av de største barrierene for ombruk.*

Et norsk ombruksprosjekt, om ikke helt slik Lotherington og Eu direktivet er myntet på er den store utbyggingen på Lillehammer i 1994. Der prosjekterte man større anlegg på en slik måte at de i etterkant kunne selges og flyttes for annet bruk i innland og utland. Ikke få anlegg er den dag i dag i bruk som startet sin karriere i deltagerlandsbyen på Lillehammer.

I Norge finnes flere gode eksempler på dette fra landanlegg i oljenæringen.

Det betyr allikevel at det med god planlegging og klare rammer kan lages bygg hvor hele eller deler av anlegget kan gjenbrukes.

Mulighetene for bedre og enklere avfallshåndtering kan ligge bedre til rette i et fabrikkmiljø, samt at utnyttelse av materialer kan bli bedre.

En ting er å etterkomme de krav som stilles til bransjen som helhet.

Et betimelig spørsmål er om en produksjonslinje kan anvende andre materialer som kan gi ytterligere gevinster.

I trehus er tradisjonelt reisverk fremdeles mest fremtredende.

En større industriell satsning vil muligens kunne bruke andre type materialer som kan gi gevinst på energisiden.

Det har vært gjort forsøk med SIP paneler og tilsvarende. Dette er produkter som er lettere anvendelige i et fabrikkmiljø enn på en byggeplass i sin naturlige form.

Boinnova AS gjorde et forsøk på dette i 2013. På grunn av fallende norsk kronekurs ble bruk av disse elementene uforholdsmessige dyre å importere.

Materialteknologisk utvikling kan ha bedre vilkår i en større industriell satsning.

Endrede rammer gjennom lovverk og kravet til miljøvaredeklarasjoner vil kunne være både en barriere og driver for industrialiseringen.

### **2.6.3 Økonomiske rammer**

Det ligger ikke til oppgaven å gjøre en egen undersøkelse om næringens økonomiske rammer.

Spørsmålet belyses med utgangspunkt i rammene for prosjektet Bygg 21 og stortingsmeldingen "Betre bygg for eit betre samfunn". (Kommunal og regionaldepartementet 2011–2012).

*«Næringen er samstemt i at det finnes et stort potensial i å gjennomføre byggeprosessen på en annen måte enn hva tradisjonen tilsier. Vi må lære oss å planlegge bedre og prosjektere ferdig det som skal bygges før oppstart. Dette er nødvendig for å skape en industri, sier styreleder i Bygg21, Petter Eiken.»*

Askjem viser til at bygg og anleggsbransjen er preget av lave økonomiske marginer, og det ble rapportert i 2016 et gjennomsnittlig resultat på 5,37 % blant de 100 største bedriftene innen næringen (Askjem 2018).

For 2017 viser det det samme tallet 4,9 %. (Bygg.no 2019)

Renter og markedssituasjon.

Rentene har vært historisk lave gjennom den siste 5 års perioden. Norges bank redegjør for sammenhengen mellom rente og etterspørsel på bolig (Aastveit og Anundsen 2018)

*«Renta er viktig for boligprisene fordi den påvirker etterspørselen etter boliger. En høyere rente vil føre til redusert boligetterterspørsel, og lavere boligpriser. Motsatt vil en lavere rente gi økt etterspørsel, og høyere boligpriser. Det virker rimelig å anta at renta virker like sterkt på etterspørselen når den settes opp som når den settes ned.»*

I forholdet til drivkraften for industrialisering stilles det spørsmål om gode tider for entreprenører og høy aktivitet i markedet ikke nødvendigvis er en positiv driver for å tenke annerledes.

Det er ingen nød- vi tjener penger og trenger derfor ikke å forbedre oss. Trenger vi en krise? (Berg 2008) sier det slik:

*«Så lenge kjøperne er beredt til å betale den prisen som blir forlangt, har det ikke vært altfor sterke motivasjoner for å jobbe systematisk med hensyn til hva utbyggerne kan oppnå av kostnadsreduksjoner ved industrialiserte eller systematiserte konsept framfor å plassbygge og variere løsningene fra prosjekt til prosjekt»*

Valuta kan være en avgjørende faktor for valg av produkter. Den norske kronens lave verdi de siste årene mot Euro kan ha vært en faktor for å velge norskproduserte produkter. Det samme gjelder import av elementer og moduler fra Europa.

Et betimelig spørsmål kan da være om rammebetingelsene for endring og industrialisering ville vært høyere dersom temaet skal få nok fokus.

#### **2.6.4 Geografiske rammebetingelser og utfordringer med tanke på industrialisering**

Norge er et langt land og relativt glissent befolket sammenlignet med øvrige land i Europa med våre 13,26 innbyggere per kvadratkilometer. Av totalt 990 tettsteder i Norge per 1. januar 2016 hadde 610 færre enn 1 000 innbyggere. Omtrent 50% av innbyggerne bor på Østlandet (Hartvedt og Høydahl, SSB 2016).

Norge er i internasjonal sammenheng et lite marked. Byggenæringen har i stor grad hatt fokus på innenlandsk marked. De stordriftsfordeler som større internasjonale konserner har kunnet bygge opp er langt vanskeligere å oppnå i et lite land, uten særlig eksportrettet fokus.

Store avstander skaper utfordrende logistikk

Det er store avstander i Norge. Byggevareindustrien og byggeplassene er spredt med butikker over hele landet. Dette medfører at en større sentral fabrikkenheter vil måtte frakte elementer og moduler over større avstander.

Veinett

Veiutbygging har akselerert de siste årene, men store deler av landet har fremdeles relativt smale veier. Statens vegvesen legger klare begrensninger på bredde, lengde og høyde for frakt av moduler. Dette betyr at geografien vil sette begrensninger på bruk av flere typer industrialiserte produkter.

Vinter

I varierende grad er vinteren (basert på beliggenhet) en viktig faktor.

Vinterbygging gir uforutsigbarhet og ekstra kostnader. Planprosessen styres til en viss grad av rammebetingelser som vinteren gir bl.a. tele.

Plassbygging under vinterforhold er utfordrende og et av argumentene for bygg bygget inne på fabrikk er å eliminere usikkerhet, tidsfaktor og eventuelle skader ved å produsere i forutsigbart og tørt innemiljø.

Vær og fukt

Norske værforhold er utfordrende med tanke på tørre bygg og fuktskader er en utfordring på norske byggeplasser. En større andel av byggingen innendørs vil muligens kunne redusere skader og merkostnader som følge av værmessige forhold.

## **2.7 Bransjemessige betingelser**

### **2.7.1 Byggenæringens aktører og roller**

Halman et al. har studert aktørene i byggenæringen i Nederland, og er kanskje den som mest detaljert har undersøkt de ulike aktørenes roller og forventninger til hverandre. De opererer med seks ulike typer aktører: (Halman et al. 2008)

1. Arkitekter
2. Construction firms
- 3 (Entreprenører)
4. Leverandører
5. Kommunale myndigheter
6. Eksperter (RIB)

Entreprenørene ønsker å være den sentrale aktøren og koordinatoren. De erkjenner behovet for å være mer proaktive og kundeorientert. De andre aktørene erkjenner entreprenørens sentrale rolle, og ser entreprenøren som den sentralt ansvarlige for vurderinger av forholdet mellom tilbud og etterspørsel. Leverandørene ønsker å innta en mer proaktiv og kundeorientert rolle, for eksempel ved å etablere "showrooms" for kundene. De ønsker å involveres tidligere.

Arkitektene og entreprenørene ser imidlertid ikke noen drastisk endring av leverandørenes

rolle. De kommunale myndighetene ser seg selv som idéskaper og kontrollør, men ser ikke noe behov for større endringer i egen rolle.

Ekspertene mener at arkitektene, entreprenørene og leverandørene vil måtte samarbeide mer for å utvikle unike boligkonsept. De mener arkitektene vil få noe redusert handlefrihet av hensyn til kundenes behov og entreprenørens byggesystemer. (Halman et al. 2008)

Hjelmbrekke et al (2015) har et tilsvarende fokus på bransjens organisering av byggeprosjekter i sin artikkel: A motherless child - Why do construction projects fail. Utgangspunktet her er ikke industrialisering spesifikt, men organisering av byggeprosjekter:

*«A significant share of projects fails with respect to both producing the intended effect and achieving expected business results, in part due to organisational hierarchy and bureaucratic structures. These form obstructions to clients' demand for higher value. Within the field of real estate and infrastructure, most clients have to organise projects with external project organisations. Problems escalate when external suppliers are involved. This strategy-to-performance gap is attributed to poorly formulated plans, misapplied resources, breakdown in communication and limited accountability for results.»*

Hjelmbrekke et al. tar her opp en utvikling i byggenæringen hvor bransjens aktører er i endring og hvor tradisjonelle entreprenører har endrede arbeidsmetoder. Med ny praksis i tilnærmingen til byggeprosjekter er entreprenøren mer en koordinator som kjøper inn kapasitet i ulike fag fra underleverandører. Denne oppsplittingen kan føre til mangelfulle resultater og oppsplitting av ansvar.

Bransjen i Norge består samlet sett av noen store og mellomstore aktører, men store deler av bransjen er små aktører som bygger lokalt. Dette kan gi en utfordring for å adoptere nye metoder og systemer.

I et professorat på BI skal Ragnhild Kvålshaugen (Kvålshaugen 2017) prøve å finne ut hvorfor kvaliteten på byggeprosessene ikke er bedre.

*«Gode praksiser knyttet til effektive byggeprosesser finnes allerede i næringen både nasjonalt og internasjonalt, påpeker hun. Å gjøre dem kjent og finne ut hva som må løses for at de skal tas i bruk flere steder i næringen, blir en viktig oppgave.»*

Kvålshaugen trekker frem samhandlingsproblemer mellom de forskjellige som er inne i byggeprosessen, høyt konfliktnivå, uenighet om mål og komplekse reguleringer som sentrale utfordringer

### **Strukturelle endringer**

Etter min mening er det tegn til strukturelle endringer i næringen.

- Entreprenører blir utbyggere. Både sentralt og lokalt er det blitt mer vanlig at utbyggere /entreprenører også inkluderer rollen som prosjekteiere og prosjektutviklere.

Dette betyr at man tar kontroll over en større del av verdiskapningen.

Eksempel: Veidekke, Betongmast

- Forvaltere og eierselskap blir utviklere og utbyggere.  
Et eksempel her er OBOS som har kjøpt opp entreprenører og husleverandører.
- Ferdighusprodusenter blir franchisegivere legger premisser for små utbyggere lokalt på større deler av systemene og verdiskapningen.

Eksempel: Norgeshus

- Tradisjonelle grossister blir systemleverandører og leverer prefabrikkerte løsninger.  
Eksempel Optimera.
- Grossister lager kjedesystemer og opptrer som større aktører i innkjøpsmarkedet.
- Leverandører av elementer integrerer med leverandørleddet.

Eksempel Støren med trelast og vinduer

I lys av de strukturelle endringer som foregår og har foregått i andre næringer er etter min mening det ingen grunn til å tro at byggenæringen ikke vil endres mye i de kommende årene.

Det å spekulere i bransjens utvikling er vanskelig, men man kan tenke seg at erfaringer fra andre bransjer kan gi en retning for utvikling.

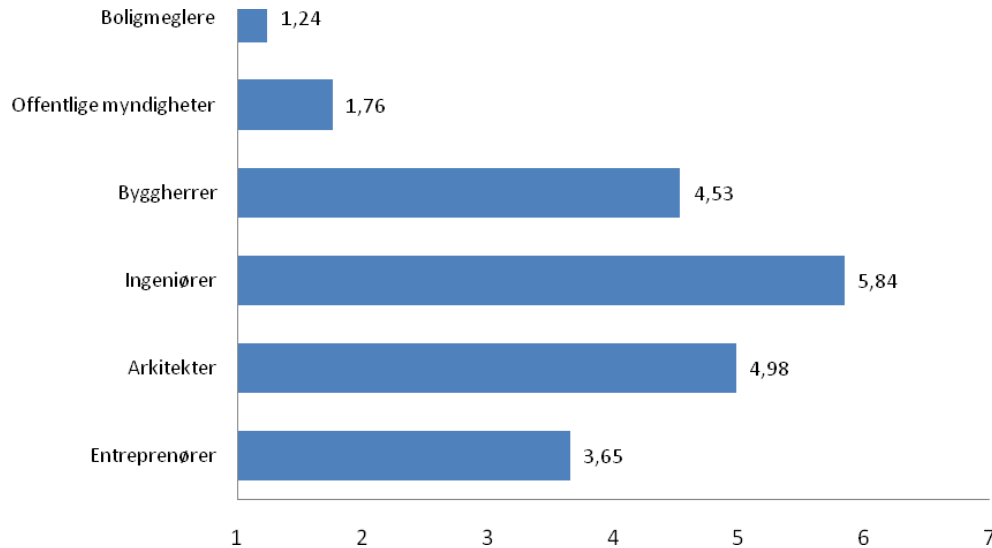
I en masteroppgave fra 2014 som er publisert uten navn kommer det frem følgende om endringene i dagligvarebransjen: (Studentnummer 979880/979642 2014):

*«I Norge har dagligvarebransjen vært i betydelig endring de siste 20 årene. Bransjen var tidligere fragmentert i detaljistleddet, men er gjennom de seneste års utvikling dominert av horisontal konsentrasjon på detaljistleddet og vertikal integrasjon mellom grossist, detaljist og distribusjonsleddet. På bakgrunn av dette har styrkeforholdet mellom aktørene i verdikjeden for mat endret seg. I dag kjennetegnes verdikjeden ved at fire paraplykjeder kontrollerer hvilke produkter som skal få adgang til mer enn 99 prosent av dagligvaremarkedet.»*

I lys av at byggenæringen er i en tidlig fase i sin endring mener jeg at det ikke er usannsynlig at makten i næringen i fremtiden vil kunne være mer polarisert og på færre hender.

## 2.7.2 Bransjeaktørenes ulike utgangspunkt for industrialisering

En undersøkelse fra Nyrud et al. (2011), viser en oversikt over hvilke aktører som blir ansett som mest innflytelsesrike i forhold til materialvalg. Denne indikerer også litt om de ulike aktørenes styrke i denne delen av prosessen (Figur 13).



Figur 13: Oversikt over hvilke aktører som blir ansett som mest innflytelsesrike i forhold til materialvalg, fra Nyrud et al. (2011).

I et scenario hvor alle faggruppene må delta for å få til industrialisering; finnes da noen iboende motkrefter/drivkrefter for å få dette til i de ulike gruppene? Det forutsettes da at man gjennom industrialisering i større skala faktisk får til de effekter man ønsker også ut over besparelser.

I de neste avsnittene diskuteres de ulike aktørenes roller i en industrialiseringsprosess

### Byggherre

Man skulle tro majoriteten av byggherrene ville ha en positiv innstilling til bedre produkter til en lavere kostnad. Det har ikke lyktes å finne undersøkelser som bekrefter dette.

Dokumentasjon av effekter og løsninger vil sannsynligvis være viktige faktorer for å sette fokus på dette.

### Arkitekt

Arkitekten skal ha fokus på byggets eksteriør, så vel som for byggets funksjon.

Arkitekten har i dagens byggenæring en vesentlig innflytelse som premisslegger for bygg.

I spørsmålet om industrialisering er spørsmålet om arkitektene er en drivende kraft for industrialisering eller om det kan være en iboende interessekonflikt her.

I den grad industrialisering betyr utvikling av serier av bygg som er like skulle man tro at dette kunne påvirke mengde av oppdrag til arkitektene, og at deres rolle ble mindre.

Berg (2008) tar opp dette i sin forskning og siterer Skodvin Visepresident i Norske Arkitekters Landsforening.

*«Det er liten tradisjon for industrialisert bygging og samarbeid om utvikling av konsept i Norge.*

*NAL er lite interessert i å delta i utarbeidelsen av katalogprodukter – eventuelt med noen få typer bygg med arkitektur som de virkelig kan stå inne for. Det er først når arkitektonisk kvalitet tas på alvor at en ønsker å delta.»*

Det er grunn til å tro håpe at 10 års utvikling har endret noe på dette synet, men det kan være at det i dette spørsmålet er en iboende interessekonflikt. Min erfaring med arbeidsgrupper innen industrialisering er at dette er en reell problemstilling. Frustrasjonen til Arkitekt Gaute Brockmann i sitatet under kan kanskje være et utslag av denne problemstillingen (Brochmann 2016).

*««Og så krydrer vi med litt Snøhetta til slutt.»*

*Slik avsluttet Obos' mangeårige medarbeider og ferske toppsjef Daniel Siraj sin velkomsttale under Obos-konferansen 2016, tirsdag denne uken. Han hadde introdusert deltagerne, og på vegne av vertskapet besvarte han samtidig det spørsmålet som hele tilstelningen var viet, nemlig:*

*«Hvor viktig er arkitekten når byen skal vokse?» Underforstått: Like viktig som safran i en sultkatastrofe.»*

### **RIB (Rådgivende ingeniører)**

På lik linje med arkitektene er RIB avhengig av at oppdragene fornyes slik at de tjenester de tilbyr blir brukt på alle prosjekter. I den grad industrialisering skaper større serier av bygg vil behovet for RIB tjenester gå ned. Hvorvidt dette er en reell barriere for industrialisering er uklart.

I 2016 påpekte direktør i det rådgivende ingeniørselskapet Rambøll, Ole-Petter Thunes, (Revfem 2018)

*«Byggebransjen har vært for opptatt av unike prosjekter og må tenke mer industri, mener Rambøll-direktør Ole-Petter Thunes. Byggebransjen har hatt en negativ produktivitetsutvikling. Han mente at aktørene har vært for sløve, og at bransjen har endret seg for sent. Han uttalte at byggherre, rådgiver, ingeniør og leverandør gjør hverandre mer konservative enn de trenger, og oppfordret til bedre samspill og mer innovasjon.»*

### **Entreprenør**

Entreprenørens rolle i industrialiseringsprosessen er flersidig.

Det er entreprenørene som påvirker bruken av industrialiserte komponenter.

I den grad entreprenøren også er byggherre vil valg av løsninger på prosjekter være avgjørende for om prosjektet i stor grad kan baseres på industrielle løsninger.

Man kan anta at forholdet til industrialisering er svært forskjellig basert på størrelse og kompetanse,

En tradisjonell håndverksbedrift med lokale ansatte vil i stor grad basere seg på den kompetanse man har lokalt. For større entreprenører vil dette forholde seg annerledes. De siste årene har disse også vært basert på mer prosjektrelaterte og innkjøpte ansatte for et prosjekt.

Her er man i større grad prisgitt de forutsetninger som er gitt fra byggherre, arkitekt og RIB.

### **Underleverandører**

Underleverandørene bidrar i større eller mindre grad til industrialisering gjennom sin tilnærming til prosjekter. De kan velge inn industrialiserte komponenter i sin arbeidsmetodikk eller fortsette med etablerte rutiner og produkter.

I en stor grad vil de prosjekter de skal levere til, være premissgiver for løsninger, og valgmulighetene færre.

Man kan også anta at størrelse vil være avgjørende. Små enheter vil med lavere eller annerledes etterspørsel kunne tilpasse eller utvikle produktene.

Store internasjonale aktører med tradisjonelle produkter vil i kraft av sin størrelse og tyngde i større grad være interessert i å påvirke bransjen for bruk av sine produkter. Endringstakten vil naturlig være tregere. Eksempler på dette kan være Rockwool og Glava, som er store aktører som vil være pådrivere på flere nivåer for bruk av sine produkter.

### **2.7.3 Kultur for industrialisering**

Bygg21 samlet 08.02.18 mange av bransjens tunge aktører til en workshop under temaet industrialisering av bygg.

Det kom frem mange gode innspill. Et av hovedpunktene i oppsummeringen var behovet for å se på bransjens organisering og kultur for å kunne legge til rette for økt industrialisering. Summen av all erfaring og kunnskap er ikke nok når man skal adoptere nye arbeidsmetodikker.

Stikkord fra samlingen:

- Alt avgjøres av menneskene, deres holdninger og kompetanse
- Det holder ikke bare å ville det – du må ville det nok
- Tydelig ledelse må til – industrialisering kan ikke delegeres men må forankres i ledelsen
- Industrialisering må gjennomsyre tankegangen i hele organisasjonen
- Bransjen mangler en felles kultur for å jobbe mer likt, etablere beste praksis og industrialisere sammen

Man kan avlede av dette at kulturen for industrialisering ikke er spesielt utbredt.

Kulturbegrepet er ikke spesielt utbredt i litteraturen men Berg (2008) omtaler temaet.

Mange forfattere omtaler endring av bransjen som forutsetninger for industrialisering, men få benytter kulturbegrepet eksplisitt.

### **2.7.4 Innkjøpsmessige rammebetingelser og styrkeforhold mellom leverandørene**

Flere bransjer har de siste tiårene gjennomgått store endringer hvor innkjøps og innkjøpskraft har vært drivende for utviklingen. Eksempler på dette kan være dagligvarebransjen, medisiner og apotek og strømleverandørene.

Innkjøpsmessige og forhandlingsmessige forhold har også vært en av innsatsområdene i Bygg21.



Skal man lære noe av andre bransjer må man kunne anta at byggenæringens omstilling vil bli preget av hvem som besitter innkjøpsmakten.

Byggeleverandør-bransjen er fragmentert med preget av noen større landsdekkende aktører. De valgene som foretas blant disse kan være med på å fremskynde eller bremse endringstakten i bransjen.

Vertikal integrasjon.

Vertikal integrasjon beskriver eierstrategier som fører store deler av en distribusjonskanal/produksjonskjede ikke bare inn under samme eierskap, men også inn i ett selskap. Det blir spennende å følge med på de strukturelle endringene som kommer til å skje de nærmeste årene.

- Eierskapet til modul og elementfabrikker og integrasjon mot leverandørleddet.
- Byggeleverandør-bransjens integrasjon mot nærliggende bransjer som modulproduksjon, tilvirkning av materialer mm.
- Utvikling av favoriserte merkevarer eller brands eller egenutviklede konsepter
- Store dominerende konsern som kan styre deler av bransjens utvikling.
- Ferdighusleverandørens systematisering og franchisetenkning

Innkjøp /Anbud i det offentlige Anbud i det offentlige.

Oppgaven skal belyse om summen av krav og lovverket i LOA har noen påvirkning av muligheten for industrialisering.

Statsbygg, Forsvarsbygg og Husbanken er offentlige aktører som alle er med på å sette dagsorden for byggenæringen. Statsbygg har tatt de første stegene i en industriell tanke gjennom prefabrikkerte moduler for fengsler.

Husbanken er med sine egne bestemmelser til bygg en aktør som har avgjørende betydning for rammene for kommunene og deres utbygging. Med sin store tilskudds og låneportefølje har Husbanken mulighet til å påvirke utviklingen bevisst eller ubevisst.

Dette kan de delvis gjøre ved at de har et særegent regelverk som setter krav utover kravene i plan og bygningsloven.

## **2.8 Teknologit utvikling/Digitalisering**

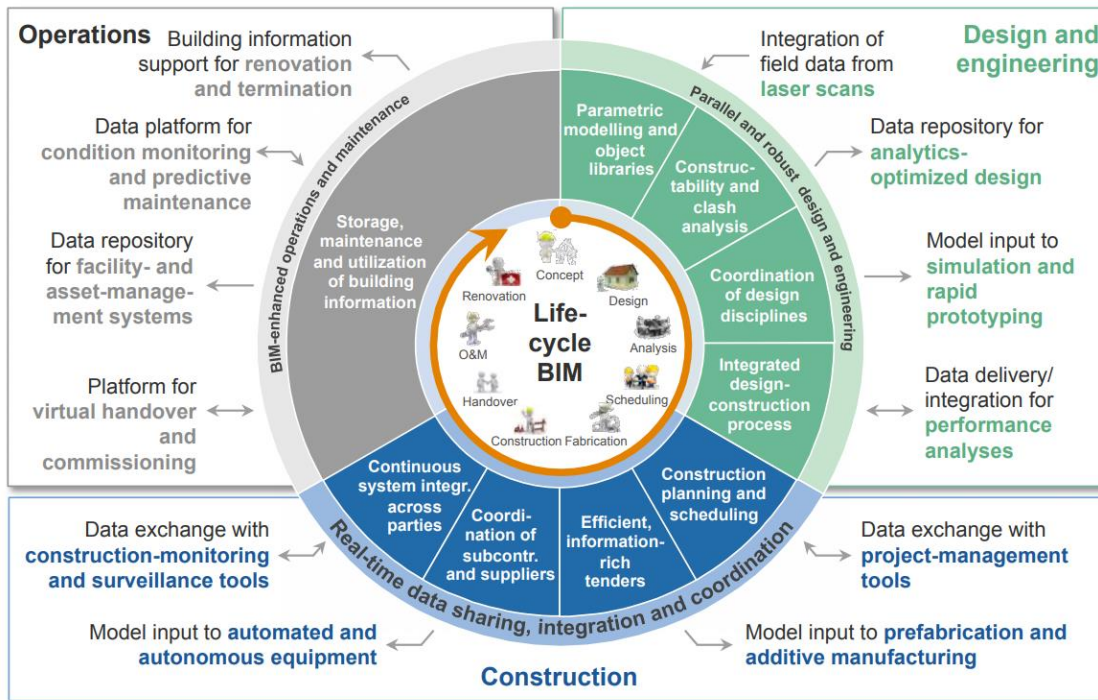
Mange peker på teknologit utviklings som et av svarene når man skal industrialisere. Det er konsensus om at datakraft, 3D modellering og BIM vil ha en avgjørende påvirkning på utviklingen i bransjen.

BIM: Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) (fra engelsk) building information modeling er det man kaller digitale modeller av et bygg.

Armstrong og Gilje (2016) ser store muligheter for byggenæringen ved bruk av ny teknologi. De mener at de som investerer i denne type teknologi vil ta et stort steg fremover i utviklingen og at dette vil føre til bedre informasjonsmodeller for beslutninger og mer presis gjennomføring av prosjekter.

Renz og Solas (2016) fremhever også det store potensialet for produktivitet og effektivitet. Foruten satsninger på BIM mener de at markedet er modent for å dra dette videre til bruk av droner og 3D scanning og printing.

Figur 14



Figur 14: Bruksområder for BIM i livssyklusen til byggeindustrien, fra Renz og Solas (2016), s. 26.

Noen kritikere hevder at mange store byggverk ble laget lenge før dataindustrien gjorde sitt inntog.

Spørsmålet er om BIM både kan være verktøy, og være en endringsagent/metode for endring av bransjen?

Kristian Balke, Leder BIM avdelingen Skanska (Linge i.d.) er opptatt av at magien i den fysiske 3D modellen ikke handler om modellen i seg selv, men om samhandling og informasjon.

Ifølge en undersøkelse som KPMG gjennomførte i 2016 (Renz og Solas 2016) har vi et godt stykke igjen for at en samlet byggenæring skal ta i bruk mulighetene som teknologien gir.

Hvis dette legges til grunn antar jeg at organiseringen rundt verktøyet vil være like viktig som verktøyet i seg selv. Man kan da anta at hvis man skal ha optimal utnyttelse av verktøyet i alle ledd som Renz og Solas (2016) hevder så er samhandling og endring av prosessene i næringen som sådan et like viktig tiltaksområde som å implementere de teknologiske modellene.

I en debatt på en Bygg21 – workshop fremkom noe av utfordringen vi har i Norge tilknyttet BIM. Norsk byggenæring er fragmentert med mange små enheter. Utfordringen er at mange arkitekter og

større utbyggere bruker BIM, mens leverandørleddet og småbedriftene ikke har ressurser og kompetanse til å bruke verktøyet. Det svakeste leddet blir da bestemmende for anvendelse og hvor godt verktøyet virker (Bygg21 2018).

## **2.9 Oppsummering Litteratur**

Fra forskningsspørsmålene oppsummeres funn fra litteraturen i 2 avsnitt:

- Hva er industriell boligbygging?
- Rammebetingelser for industriell tilnærming
- Drivere og barrierer

På hvert av punktene oppsummeres informasjon fra litteraturgjennomgangen og tar fram de spørsmål som skal tas med videre inn i forskningsarbeidet på hvert område.

### **Hva er industriell boligbygging?**

Litteraturgjennomgangen gir ingen konsensus om svaret på spørsmålet - hva skal til for å kalle boligbyggingen industriell?

Det er mange som tar inn begrepet i en tradisjonell industrialiseringskontekst, men flere er også innom den helhetlige tenkningen.

Så langt er industrialiseringskonteksten delt i to deler. Disse to delene tas med videre inn i oppgavens forskningsdel.

#### Industrifokus:

##### Del 1

Produksjonskultur setter fokus på hvor effektiv den delen av bygg-industrien som i dag er fabrikkbasert er:

- Hvor effektive er fabrikkene?
- Bruker de etablerte metoder som f. eks Lean Production i sitt anlegg?
- Går de langt nok i bearbeidelsegrad av sine produkter?
- I hvor stor grad brukes teknologi og robotisering

##### Del 2

Har vi kommet langt nok i dagens fabrikker?:

- Er det arbeid som i dag utføres på byggeplass som kan flyttes inn på fabrikk og produseres mer effektivt?
- Kan komponenter som i dag organiseres og håndteres på byggeplass klargjøres og pakkes på fabrikk eller i verdikjeden?

#### Helhetlig tilnærming

Dette tilnærmingen inkluderer også begge sider av produksjonstilnærmingen, men tar for seg hele prosessen fra idé, via skisser, prosjektering, endelige tegninger, byggeprosess og bruksfase.

I denne fasen ser man for seg at andre sider av målsetningen rundt industrialisering kan bidra til:

- Økt bruk av industrialiserte produkter
- Utvikling av nye produkter
- Utvikling av byggesystemer på et mer overordnet nivå som bedre integrerer kundens krav/ønsker og industriens evne til å fremskaffe dem.
- En evne til å integrere flere av bransjens overordnede målsetninger med industrielle mål
- Energi og miljøkrav
- Krav tilknyttet byggets livssyklus og levetid
- Krav til flerbruk og fleksibilitet i bygg
- Krav til kunde og stedstilpasning
- Krav til tilgjengelighet
- Kortere byggetid
- Mer effektive og smidige prosesser
- Bedre kontroll i hele byggefasen
- Renere bygg
- Bedre total kvalitet
- Bedret konkurransekraft

Det er klart at flere av de opplistede målsetningene både gjelder det industrielle perspektivet og helhetsperspektivet.

De to perspektivene har dog vesentlig forskjellig tilnærming til hvem industrialiseringstanken må omfatte.

Industriperspektivet omfatter fabrikkene vi har eller kan få, mens helhetstilnærmingen omfatter hele byggeprosessen hvor byggherrer, arkitekter, ingeniører, utbyggere, leverandørindustrien, systemer og brukere.

Følgende hypotese tas med videre inn i forskningen:

Man lykkes med flere målsetninger for en industriell tenkning dersom arkitekten, den prosjekterende ingeniøren og andre premissgivere har et industrielt perspektiv med seg fra starten.

Ett ferdig tegnet og nøyaktig spesifisert bygg er mulig, og enklere å produsere og sette opp effektivt, dersom en industriell tanke lå til grunn for utarbeidelsen?

I den videre forskningen tar inn begrepene og presenterer disse for bransjen i den mening at det er lettere å diskutere begrepet industrialisering med en delvis differensiering og konkretisering av hva begrepet omfatter.

Inndelingen/definisjonen av industrialiserte produkter er i litteraturen noe sprikende.

Med mange aktører som tilbyr løsninger for byggenæringen er inndelingen av type produkter muligens ikke presis. Det er mulig ytterligere nyanser og kategorier bør inn for å dekke det mangfold av produkter som tilbys. Dette blir et punkt for videre forskning i oppgaven.

## **Rammebetingelser – hvem eller hva påvirker tanken om industrialisering**

Det er redegjort for mange rammebetingelser som påvirker en industriell produksjon.

Rammebetingelsene er på mange områder identiske uansett hvordan bygget produseres og settes opp.

I oppgavens forskningsdel tas rammebetingelser opp med bransjens ulike aktører for å finne ut hvilke rammebetingelser som særskilt påvirker mulighetene for industriell produksjon i praksis, og om det er samsvar mellom de ulike perspektivene.

## **Drivere og barriere for industrialisert produksjon**

### Hvilke drivere styrer industrialiseringstanken?

Litteraturen definerer flere drivere for industrialisering.

Den klart største driveren er økonomi og ønsket om lavere kostnader samt produktivitet.

Både i litteratur og i de pågående prosesser rundt og i regi av Bygg21 fremhever målbare kvantitative størrelser. (Jfr. 2.4.2)

Mange ser også teknologi som en driver i utviklingen. Armstrong og Gilje (2016) ser store muligheter for byggenæringen ved bruk av ny teknologi. Dette støttes også av Renz og Solas (2016) Hvorvidt teknologi er driver eller tilrettelegger blir en del av det videre arbeidet.

Noen av de kvalitative målene som er nevnt er klart drevet av andre faktorer enn industrialisering som miljø, energi, livssyklus kostnader og innemiljø. Her er det lovmessige krav som er driveren, men det kan være at en helhetlig industrialisering kan bidra i positiv retning.

Kvalitet omtales som en sentral faktor, men det står lite om hvilke kvalitative forbedringer man ser for seg. Generell kvalitet i bygg omtales lite som driver, men det henvises til kvalitet blant annet ved at bygging inne kan gi fordeler i forhold til fukt som følge av hurtigere byggetid, og mye produksjon inne. Kvalitet i byggeprosessen omtales først og fremst med fokus på den kvalitative størrelsen tilknyttet produktivitet – gjøre ting riktig første gang for derved å spare tid og øke produktivitet. Blismas (2006) tar bl.a frem korreksjonsarbeider en produktivitetsfaktor.

Byggetid omtales som et mål (Moum et al 2017), og fremheves også som et klart mål både i Norge og UK. (Tiltnes 2015a, GOV.UK 2013)

Å skape merverdi er nevnt som en faktor. (Støre-Valen et al. 2017) Merverdien skapes nødvendigvis ikke på fabrikknivå men må ses på i en større tilnærming. Tilnærmingen til merverdi bredder ut perspektivet mer i retning som tar inn en FM (Facility Management) tanke for byggingen i og med at kundeopplevelse og verdier for eier av bygget i byggets levetid..

### **Barrierer:**

Litteraturen er mye mindre konkret på barrierer.

I det rene industriperspektivet fremheves mangel på teknologi som en klar barriere, eller mangel på samordnet teknologi mellom de ulike aktørene.

Det stilles spørsmålstejn om inndeling og skott mellom faggrupper er en barriere for videre industrialisering?

Det stilles spørsmål om det finnes en kultur for industriell tenkning er mangelfull – om eksisterende?

Det kan indikeres at manglende fokus og helhetlig tenkning fra idé, via tegning og prosjektering kan være en barriere for industriell tenkning?

## 3. Metode

### 3.1. Generelt om metode og undersøkelsesformer

I følge Everett og Furseth (2012) er metode en strategi eller en teknikk som man benytter for å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Man må velge metode eller prosedyre basert på hva som er mest effektivt for å hente den informasjonen man trenger. Jacobsen (2015) omtaler metode som en måte å samle inn data eller empiri eller det vi kalte data om virkeligheten. Problemet er at det finnes en grunnleggende uenighet om hva virkelighet er og hvordan vi bør samle inn informasjon for å få en best mulig tilnærming til virkeligheten

#### Kvantitative undersøkelser

Kvantitative undersøkelser søker å få frem et antall forekomster fra et representativt utvalg. En kvantitativ metode kan generalisere funnene fra datainnsamlingen gitt at utvalget er representativt.

#### Kvalitative undersøkelser.

Fellows og Lui (2015) s 29 sier om kvalitative metoder:

*«Qualitative approaches seek to gain insights and to understand people's perception of the world»*

Utfordringen med mange personlige intervjuer i oppgaven er å balansere mange personlige «verdensbilder», se de i sammenheng og sammenholde de med forskning og etablert kunnskap på området.

#### Metodetriangulering:

Metodetriangulering er å bruke flere metoder for å belyse et tema.

Et problem angripes fra forskjellig perspektiv for å kontrollere gyldighet (validiteten) og påliteligheten (reabiliteten) til resultater og konklusjoner. Metodetriangulering kan føre til en mer helhetlig og nyansert forståelse av problemstillingene.

Hensikten med metodekapittelet er å dokumentere metodikken brukt i oppgaven for oppgavens egen del, men også på en slik måte at undersøkelsene kan etterprøves eller gjøres igjen.

### 3.2 Undersøkelsesformer

Målene i oppgaven er:

- Strukturere en forståelse for begrepsapparatet tilknyttet industriell produksjon.
- Kartlegge rammebetingelser for industrialisering
- Undersøke status i bransjen innenfor produksjon og bruk av industrielle produkter
- Identifisere drivere og barrierer for industriell produksjon
- Hva må til for videre utvikling

De fleste spørsmålene er av undersøkende art. Oppgaven går ut bredt for å skaffe en oversikt over temaene. Et av hovedmålene i litteraturgjennomgangen er å belyse forskningsspørsmålene.

### Litteraturgjennomgang

Hensikten med litteraturgjennomgangen er å få oversikt over forskning og teori innenfor de aktuelle områdene.

I en tenkt situasjon hvor det var en definert konsensus i forskning og bransje hva begrepene tilknytter industriell produksjon inneholdt og innebar, ville oppgaven kunne baseres på dette. Dette ser ikke ut til å være tilfelle, og er en viktig rammebetingelse for oppgavens resultater.

I bestrebelsen på å finne og/eller lage et begrepsapparat som kan legges til grunn i det videre arbeidet i oppgaven, er det det legges opp til at litteraturstudier og første del av praktiske intervjuer samvirker. Målet med dette er å legge et grunnlag for kvalitet i den definisjon som legges til grunn for det videre arbeidet.

Litteraturgjennomgangen vil derfor også ha som fokus å se på ulike definisjoner, for om mulig å finne en oversiktlig definisjon og begrepsapparat som kan brukes videre i oppgaven.

Litteratursøket har omfattet:

- relevant teori fra pensum i NTNUs erfaringsbaserte masterstudie
- Norsk og internasjonal litteratur
- Fagbøker og artikler i fagtidsskrifter vil i hovedsak bli søkt opp via NTNU tilganger til Oria og fagdatabaser. Google Scholar er hovedportalen inn i disse.
- Undersøkelse av tidligere masteroppgaver eller andre oppgavebaserte beskrivelser av temaet.

Søkeord, antall treff i parentes:

- Industriell byggeproduksjon (64)
- Industriell byggproduksjon (221)
- Boligproduksjon (209)
- Byggkvalitet (859)
- Building industrialization (483 000)
- Construction industrialization (464 000)
- Construction industrialization Norway (52 300)
- Industrialization of construction Industry (101 000)

Søkene ble først sorter på relevans, deretter på nyere publikasjonsdato. Videre ble søkeparametere som +review, +europe, -asia o.l. brukt i de engelske søkene for å mer målrettet finne spesifikk relevant litteratur.

### **Dokumentstudier:**

I tillegg til tradisjonell forskningslitteratur har det vært omfattende gjennomgang av artikler fra næringen og fra toneangivende personer i næringen. Disse er i stor grad hentet fra nettbaserte



publikasjoner. Det er ikke alle områder hvor litteraturen er utfyllende. Dokumentstudiene har gitt verdifull tilleggsinformasjon, og tidsaktuelle synspunkter.

### **Parallele prosjekter:**

Oppgaveforfatter har i hele perioden deltatt i Bygg 21 og Bygdin. Disse prosjektene har noen klare paralleller i problemstillinger med denne oppgaven. I og med at store deler av næringen har dette og relaterte fagområder har det vært viktig å inkludere, og referere til noen av de relevante dokumenter og samlinger som angår oppgavens kjerne.

I gjennomgangen av litteraturen og relevante artikler har det kommet opp ulike muligheter og hypoteser for tolkning. Disse er beskrevet og blir tatt med senere i undersøkelser.

Det har også i beskrivelsen av litteraturen laget noen antagelser og definisjoner i 2.1 som brukes senere i oppgaven.

Oppgaven bruker flere undersøkelsesformer, men flertallet av undersøkelsene er av kvalitativ karakter. Dette gir et større helhetlig bilde.

### **Hvilken rekkefølge ble ting gjort, og hvorfor?**

Litteraturgjennomgangen ble tatt først.

Parallelt med denne gjennomgangen ble intervjurunde 1 foretatt (Ref. 3.4.1).

Intervjuobjektene i denne delen har lang fartstid både innen praktisk virke i næringen og i academia. Erfaringene fra disse intervjuene har kunnet belyse teoribasen i litteraturgjennomgangen, og gi innspill til sentrale definisjoner og problemstillinger. Dette skapte både gode svar i praktisk del, men også innspill til i litteraturgjennomgangen og et utgangspunkt for nye hypoteser som del av litteraturgjennomgangen. Disse er i sin tur lagt til grunn for videre undersøkelser gjennom metodetriangulering.

Undersøkelse 2 og 3. Denne har hatt fokus på erfaringer i praksis basert på funn fra litteraturen. Her er spørsmålene vinklet mot den hverdagen respondentene opplever, men linken til hovedspørsmålene er klare.

### **Intervju som undersøkelsesform**

For å kunne lage så gode spørsmål og intervjuguider som mulig er et etablert begrepsapparat viktig. Begrepene fra litteraturen er medtatt videre inn i spørsmålstillingene.

Undersøkelsene er i all hovedsak av deskriptiv (beskrivende karakter). Dette brukes for å få frem meninger uten å gi forklaringer for å få frem et uhildet årsak -virkning forhold.

I utdypingen av spørsmålene hvor hypoteser testes blir orienteringen mer normativ for å få frem en mening om et spesifikt tema eller en holdning.

I overgangen mellom en bred undersøkende karakter i teoridelen til en metode for intervjuer har det vært viktig å konkretisere spørsmål til respondentene på en slik måte at hovedspørsmålene blir belyst, men med en spørsmålstillingene som er gjenkjennelig utfra den hverdag respondentene befinner deg i.

De faste spørsmålene er inngangen til diskusjonen, men spørsmålstillingene blir ytterligere belyst gjennom oppfølgingsspørsmål i intervjuene.

### **Utfordringer med Skype som medium**

I oppgaven er det brukt Skype som møteform i de aller fleste tilfellene. I noen tilfeller er det personlig møte og i noen tilfeller telefonmøte.

Bruk av Skype eller videooverførte konferanser er beskrevet av Larsen i 2015.

Han legger vekt på at å lykkes med bruk av dette verktøyet influert av bl. a følgende faktorer (Larsen 2015). Kun relevant faktorer for gjennomføringen i oppgaven er listet.

- *«Technical/material features (sound and picture quality; camera placement)*
- *Relationships (people knowing one another)*
- *Behaviors before and during a VC (adequate preparation; organization of meeting; speaking too loud to remote participants; the degree of active participation of the meeting participants) »*

For å motvirke eventuelle negative effekter av kommunikasjonsform er det lagt vekt på følgende:

- Alle respondenter har fått informasjon i forkant om gjennomføringen
- Alle har fått tilsendt spørsmål i forkant
- Det har bare vært intervjuobjekt(er) og utspørre på linjen
- Det har bevisst blitt informert om at det ikke gjøres opptak av samtalen
- Det er sendt ut referat etter samtalen med alle svar som har blitt gitt.
- Alle har blitt bedt om å kommentere om referatet er korrekt.

Teknisk gjennomføring har vært god, og arbeidsformen har vist seg å være effektiv. Det har ikke vært noen negative erfaringer i noen av intervjuformene. Larsen (2015) har i sine oppstillinger av faktorer for å lykkes med skype møter både hatt fokus på tekniske og relasjonsmessige forhold. I en til en situasjon har vi i stor grad unngått de tekniske fallgruvne. Mye har skjedd siden 2015 med aktiv bruk av Skype og andre digitale kommunikasjonsverktøy. Dette er for mange nå blitt et hverdagsverktøy.

De relasjonelle utfordringene er søkt minimalisert gjennom:

- Samtale i forkant av intervjuer
- Skriftlig beskrivelse av oppgavens mål og spørsmålsstillers bakgrunn
- Utsendte spørsmål i forkant av gjennomføring.

Det at spørsmålsstiller har 30 års erfaring med bruk av telefonmøter, videokonferanser og senere skypemøter har heller ikke vært noen ulempe.

### **3.3 Verifikasjon av data**

Innsamling av data må være relevante i forhold til problemstillingen. I utgangspunktet er det planlagt at intervjuene skal gjennomføres etter en semistrukturert intervjuguide.

Alle intervjumaler vil søke ha en felles del for alle respondenter som har en sterk strukturingsgrad

(Jacobsen 2015), og en åpen del for utfyllende spørsmål.

Det skrives referat fra alle intervjuene. Alle sitater og henvisninger til bedriftene er godkjent av respondentene.

### **Validitet**

Ifølge Olsson handler validitet om hvorvidt vi måler de riktige tingene.

Det man måler må være relatert til gyldigheten i studien.

Validitetsbetrakningen sier noe om hvor godt datamaterialet er egnet til å belyse de problemstillinger som studien skal belyse.

Høy validitet innebærer at data er relevante for problemstillingene» (Olsson 2016)

Oppgavens bredde gir noen utfordringer fordi oppgaven søker å gi en breddeforståelse snarere enn svar på en enkelt problemstilling. Dette løses ved en strukturert del og en åpen del hvor respondentene selv kommer med innspill. Den strukturerte delen inkluderer grunnleggende spørsmål tilknyttet forskningsspørsmål og problemstillinger som konkretiseres i oppgaven. Denne delen er med for å beskrive dagens situasjon i forhold til barrierer og drivere. Åpen del er fortrinnsvis med for å se andre vinklinger, utviklingsbehov eller tanker for eventuelle tiltak.

Oppgaven må ta høyde for at det brukes nok tid til å verifisere at de problemstillingene man fremmer og bruker videre i studien faktisk er de mest relevante. Det må derfor tas høyde for at problemstillinger justeres underveis slik at det kan etableres et avklart begrepsapparat og konsensus om de viktigste problemstillingene. Disse må ha forankring i litteratur og academia og være forståelig (ikke blir forkastet) av bransjens aktører.

### **Reliabilitet.**

*«Måler vi på rett måte? Hvis den samme måling gjentas flere ganger med samme resultat er det god reliabilitet. Reliabilitet kan testes ved etterprøving».*

(Olsson 2016)

Når man skal ut i en bransje og intervju respondentene om industriell produksjon vil reliabiliteten være påvirket av om man legger det samme begrepsapparatet til grunn. Det vi måler er individenes persepsjon av problemstillingen. For å sikre god reliabilitet legges til grunn at respondentene forholder seg til det samme begrepsapparatet. De må gjerne være uenig i definisjonene. Dette vil bare gi oppgavens drøftelser flere innspill. En klar deling av intervjuer hvor alle respondentene i en gruppe stilles de samme felles spørsmålene vil styrke sammenligningene i gruppen.

Oppgaven har et krevende og bredt utgangspunkt. Målet er å skaffe en helhetlig oversikt. Et smalere utgangspunkt ville gitt muligheten til å gå enda dypere inn i hvert enkelt tema.

Undersøkelsene gjennomføres med 4 respondenter i hver gruppe, hva angår de kvalitative undersøkelsene. Man kan argumentere for at et enda større utvalg ville gitt enda mer representative resultater. Utvalget størrelse blir supplert ved at oppgaveforfatter i hele perioden har fulgt prosesser i

Bygg21 og Bygdin som samler et tverrsnitt av en hele bransjen. Mange innspill både i teoridel og intervjudel er speilet i gruppearbeid og samlinger sammen med mange av bransjens aktører.

### **3.4. Undersøkelser som benyttes i oppgaven**

#### **3.4.1 Undersøkelse Praktisk og akademisk tilnærming.**

Kvalitative intervjuer sentrale aktører med praktisk og akademisk tilnærming.

Formål:

- Se helhet i arbeidet
- Få frem innspill som er viktig å fokusere på
- Få frem viktige aktører som bør være med i videre undersøkelser.

Spørsmål til alle:

- Hvordan vil du definere begrepet industriell produksjon?
- Hvorfor har vi ikke lyktes så langt – eller er det ikke en riktig antagelse?
- Handler begrepet om produksjonen eller hele byggeprosessen?
- På hvilken måte vil en industriell tanke påvirke bransjens organisering, oppgavefordeling og etablert praksis?  
I hvilken grad er det iboende ulike mål tilknyttet industrialisering mellom aktørene i bransjen?

Intervjuer med ledende ekspertise innen byggenæringen.

**Agnar Johansen**, Seniorforsker ved Sintef Byggforsk. Industriell ledelse

I tillegg til intervjuguide spørsmål tilknyttet erfaringer med industriell satsning i byggenæringen

**Svein Bjørberg**, Professor NTNU, Seniorrådgiver Multiconsult

I tillegg til intervjuguide spørsmål til Prosjekt Oscar og konsekvenser tilknyttet industrielle tenkning.

**Fredrik Horjen**, Senioringeniør, Direktoratet for byggkvalitet.

I tillegg til intervjuguide spørsmål om standarder og normer tilknyttet industriell tenkning

**Torer F Berg**, Tidligere leder i Byggforsk og seniorrådgiver i Sintef.

I tillegg til intervjuguide spørsmål vedrørende tidligere forsøk på industrialisering bl. i Sverige.

#### **3.4.2 Kvalitative intervjuer. Byggaktører**

**Formål med intervjuene**

Få frem hvordan de jobber, hvordan de har tenkt i forbindelse med prosjektet og om/på hvilken måte de bruker en repetitiv eller industriell tilnærming.

Spørsmål til alle

- Hvordan jobber bedriften praktisk med prosjekter? Tradisjonell byggeplass, Element/modul/Prefabrikkerte løsninger?
- Hvem påvirker løsningen for bygget – hvordan det skal bygges?

- Har bedriften en repetitiv tenkning /industriell tenkning i bedriften, og hvilke fokus har dette?
- Hvilke industrielt tilvirkede produkter benytter man i virksomheten?
- Erfaringer med norske og utenlandske leverandører av løsninger?
- Hva skal til for å kunne tenke mer effektivt eller industrielt?

### **Respondenter blant byggaktørene**

**John Olav Sigvardsen** i JOS bygg. Grunder, Byggmester og prosjektutvikler. JOS bygg er en mellomstor byggaktør og byggetutvikler på Øvre Romerike med en omsetning på 130 MNOK i 2017. De er tilknyttet Norgeshus.

**Trond Stubstad** i Kruse Smith. Sivilingeniør, leder for innovasjon og forretningsutvikling. Kruse Smith er Norges 6. største byggaktør med en omsetning på 3 200 MNOK i 2017. De har base på Sør-Vestlandet. De har også en egen seksjon som jobber med prosjektutvikling.

**Per Ivar Magnushommen** i Skorve Entreprenør. Ingeniør og daglig leder. Entreprenør i Seljord. Omsetning på 180 MNOK i 2017.

**Geir Olav Luraas** i A-Å entreprenør. Daglig leder. Entreprenør på Rjukan. Omsetning på 57 MNOK i 2017.

### **3.4.3 Kvalitative intervjuer. Produsenter og leverandører i Norge**

Kvalitative intervjuer og undersøkelser med norske fabrikker. Fabrikkene er leverandører av tradisjonelle element og moduler, men også bedrifter med teknisk fokus og leveranse av standardiserte tekniske komponenter.

Spørsmål til alle:

Kundene:

- Hva legger kundene vekt på ved et bearbeidet/ industrialisert produkt? (Deres produkt) Hvorfor velger kundene dere?
- Hvilken type kunder har man i dag? Typiske kundegruppe?
- Hva skal til for å kunne tenke mer effektivt eller industrielt ute hos kundene?

Bedriften

- Hvilken grad av industrielt nivå har man i produksjon?
- Tar bedriften ut alle muligheter ved industrialisering? Roboter/Nye materialer/Teknologi?
- Hva er utfordringene /hindringene med industriell produksjon i byggenæringen i dag?
- Hva gjør at bedriften din kan konkurrere med utenlandske produsenter

## **Respondenter blant produsenter og leverandører:**

**Tom Knutsen**, Teknobad, Arendal. VVS Ingeniør, Grunder og kundepartner.

Teknobad er en industriell tilvirker av tekniske moduler. I tillegg til produksjon tar de ansvar for montering av moduler og modulens funksjon på byggeplass. Bedriften omsatte for 17 MNOK i 2017.

**Jarle Berg**, Støren Treindustri, Støren, Salgssjef. Støren Treindustri er en industriell tilvirker av Pre-cut trematerialer og elementer. I tillegg til produksjon tar de ansvar for montering av bygg på byggeplass. Bedriften omsatte for 282 MNOK i 2017. Støren har FoU-prosjekter sammen med NTNU, SINTEF Byggforsk, NMBU og Norsk Treteknisk Institutt.

**Kjetil Hustad**, Optimera Byggsystemer. Leder. Optimera er en av landets største byggevarekjeder og distributører. De er også produsenter av elementer. Bedriften omsatte for 186 MNOK i 2017.

**Knut Inge Busk**, Trysil Byggsystemer, Salgssjef. Trysil Byggsystemer er en produsent av elementer og takstoler. Bedriften omsatte for 136 MNOK i 2017.

### **3.4.4 Kvantitativ Undersøkelse Utlysninger i offentlige anbud**

Bakgrunnen for undersøkelsen:

Det offentlige er pådriver i prosessen med krav til bygg i kommunene og gjennom reglene for offentlige anskaffelser skapes rammeverket for innkjøpet.

I denne undersøkelsen legges følgende hypotese til grunn:

- Et bygg som er spesifisert til minste detalj i tegninger og spesifikasjoner er vanskelig å tilpasse til industriell produksjon. Man er da prisgitt arkitektens og ingeniørenes spesifikasjoner på alle nivåer. Muligheten for å bruke prefabrikkerte egendefinerte byggekomponenter av samme kvalitet er da liten eller ikke tilstede.
- Kjøper, i dette tilfelle kommunene kan velge i utlysningen om de aksepterer alternative tilbud som følger kravspesifikasjonen. Et «Ja»-svar på alternative tilbud åpner for flere perspektiver og løsninger som innebærer muligheter for prefabrikkerte løsninger. Et «Nei»-svar avskjærer alle muligheter for alternative likeverdige eller forbedrede løsninger.

Undersøkelsen tar utgangspunkt i at et anbud må tilrettelegges for industriell boligproduksjon gjennom en eller flere av følgende forhold:

1. Tegninger og spesifikasjonsgrad må være av en slik art at det er muligheter for en industriell tilnærming
2. Det er åpning for å komme med alternative likeverdige tilbud.

### **Beskrivelse – undersøkelse Doffin:**

Kilde til alle data er Doffin.

Doffin er den nasjonale kunngjøringsdatabasen for offentlige anskaffelser. Nettsiden skal hjelpe oppdragsgivere med å lage og publisere kunngjøringer i samsvar med regelverket, og gjøre det enkelt for leverandører å finne relevante konkurranser i offentlig sektor. (Kilde Doffin)

Utvalget omfatter utlysning av kategorier «Boliger» i en gitt tidsperiode over 6 måneder i 2017. Utlysningene er hentet fortløpende – etter utlysningsdato for «boliger» i hele landet. Tidsrammen til analysen var satt for å sitte igjen med minst 30 kvalifiserte objekter.

Følgende begrep er lagt til grunn for utvalget: Utleieboliger, kommunale boliger, omsorgsboliger, flyktningeboliger og boliger for vanskeligstilte.

### **Det som hentes ut fra utlysningen i Doffin er følgende:**

Kommune	Navn på kommune og geografisk plassering
Utlisningsdato:	Dator for utlysning
Valgkriterier:	Kommunens definerte valgkriterier i utlysningen
% pris	Hvor stor vekt pris tillegges i valgkriteriet for tildeling.
% øvrige	Hvor mange kommuner som velger på andre kriterier enn pris.
Antall boliger	Antall boligenheter i utlysningen
Antall m2	Antall m2 i utlysningen

I tillegg logges svaret på om det er mulighet til å inngi alternative tilbud. Dette kriteriet er et fast kriterium i oppsettet i Doffin. Alternativene er i oppsettet er ja, nei eller ikke blank. Blank betyr at utlyser ikke behøver å gi et svar på punktet. For å verifisere tolkningen av blankt ble 25% av kunngjøringspartene kontaktet for å få et eksakt svar på spørsmålet.

### **Spesifikasjonsgrad 1 -2-eller 3.**

I undersøkelsen tas en vurdering av underlaget som er vedlagt utlysningen. Dette omfatter evt. Kravspesifikasjoner, skriftlige beskrivelser og tegninger. Etter en gjennomgang av dette defineres utlysningen inn i tre kategorier:

- Grad 1: Lav spesifikasjonskrav.  
Ramme for byggingen, ideskisse på bygg. Leverandør må i stor grad selv spesifisere og prosjektere og tegne bygget. En ideskisse kan ligge ved i anbudet.
- Grad 2: Middels spesifikasjonsgrad  
Bygget er tegnet og rammer er lagt uten at alt er detaljert på alle nivåer. Det gis rom for at leverandør skal gjøre deler av jobben med utforming og detaljeringsgrad.
- Grad 3: Høy spesifikasjonsgrad.  
Bygget er tegnet fullstendig.  
Faggrupper el, rør, brann, etc. er spesifisert detaljert.  
Malen er lagt og man skal følge den.

## 4. Resultater

### 4.1 Resultater av undersøkelse 3.4.1

#### Hvordan vil du definere begrepet industriell produksjon?

Her er respondentene på ingen måte samstemte. Industriell produksjon omtales og defineres ulikt og respondentene har ulik tilnærming til begrepet. Det var ingen samstemthet i forholdet til om industriell produksjon omfatter alle nivåene av industriell produksjon – fra enkeltkomponenter til moduler

Noen fellesnevnerne var gjennomgående hos flere av respondentene:

Krav til volum:

Industriell produksjon er betinger av volum av samme enhet. Samlebåndstanken er viktig enten det er moduler eller komponenter for å utnytte og skape volum. Industrialisering krever mer volum og store serier.

Krav til standardisering av produkt

For å kunne utnytte industriell kapasitet er standardisering av produkt viktig. Dog er det delte meninger om evnen til å lykkes med høystandardiserte produkter

Agnar Johansen kom i intervjuet inn på begrepet klasse eller serietenkning. Det har vært en viktig del av industrialiseringen av skipsindustrien.

Klassetenkning – som definert av båtbyggere. Stor investering av prototyper, deretter kopiering/finpussing av ideen til en serie av ferdige løsninger (skip) i en senere produksjonsserie. Bilbransjen ble også nevnt.

Industrialisering på ses på utfra størrelse:

Større bygg må monteres – komponenter som settes sammen. Dette er en del av bransjens industrialisering. Mindre bygg gir mulighet for å bygge større deler av bygget på fabrikk.

Ny teknologi nye muligheter.

Disse må utnyttes i industriell sammenheng.

#### Hvorfor har vi ikke lykkes så langt – eller er det ikke en riktig antagelse?

Formålet med spørsmålet var å prøve å se en sammenheng mellom de store satsninger som ble gjort på fabrikker og industrialisert tenkning bla. Skanska i Sverige som ble nedlagt etter kort tid.

På dette spørsmålet var det ingen entydige bidrag. Flere av respondentene så ikke at de hadde spesifikke kunnskaper. En av respondentene opplevde spørsmålet som spekulativt.

#### Handler begrepet om produksjonen eller hele byggeprosessen?

Her er respondentene helt samstemte. Industriell produksjon omfatter ikke bare produksjonsbedriftene



men hele prosessen. Det er en klar sammenheng mellom industriell evne til å prosjektere riktig. Industriell produksjon må ta inn alle faser i byggeprosjektet fra strategisk analyse, via tegning og prosjektering til bruken av bygget.

### **På hvilken måte vil en industriell tanke påvirke bransjens organisering, oppgavefordeling og etablert praksis?**

Respondentene mener det er en klar sammenheng mellom høyere industrialiseringsgrad og næringens organisering.

«Klar sammenheng og konsekvens for ulike fagområder»

«Bransjen mangler industriell tenkning og kompetanse»

«Det er sterke krefter i bransjen som er konservative og ikke liker endringer»

En fullstendig industriell tilnærming vil måtte kreve tilpasninger i bransjens strukturer og organisering

Videre mente respondentene at:

«Viktig å ha en plan for å opprettholde fagkompetanse»

«Teknikk i førersetet gir utfordringer for entreprenører til å underordne seg de tekniske fagene, El er et unntak»

Flere av respondentene var innom at det i en industrialisering er viktig å opprettholde fagmiljøene.

«Samtidig sliter vi med å opprettholde fagmiljøer – sliter som bransje i flere fag som følge av omfattende arbeidsinnvandring»

### **I hvilken grad er det iboende ulike mål tilknyttet industrialisering mellom aktørene i bransjen?**

På dette spørsmålet var respondentene samstemte. Det var klare utsagn om de utfordringer som næringen har tilknyttet ulike mål/ønsker om industrialisering

«Det er iboende ulike mål i byggebransjen. Dette kan gi utslag i suboptimalisering og dårligere bygg. Det kan være vekslende lojalitet til prosjektets grunnleggende mål»

«RIB mister deler av sine inntekter hvis spesifikasjoner standardiseres».

«Fag som EL og RØR beskytter sine rettigheter og ønsker ikke fabrikkbaserte systemer»

«Felles verdisystem må sikres i starten av et prosjekt for å sikre at aktørenes ulike incentiv / verdimål kan kombineres med hovedmålet»

«Vi må gå fra prosjektledelse til Value Management hvor prosjektets verdier er styrende i leveransene til prosjektet. Det er derfor viktig at prosjektledelsen/innkjøper har verdier som samsvarer med prosjektets slik at sparing av »hundrelapper» ikke går ut over prosjektets kvalitet»

«Rådgivere og arkitekter vil kunne miste deler av sin innflytelse og inntekter ved omfattende industrialisering, og fagressursene vil forlyttes fra frittstående konsulenter til stabene i produksjonsbedriftene»

Et interessant perspektiv kom fram tilknyttet forutsetningene for industrialisering som både kan være en barriere og driver: «Historisk sett har bransjen endret seg ved at entreprenørene før hadde 80 % av produksjonen selv, og kjøpte 20 %. Dette er nå helt motsatt. I dag kjøpes 80 % gjerne i lange kjeder hvor ansvarsforhold pulveriseres»

## **4.2 Kvalitative intervjuer, Byggaktører 3.4.2**

**Svar på spørsmålene:**

**Hvordan jobber bedriften praktisk med prosjekter?**

**Tradisjonell byggeplass, Element/modul/Prefabrikkerte løsninger?**

Alle respondentene jobber med alle løsninger fra plassbygging via pre cut til bruk av ferdige elementer.

Kruse Smith har først og fremst vært en plassbygger, men er på vei mot mer prefabrikkerte løsninger. Så langt har det vært mer tilfeldigheter på hvert enkelt prosjekt som styrer valget mer enn en strategi.

Skorve har også beveget seg fra tradisjonell bygging mot bruk av flere typer prefabrikkerte løsninger. De har fokus på effektivitetsutviklings som sådan, og mener bruk av industrialiserte produkter er ett av flere virkemidler for å få til forbedringer.

Både Skorve og JOS bygg bygger elementer selv. Dog med ulike begrunnelser. JOS Bygg bruker elementer i perioder med tilgjengelig kapasitet, mens Skorve bygger elementer for å spare tid ute på byggeplass, og for å sikre bedre kvalitet og forhindre fuktskader.

A til Å Entreprenør bruker alle tilnærminger til bygg. Noe plassbygging men med omfattende bruk av enkle industrielle produkter. De bygger elementer selv når det er større serier. De kjøper også badekabiner.

**Hvem påvirker løsningen for bygget – hvordan det skal bygges?**

JOS bygg hadde en interessant refleksjon på dette punktet.

Det kom frem ulike motiver for hvorfor man brukte prefabrikkeringer ut over pre-cut.

Styrende for valget var bl. a bemanningssituasjonen og etterspørselen i markedet.

Ved stor etterspørsel brukte man mer prefabrikkerte elementer, ikke fordi det var billigere, men fordi det gjorde at man kunne bygge flere bygg.

I perioder med bedre tid kunne man bruke egne ressurser for å bygge elementer innendørs i påvente av montering på byggeplass.

Hos Kruse Smith var løsningen for bygget mer en konsekvens av hvem som styrte prosessene.

I mangel av en strategi har prosjektledere stor innflytelse.

Skorve fremhever at valget av metode ofte styres av entreprisen. De bygger mye for det offentlige og fremhever at de i mange tilfeller må bygge prosjekter som er ferdig bearbeidet hos arkitekt og

rådgivende ingeniører. I disse tilfellene er det sjelden eller aldri muligheter for å tenke industrielt. De mener at tanken om industrialisering og bruk av industrielle metoder er til nærmet helt fraværende hos de som tegner og spesifiserer byggene i dag.

De mener også at denne tilnærmingen ikke bare påvirker mulighetene for bruk av industrielle produkter, men at løsningene er direkte påvirkende for flyten i arbeidsprosessene og påvirker muligheten for en effektiv byggeplass på en negativ måte.

I de senere årene har de tatt del i prosjekter med samspillentrepriser hvor entreprenøren også er med i plan og utvikling av prosjektet. De mener dette gir mye bedre forutsetninger for å velge mer effektive metoder.

A til Å Entreprenør kan i mange prosjekter selv være med på å påvirke bygget. De kan på basis av det påvirke om en industriell tilnærming skal brukes.

I de tilfellene de forholder seg til ferdigspesifiserte bygg fra arkitekt og RIB er muligheten for industriell tenkning veldig begrenset.

### **Har bedriften en repetitiv tenkning /industriell tenkning i bedriften, og hvilke fokus har dette?**

Her er det flere ulike perspektiver hos respondentene.

JOS bygg har spesielt fokus på systemtilnærmingen, og ikke produktene.

Organisering av prosjekter fra første kontakt med kunde til bygget står klart er en forutsetning.

Repetitiv bruk av systemene er viktig når man tenker effektiv drift.

Hos Kruse Smith er repetitiv tenkning ennå tilfeldig. Det er vanskelig å få til effektiv læring fra prosjekt til prosjekt. Her er det fra konsernets side helt nye målsetninger for fremtiden.

Skorve har stort fokus på effektive prosesser og bruk av repetitiv tenkning i det de beskriver som «linjetenkning» i alle prosjekter. Linjetenkningen har fokus på systematisering av arbeidsprosessene slik at prosjektframdriften opprettholdes – uavhengig om det er bruk av industrialiserte produkter.

A-Å Entreprenør bruker repetitiv tenkning i bedriften, men fremholder at det er mer å gå på. Det er også litt ulikt fokus internt i bedriften. Erfaringen fra å bygge elementer selv gir innsikt i verdien av repetitiv tenkning og bedre organisering hvor de ser at effektiviteten forbedres gjennom innarbeid uten værpåvirkning, bedre orden, materiell kontroll, bedre utnyttelse av råvarer og effektive rutiner. Det gir også mindre avfall.

Her er industrialiseringsgraden liten og produksjonen er håndverksmessig, men gir bedre effektivitet.

### **Hvilke industrielt tilvirkede produkter benytter man i virksomheten?**

Alle typer bearbejdede produkter benyttes hos alle. Særlig gjelder dette alle typer industrialiserte komponenter og systemkomponenter.

Bruken av elementer og moduler varierer i større grad, og man kan hevde at ingen av respondentene i

stor grad benytter moduler og elementer basert på et strategisk retningsvalg.

En gjennomgående respons er at industrielle produkter ikke benyttes fordi man mener det er billigere, hvis man sammenligner materialkostnader og arbeidskostnader. Bruken av elementer og moduler er basert på disse faktorene:

1. Vi kan bygge flere bygg med samme arbeidstokk. Flere poengterte at mangelen på arbeidskraft var reell.
2. Kortere byggetid som igjen gir større effektivitet og lavere finanskostnader
3. Kunne ivareta svingninger i etterspørsel og utjevne arbeidsbelastningen gjennom året

### **Erfaringer med norske og utenlandske leverandører av løsninger?**

Gode erfaringer med industrielle produkter både norske og utenlandske.

Flere er opptatt av at bruk av avanserte industrielle produkter krever stor grad av presis prosjektering. Der det går galt med bruk av disse produktene kan i stor grad skyldes mangelfull prosjektering, og i mindre grad valget av leverandør.

Utfordringen med utenlandske produsenter kan ligge i kultur og språkforståelse, samt oversikt over Norske byggeregler.

A-Å Entreprenør fremhever at utfordringen ikke er produktene, men i noen grad distribusjonen med transportselskaper som ikke takler norske forhold.

JOS-bygg bruker i stor grad norske leverandører.

### **Hva skal til for å kunne tenke mer effektivt eller industrielt?**

Her kom det fram mange punkter hos respondentene:

1. Forankring i ledelse og strategi / Ressurser / Tydelig retning.
2. Hele verdikjeden må med tilpasningene. Det holder ikke at entreprenøren tenker industrialisering hvis arkitekt og RIB ikke legger forholdene til rette for dette i utgangspunktet.
3. Mindre fokus på one-off tankegang. Større læring mellom prosjektene internt i bedriftene.
4. Det er viktig å få til større kunde verdi sammen med gevinster for bedriften.  
Viktig å definere hvem som skal ha gevinsten ved effektivisering.
5. Bransjen er blitt ganske gode på risikostyring på HMS etterhvert.  
Vi har et fokus på hva som kan gå galt. Nedsiden dominerer diskusjonene.  
Vi må få kultur for å tenke på forbedringer.  
Hva kan faktisk gjøres annerledes og riktigere.

6. Industrialisering blir ikke optimal når elementer ikke er billigere enn å gjøre det selv. Det er ikke nok å ta ut gevinst på tid.  
Ferdiggrad på elementet må bli bedre slik at det er prisgunstig.  
Når alle faggrupper må inn å jobbe med elementet på byggeplassen etter at det er levert, så blir ikke elementet prisgunstig nok.
7. Viktig med entreprisereformer som skaper grunnlag for industriell tenkning fra starten.  
De rådende entreprisereformer er direkte til hinder for å få til industrialisering og effektivisering av bransjen.
8. Bruk av industrielle metoder internt i bedriften (elementproduksjon) gir grobunn for flere erfaringer og bedre arbeidsmetoder.  
Håndverksmessig tilvirkning av elementer inne gir bedre tids- og materialeeffektivitet i tillegg til mer fleksibel utnyttelse av arbeidskraft i stillere perioder.

### **Entreprenør og eller prosjektutvikler?**

Diskusjon om entreprenørrollen og en videreutvikling av denne til også å omfatte prosjektutvikling var ikke opprinnelig en del av spørsmålstillingen.

Dette ble allikevel en helt naturlig del av alle intervjuene.

Alle respondentene hadde erfaringer både som entreprenører og som utbyggere. Trenden med at entreprenører også blir utbyggere synes jeg vi kan se konturene av i hele landet. Boinnova har også møtt dette mange ganger gjennom egne prosjekter.

Respondentene fremhever at det å utvikle prosjekter selv gir en større muligheter til å tenke repetitivt og bruke industrielle produkter fordi man da selv velger løsninger.

Min vurdering av dette er at det er en vertikal integrasjon fra entreprenør til prosjektutvikler kan være en fremmer av industriell tenkning.

Samtidig er det slik at det sannsynligvis er ønsket om å kontrollere en større del av verdiskapningen og overskuddet som ligger til grunn for denne utviklingen.

Spørsmålet er da om en større inntjening som prosjektutvikler virker konserverende på metodene og arbeidsprosessene og at dette kan ha den effekten at incentivene for effektivisering blir borte.

Kruse Smith reflekterte over mangelen for incentiver i byggenæringen.

De har sin base på Sør og Sør-Vestlandet og ble hardt rammet av krisen i oljenæringen.

De har fra sentral plass kunnet observere de store effektivitetsgevinstene oljenæringen klarte å få til som følge av krisen.

Man kan argumentere for at en byggenæring som i stor grad har gått bra i Norge de siste årene har tilstrekkelig incentiver til å ta tak i effektiviseringen.

### **4.3 Kvalitative intervjuer, Produsenter 3.4.3**

Kundene:

**Hva legger kundene vekt på ved et bearbeidet/ industrialisert produkt? (Deres produkt)  
Hvorfor velger kundene dere?**

Gjennomgående svar fra alle elementleverandører:(Støren, Optimera og Trysil Byggsystemer)

Kundene velger oss fordi:

- Vi reduserer byggetid på byggeplass. Gjennom dette påvirkes den totale byggekostnaden og finansieringskostnaden på prosjektet.
- Vi kjenner og etterlever norske byggeregler
- Vi kompensere for mangel på fagfolk – særlig snekkere ute hos entreprenørene.
- Vi sørger for at kunden kan bygge flere bygg med samme mannskap
- Vi bidrar med ingeniørkompetanse og statiske beregninger og prosjekteringsansvar.

Kundene velger oss ikke fordi vi er billigere på pris, enn å gjøre jobben ute på byggeplass.

Støren og Trysil Byggsystemer bidrar også med montering av elementer til tett bygg. Dette er en vesentlig faktor i valget for mange kunder.

Optimera fremhever også at de i et marked med stort innleie av arbeidskraft tar over ansvaret for antall timer som må til for å produsere elementet. Alternativet med produksjon ute på byggeplass med innleid arbeidskraft er mer uforutsigbart.

Optimera fokuserer også på at de kan levere helhetlige løsninger – systemleveranser på byggeplass som omfatter prosjektering, leveranse og montering. Dette er en økende trend ikke bare på større bygningsdeler, men også på leveranser av produkter som kjøkken og parkett.

Teknobad, som leverer tekniske moduler har en litt annen inngang til hvorfor kundene velger dem. De prosjekterer bad, El, Rør og ventilasjon i samme modul og flytter grensesnittet til tekniske fag. Den helhetlige leveransen blir da bedre og billigere totalt sett.

De kan da ta prosjektering, produksjon, montasje og funksjon ute på byggeplass på sin leveranse.

#### **Hvilken type kunder har man i dag? Typiske kundegrupper?**

Alle jobber med store og små entreprenører.

Støren jobber etter hvert mer mot store entreprenører for å få større serier. Sier nei til småprosjekter.

Optimera jobber med byggmestre og store entreprenører. Andelen større entreprenører har blitt flere de siste årene.

Trysil Byggsystemer jobber både mot entreprenører, utviklere og privatkunder

Teknobad jobber mot små og store entreprenører.  
Teknobad går bort fra kunder som bare skal kjøpe produktet – badekabinen.

*«Våre store fortrinn er å være med kunden fra start til mål i et prosjekt. Vi skal være en systemleverandør som er en integrert del av kundens leveranse både av bad, elektrisk tjenester, rørleggertjenester og ventilasjon»* sier Tom Knudsen.

### **Hva skal til for å kunne tenke mer effektivt eller industrielt ute hos kundene?**

Alle respondentene mener at det er store forskjeller i hvordan kundene tenker. Noen kunder har kommet langt, men for mange er tanken om bruk av elementer og moduler enda i en tidlig fase. Ofte har leverandøren også en oppdragende-premisssettende virkning for kundene.

Kunden må se verdi av alle deler av leveransen – ikke bare produktet. Verdien i leveransen er tilknyttet byggetid, finansieringskostnader, prosjekteringskostnader og kvalitet. Mange tradisjonelle entreprenører ser ikke hele kostnadsbildet når de vurderer industrielle produkter

For å kunne nyttiggjøre seg effektene må kundene ha en strategi for industriell tenkning. Industriell tenkning handler om å lage en kultur i bedriften (Teknobad)

Optimera fremhever at bedriftene må forstå gjentakelseeffekter hvis de skal få effekt av industrielle produkter. Det er billigere å bygge hus nummer 3 i en serie. Volum skaper resultater. Optimera mener det er vanskelig å implementere denne tankegangen i næringen fordi næringen tenker tradisjonelt.

Optimera mener også at den viktigste fremtidige utvikling for industrialisering er tekniske enheter – EL rør og ventilasjon sammen med bad og kjøkken.

### **Hvilken grad av industrielt nivå har man i produksjon?**

Tar bedriften ut alle muligheter ved industrialisering?  
Roboter/nye materialer/teknologi?

Her er det noen variasjoner hos respondentene.

Støren, Optimera og Teknobad mener de er langt fremme etter norske forhold. Trysil Byggsystemer har gamle men velprøvde systemer.

Felles for alle bortsett fra Optimera er at de ser at det er langt igjen til de benytter alle mulighetene. Optimera ser at det er utviklingspotensiale, men mener de er godt rustet til å takle det markedet etterspør med dagens systemer. Optimera mener kundene må komme mye lenger i sin industrialiseringstanke før vi kan ta produksjonen til et høyere industrielt nivå.

Investeringer i maskiner og utsyr er kostbart og det handler om kost nytte vurderinger for produsentene. Mye å gå på for å få til en full industrialisering med roboter. Dette krever dog store serier med likeartede

produkter.

Støren mener de bare har klart dette med sin Pre-cut produksjon.

Teknobad fremhever at det ikke bare handler om maskiner og utstyr. Man må først få til effektivisering av alle prosessene og logistikkoperasjonene før man kan ha full effekt av robotisering. Vi har halvert tidsforbruket på 5 år uten bruk av robotisering.

### **Hva er utfordringene / hindringene med industriell produksjon i byggenæringen i dag?**

På dette spørsmålet var det mange ulike innspill.

Det var få like svar.

1. Få leverandørindustrien til å utvikle varianter av produkter tilpasset våre behov.
2. Optimalisere logistikk
3. Effektivisere og standardisere
4. Vi jobber i et høykostland og må ligge et hestehode foran våre konkurrenter (Teknobad)
5. Vi må gå fra å være produktleverandører til å være systemleverandører. (Teknobad/Optimera)
6. Være kundens samarbeidspartner ikke leverandør. Ta del i hele prosessen.
7. Det er en tradisjonell og traust bransje, men vi er inne i et generasjonsskifte som kan gjøre at premissene for industrialisering blir bedre (Optimera)
8. Nye krav til tetthet og fuktsikring vil tvinge frem større behov for entreprenørene som potensielt kan løses enklere i en fabrikk.

### **Hva gjør at bedriften din kan konkurrere med utenlandske produsenter?**

Her var det noen klart gjennomgående innspill.

1. Norske kroner mot Euro gir en fordel for norske produsenter (Valuta)
2. Kunder velger oss fordi de har varierende suksess med utenlandske produkter
3. Vi har en fordel med norsk språk i kommunikasjonen med kundene.
4. Kundene velger oss fordi vi har bedre forståelse for norske regelverk og norske forhold
5. Vi bruker lokalt råstoff – kortreist. Det setter kundene pris på. (Støren/Trysil)



#### 4.4 Resultater av Kvantitativ Undersøkelse 3.4.4

Undersøkelsen tok utgangspunkt i at et anbud må tilrettelegges for industriell boligproduksjon gjennom en eller flere av følgende forhold:

- Tegninger og spesifikasjonsgrad må være av en slik art at det er muligheter for en industriell tilnærming
- Det er åpning for å komme med alternative likeverdige tilbud.

##### Beskrivelse – undersøkelse Doffin:

I den avsatte tidsperioden ble det publisert 50 utlysninger i tråd med utvalgsriteriene. Større utbygginger av sykehjem og bygg med spesielle og kompliserte kravspesifikasjoner ble ikke inkludert.

Resultatene er basert på 40 kvalifiserte objekter. 10 av utlysningene som ble logget ble forkastet som følge av mangelfulle opplysninger

##### Resultater:

Tabell 2: Oppsummering av resultater av undersøkelse offentlige utlysning i Doffin knyttet til boligbygging, spesifisert som utleieboliger, kommunale boliger, omsorgsboliger, flyktningeboliger og boliger for vanskeligstilte i løpet av 6 måneder i 2017. \*basert på utvalgt kontakt med kunngjørende part.

<b>Resultatscore</b>		
Antall objekter	<b>40</b>	
Antall Boliger	<b>301</b>	
Antall M <sup>2</sup>	<b>25 892</b>	
M <sup>2</sup> Per bolig	<b>86</b>	
Estimert Byggekost pr M <sup>2</sup>	<b>31 500</b>	
Estimert totalverdi (NOK)	<b>815 598 000</b>	
<b>Alternative tilbud</b>		
Ja	<b>2</b>	<b>5 %</b>
Nei	<b>22</b>	<b>55 %</b>
Ikke oppgitt-antatt nei*	<b>16</b>	<b>40 %</b>
	<b>40</b>	<b>100%</b>
<b>Spesifikasjonsgrad</b>		
Lav	<b>6</b>	<b>15 %</b>
Middels	<b>11</b>	<b>28 %</b>
Høy	<b>23</b>	<b>58 %</b>
	<b>40</b>	<b>100 %</b>
<b>Valgkriterier</b>		
100% pris	<b>13</b>	<b>32 %</b>
> 70% pris	<b>12</b>	<b>30 %</b>
Øvrig	<b>15</b>	<b>38 %</b>
Totalt	<b>40</b>	<b>100%</b>

#### Utvalg og validitet:

Utvalget i undersøkelsen anses å være stort nok til å trekke konklusjoner. For en estimert totalverdi på over 815 MNOK fordelt på 40 tilbud. Resultatene av undersøkelsen er oppsummert i Tabell 2.

#### Alternative tilbud:

En stor overvekt av anbudene hadde ingen mulighet for alternative tilbud. 55 % av utlysningene hadde krysset av for nei til alternative tilbud og kun 5% for ja. 40 % hadde ikke oppgitt noe på dette punktet. Kontakten med kunngjøringspartene viser at 100% av de som ikke har indikert ja eller nei til alternative tilbud ikke ønsket alternative tilbud. Vi kan av dette antyde at mer enn 90% av anbudene avskrev muligheten for alternative tilbud.

#### Spesifikasjonsgraden:

Lav spesifikasjonsgrad i anbudet var bare tilfelle i 15% av anbudene. 85 % av respondentene hadde middels eller høyt spesifikasjonskrav i anbudet, og hele 58 % hadde høyt spesifikasjonsgrad av tilbudene.

#### Prisfokus:

Det er verd å merke seg at 1/3 av anbudene kun vurderes på pris, og vi må anta at tilbudet da er ansett til å være godt nok i henhold til spesifikasjonen. 1/3 har pris som den vesentlige vurderingsfaktoren, og 1/3 har en større eller likeverdig andel av andre forhold sammen med pris som evalueringskriteria.

## 5. Drøftelse og diskusjon

Drøftelsen tar utgangspunkt i forskningsspørsmålene.

1. Hva er industriell boligbygging?

- Hva skal til for å kalle boligbyggingen industriell?
- Er begrepet industrialisering en produksjonstilnærming, eller handler det om effektivisering av byggeprosessen – fra byggidé til bruksfase?
- Finnes det et avklart begrepsapparat?

I underliggende diskusjoner behandles dette i kapitlene

5.1 Begrepene i industrielle produkter og prosesser

5.2 Produksjonstilnærming eller helhetstilnærming – eller begge deler

2. Hvordan få til en industriell tilnærming?

- Rammebetingelser – hvem eller hva påvirker tanken om industrialisering
- Hvilke drivere styrer industrialiseringstanken?
- Hvilke barrierer finnes?

### **5.1 Begrepene i Industrielle produkter og prosesser**

For å kunne gi en klar vurdering av hva er industriell boligbygging er og hva som skal til for å kalle boligbyggingen industriell har det kommet frem mange elementer som bør systematiseres.

I oppsummeringen av litteraturen i kapittel 2.9 var et av utgangspunktene:

«Inndelingen/definisjonen av industrialiserte produkter er i litteraturen noe sprikende.

Med mange aktører som tilbyr løsninger for byggenæringen er inndelingen av type produkter muligens ikke presis. Det er mulig ytterligere nyanser og kategorier bør inn for å dekke det mangfold av produkter som tilbys».

I det videre arbeidet med oppgaven har uklarheten med hva som defineres som industriell produksjon blitt forsterket. Flere av respondentene kommer med innspill på hva de definerer som industriell bygging som gjør at begrepene som så langt er brukt i oppgaven ikke fullt ut beskriver det de mener er industriell bygging.

Det tradisjonelle industribegrepet kommer frem og samlebåndstanken fremkommer som begrep, jfr. Henry Ford. Både teorigjennomgangen og undersøkelsene i næringen underbygger at dette er en del av tanken rundt industrialisering av bygg.

Industriperspektivet eller produksjonstilnærmingen som omtalt under 2.5.1 er viktig i forståelsen av begrepet.

Samtidig er forståelsen av at industrialisering i større skala ikke kan finne sted dersom den ikke har rot i hele verdikjeden et tema som både underbygges i litteraturstudier, dokumentstudier, oppsummeringer fra parallelle prosesser i byggenæringen og i alle intervjuer. Senere i drøftelsen omtales dette spesifikt.

I oppgavens punkt 2.2 ble det lagt til grunn følgende firekategorier lagt til grunn: (Schmidt 2009)

- Rommoduler. Høy ferdighetsgrad
- Rommoduler kombinert med prefabrikasjon og plassbygging
- Systematisert bruk av prefabrikkerte konstruksjoner og elementer
- Systematisert produksjon som går igjen fra prosjekt til prosjekt, men som også kan inkludere prefabrikkerte elementer og moduler

For å komplettere litt i begrepene ble det lagt en foreløpig inndeling til videre bruk i oppgaven ved begrepene:

#### Komponent

Komponenter er enkeltstående eller sammensatte produkter som bestilles til byggeplass. De kan være enkeltstående som spiker, trevirke eller lecablokker.

#### Element

I oppgaven er elementet definert som en større sammensatt enhet bearbeidet og sammensatt i fabrikk. Elementer kan ha varierende prefabrikasjonsgrad. Et typisk element er takelementer og vegger. Disse heises på plass og skrues sammen på kort tid på byggeplass.

#### Modul

En bygningsmodul er en ferdig sammensatt struktur som ofte har både gulv, tak og vegger.

Det har gjennom oppgaven kommet frem mange nyanser til denne inndelingen.

En av de viktige diskusjonene var hva som var industrielt. Var det mulig å skille industrialisering ut særskilt eller var omfatter begrepet både produkter og prosesser?

Produkter og prosesser et tett vevd sammen, og i den videre oppgaven er prosessene en del av oppgavens tema.

#### **Et mer mangfoldig og nyansert begrepsapparat**

Mangelen på et nyansert og tydelig begrepsapparat har gjort det vanskelig å snakke om de samme tingene med respondentene. Dette skyldes at man legger ulike ting i de ulike begrepene.

Basert på erfaringene i intervjuene har og for å tydeliggjøre begrepene og de innspillene som har innkommet presenteres her en revidering og supplering av begrepet industrielt produkt. Denne legger opp til noen flere kategorier enn det litteraturen omtaler. Målet er at dette skal være til glede for større presisjon i dialogen rundt de ulike virkemidlene innen industriell produksjon.

Den nye inndelingen har 6 deler:

1. Byggekomponenter - tradisjonelle
2. Byggekomponenter - bearbeidede
3. Systemkomponenter
4. Prefabrikkerte systemer og moduler (Større sammensatte enheter)
5. Systemleveranse
6. Prosessindustrialisering/systematisering

### **Tradisjonelle byggekomponenter**

Byggekomponenter laget for hånd og var en del av håndverkstradisjonen i næringen. Spiker ble smidd, og plank ble fremstilt av dyktige håndverkere som kunne faget.

Industrialiseringen av komponenter startet allerede som en del av den industrielle revolusjon på 1800 tallet.

Tradisjonelle byggekomponenter som spiker, skruer, plank, fliser, isolasjon kan effektivt produseres i fabrikker etter tradisjonelle skala-økonomiske prinsipper. Konkurranskraften skapes gjennom pris og kvalitet.

Distribusjon gjennom tradisjonelle leverandører.

Hyllevarer i et byggevarehus

Gjennom intervjuer har det kommet fram at begrepet bearbeidede komponenter også har en viktig faktor for utviklingen av industrialiserte løsninger. Delvis fremkommer dette som en utvikling av komponentenes egenskaper, og delvis hvor man reelt søker etter komponenter som har bedre egenskaper og som kan være med på å løse utfordringer med kvalitet og praktiske forhold i tilvirkningen av elementer og moduler.

### **Bearbeidede byggekomponenter**

Bearbeidede komponenter er fortsatt innenfor komponentkategorien.

En bearbeidet komponent har egenskaper som hjelper til med effektivisering av industriell tenkning eller ved at de løser spesifikke utfordringer som bransjen har.

Denne komponentgruppen vil naturlig nok også ha en større bearbeidelsegrad, men fremstilles som standard uten spesiell tilpasning til kunden.

Et eksempel som fremheves er Royalimpregnert kledning.

Dette er et relativt nytt produkt som forenkler industriell produksjon ved at elementer eller moduler kan ferdigstilles helt uten senere etterarbeid, samtidig som det har 50 års garanti mot råte. Ref. Støren

Et annet eksempel er ferdige overflatebehandlede stålvegger med komprimert isolasjon som bidrar med følgende egenskaper:

- Tynnere sterkere vegger enn tradisjonelt stenderverk som reduserer veggtykkelser.
- Vegger som ikke trenger spesiell tilpasning for å ivareta brannkrav
- Styrke som gjør at f. eks vegghengte toaletter ikke trenger spesielle tilpasninger for å hindre skader og ustabilitet

Ref.: Teknobad

Dette harmonerer godt med Kazi et al. (2009) målsetninger som setter fokus på nye materialer tilpasset industriell produksjon.

I en systematisk helhetlig tilnærming til industrialisering kan dedikert bearbeiding av komponenter være en viktig faktor.

For all komponentproduksjon vil en tradisjonell industriell tenkning fortsatt ha full validitet.

Moum et al. (2017) oppsummerer produksjonstilnærmingen i en modell med 5 ulike dimensjoner.

1. Organisering av oppgavene
2. Skape variasjon i produkt (tilpasse)

3. Automatisering av prosessen
4. Bruk av teknologi
5. Skape skala (mengde)

Fra undersøkelsene i denne oppgaven kan vi konstatere at det også er viktig at komponentproduksjonen samordnes med de som produserer elementer og moduler. Som Støren Treindustri mfl. poengterer vil et samspill her vil kunne fremskaffe mer målrettede komponenter som vil lette videre produksjon med høyere bearbeidelsegrad.

### **Systemkomponenter**

Enkelte leverandører leverer ikke bare komponentene lenger.

Til forskjell fra bearbejdede komponenter er dette systematiserte og sammensatte produkter som fremstår med høy bearbeidelse og leveres til byggeplass.

Systemene er tilpasset kundens prosjekt og produsert industrielt hos leverandør basert på spesifikke tegninger til prosjektet.

Kazi et al. (2009) trekker frem smarte komponenter (Smart Components) som en del av utviklingen mot industrialisering.

Eksempler på dette er grunnmursystemer, støpe kassetter, kjøkken, himlingssystemer, vinduer, Pre Cut, støttemursystemer, bæresystemet, dekker mm.

Til en viss grad ser man også at tradisjonelle leverandører av skruer og festemidler og verktøy som normalt sett vil falle inn under vanlige byggekomponenter, lager systemer på byggeplass som etterfylles i et lagersystem som gjør at produktene til enhver tid befinner seg på byggeplass.

Hvorvidt dette bør inngå i denne kategorien er et definisjonsspørsmål.

### **Prefabrikkerte elementer eller moduler**

Et antall komponenter av begge kategorier og systemkomponenter vil inngå i elementer og moduler.

Dette settes sammen og bearbejdes til større deler av bygg (elementer og moduler) som fraktes til byggeplass. Dette har tradisjonelt blitt oppfattet som en viktig del av industrialiseringsbegrepet.

Elementer og moduler settes rett inn i bygget. Eksempler på disse er veggelementer, baderskabiner, tekniske moduler, takmoduler, modulbygg, betongelementer og bæresystemer.

### **Systemleveranse**

Systemleveranse er et begrep som har dukket opp flere ganger i intervjuene. Teknobad bruker dette begrepet aktivt i sin beskrivelse av hva de leverer. Tom Knutsen fremhever:

«Vi leverer ikke produkter, men er en systemleverandør som er med kunden ute på byggeplass og er ansvarlig for produktets installasjon og funksjon. Vi tar også det formelle ansvaret for rør og el installasjonen»

I en systemleveranse bruker leverandøren egne eller innleide medarbeidere for å montere systemkomponenter eller prefabrikasjon og tar ansvar for leveranse, montasje og funksjon.

Systemleveranse defineres som leveranse av komponent, systemprodukt eller element/modul. Leveransen er tilpasset og skreddersydd til kunden og leveres til byggeplass, monteres og

klargjøres.

Eksempler på dette kan være; kjøkken, ventilasjonssystem, veggelementer, baderomskabiner, tekniske moduler, takmoduler, modulbygg, bæresystemer.

Optimera poengterer i sine tilbakemeldinger at leveranser i dag av kjøkken og gulv i stor grad er betinget av at man også monterer og sikret funksjon ute på byggeplass.

Det kan i praksis også være himlingsleveranser og gulv avhengig av grensesnittet for ansvar og installasjon.

Støren Treindustri er både systemkomponentleverandør i form av prekappede bygningsdeler, elementleverandør og systemleverandør. De foretar også alle tekniske beregninger for bygget.

På spørsmål til Jarle Berg vedrørende hva utviklingstrenden er sier han at 50% av elementene i dag leveres med oppsetting og ferdigstilling ute på byggeplass og at trenden er økende.

### **Byggeplassproduksjon (Flying factory)**

Prefabrikasjon på fabrikkanlegg på byggeplass er i denne sammenheng definert som et større anlegg hvor man over tid kan gjøre neste all preproduksjon over tid på stedet eller organisere slik at en stor del av sammensetning og montasje kan gjøres på stedet før innsetting i bygget.

Dette krever store mengder av produsert materiale og størrelse på prosjektet.

### **Prosesssystematisering eller prosessindustrialisering?**

I diskusjon med Norgeshus kom det opp en vinkling som sannsynligvis er mer utbredt i næringen enn hva litteraturen skulle viser.

Her handler det om å standardisere prosessene rundt bygget og byggingen og ikke nødvendigvis produktet. Tanken er drevet av skreddersydd industrialisering.

Jon Olav Sigvardsen i JOS bygg er en del av Norgesgruppen.

De har en helt annen inngang til industrialisering og sier at deres fortrinn i første rekke skapes av at man har systematisert hele kunde og byggeprosessen og at den enkelte byggmester kan inngå i, og bruke et system som i vesentlig grad letter arbeidet i hverdagen. Dette omfatter:

- Standardiserte salgsprosesser og salgs og kontraktsmateriell  
Riktig kundefokus- riktige forventninger til kunde  
Informasjon til kunde
- Standardiserte beslutningsprosesser, beslutningstider, når ting må være klart før ting settes i gang.
- Standardisert håndtering og regning av anbud.
- Standard prosjekteringsverktøy og tegnesystemer. Bruk av felles kompetanse.
- Standardiserte sjekklister og avklart hvem som gjør hva.
- Felles og standardisert innkjøp basert på innkjøpsavtaler fra flere leverandører.

Systemtanken har mye til felles med ferdighusbedriftene, men må være et mer åpent system som kan tilpasses de ulike kundene og prosjektene.

Til en viss grad kan man si at systemet har noen av de samme elementene i seg som et franchise system dog uten felles sluttprodukt.

Berg (2008) tar for seg systematisert byggproduksjon i sin aksemodell hvor den ene aksene er grad av industrialisering og den andre aksene er grad av systematisering. Han legger begge disse perspektivene inn som viktige deler av industrialiseringstanken.

Skorve entreprenør er også innoen denne tankegangen i det de kaller «linjetankegang» som har til hensikt å lette og tilrettelegge arbeidsprosessene for optimal effektivitet.

Man kan argumentere om dette punktet skal være en del av strukturen i industriell bygging, men det er hevet over tvil at en effektivisering av prosessene, distribusjonen og verdikjedene rundt selve produksjonen av bygget i fabrikk og på byggeplass er en integrert del av problemstillingen.

## **5.2 Produksjonstilnærming eller helhetstilnærming - eller begge deler**

Er begrepet industrialisering en produksjonstilnærming, eller handler det om en tilnærming til industriell tenkning i byggeprosessen – fra byggidé til bruksfase?

I oppgaven er det lansert en hypotese kan være at man kan ikke lykkes med en industriell tenkning dersom arkitekten, den prosjekterende ingeniøren og andre premissgivere ikke har et industrielt perspektiv med seg fra starten.

Er et ferdig tegnet og nøyaktig spesifisert bygg vanskeligere å produsere og sette opp effektivt dersom en industriell tanke ikke ligger til grunn for utarbeidelsen?

Dette er det punktet hvor tilbakemeldingene er helt entydig fra alle intervjuobjekter og tilbakemeldinger fra alle prosesser i Bygg21 og Bygdin. Her handler det om å ha fokus både på industrien og på de aktørene som kan benytte industriell tenkning.

Legger vi fasene i stegnormen til grunn (Tiltnes 2015b) er tilbakemeldingene utvetydig med tanke på at industrialiseringstanken må være med i alle stegene i prosessen.

Det tar ikke bort viktigheten av at steg 5 – produksjon og leveranser, er en likeverdig sentral del av industrialiseringstanken.

Det er etter min mening åpenbart at det er konsensus blant aktører i næringen om at de øvrige fasene har stor påvirkning på om vi kan lykkes med en industriell tilnærming i større skala.

Fase 2: Et konsept med skisseprogram og tegninger som ikke ser muligheter ved bruk av industrialiserte produkter vil i mindre grad kunne utnytte de eventuelle fordeler som industrialisering ville kunne medføre.

Svein Bjørberg oppsummer dette i intervju:

*«Industriell produksjon må ta inn alle faser i byggeprosjektet fra strategisk analyse til bruken av bygget»*



Horjen i DiBK oppsummer slik:

«Viktig å tenke industrielt i kravspesifikasjonen.

Det er behov for å rigge en industriell prosess ikke bare en industriell produksjon»

Fase 3: Et forprosjekt som omfatter byggemetode og gjennomføringsmodell vil ha en avgjørende betydning på om industrielle metoder vil kunne anvendes.

Skorve Entreprenør påpeker at utviklings- og anskaffelsesmodeller som inkluderer entreprenøren allerede i forprosjektet, vil gi mye større muligheter for å lykkes med en industriell tanke.

Fase 4: Detaljprosjektering med løsningsspesifikasjon og produksjonsunderlag vil være avgjørende for anvendeligheten av industrielle produkter.

Trond Olav Stubstad i Kruse Smith oppsummerer slik:

«Hele kjeden må være med i tenkningen.

Du kan ikke lage et industrielt konsept uten at alle deler av verdikjeden er med»

I de litteraturstudiene som ligger til grunn i oppgaven er det få som eksplisitt har fokus på helheten i verdikjeden og de forutsetninger som må ligge til grunn for å kunne anvende industrialiserte produkter i større skala. Dette bekreftes og er en gjennomgående konklusjon fra alle målgrupper i intervjufasen i denne oppgaven at forutsetningen for å få til industrialisering, er at hele verdikjeden må ha med seg industrialiseringstanken fra en tidlig fase. Det er en forutsetning for å lykkes.

Denne erkjennelsen betyr dog ikke at et videre fokus på effektivitet i produksjon ikke er viktig. Det har blitt fremhevet av noen av respondentene i oppgaven at et tilleggsfokus må være å sikre at den industrielle delen kan bearbeide produkter – elementer- til et nivå hvor det å kjøpe produktet i seg selv må være lønnsomt, i tillegg til at det er lønnsomhetsfaktorer i byggetid, finans og kvalitet.

Et eksempel på dette er ferdigstillelsesgraden på elementer.

Noen av respondentene mener at ferdigstillelsesgraden må være så høy at elementet er ferdig innvendig og utvendig slik at videre bearbeidelse på byggeplass ikke er nødvendig utover montering og listing. Støren jobber med å øke ferdiggraden på elementene, og har betydelige investeringsplaner de nærmeste årene.

Optimera er blant de som mener dette ikke er veien å gå.

Krav til standardisering av produkt

For å kunne utnytte industriell kapasitet er standardisering av produkt viktig.

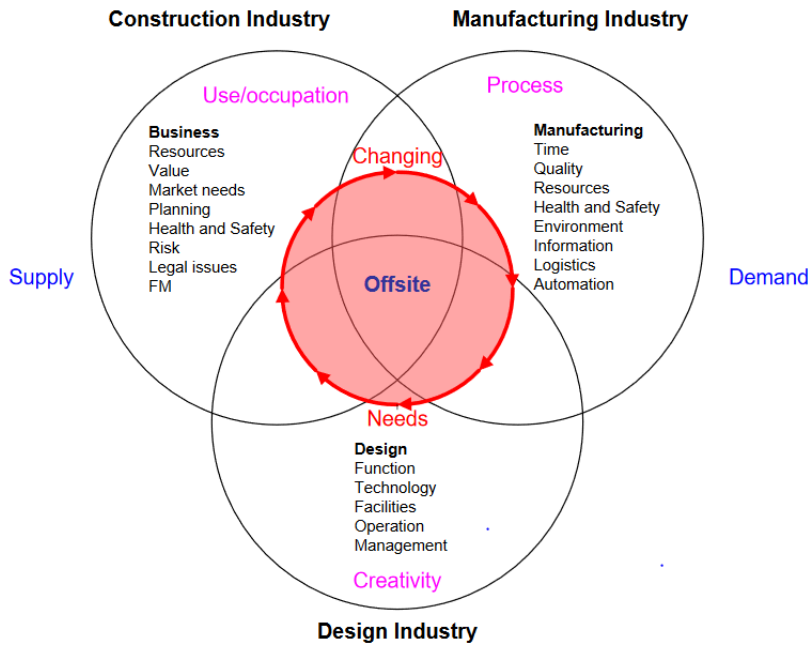
Dog er det delte meninger om evnen til å lykkes med høystandardiserte produkter i byggenæringen.

Begrepet klasse eller serietenkning er trukket frem av flere respondenter. Begrepet er hentet fra skipsbygging. Her investerer man relativt stort i en prototype som deretter kopieres og finpusses til en serie av ferdige løsninger (skip).

Det bygges et mangfold av type bygg i Norge hvert år. En av utfordringene blir å definere hvilke typer bygg som kan standardiseres og hvilke som naturlig er engangsprosjekter. Det bør være rom for en både

og tenkning hvor noen bygg har en liten andel av industrialiserte produkter og andre har høy ferdigtillselesgrad i fabrikk.

Goulding og Arif (2013) viser i sin modell samspillet i næringen mellom konstruksjon og produksjon (Figur 15).



Figur 15: Modell for samspillet i næringen mellom konstruksjon og produksjon, fra Goulding og Arif (2013).

Her er det en grad av tilnærming mellom industrien og de som skal ta de industrielle produktene i bruk. Her kan vi muligens inkludere flere av stegene i Stegnormen inn i definisjonen av «construction Industry»

Litteraturgjennomgangen på dette temaet viser en stor overvekt av forskning knyttet til forbedring av industribedriften, og hvordan forbedre industrielle prosesser. Basert på intervjuene i studien er det derimot tydelig at det er behov for å se det fulle bredde- helhetsperspektivet i problemstillingen, og at en begge tilnærminger vil være nødvendig for å lykkes med helhetlig industriell tilnærming.

### 5.3 Drivere som styrer industrialiseringstanken

Det er helt avgjørende for videre utvikling og bruk av industrielle produkter på alle nivåer er hva som ligger bak beslutningene om å bruke dem.

Når det kommer til komponenter og systemkomponenter er det grunn til å tro at bruken av disse er åpenbar. Disse tas naturlig i bruk og er en innarbeidet del av distribusjonen av produkter som brukes i byggenæringen. Det er lite trolig at veien tilbake til håndverksproduserte komponenter er en vei å gå. Derimot vil et større samspill i hele verdikjeden sannsynligvis kunne gi nye systemkomponenter både til byggeplass og til fabrikkene som produserer elementer og moduler.

Bruken og utviklingen av større bygningsdeler, elementer og moduler samt integrasjon mellom leverandørene og entreprenørene for en større grad av systemleveranser, er mer betinget av bevisste valg.

I arbeidet med oppgaven har det kommet opp mange ulike motiver for bruk av sammensatte industrielle produkter og systemleveranser.

Det er min vurdering at en større forståelse av disse motivene og målene kan være avgjørende for det videre arbeidet med industrialisering som tema.

Man kan argumentere for at en beslutningstager, som ikke har noe kunnskap om hva sammensatte industrielle produkter kan bidra med, ikke kommer til å bruke disse.

For å få til dette må det til et element av opplæring, forståelse og dokumentasjon av effekter.

Det er heller ikke slik at alle er enige om at bruken av sammensatte industrielle produkter er et gode.

Et viktig poeng vil være hvorfor velger bedriftene sammensatte industrielle produkter:

Industrialiserte produkter er verktøy for å oppnå noe i verdikjeden. Det utgangspunktet mange tenker på og som ofte kommer frem er økonomi, produktivitet og byggetid.

Målsetningen med industrialisering er tydelig beskrevet av Moum et al (2017) som følger:

*«Industrialisering er et begrep som i dag dukker opp i mange diskusjoner i bygg- og anleggsnæringen. Det knyttes en forventning til at en "mer industrialisert" BA-næring og industrialiserte byggeprosesser vil føre til:*

- kortere byggetid
- mer effektive og smidige prosesser
- reduserte kostnader
- bedre kontroll
- renere bygg
- bedre kvalitet
- Konkurranseskraft»

Det kan vanskelig argumenteres med at noen av disse resultatområdene ikke er gode. I oppgaven er vi innom mange av disse målene. Man kan kanskje argumentere for at noen av målene er viktigere enn andre. For å ha tilstrekkelig drivende kraft er det min mening at primærmålet må være byggetid, økonomi og kvalitet.

### **Reelle valgkriterier – motiver for bruk av industrialiserte sammensatte produkter i dag**

1. Regulator for arbeidsmengde, optimal bruk av egne ressurser

Næringen består av mange små og mellomstore aktører på entreprenørsiden.

Hver enkelt skal med en lokal stab manøvrere seg igjennom skiftende etterspørsel.

I et marked hvor gode fagressurser ikke er viktig å holde på, brukes industrialiserte produkter som en regulator for arbeidsmengde. Flere av respondentene er innom dette forholdet, og JOS bygg formulerte dette spesielt i intervjuet:

*«I tider med høy etterspørsel kan vi kjøpe inn elementer til bruk på byggeplass. Ikke fordi det er billigere, men fordi det gjør at vi kan sette opp ett eller to prosjekter ekstra i løpet året. I tider med mindre etterspørsel kan det hende vi setter våre håndverkere i hallen for selv å lage elementene slik at vi kan utnytte kapasiteten optimalt»*

*John Olav Sigvartsen.*

Denne måten å tenke på er muligens ikke det mest ambisiøse metoden for industriell tenkning, men beskriver en tilnærming til problemstillingen som harmoner godt med Todsens (2018) og ulike målsetninger og virkemidler for større effektivitet.

## 2. Mangel på kompetanse / fagpersonell

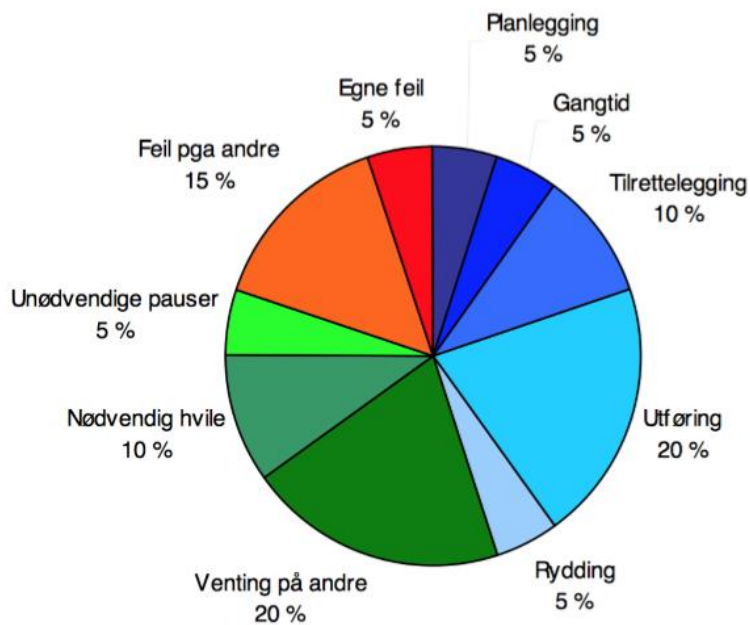
Vi er i en høykonjunktur hvor fagpersonell er ettertraktet.

Bruk av industrielle produkter kan være med på å avhjelpe denne mangelen. Produsentene i undersøkelsen fremholder dette som et sentralt punkt i hvorfor kundene velger å kjøpe elementer.

## 3. Tidsbesparelser

Tiltnes (2015a) henviser i en oversikt til hvordan tid brukes på byggeplass (Figur 16).

Uten å kommentere alle enkeltpunktene og validiteten av disse så gir oversikten et bilde av hvilke områder som bruk av tid kan måles i.



Figur 16: Bruk av tid på byggeplass, fra Tiltnes (2015a).

Tidselementet er en hovedfaktor blant respondentene i undersøkelsene for hvorfor de velger industrialiserte produkter. Dette gjelder både tilvirkere og entreprenører. Den økonomiske følgekonskvensen er lavere kostnader på byggeplass fordi det går fortere og lavere finansieringskostnader.

### **Økonomiske motiver**

Økonomiske motiver kan gjengis på flere nivåer.

Punktene 1-4 over har økonomiske elementer i seg. Dokumentasjon av effekten økonomisk er det få som kan skilte med. Mange «mener» det har en bra effekt, men litteratur og praktisk erfaring gir få konkrete eksempler.

Både Blismas (2006) og andre forfattere fremhever at bedrifter ofte ikke tar med seg eller har oversikt over alle økonomiske effekter av industrialisering.

Både identifikasjon av kostnadsfaktorer og dokumentasjon av kostnadseffekter er viktige faktorer for framtiden dersom vi skal lykkes med industrialisering.

Behov for dokumentasjon av øvrige virkninger er viktig med tanke på at flere av produsentene faktisk uttaler at det ikke nødvendigvis er billigere (i rene kroner) å kjøpe elementer enn å bygge de ute selv. I en framtid hvor konjunkturer ikke nødvendigvis understøtter stor etterspørsel, tidsmangel og mangel på arbeidskraft vil det være avgjørende med dokumenterbare eksempler og modeller.

Det er dog er paradoks at de økonomiske besparelsene på elementer ser ut til å være indirekte (byggetid) og ikke direkte (innkjøpsbesparelser). Spørsmålet er om dette er incentiv nok i det lange løp til å sikre en omfattende bruk av elementer, eller om en fremtidig større bearbeidelsegrad også vil kunne skape direkte besparelser.

Garathun (2016) mener at det kan dokumenteres at det er direkte besparelser på moduler. I tillegg kommer besparelsene på byggetid.

Sett i lys av uttalelsene fra Høylund-Kaupang som antar at prefabrikasjon kan bidra til en kostnadsreduksjon på opptil 50 % (Høylund-Kaupang 2016) virker det å være et stykke vei for å kunne realisere dette.

Teknobad mener at de kan dokumentere en direkte besparelse på sitt konsept, og i lys av at Optimera mener at dette er det viktigste området for fremtidig utvikling, skal det bli spennende å følge dette.

En suksess med en slik tankegang vil kunne ha stor konsekvens for rørleggere og elektrikere som jobber på prosjektmarkedet for nye boliger.

### **Teknologi**

Teknologi fremheves som en av de fremste faktorer for å legge forhold til rette for endring. Særlig gjelder dette akademiske artikler. På seminar med Bygg21 fremheves teknologi som døråpneren for nye måter å jobbe på. Det er utvilsomt at teknologi i framtiden vil være med på å endre bransjen, og at teknologiske nyvinninger vil skape helt andre muligheter.

Når det er sagt er det viktig at teknologi er et virkemiddel og ikke et mål i seg selv. Det er bransjen selv som må ta i bruk de muligheter som teknologien gir. Det er et paradoks at veldig få av våre respondenter

tar fram teknologi som en viktig faktor for framtiden. Vi har ikke spesielt fokusert på teknologi i spørsmålsstillingene, men man skulle tro at det allikevel ville være godt innarbeidet som en faktor.

For bransjens store aktører vil BIM og alle mulighetene som dette verktøyet gir, sikkert være en sentral faktor. Det samme gjelder bruk av 3D printing. Her er det viktig et noen går foran.

BNL (Sandnes 2018) fremhever hvordan man må digitalisere BAE-næringen.

- *«Bygg- og anleggseiere må stille krav til digital prosjektgjennomføring og digitale leveranser.*
- *Offentlige myndigheter må legge til rette for digitalisering av lover og regelverk*
- *Vare eiere må ta eierskap til egen vareinformasjon og dele denne på åpne formater iht. int. og nasjonale standarder*
- *Byggenæringens interesseorganisasjoner må sette digitalisering på agendaen og være en pådriver for sin bransje, gjelder også bedrifter*
- *Digital kompetanse må sikres gjennom utdanning.»*

I lys av dette konstaterer jeg at næringen selv opplever at det er et stykke fram.

Teknologi tas også opp som barriere i kapittel 5.4.

### **Andre drivende faktorer og mål**

Fra listen over målsetninger for industrialisering til Moum et al. (2017) er bedre kontroll, renere bygg og bedre kvalitet tatt med som målsetninger.

(Støre-Valen et al.2017) nevner også merverdi for kunde og byggeier.

Disse faktorene har i liten grad kommet opp i undersøkelsene. Det er heller ikke spurt om disse elementene spesifikt. Det er ikke grunnlag for å si om dette er drivkrefter som fremmer industrialisering. Oppgaven har hatt fokus på entreprenører og produsenter. Et større fokus på byggeier og kunde ville kanskje gitt et større fokus på disse elementene.

### **Konjunkturmessige rammebetingelser og innvirkning på næringen**

Et av spørsmålene i undersøkelsen gikk på om det at vi er inne i en høykonjunktur er til hinder for industrialisering. Ville en resesjon eller tilbakegang i etterspørsel påvirke bransjens bruk av industrielle metoder. Denne problemstillingen har vært diskutert med flere av respondentene som oppfølgingsspørsmål. Flere mener det er god grunn til å tro at endringstakten i næringen lider som følge av at behovet for endring ikke er nødvendig. Dette vil også da påvirke om bedriftene ser til industrialisering som et virkemiddel.

Det er et tankekors at næringen har resultatmargin på i rundt 5% midt i medgangsbølgen. Jmf. Oppgavens 2.6.3.

Trond Olav Stubstad i Kruse Smith er veldig klar på dette punktet.

Med sin base på Sør-Vestlandet har nedgangen i oljeprisen satt sine tydelig spor i de markedene de opererer i.

*«Byggenæringen mangler en «Sense of urgency». Byggenæringen må lære av de effekter en krise hadde oljenæringen. Gjennom grunnleggende endringer i arbeidsmetoder og gjør at de nå produserer oljen til halve prisen»*

Han mener det er et paradoks at man må ha en forståelse av krise for å jobbe med forbedringsløsninger.

Det at kriser skaper en annen dynamikk i endring er kjent. «Nød lærer naken kvinne at spinne» er et begrep som er etablert i norsk språk langt tilbake i tid. Byggenæringen vil utvilsomt møte en lavkonjunktur en gang i fremtiden. Slik det ser ut i dag er dette ikke nærliggende.

Det at flere av entreprenørene går over fra å være rene entreprenører til også å være prosjektutvikler kan med perspektivet «Sense of urgency» ha omvendt effekt. Det legges da til grunn at denne utviklingen er drevet av ønske om høyere marginer. Et større overskudd på salg av prosjekter vil da kunne være en «sovepute» for en ønsket eller nødvendig effektivisering av selve byggingen. Så lenge inntjeningen er stabil eller øker, er behovet for endring mindre.

### **Er det bedriftene som lager produktene eller kundene som etterspør dem som driver utviklingen fremover**

Hvis forrige punkt om at gode tider ikke gir drivkraft til innovasjon og endring er riktig er det et betimelig spørsmål om det er industribedriftene selv som driver utviklingen eller om det er kundene som etterspør nye produkter.

Dette har ikke vært et formelt spørsmål i undersøkelsen, men den umiddelbare vurderingen er at det er industribedriftene selv som er den sterkeste kraften i utviklingen.

Jeg antar at drivkraften for industrialisering vil være mye sterkere hvis nye behov oppstår i næringen som kan løses industrielt og at kravene øker, parallelt med at de industrielle produsentene selv utvikler nye løsninger.

### **Valutasituasjonen og konkurransekraften og forholdet til utenlandsk konkurranse**

Et av spørsmålene til produsentene var hva det var som gjorde at kunde valgte dem i stedet for utenlandske konkurrenter.

Jo større grad av kompleksitet det er i produktet eller systemleveransen jo viktigere er inngående kunnskap om norske regler og forhold og norsk språk. Det å unngå misforståelser, samt å ha trygghet for at leveransen er i henhold til de krav som stilles fremheves som viktig.

Valutasituasjonen tas også opp som en faktor. Kursen på norske kronen har vært lav lenge særlig i forhold til Euro, og Euro har blitt 18% dyrere i perioden 2015-2018 sammenlignet med 2011-2014 (Norges Bank 2019). Dette medfører at varer som importeres fra EU har blitt mye dyrere de siste årene, og norske bedrifter har styrket sin konkurransekraft. Dette gjenspeiles i uttalelsene til flere av respondentene i undersøkelsene, som mener at det er tyngre for utenlandske aktører å hente elementer og moduler fra EU.

Valuta er i sin natur ingen fast struktur, og dette konkurransebildet kan fort endres. Dette pusterommet for norske produsenter kan fort bli til en barriere for nødvendig endring?

## 5.4 Barrierer mot industrialisering

Norge har geografiske forhold som påvirker industrien og klimatiske forhold som påvirker næringen. Norge er også et lite marked i størrelse og har mange små lokale aktører. Dette er rammebetingelser og regnes ikke som barrierer.

### Historisk barriere

Flere respondenter og noe av litteraturen kommer inn på historiske forhold som påvirker forholdet til industrialisering. Brakkebegrepet henger ennå igjen fra Moelventiden, og historiske byggeprosjekter i drabantbyer med helt like bygg som i Groruddalen og Skjettenbyen henger igjen som eksempler på industrialisering som ikke nødvendigvis alle opplever som positive prosjekter.

### Interaksjon, samarbeid og organisering i næringen.

Både litteraturen, undersøkelsene og mange referanser til næringens aktører i oppgaven tar frem næringens struktur og organisering som et stort problemområde.

Hjelmbrekke et al. (2015) påpeker:

*«A significant share of projects fails with respect to both producing the intended effect and achieving expected business results, in part due to organisational hierarchy and bureaucratic structures.»*

Direktør i Rambøll, Ole-Petter Thunes påpeker i Revfem (2018)

*«Byggherre, rådgiver, ingeniør og leverandør gjør hverandre mer konservative enn de trenger, og oppfordrer til bedre samspill og mer innovasjon.»*

Opplevelsen av at næringen er konservativ deles av flertallet av respondentene i undersøkelsen.

Dette er en barriere i seg selv og bidrar sannsynligvis til at endringstakten er langsom.

Et betimelig spørsmål er om viktige og toneangivende faggrupper som rådgivende ingeniører og arkitekter er tjent med å endre fokus til en mer industrialisert næring. Det samme gjelder elektrikere og rørleggere.

Hvis tiltakene som er skissert i undersøkelsen tilknyttet modulære tekniske moduler, repetitive løsninger for bygg og større innflytelse fra entreprenørene i tidligfasen i byggeprosjekter slår til vil posisjoner trues. Dette kan fort føre til at faggrupper kan bli en større barriere enn det de oppfattes å være i dag.

En annen utvikling som skjer i dag er at fabrikkene overtar større deler av konstruksjon og spesifikasjon av bygg. Leverandører som Støren Treindustri og Optimera har store tekniske avdelinger ingeniører og arkitekter. Frittstående rådgivere og arkitekter vil kunne miste deler av sin innflytelse og inntekter ved omfattende industrialisering, og fagressursene vil forflyttes fra frittstående konsulenter til stabene i produksjonsbedriftene.

### Høy etterspørsel og lave renter

Det er høy etterspørsel i byggenæringen i store deler av landet. Det betyr press på ressurser og tid. Det er tidligere belyst i oppgaven at dette ikke nødvendigvis gjør det enklere å ha fokus på endring.



Parallelt med denne situasjonen har vi noen av de laveste rentene i historien. Det betyr at privathusholdninger har evne til å løfte større lån. Finansieringskostnadene er historisk lave. Samvirkningen mellom disse faktorene legger ikke stort press for endring.

Som Svein Bjørberg var innom i intervjuet Ref. 3.4.1 har det skjedd en stor endring i bransjens organisering ved at entreprenørene før hadde 80 % av produksjonen selv, og kjøpte 20 %. Dette er nå helt motsatt. I dag kjøpes 80 % gjerne i lange kjeder hvor ansvarsforhold pulveriseres. Man skulle tro at dette burde legge grunnlaget for en større andel industrielle produkter, men det ser ikke ut til å være tilfellet.

Markedet for innkjøp av arbeidskraft har dreiet til tradisjonsbaserte baltiske og polske arbeidstakere. I den grad vi har kommet kort med industrialiserte metoder i Norge er min hypotese at det ikke er grunn til å tro at det har kommet lenger i Polen. Denne utviklingen kan være en konserverende faktor, hvis næringen ikke ønsker det annerledes.

### **Kultur**

Mange av respondentene og litteraturen viser til at byggenæringen er konservativ. Bygg og byggekultur er så gammel som sivilisasjonen. Håndverksmessige tradisjoner er godt forankret i laug og organisasjoner i historien. Det er kanskje ikke så rart at tradisjoner står sterkt. Lange tradisjoner og etablert praksis gjør muligens at det tar lenger tid å ta inn nye metoder. Det at fagekspertise og endog jobben/fagområdet i seg selv kan trues av en industrialisering legger heller ikke de beste føringene for endringsvilje.

Det som i tillegg preger norsk næringsliv og vårt lange land med små samfunn er at det er mange små aktører som jobber lokalt. Det å ivareta lokal arbeidskraft og lokalsamfunnene er viktig for flere av respondentene. Både Skorve, Jos- Bygg, Støren Treindustri, A-Å Entreprenør og Trysil Byggsystemer fremhever verdien av lokal verdiskapning og lokale arbeidsplasser. Man kan anta at industrialisering som truer lokale bedrifter vi bli møtt med skepsis.

Alt dette til tross er det min oppfatning at summen av innspill peker på en manglende kultur for å tenke annerledes og at dette er en reell barriere mot endring. Hvorvidt dette er en konsekvens av opplæring eller forståelse eller en ren skepsis mot nye ting er vanskelig å fastslå. Sannsynligvis er det en del av begge deler.

Alt dette til tross er det min oppfatning av at summen av innspill peker på en manglende kultur for å tenke annerledes og at dette er en reell barriere mot endring.

### **Teknologi**

Teknologi fremheves som en av de fremste faktorer for å legge forhold til rette for endring. Dog er det slik at alle kjeder som er avhengig av at alle ledd bidrar ikke bedre enn sitt svakeste ledd. Næringen består av mange små lokale aktører som har et praktisk utgangspunkt for sin virksomhet. Det betyr at formell kompetanse på teknologi er forskjellig. Kjell Hustad i Optimera hevder at de opplever at næringen er inne et i et generasjonsskifte. Det er mulig at dette vil tilrettelegge for større grad av implementering av teknologi – og forståelse for andre arbeidsmetoder.

### **Omgåelse av formelle hindringer**

Ansvarsretter for tekniske fag kan være en utfordring ved industrialisering, og kunne således i denne sammenheng også være en barriere.

I et byggeprosjekt hvor tekniske deler til bygget både bygges på byggeplass og i fabrikk er ansvarsrett en utfordring. Det påpekes at flere av dagens tekniske leverandører vegrer seg for å ta ansvarsrett for, eller delansvarsrett for bare en del av leveransen.

For noen aktører betyr dette at man har måttet ansette «in house» elektriker med ansvarsrett for å omgå dette problemet.

Teknobad mener dette er et av deres viktigste salgsargumenter for produktene sine. Gjennom sin systemleveransetanke tar de ansvar for hele leveransen fra prosjekter, bygging og ferdigstilling og godkjenninger på el og rør.

Etter min mening ligger noe av kjernen i barrierer for industriell tenkning i dette feltet. Erfaringer i Boinnova bekrefter også det. Dette påvirker både mulighetene for ferdigstillingsgrad av tekniske moduler (Ref. Teknobad) og ferdigstillingsgrad av elementer (Ref. Støren Treindustri).

I særdeleshet er det elektriker tjenester. Her vil man i verste fall måtte skaffe flere ulike ansvarsretter fra elektrikere på produksjonssted og lokalt på byggeplass.

Det er liten kultur for å ha avgrensede ansvarsretter for delleveranser. I noen tilfeller har man opplevd at lokale elektrikere ikke vil ta oppdrag hvis de ikke kan levere hele leveransen.

Anbudssystemet og de barrierer som finnes der omtales i neste kapittel.

## **5.5 Anbud og bruk av industrielle metoder**

Følgende hypotese lå til grunn for undersøkelsen:

- Et bygg som er spesifisert til minste detalj i tegninger og spesifikasjoner er vanskelig å tilpasse til industriell produksjon. Man er da prisgitt arkitektens og ingeniørenes spesifikasjoner på alle nivåer. Muligheten for å bruke prefabrikkerte egendefinerte byggekomponenter av samme kvalitet er da liten eller ikke tilstede.

Resultatene viser at 85 % av tilbudene har i middels eller høy spesifikasjonsgrad. Det betyr at anbudet inneholder detaljerte tegninger, høy spesifisering av løsninger og en middels til høy detaljeringsgrad. Dette betyr at byggherre har gått til arkitekt og tegnet bygget i detalj. Videre har rådgivende ingeniører detaljspesifisert leveransen. Hvorfor dette er den rådende metoden gir oppgaven ingen direkte svar på, men jeg antar at dette skyldes historiske forhold.

En leverandør som normalt sett bruker en høy grad av industrialiserte sammensatte produkter vil etter all sannsynlighet ikke kunne bruke disse når man gir inn et tilbud på denne kategorien anbudsforespørsler.

Dette er bygg med relativ lav kompleksitet og hvor det finnes alternative løsninger fra flere leverandører. Denne måten å gjennomføre anbudsprosesser medfører at de aktørene som jobber med industrielle produkter sannsynligvis ikke har mulighet til å levere et tilbud hvor effektene av industrialisering kan tas fullt ut.

## Alternative tilbud

Kjøper, i dette tilfelle kommunene, kan velge i utlysningen om de aksepterer alternative tilbud som følger kravspesifikasjonen.

På dette spørsmålet er svarene klare og entydige. Selv på bygg med lav kompleksitet er anbudene avvisende til alternative løsninger. Dette betyr at leverandører med industriell tenkning i stor grad kommer til kort når det skal leveres tilbud. I så måte er anbudsformen som i dag praktiseres til hinder for alternativ tenkning.

Lov om offentlige anskaffelser setter klare rammer for hvordan prosesser skal gjennomføres. Kravet til likebehandling – lik evaluering er viktig.

Ut fra denne undersøkelsen kan det synes som den dominerende tenkningen blir å bruke store ressurser på arkitekter og rådgivende ingeniører for å lage et så enhetlig grunnlag for leveransen som mulig. Fordelen med dette er at man da har et mer enhetlig grunnlag og kan bruke lite ressurser på å evaluere i etterkant.

Skorve Entreprenør som er en som har mange av sine oppdrag via offentlig utlysninger belyser problemstillingen fra en annen side. Erfaringer fra gjennomstrukturerede anbud med tegninger og ferdige spesifikasjoner er at en industriell tilnærming til oppdraget nærmest er umulig. Kommuner og offentlige etater bruker millioner på grunnleggende spesifikasjoner og misbruker gjennom denne fremgangsmåten muligheten til å senke kostnader på byggene de skal bygge.

*Når vi selv tegner kaller vi bygget et ingeniørbygg i motsetning til et arkitektbygg vi får fra arkitektene, sier Magnushommen. Fremtiden er å klare å kombinere disse to ulike utgangspunktene.*

*Intervju Per Ivar Magnushommen - Skorve entreprenør (jfr. 4.2)*

Erfaringer fra Boinnova er at noen kommuner bruker millioner i tegning og spesifiseringer av enkle bygg som mange av leverandørene enkelt kunne tegne og prosjektere ut fra egne standarder. For å kunne bruke denne kompetansen og nyttiggjøre seg leverandørenes systemer og standarder må man fra kommunenes side gå fra detaljspesifikasjon til funksjonskrav, rammer for prosjekter og eventuelle idéskisser. Ulempen med dette er at man må bruke noen ressurser på evaluering og kjøpe inn ekstern kompetanse på dette.

Lys av at kommunene forvalter felleskapets midler i en trang økonomis hverdag fremstår kommunenes uvilje mot å få alternative tilbud i et litt rart lys. Man skulle tro at de var interessert i å få gode løsninger med utgangspunkt i flere alternative byggemiljøer. En mulig forklaring kan være at dette er videreføring av en tradisjon, hvor det er enkelt for en forvalter i kommunen å ringe til den arkitekten de har avtale med så fort det oppstår et behov for nye bygg fra en av de utførende enheter i kommunen.

Man evner da ikke å skille på om det er et komplisert signalbygg eller bygging av enkle boliger, som kan løses med en enkel kravspesifikasjon. Resultatet av en slik praksis er store kostnader på å utvikle og spesifisere bygg som fra mange leverandører fremstår som «hylleware»

Ulempen for saksbehandler er også at det med en felles spesifikasjon uten muligheter for endring er enklere å sammenligne tilbudene som innkommer, fordi de har samme grunnleggende kravspesifikasjon. Hvis denne kompetansen ikke finnes i kommunen må den kjøpes eksternt. Trøsten er at det sannsynligvis er mye billigere å få hjelp til å evaluere innkomne tilbud enn å spesifisere et fullt prosjekt med tegninger og full spesifikasjon. En mellomløsning kunne også være å lage en idéskisse i forkant, for å styre tilbudene i en retning.

Denne undersøkelsen har tatt utgangspunkt i utlysninger i Doffin, som først og fremst brukes av kommunene. Hvorvidt det er en overføringsverdi fra disse resultatene til privat sektor er ikke undersøkt. Jeg antar dog at diskusjoner rundt en dreining fra spesifikasjons-tilnærming i et anbud eller en konkurranse, til funksjons-tilnærming også er relevant her.

## **5.6 Hvordan få til en industriell tilnærming?**

### Hvorfor industrialisere:

Det er kanskje rart å starte et kapittel om hvordan man skal få til industrialisering med å trekke opp argumentasjonen hvorfor.

Det er i oppgaven henvist til storslåtte mål i Bygg21 fra UK. (Tiltnes 2015a og GOV.UK 2013) Industrialisering var her tenkt å være et av flere virkemidler.

Undersøkelsene i oppgaven er på ingen måte entydige på at det vi har gjort på industrialisering så langt har en direkte og varig innvirkning på kostnadsbildet i næringen.

Så langt viser undersøkelsene at man oppnår noen sekundærmål på byggetid og kvalitet uten at vi kan dokumentere at dette faktisk har en konsekvens for kostnadene for den som betaler gildet.

Det er en oppgave å dokumentere faktiske og varige verdier av industrialisering.

### Resultatet av industrialisering er veldig forskjellig på de ulike nivåene.

Oppgaven foreslår en fremtidig inndeling av industrielle nivåer.

1. Byggekomponenter tradisjonelle
2. Byggekomponenter Bearbeidede
3. Systemkomponenter
4. Prefabrikkerte systemer og moduler (Større sammensatte enheter)
5. Systemleveranse
6. Prosessindustrialisering/systematisering

Tradisjonelle Byggekomponenter produseres i stor grad industrielt.

Dette følger mønsteret i alle andre bransjer hvor fabrikker og moderne produksjonsmetoder fremskaffer gode produkter.

Bearbeidede byggekomponenter følger samme tradisjon. Her er det innovasjon og nytenkning i hver enkelt bedrift som er viktig.

Systemkomponenter i form av støpekassetter, vinduer mm produseres i fabrikk i mange tilfeller med stort hell. Et godt eksempel på dette er norske vindusfabrikker. Høykostlandet Norge har mange

suksessfulle vindusfabrikker som gjennom moderne produksjonsmetoder er konkurransedyktige i markedet. Produktene er i front teknologisk og prisene på avanserte vinduer med lav U-grad og med andre teknologiske nyvinninger. Det er så mange aktører i markedet at priser utlignes og kommer kjøper til gode. Her er det innarbeidet en industriell kultur med effektiv maskin og databruk som skaper tilstrekkelig konkurransekraft.

I en undersøkelse i Boinnova i 2014 kjørte vi en anbudsprosess med vindusleverandører fra Norge, Sverige, Estland og Litauen. Norske leverandører var kvalitetsmessig og prismessig mer enn på høyde med sine konkurrenter i utlandet.

Prefabrikkerte elementer og moduler bruker komponenter fra underliggende nivåer i sin produksjon, men de samme komponentene er også tilgjengelig for de som plassbygger. Det er på dette nivået både de som produserer og kjøper hevder at det ikke er noen direkte besparelse, men indirekte målbare besparelser i form av tid og kvalitative fordeler. Det er selvfølgelig også noen unntak.

Systemleveranse har en direkte innvirkning på byggeplass ved at den som produserer og eller selger komponenten også monterer og sikrer funksjon ute på byggeplass. Det er et marked som har sett sin utbredelse i nyere tid.

Man kan anta at summen av besparelsene kommer til uttrykk gjennom lavere kostnader over tid. I lys av at prisene øker og at lønnsomheten ikke har noen dramatisk endring til det bedre i næringen som sådan, er det en jobb å gjøre på dokumentasjon av kostnadsutvikling og besparelser.

### **Helhetstenkning**

Lean production og fokus på effektiv produksjon er vel og bra, men alle oppgavens undersøkelser konkluderer med at vi ikke kan oppnå effekt av industrialisering i større skala dersom ikke hele verdikjeden har dette med seg i arbeidet med utviklingen av et byggeprosjekt. Under punkt 5.2 er dette diskutert i dybden.

### **Standardisering**

Suksess med industrialisering krever en grad av standardisering. På komponentnivå er dette enkelt å få til. Jo større og mer kompleks komponenten, elementene eller modulene er jo vanskeligere er det å standardisere.

Teknobad fortalt om dette i en diskusjon de hadde med en av sine potensielle kunder. Det gjaldt utforming av bad. På alle prosjekter ble badet tegnet ulikt til hvert enkelt prosjekt, og veldig ofte med mange ulike typer bad innenfor hver etasje i byggene. Det betydde at bedriften bygde hundrevis av ulike bad hvert år. Det er en umulighet å industrialisere. I samarbeid med kunden satt de seg derfor ned for å se på hva som kunne gjøres.

De endte til slutt på en håndfull bad som kunne speilvendes. Da lå plutselig forholdene til rette for industriell tenkning. Det handler med andre ord også om å bryte med en vane og et «mindset».

Det styrker tanken om at det må være en helhetstenkning i hele verdikjeden.

Denne kunden kunne, fordi de også var prosjektutvikler, legge en premiss for arkitektene. De måtte velge mellom et antall ulike typer spesifiserte bad som kunne speilvendes og dette ble det nye rammeverket. En håndfull bad kan man industrialisere. Da blir det mange nok av hver type.

Ulike bygg har ulikt behov for standardisering. Sannsynligheten er stor for at det er rom for begge måter å tenke på. Det vil alltid være behov for signalbygg og kompliserte funksjonsbygg. Utfordringene er vel snarere å finne et fornuftig grensesnitt hvor de bygg som enklere kan bygges med et større innslag av repetitive operasjoner som kan baseres på industrielle metoder.

#### Realoverføring av arbeid fra byggeplass til fabrikk

Respondentene i undersøkelsen viser til at det i dag ikke er billigere å kjøpe elementer fra fabrikk enn å bygge dem på byggeplass, men at kostnadseffektene var knyttet til tidsbesparelser.

I praksis i dag bygges elementer som åpne eller isolerte reisverkselementer.

Det vil si at grovjobben gjøres på fabrikk, men at alle operasjoner ut over grovjobben må gjøres på byggeplass. All prosjektering for innvendige arbeider, elektrikerarbeider, pussing og maling må prosjekteres av deltagende fag og utføres på byggeplassen.

I samtale med fabrikk på Støren i 2016 (Pers komm. mellom Støren Treindustri og Boinnov Smart Living) ble det tatt opp spørsmålet om hele elementet kunne gjøres ferdig på fabrikk slik at elementet var lukket og kunne heises rett på plass med tekniske og overflate-messige behandlinger. Det er utfordringer godkjenning-messige og fagoverskridende problemstillinger i dette spørsmålet, og tekniske løsninger som må på plass. Konklusjonen var at det lar seg gjøre men at fabrikk ikke var satt opp for dette. Utfordringen er også at et lukket element krever en helt egen godkjenning.

Teknobad er helt klar på at fremtiden er å løse de tekniske og godkjenning-messige forhold slik at senere i byggeprosjektet ikke behøver å ta inn alle faggrupper for å jobbe med modulen i ettetid. Dette sammen med at de definerer seg som systemleverandører, som i tillegg til å produsere også monterer og sikrer funksjon ute på byggeplass, gjør at de vesentlige deler av el, rør og ventilasjon kan prosjekteres og bygges på fabrikk.

Det er min mening at det er en sammenheng mellom vår evne til å tenke grenseoverskridende mellom fagene og reelt flytte prosjektering og produksjon til fabrikk i en større skala.

Spørsmålet er om vi må tenke lenger enn det vi gjør i dag for å få til de økonomiske effektene vi ønsker. Ulempen med dette er at noen faggrupper blir skadelidende, med mindre vi klarer å effektivt ta bort dyre arbeidstimer på prosjektering, og utførende arbeid vil den økonomiske effekten av industrialisering på kompliserte elementer og moduler bli begrenset.

Per Ivar Magnushommen i Skorve entreprenør beskriver det slik i intervju i oppgaven:

*Ferdiggrad på elementet må bli bedre slik at det er prisgunstig.  
Når alle faggrupper må inn å jobbe med elementet etter at det er levert, så  
blir ikke elementet prisgunstig nok.*

I intervjuet med Optimera mente de at den ferdiggraden vi i dag hadde var tilstrekkelig for dagens marked. Her er det med andre ord nyanser og meningsforskjeller.

Sammenligner vi med andre næringer som dagligvare og skalert industriproduksjon så har det skjedd omfattende endringen i næringen, og hele ledd i verdikjernen er berørt.

## **Anbudssystemet**

Så langt i oppgaven er det hevdet at følgende forhold må på plass for å få til en industrialisering større omfang:

- Helhetstenkning. Alle deler av verdikjeden må med for å få til en større industrialisering.
- En større grad av standardisering vil lette arbeidet med industrialisering.
- Samspill i hele prosessen mellom entreprenør og prosjekterende skaper større muligheter for effektivisering.

Anbud er i mange tilfeller i dag, særlig i det offentlige basert på enkeltstående prosjekter hvor man følger en standardisert plan med tegning, rådgivende ingeniører og anbudsunderlag – før man kobler inn den utøvende del av næringen.

Under punkt 3.4.4 er det i oppgaven satt fokus på at denne metodikken også følges på små og mindre komplekse bygg i kommunene.

Det offentlige legger føringer for effektivisering i næringen, men er også den aktøren som er konserverende for gamle systemer og holdninger som i liten grad tilrettelegger for alternativ tenkning. Skorve Entreprenør vektlegger dette spesifikt. De mener det er ingen tanke på effektiv bygging i de anbudspapirene som kommer ferdig spesifisert.

## **Volum – størrelse marked – små og store bedrifter**

Det er i oppgaven belyst at næringen består av mange små bedrifter i mange lokalsamfunn. Ifølge Bygg.no (2015) hadde 90,5 prosent av bedriftene har 9 eller færre sysselsatte. Tall Fra SSB (2019) viser at snittbedriften har 4,4 ansatte i snitt.

Skal vi få til en industrialisering i større skala må dette kunne foregå på en slik måte at småbedriftene både kan nyttiggjøre seg industrialiserte produkter og leve med konsekvensene.

Det andre perspektivet er at det er de store omfattende byggeprosjektene som først og fremst blir driverne i industrialiseringstanken. Skal vi få til en omfattende endring og bruk av industrialiserte metoder er svaret sannsynligvis begge deler.

Industribedriftene er også relativt små hvis man ser i et større perspektiv. Det kan se ut som om de er tilpasset et lite nasjonalt marked. Både Støren Treindustri, Teknobad og Trysil Byggsystemer fremhever at kostnader på moderne maskiner og byggelinjer er store og at det er viktig at kost - nytte effekten er positiv.

Myndighetene i UK og byggenæringen har i sine målsetninger for industrialisering et fokus på eksport. Ref. 2.4.2. De har 50 % økning i eksport som mål for sin industrialisering.

Dette ser ikke ut til å ha stort fokus i Norge. I alt arbeid med oppgaven og i næringen over tid er dette ikke et tema som noen har fokus på. Det kan spekuleres i om dette kan ha sammenheng med nettopp næringens strukturelle base i mange små bedrifter.

For å ta en parallell med en annen industri i Norge, som både hadde nasjonalt og eksportrettet fokus kan vi se til verftsindustrien. På et tidspunkt var det båtbyggerier i mange norske lokalsamfunn.

I dag er det færre og større enheter. Uten at oppgaven har et spesifisert fokus på dette kan man stille spørsmål om det samme kan skje med produsentene til byggenæringen.

## **Endring i næring**

I drøftelsene i oppgaven er kultur i næringen blitt beskrevet og omtalt. Endring i kultur en forutsetning for å lykkes.

Jon Sandnes i BNL (Sandnes 2018) oppsummerer i sitt foredrag «Endring, endring, endring» i november 2018 behovet for endring for bygge og anleggsnæringen. Han fremhever flere områder som viktige og har også fokus på digitalisering, spesialisering, industrialisering og arbeidskraft.

Strukturelle endringer i næringen.

Få snakker åpent om strukturelle endringer i byggenæringen. Tar vi et historisk tilbakeblikk på andre næringer som har hatt store endringer kan man stille spørsmål om byggenæringer kan komme til å oppleve noe i samme retning.

Møbelindustrien har gjennomgått store strukturelle endringer med færre og mer spesialiserte enheter. IKEA forandret hele tankemåten innen industriell tilvirkning, salg og distribusjon av møbler.

Dagligvarebransjen har opplevd både en horisontal og vertikal integrasjon hvor hele ledd i verdikjeden nærmest er utradert. En total omlegging av distribusjon er gjennomført hvor flere ledd har blitt borte. Eierskap til mange ledd i verdikjeden er nå på få eiere. Resultatet har vært vesentlig billigere produkter til sluttledet, og en polarisering av overskudd på få hender. En av ulempene har vært mindre diversifisering og mangfold.

I dialogene med respondentene spekuleres det fra flere om at det kommer større endringer i næringen. Det er også tegn til endring beskrevet i denne oppgaven, bl. annet at entreprenørene tar over rollen som prosjektutvikler.

OBOS har integrert og kjøpt opp byggaktører og er i dag både prosjektutvikler, forvalter og leverandør i samme konsern. I tillegg eier de en femtedel av Veidekke. Distribusjonsaktørene blir større og mer diversifiserte med tettere bånd til næringens aktører og leverandører. A til Å entreprenør fremholder at de i dag kan få kjøpt elementene gjennom sin lokale distributør.

Det er etter min mening ingen grunn til å tro at en endring i en næring som har vært tradisjonell gjennom mange år med et uttalt behov for endring ikke vil oppleve omfattende strukturelle endringer. Kanskje vi om få år ser større aktører med mer makt som styrer større deler av næringen.

Litt avhengig av hvilket fokus nye større enheter måtte få, så kan det også være en mulighet at disse kunne være en endringsagent for å få til en større effektivisering og industrialisering.



## 6. Konklusjoner

### 1. Hva er industriell boligbygging?

Industriell boligbygging – og bygging i en bredere forstand omfatter følgende parameter:

- ✓ Industrielle komponenter fra «fabrikk» for videre bearbeiding eller direkte bruk på byggeplass.
- ✓ Fabrikker som bearbeider komponenter videre til sammensatte elementer og moduler og metoder for å gjøre dette mest mulig effektivt gjerne med bruk av maskiner og roboter
- ✓ Fabrikasjon av elementer ute hos entreprenører som på håndverksmessige basis tilnærmer seg en fabrikkmessig tankegang med produksjon innendørs.
- ✓ En systematisk tilnærming til alt arbeid på byggeplass (effektivisering) i samhandling med bruk av industrielle produkter for å utnytte tid på en bedre måte.
- ✓ Industriell tenkning i plan og utviklingsarbeid av prosjekter.

### **Er begrepet industrialisering en produksjonstilnærming, eller handler det om effektivisering av byggeprosessen – fra byggide til bruksfase?**

Begrepet industrialisering er en forbedring av industrielle prosesser i dagens fabrikker hvor det settes fokus på hvor gode vi er, om det er mer som kan gjøres inne i fabrikk. Dette fokuset alene er ikke nok. Hele verdikjeden må legge forholdene til rette for industriell tenkning hvis det skal gi effekt.

Et bygg som er tenkt, tegnet og spesifisert uten tanke på industrielle metoder er ikke mulig å industrialisere i byggeprosessen. Det handler om grunnleggende forståelse for samhandling mellom arkitekter, rådgivende ingeniører, fabrikker og entreprenører.

Parallelt med tanken om industrialiserte produkter må fokus være på «industrialiserte» - planmessige metoder i organiseringen av byggeplass, metoder og samhandling.

### **Finnes det et avklart begrepsapparat?**

Begrepsapparatet tilknyttet industrialisering har få nyanser og det er ikke konsensus i næringen som sådan om hva vi mener med de ulike begrepene. Oppgaven gir forslag om et mer nyansert begrepsapparat tilknyttet industrialiserte produkter.

### 2. Hvordan få til en industriell tilnærming?

#### **Rammebetingelser – hvem eller hva påvirker tanken om industrialisering?**

##### Planfase

Arkitekter og rådgivende ingeniører er avgjørende for om industrielle metoder kan tas i bruk på en større skala. Samhandling mellom disse gruppene og entreprenør er avgjørende for resultatet.

##### Tilvirkningsfase

Mer kompliserte elementer og moduler er et resultat av idé hos en grunder eller ledelsen i fabrikkene. Bruk av roboter er en konsekvens av kost- nytte effekter og tradisjon. Det er liten grad av organiserte krav til fabrikkene fra næringen.

## Byggefase

Industrielle komponenter er tilgjengelig for alle aktører. Noen produkter som f. eks vinduer er i bruk hos alle, mens andre produkter brukes basert på kjennskap, kunnskap og erfaring. Noen entreprenører tar i bruk metoder for å bygge elementer inne i egne lokaler. De har en håndverksmessig tilnærming. Entreprenører velger moduler eller elementer i varierende grad basert på tradisjon (eller manglende sådan) eller for å bruke det som en justeringsfaktor for stabil bruk av arbeidsstokk eller for å bruke tid mer effektivt.

## **Hvilke drivere styrer industrialiseringstanken?**

Hos brukerne - entreprenørene

- ✓ Industrialiserte komplekse produkter brukes som regulator for arbeidsmengde og for å sikre optimal bruk av egne ressurser
- ✓ Industrialiserte komplekse produkter bruker erstatning for manglende fagfolk/ikke tilgjengelig mengde folk.
- ✓ Industrialiserte komplekse produkter brukes som tidsregulator. Kortere byggetid gir mulighet for flere prosjekter, lavere byggeplasskostnader som følge av kort byggetid og lavere finansieringskostnader.
- ✓ Hverken entreprenørene eller produsentene mener at elementer er billigere fra fabrikk enn å bygge de selv med tradisjonelle håndverksmetoder!

I bransjen som sådan:

- ✓ Få eller ingen driver en industrialiseringstanke.
- ✓ Bygg21 og tilhørende prosjekter har satt det på dagsorden
- ✓ Teknologi er ikke kommet langt nok i utvikling eller ikke langt nok i utbredelse for å være en driver.
- ✓ Valutasituasjonen for NOK mot EUR gir at norske produkter blir prismessig gunstigere i forhold til element og modulproduksjon i EU. Dette fører til større etterspørsel.

## **Hvilke barrierer finnes?**

- ✓ Tradisjonelt håndverksfokus i Norsk byggenæring
- ✓ Næringens organisering og organisering av byggeprosjekter er ikke tilpasset/orientert mot industriell tenkning
- ✓ Mange prosjekter systematiseres og organiseres av arkitekter og rådgivende ingeniører som ikke har incentiv for industriell tenkning.
- ✓ Manglende samhandling mellom ARK, RIB og entreprenørene. Man ser ikke mulighetene sammen.
- ✓ Høy etterspørsel og gode tider som ikke gir rom/fokus på forbedringsprosesser. Alle får betalt for det de gjør.
- ✓ Lave renter: Kundene har betalingsevne. Øket priser aksepteres i markedet.
- ✓ Mangel på kultur for industriell samordning i næringen. Alle har hvert sitt revir med faste satser og enkeltpriser.
- ✓ Formelle og lovmessige skiller mellom fagene som bremser integrasjon og høyere ferdigstillelsesgrad på industrielle produkter. Dette gjelder særlig i forholdet snekkerfag og el og til en viss grad rør.

- ✓ Et offentlig anbudssystem som sementerer gamle arbeidsmetoder og hinder mulighet for industriell tenkning.

## 7. Anbefalinger for videre forskning

### Dokumentere kostnadseffekter

Både identifikasjon av kostnadsfaktorer og dokumentasjon av kostnadseffekter er viktige faktorer for framtiden dersom vi skal lykkes med industrialisering. Herunder kommer også dokumentasjon av kostnadseffekter ved bruk av industriell produkter og metoder i alle ledd.

### Analysere modeller for organisering av byggeprosjekter

Det har kommet frem av organisering av byggeprosjekter og å skape gode linjer og prosesser ute på byggeplass er et viktig område som samvirker med bruk av industrielle produkter.

### Kartlegge innkjøps og innkjøpsstyrke

Innkjøp og innkjøpsstyrke står sentralt i mange bransjer. Det er beskrevet lite i byggenæringen.

### Analysere utviklingstrekk i fremtidig strategisk organisering og integrasjon mellom aktørene i byggenæringen

Det er i oppgaven satt fokus på bransjens organisering og at det skjer strukturelle endringer, som i noe grad går under radaren. Det bør sette fokus på dette og se mulighetsrom og trusselvurderinger som følge av dette.

## Referanser

Aastveit K.A og Anundsen A.K, (2018) Norges Bank. Renteendringer og boligpriser. (Online) <https://bankplassen.norges-bank.no/2018/06/07/renteendringer-og-boligpriser/> Hentet:15.01.19

Almås, A-J., Gåsbakk, J., Bøhlerengen, T., Klinski, M. (2014) Sintef rapport: Modulbygg – like godt som plassbygde løsninger? (online) <http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/Komp/Modulbygg%20like%20godt%20som%20plassbygde%20losninger.pdf> Hentet 12.01.19

Amundsen, K. (2016) Akershusmuseet – Strømmen Trevare (online) [http://industrimuseum.no/strommen\\_trevare](http://industrimuseum.no/strommen_trevare) Hentet: 12.01.19

Armstrong, G., Gilje, C., (2016) Global Construction Survey 2016 - Building a technology advantage - Harnessing the potential of technology to improve the performance of major projects, (Online) <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2016/09/global-construction-survey-2016.pdf> Hentet: 12.01.19

Berg, T. F. (2008) Industrialisering og systematisering av boligbyggproduksjon: er systematisering og standardisering BA-næringens veivalg? Rapportering av et samarbeid mellom OBOS, SINTEF og større utbyggere i Norge. SINTEF Byggforsk ISBN 978–82–536–1034–4 (PDF)

Blismas, N, Pasqire,C.L, Gibb,A.G.F.,(2006), Benefit evaluation for off-site production in construction. Construction Management and Economics (online) <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/9224/5/Blismas.pdf> Hentet:13.01.19

Brochmann, G. (2016) En anelse smakløst, Morgenbladet 01.09.2016 (Online) <https://morgenbladet.no/kultur/2016/09/en-anelse-smaklost19> Hentet 12.01.19

Bygdin (2017) Workshop om industrialiserte byggeprosesser 25.05.2017  
Oppsummering av gruppearbeid (internt dokument)

Bygg21 (2018) Workshop 08.02.18. Industrialisering av byggeprosessene (internt dokument)

Bygg.no (2019), 100 største 2017 (online) <https://www.bygg.no/100-storste> Hentet 16.03.19.

Bygg.no (2015), Mange små bedrifter i Bygg og anlegg (Online) <http://www.bygg.no/article/1234221> Hentet 18.03.19

Cadalto (2019) Bedriftspresentasjon (Online) <http://www.cadalto.com/en/company/> Hentet:15.01.19

Direktoratet for Byggkvalitet (2017) DiBK TEK 17 Byggeteknisk forskrift TEK 17 <https://dibk.no/byggereglene/byggeteknisk-forskrift-tek17/> Hentet:15.01.19

Eiken, P., Næss, B.H., Rongve, I.A., Vinorum, A., Molle, T.S., Langseth, H., Jynge, F.B., Lågøyr, A. (2010) Byggekostnadsprogrammet – Programstyrets sluttrapport (online)

<https://www.regjeringen.no/contentassets/ed02fe66c4284b4bb7a2e6bc86e6e9bd/sluttrapport.pdf> Hentet: 12.01.19

Everett, E.L., Furseth, I. (2012) Masteroppgaven, Universitetsforlaget Oslo, ISBN: 9788215019499

Fellows, R, Lui, A. (2015) Research methods for construction. John Wiley and Sons LTD Chichester UK, ISBN10: 1118915747

Garathun, M.G. (2016) Rapport viser store gevinster ved bruk av prefabrikkerte moduler - Tu.no, (online) <https://www.tu.no/artikler/rapport-viser-store-gevinster-ved-bruk-avprefabrikerte-moduler/346423>. Hentet:14.01.19

Gilmore, J. Pine, J (1997) The four faces of mass customization. Harvard business Review. From the January–February 1997 Issue <https://hbr.org/1997/01/the-four-faces-of-mass-customization> Hentet:15.01.19

Goulding J, Arif M (2013) Offsite Production and Manufacturing – Research Roadmap Report Serial title CIB Publication 372 (Online) [https://site.cibworld.nl/dl/publications/pub\\_372.pdf](https://site.cibworld.nl/dl/publications/pub_372.pdf). Hentet 15.01.19

GOV.UK (2013) Department for Business, Innovation & Skills, Joint strategy from government and industry for the future of the UK construction industry (online) [www.gov.uk/government/publications/construction-2025-strategy](http://www.gov.uk/government/publications/construction-2025-strategy) Hentet: 12.03.19

Hartvedt, H., Høydahl, E. (2016) SSB artikkel - Nær 1 000 tettsteder i Norge (Online), <https://www.ssb.no/befolkning/artikler-og-publikasjoner/naer-1-000-tettsteder-i-norge> Hentet 12.01.19

Heyerdal, S, Sporstøl A, Viseth A, (2014) For dyrt å bygge nytt (Online) <https://www.nrk.no/norge/-for-dyrt-a-bygge-nytt-1.11534900> Hentet: 12.09.18

Hjelmbrekke, H., Hansen, G.K., Lohne, J., (2015) A Motherless Child – Why do Construction Projects Fail, Procedia Economics and Finance, Vol 21:72-79 (Online) <https://core.ac.uk/download/pdf/82676848.pdf>. Hentet 15.01.19

Holmen, J (2015) Verdikjeden i byggenæringen, Boligprodusentene (online) <https://slideplayer.no/slide/2204122/8/images/2/Verdikjeden+i+Byggen%C3%A6ringen.jpg> Hentet:15.01.19

Holthe K., Barlindhaug, R. (2014) Status for livssyklus kostnader i tilknytning til boliger Sintef Prosjektrapport 374 (Online) <https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/prosjektrapport374.pdf> Hentet:15.01.19

Høylund-Kaupang, H (2016) Byggin skal bli ny industrialiseringsarena (Online) <https://www.sintef.no/siste-nytt/byggin-skal-bli-ny-industrialiseringsarena> Hentet: 12.01.19

Håkansson, H. Ingemansson, M. (2012) «Konkurransen som hinder for innovasjon og teknisk fornyelse i byggenæringen» (Online)  
<https://www.magma.no/konkurransen-som-hinder-for-innovasjon-og-teknisk-fornyelse-i-byggenaringen>  
Hentet:13.01.19

Jacobsen, D.I. (2015) Hvordan gjennomføre undersøkelser? Cappelen Damm, Oslo. ISBN: 9788202481889

Karlsen, J (2016) Industrialisering av byggenæringen? – Hva betyr det? (Online)  
[www.bygg.no/article/1278169](http://www.bygg.no/article/1278169) Hentet 13.01.19

Kazi, A.S., Hannus, M., Boudjabaur, S. (2009) Open Building Manufacturing: Key Technologies, Applications, and Industrial Cases. (p. 6). ManuBuild, ISBN 978-951-38-7146-8 (Electronic).

Kommunal og regionaldepartementet (2011–2012) Gode bygg for eit betre samfunn Meld. St. 28 (2011–2012) <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-28-20112012/id685179/> Hentet 29.03.19.

Kommunal og moderniseringsdepartementet (2018) Plan og bygningsloven  
<https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan--og-bygningsloven/bygg/id748191/>  
Hentet 15.01.19

Kvålshaugen R (2017) Professor i effektiv bygging  
<https://www.gk.no/artikler/2017/2/23/professor-i-effektiv-bygging/> Hentet: 15.01.19

Larsen, S. (2015) Videoconferencing in Business Meetings: An Affordance Perspective. International Journal of e-Collaboration (IJEC), Vol 11(4):64-79. doi:10.4018/ijec.2015100104

Lessing J, Stehn L, Ekholm A. (2005) Industrialised housing. Definition and categorization of the concept. Proceedings IGLC-13, July 2005, Sydney, Australia,  
[https://www.researchgate.net/publication/265754571\\_Industrialised\\_housing\\_Definition\\_and\\_categorization\\_of\\_the\\_concept](https://www.researchgate.net/publication/265754571_Industrialised_housing_Definition_and_categorization_of_the_concept) Hentet: 15.01.19

Linge, G. N., (ingen dato) Hva er egentlig BIM, Skanska. (Online) <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-bim/> Hentet: 12.01.19

Lotherington PB. (2018) EU direktiv for og imot ombruk av byggematerialer. (online)  
<https://byggmesteren.as/2018/11/01/eu-direktiv-for-og-mot-ombruk-av-byggematerialer/>  
Hentet:16.01.19

Moelven (ingen dato) Historien om Moelven (online), <https://www.moelven.com/no/om-moelven/historien-om-moelven/> Hentet: 12.01.19

Moum, A., Høilund-Kaupang, H., Olsson, N., Bredeli, M. (2017) Industrialisering av byggeprosessene. Status og trender (online)  
[https://www.sintefbok.no/book/index/1127/industrialisering\\_av\\_byggeprosessene\\_status\\_og\\_trender](https://www.sintefbok.no/book/index/1127/industrialisering_av_byggeprosessene_status_og_trender)  
Hentet: 12.01.19

Norges Bank (2019), Valutakurs for EUR (online), <https://www.norges-bank.no/Statistikk/Valutakurser/valuta/EUR>, Hentet 16.03.19

Nyrud, A.Q., Bysheim, K., Glasø, G. Nord, T. (2011) Norsk Treteknisk Institutt, Rapport 83 – Industrielt trebyggeri: Erfaringer fra norske prosjekter (Online)  
<http://www.treteknisk.no/publikasjoner/rapport/83-industrielt-trebyggeri--erfaringer-fra-norske-prosjekter> Hentet 12.01.19

Olsson, N. (2016) Forelesningsnotater og presentasjoner Metode NTNU 2016.

Optimera (2018) Radikal endring av byggebransjen (Online)  
<https://www.optimera.no/nyheter/nyhetsarkiv/radikal-endring-av-byggebransjen/>  
Hentet:15.01.19

Renz, A., Solas, M.Z., (2016) World Economic Forum Report - Shaping the Future of Construction - A Breakthrough in Mindset and Technology (Online)  
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Shaping\\_the\\_Future\\_of\\_Construction\\_full\\_report\\_.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf) Hentet 12.01.19

Revfem, O. (2018) Vi må tenke industri. (Online) <https://www.tu.no/artikler/vi-ma-tenke-industri/444260> Hentet:15.01.19

Sandnes, J. (2018) Endring, endring og endring i Bygg-og anleggsnæringen (Online)  
<http://ebavest.no/assets/Uploads/Jon-Sandnes3.pdf>. Hentet 18.03.19.

Schmidt, L. 2009. Industrialisering av trehusproduksjon. NIBR-rapport 2009:18 (Online)  
Tilgjengelig på: <http://www.hioa.no/extension/hioa/design/hioa/images/nibr/files/filer/2009-18.pdf>  
Hentet: 12.01.19

Selvaaggruppen (2014) Om Selvaag – Olav Selvaag bedriftens far (Online)  
<https://selvaaggruppen.no/om-2/historien/olavselvaag/> Hentet: 12.09.18

Schumann B, (2018) Dette koster det å bygge bolig i Oslo (Online)  
<https://www.tu.no/artikler/dette-koster-det-a-bygge-bolig-i-oslo/442563>  
Hentet:19.01.19

SSB, (2019), Strukturstatistikk for bygge og anleggsvirksomhet. (Online) [www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl](http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl). Hentet 18.03.19

Store Norske Leksikon (2018) (online) [https://snl.no/Henry\\_Ford](https://snl.no/Henry_Ford), <https://snl.no/industri>, <https://snl.no/komponent> Hentet: 12.01.19

Studentnummer 979880 / 979642 (2014) Endret maktstruktur i dagligvarebransjen (Online)  
<https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/id/244030/Maktstruktur%20i%20dagligvarebransjen.pdf>  
Hentet:13.01.19

Stumo G (2016) Nye Kirkenes Sykehus, <https://www.metieroec.no/project/nye-kirkenes-sykehus/>  
Hentet: 13.01.2019

Støre-Valen, M., Boge, K., Foss, M. (2017) Contradictions of interests in early phase of real estate projects – What adds value for owners and users?, Proceedings of the CIB World Building Congress 2016, Vol 1, ISBN 978-952-15-3741-7

Sykehusbygg (2014) Bygger smart i Tønsberg. (Online) <http://sykehusbygg.no/bygger-smart-i-tonsborg>  
Hentet:13.01.18

Sættem J, Reinholdsen M (2014) Byggekostnadene har eksplodert (Online)  
Tilgjengelig på: [https://www.nrk.no/okonomi/\\_-byggekostnadene-har-ekspodert-1.11314339](https://www.nrk.no/okonomi/_-byggekostnadene-har-ekspodert-1.11314339)  
Hentet 05.01.17

Tiltnes, S. (2015a) Foredrag for Bygg21 Oslo, 21.09.2015

Tiltnes, S. (2015b) Veileder for fasenormen «Neste steg» (online)  
[www.bygg21.no/contentassets/ac0c77e4ec904c7a955525528b474b6c/veileder-for-stegstandard---med-logoer-301115.pdf](http://www.bygg21.no/contentassets/ac0c77e4ec904c7a955525528b474b6c/veileder-for-stegstandard---med-logoer-301115.pdf)  
Hentet: 15.01.19

Todsen, S. (2018) Produktivitetsfall i bygg og anlegg (Online) <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg> Hentet: 12.01.19

Wikipedia (2018) (online) <https://no.wikipedia.org/wiki/Industrialisering>, Hentet: 12.01.19



## Tabelloversikt

Tabell 1: Relativ produktivitet i bygge- og anleggsvirksomhet fra 2000-2016. Fra Todsens 2018.....	14
Tabell 2: Oppsummering av resultater av undersøkelse offentlige utlysning i Doffin knyttet til boligbygging, spesifisert som utleieboliger, kommunale boliger, omsorgsboliger, flyktningeboliger og boliger for vanskeligstilte i løpet av 6 måneder i 2017. *basert på utvalgt kontakt med kunngjørende part. ....	65

## Figuroversikt

Figur 1: Oversikt over lønnsomme utbygningsområder i Norge fra Heyerdahl (2014). ....	5
Figur 2: Laftehus under montering i tømmermannshallen på Strømmen (Foto: Akershusbasen 0231-124:0003) .....	11
Figur 3: Typehus nr. 3 tegnet av arkitekt Holger Sinding-Larsen fra katalogen fra 1895. Huset var i enkel sveitserstil i 2. etasjer. (Foto: Repro Akershusmuseet).....	12
Figur 4: Mål for byggetutvikling i Norge og UK, fra Tiltnes (2015) og gov.uk (2013) .....	15
Figur 5: Skader og erstatningsbeløp som følge av vannskader, hentet fra Askjer (2018). ....	18
Figur 6: Liberty-skip i opplag etter 2. verdenskrig. Ukjent Fotograf. Kilde: Skipet. Norsk skipshistorisk selskap.....	20
Figur 7: Graden av industrialisering på aksene grad av systemisert byggproduksjon og grad av industrialisert bygging, fra Berg 2008. ....	21
Figur 8: Produksjonstilnærming for industrialisert byggeprosess i 5 dimensjoner fra Moum et al. (2017). ....	24
Figur 9: Historisk utvikling for modulbygg fra Cadalto (2019). ....	25
Figur 10: Oversikt over aktørene i verdikjeden i byggenæringen fra Holmen (2015). ....	26
Figur 11: Utgangspunktet for utviklingen av ny stegnorm for byggenæringen, fra Tiltnes (2015). ....	27
Figur 12: Modell for design, planlegging, bygging og industriell produksjon fra Goulding og Arif (2013). ....	29
Figur 13: Oversikt over hvilke aktører som blir ansett som mest innflytelsesrike i forhold til materialvalg, fra Nyrud et al. (2011). ....	38
Figur 14: Bruksområder for BIM i livssyklusen til byggeindustrien, fra Renz og Solas (2016), s. 26. ....	42
Figur 15: Modell for sampillet i næringen mellom konstruksjon og produksjon, fra Goulding og Arif (2013). ....	74
Figur 16: Bruk av tid på byggeplass, fra Tiltnes (2015). ....	76

## Originaltekster til oversatte sitater

### Originaltekst 1

Oversatt fra Kazi et al. (2009), på side 13.

*Open Building Manufacturing', combining ultra-efficient (Ambient) manufacturing in factories and on sites with an open system for products and components offering diversity of supply in the market. Enabling business processes, ICT systems, new materials and technologies and smart components etc. underpin this.*

*«Open building manufacturing is an attempt to bring some of the salient features of efficient manufacturing to the construction sector. This should allow for:*

- *significant savings in construction and maintenance costs*
- *fewer errors and rework*
- *more choices and value to the customer*
- *new products and services*
- *that can be configured and assembled in mobile factories at construction sites»*

### Originaltekst 2

Oversatt fra Blismas (2006), på side 16.

*Common methods of evaluation simply take material, labour and transportation costs into account when comparing various options, often disregarding other cost-related items such as site facilities, crane use and rectification of works. These cost factors are usually buried within the nebulous preliminaries figure, with little reference to the building approach taken.*

*Further, softer issues such as health and safety, effects on management and process benefits are either implicit or disregarded within these comparison exercises. Yet it is demonstrated that these issues are some of the most significant benefits of OSP. A series of case studies demonstrated that evaluation focus is almost solely on direct material and labour costs of components, without explicit regard for the wider cost or soft issue implications of OSP on a project.*

### Originaltekst 3

Oversatt fra Goulding og Arif 2013, på side 28.

- *higher sustainability standards*
- *better build quality*
- *Faster speed of delivery*
- *improved construction health and safety*
- *enhanced energy-in-use*
- *lower whole-life carbon footprint*
- *reduced transport pollution (congestion and emissions)*

