

Lene Schmidt

Industrialisering av trehusproduksjonen

- en kunnskapsoversikt



NIBR

Norsk institutt for by- og regionforskning

Industrialisering av trehusproduksjonen

Andre publikasjoner fra NIBR:

NIBR-rapport 2009:7

Lavinnskuddsboliger
- en felle for boligkjøpere

NIBR-rapport 2009:1

Små boliger
- en kunnskapsoversikt

NIBR-rapport 2008:24

Hvordan kjøpe en bolig som ikke finnes?
En studie av kjøp og salg av nye boliger på prospekt

NIBR-rapport 2008:14

Beboernes tilfredshet med nybygde boliger

Rapportene koster kr 250,-, og kan bestilles fra NIBR:
Gaustadalléen 21,
0349 Oslo
Tlf. 22 95 88 00
Faks 22 60 77 74
E-post til nibr@nibr.no

www.nibr.no

Porto kommer i tillegg til de oppgitte prisene

Lene Schmidt

Industrialisering av trehusproduksjonen

- en kunnskapsoversikt

NIBR-rapport 2009:18

Tittel:	Industrialisering av trehusproduksjonen – en kunnskapsoversikt
Forfatter:	Lene Schmidt
NIBR-rapport:	2009:18
ISSN:	1502-9794
ISBN:	978-82-7071-809-2
Prosjektnummer:	O-2693
Prosjektnavn:	Industrialisering av trehusproduksjonen
Oppdragsgiver:	VRI-Innlandet
Prosjektleder:	Frants Gundersen
Referat:	Formålet med prosjektet har vært å kartlegge erfaringene med industrialisering av trehusproduksjonen. Hvorfor har noen lykkes, mens andre har feilet, og hva kan vi lære av erfaringene? Industrialiseringen er begrunnet med å få frem gode og rimelige boliger. Ny teknologi som BIM og 3-D modellering, og nye konsept som "Supply Chain Management" og lignende kan bidra til bedre kommunikasjon mellom aktørene, effektiv produksjon og bedre kundetilpasning. Litteraturen har særlig fokus på teknologi og produksjonsprosess. Kultur og tradisjon kan også ha betydning for suksess eller ikke.
Sammendrag:	Norsk og engelsk
Dato:	September 2009
Antall sider:	150
Pris:	Kr 300,-
Utgiver:	Norsk institutt for by- og regionforskning Gaustadalléen 21, 0349 OSLO Telefon: (+47) 22 95 88 00 Telefaks: (+47) 22 60 77 74 E-post: nibr@nibr.no
Vår hjemmeside:	http://www.nibr.no
	Trykk: Nordberg A.S. Org. nr. NO 970205284 MVA © NIBR 2009

Forord

Denne rapporten springer ut av et arbeid i regi av VRI-Innlandet (Virkemiddel for Regional FoU og Innovasjon), og er finansiert av VRI- Innlandet. Rapporten presenterer en kunnskapsoversikt vedrørende industrialisering av trehusproduksjonen i Norge med referanser til utviklingen i noen utvalgte land internasjonalt. Arbeidet med datainnsamlingen ble avsluttet på forsommeren 2009. Rapporten er skrevet av forsker, arkitekt og cand.polit. Lene Schmidt. Forsker, siv.ing. Frants Gundersen har vært prosjektleder, og forsker, dr.ing. Jon Guttu har vært kvalitetssikrer.

Oslo, september 2009

Berit Nordahl,
Forskningssjef

Innhold

Forord	1
Figuroversikt	4
Sammendrag.....	6
Summary.....	16
1 Formål og bakgrunn.....	26
2 Problemstilling.....	28
3 Metode	29
3.1 Avgrensning.....	29
4 Teori og ulike konsept for industriell produksjon.....	32
4.1 Næringsklynger.....	32
4.2 Lean Construction, Agile Production	33
4.3 Supply Chain Management, status og erfaringer	34
4.4 BIM og 3D modellering, status og erfaringer	37
5 Bransjen og omgivelsene	41
5.1 Hva mener vi med industrialisering?	42
5.2 Industrialiseringen i Norge, status, muligheter og utfordringer.....	48
5.3 Industrialiseringen internasjonalt – hva er status?.....	55
5.4 Produksjonsprosessen – hva karakteriserer samhandlingen mellom aktørene?	63
5.5 ”Mass Customisation” – hvordan er forholdet mellom bransjen og kundene?	68
6 Kompetanseutvikling i næringen.....	72
6.1 Innovasjon – muligheter og utfordringer	72
6.2 Hvordan arbeide med kompetanseutvikling?	75
6.3 Hva slags kompetanse er det behov for?.....	77
7 Produktutvikling.....	79
7.1 Fokus på kostnader og/eller kvalitet?	79

7.2	Bedre og billigere boliger?.....	80
7.3	Produktutvikling – hvordan kan industrialisering bidra til gode boliger?	83
7.4	Produktutvikling – tre i by.....	91
7.5	Produktutvikling - miljø.....	94
7.6	Hva er potensialet for billigere boliger ved industrialisering?.....	94
7.7	Industrialisering - kultur og tradisjon.....	96
8	Bedriftsinterne forhold.....	99
8.1	Rekruttering og kompetanseutvikling i bedriften.....	99
8.2	Vurderinger av foretak – muligheter og utfordringer.....	100
8.3	Hva kan vi lære av dårlige erfaringer?	103
9	Best praksis.....	105
9.1	Ålhytta.....	106
9.2	BoKlok	110
9.3	Ursem, Nederland.....	115
9.4	Sekisui Heim, Japan	120
9.5	Hva kan vi lære av gode erfaringer?	123
10	Eksterne rammebetingelser.....	127
11	Muligheter og utfordringer.....	131
11.1	Produksjonsprosess – muligheter og utfordringer... ..	131
11.2	Produktutvikling – muligheter og utfordringer	132
11.3	Kundetilpasning – muligheter og utfordringer.....	132
11.4	Betydningen av kultur, omdømme og markedsføring.....	136
12	Hva skal til for å lykkes?	137
12.1	Forskningsbehov.....	138
	Litteratur	141
	Vedlegg 1 Medlemmer i Trehusklyngen i Hedmark og Oppland.....	147

Figuroversikt

Figur 4.1	<i>Lean og Agile Produksjon passer for ulike typer produksjon. Barlow 2003</i>	34
Figur 4.2	<i>Produktets verdikjede og prosjektets verdikjede</i>	35
Figur 4.3	<i>Tre ulike konsept for Supply Chain Management og Mass Customisation. Barlow (2003)</i>	36
Figur 5.1	<i>Industrialisert og systematisert produksjon</i>	46
Figur 5.2	<i>Indikatorer for vurdering av industrialiseringsnivå. Lessing (2008)</i>	47
Figur 5.3	<i>Sammenligning av industrialisering i 12 foretak internasjonalt</i>	58
Figur 5.4	<i>Vurdering av industrialisering i ni svenske foretak ut fra åtte kriterier (Apleberger et al. 2007)</i>	61
Figur 5.5	<i>En prosessorganisert organisasjon.</i>	64
Figur 7.1	<i>Plantegning, Selvaagbygg og Kodumaia. Modulbredde ca. 3,6m. Gjengitt fra Berg (2008)</i>	81
Figur 7.2	<i>”Camera Obscura” bygget i Trondheim (gjengitt fra Larsen et al. (2007b))</i>	84
Figur 7.3	<i>Boliger på Siriskjær, Stavanger</i>	85
Figur 7.4	<i>Plantegning som viser hvordan rommodulene gir en fleksibel boligplan ved at rommene kan tas i bruk til ulike formål.</i>	89
Figur 7.5	<i>Samme planløsning, men ulike byggesystem. Til venstre rommoduler i massivtre. Til høyre hybridkonstruksjon med bærende stamme i stål og ”inbängda volymelement” med en ramme av VKR profiler i lettstål. Denne varianten gir flere muligheter for åpninger mellom rommene.</i>	89
Figur 7.6	<i>Eksempel på modulbygg, Studentboliger i Nederland. Prosjektets utforming understreker bruk av moduler i stedet for å skjule at det dreier seg om standardiserte moduler</i>	91
Figur 7.7	<i>Bruk av tre i ny bebyggelse i Midtbyen i Trondheim</i>	92
Figur 7.8	<i>Byggekostnader og automatiseringspotensial</i>	95
Figur 8.1	<i>Bedømming av Moelven Byggmoduls grad av</i>	

	<i>industrialisering</i>	102
Figur 9.1	<i>Tegning som viser varianter av byggesystemet</i>	107
Figur 9.2	<i>Interiør, Ålhytta. Foto: Ål hyttebygg</i>	108
Figur 9.3	<i>Eksteriør, Ålhytta. Foto: Ål hyttebygg</i>	108
Figur 9.4	<i>Boklok, boliger bygget av Moelven. Toetasjees lavblokk med seks leiligheter. Foto: Moelven</i>	111
Figur 9.5	<i>Planløsning, BoKlok, 2- og 3-roms leiligheter</i>	112
Figur 9.6	<i>Produksjonssystemet til Ursem</i>	116
Figur 9.7	<i>Foto som viser ferdigkappede, freste og identifiserte elementer i buffert før vegglinjen. Foto Moelven</i>	117
Figur 9.8	<i>Veggemne på vei mot neste stasjon, der fukt og vindspærre monteres manuelt. Foto Moelven</i>	118
Figur 9.9	<i>Veggbuffert før montering av isolasjon og røropplegg. Foto Moelven</i>	119
Figur 9.10	<i>Ferdige moduler, klare til levering. Foto Moelven</i>	119
Figur 9.11	<i>Prinsippene bak Sekisui Heim (Apleberger et al. 2007:40)</i>	121
Figur 9.12	<i>Sekisuis samfunnsansvar: A corporate Social responsibility.</i>	122

Sammendrag

Lene Schmidt

Industrialisering av trehusproduksjonen

– en kunnskapsoversikt

NIBR- rapport 2009:18

Formål og bakgrunn

Formålet med prosjektet er å kartlegge tidligere erfaringer i Norge og internasjonalt med hensyn til industrialisering av trehusproduksjonen. Prosjektet springer ut av VRI Innlandet (Virkemiddel for Regional FoU og Innovasjon) og lokale trehusprodusenters behov for erfaringsinnhenting.

Det synes å være en allmenn oppfatning at det er behov for økt industrialisering av boligbyggingen. Det er begrunnet med mål om å få til bedre og billigere boliger.

Hva er industrialisering?

Begrepsbruken er ikke entydig, men i Norge skiller en mellom industrialisert boligbygging og systematisert boligbygging. Med industrialisert boligbygging menes en byggeproduksjon der hovedsaken av verdiskapingen skjer i fabrikker (moduler og/eller prefabrikkerte elementer i store serier). Med systematisert byggeproduksjon menes en systematisert måte å produsere deler eller hele bygg på, men det skjer hovedsakelig på byggeplassen (Berg 2008). Det samme skillet finnes i svensk språkbruk, men med litt andre begreper.

Byggforsk har delt inn de industrialiserte boligbyggingskonseptene i fire kategorier (Berg 2008:33):

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

I Sverige har en kommet frem til åtte punkter for vurdering av grad av industrialisering og hvordan dette kan måles og operasjonaliseres for å sammenligne foretak (Apleberger et al. 2007). De åtte kriteriene er:

1. Planlegging og kontroll av prosessen
2. Tekniske system
3. Bygningsdeler produsert ”off-site”
4. Langsiktige relasjoner mellom aktørene
5. Logistikk integrert i byggeprosessen
6. Kundefokus
7. Bruk av IKT
8. Systematisk evalueringer av måloppnåelse og erfaringstilbakeføring

Problemstilling

Hovedproblemstillingen er: Hvorfor har noen bedrifter lykkes med industrialisering av trehusproduksjon, mens andre har feilet?

En slik problemstilling generer ulike delproblemstillinger: Hvem har hatt suksess/feilet? Hva er suksess, og på hvilke områder har de hatt suksess. Hva kan vi lære av dem som har hatt suksess, og hva kan vi lære av feilene?

Kriterier for å vurdere hva som er suksess kan være at bedriften har greid seg på markedet over lengre tid, at man har hatt en høy grad av industrialisering og/ eller at man har utviklet rimelige og gode boliger.

Metode

Rapporten presenterer en oversikt over aktuell litteratur hvor erfaringer med industrialisering av trehusproduksjon blir behandlet. Vi har søkt etter litteratur som presenterer forskning fra de senere årene, dvs. etter ca. år 2000. Med hensyn til industrialisering internasjonalt, har vi, på grunn av begrensede ressurser, avgrenset oss litteratur som bare omhandler noen få land. Det er naturlig å ta med litteratur med referanser til forskningen i Sverige siden mange foretak leverer boliger i både Norge og Sverige, og fordi Moelven allerede er involvert i FoU virksomhet i Sverige. Vi har også tatt med referanser til industrialisering av boligbyggingen i Japan fordi Japan ses som et foregangsland mht. konseptutviklingen for industrialisering av boligbyggingen, inspirert av bilbransjen.

Teori og nye konsept for økt industrialisering

Mye av litteraturen kretser rundt nye konsept for organisering og logistikk som viktige kriterier for suksess. Det dreier seg om "Lean og Agile Production", "Supply Chain Management", "Mass Customisation" og lignende, for en stor del inspirert fra bilindustrien. Begrepene er i varierende grad oversatt til norsk språkbruk. "Supply Chain Management" omtales av og til som verdikjede. Kjernen i disse teoriene er å oppnå en mer effektiv produksjon, å unngå sløseri og å sørge for systematisk erfarings tilbakeføring og bedre kundekontakt.

Å ta i bruk avansert datateknologi som CAD/CAM og bruk av BIM (Building Information Modeling) og 3D modellering ses som viktige forutsetninger for økt industrialisering. Fra "fil til fabrikk" illustrerer mulighetene som ligger i å overføre data direkte fra prosjekteringen til maskiner og utstyr i produksjonen.

Industrialisering i Norge og internasjonalt

Industrialisering av boligbyggingen har i Norge røtter tilbake til de første ferdighusene på slutten av 1800-tallet, der industrialisering var en forutsetning for eksport av norske ferdighus til utlandet. Industrialiseringen i den tidlige etterkrigstiden hadde som sitt viktigste mål å øke produksjonen og skaffe folk tak over hodet for lavere kostnader. Industrialisert boligbygging forbindes derfor av mange med store masseproduserte blokkområder i drabantbyene.

Ønsket om økt industrialisering i dag henger sammen med ønsket om å produsere gode og rimeligere boliger gjennom større og mer effektiv produksjon, gjerne for et større marked, nasjonalt og internasjonalt. Innen produksjon av forbruksvarer har det skjedd en omfattende internasjonalisering, mens byggebransjen fortsatt beskrives som en bransje preget av ”embeddednes”, dvs. med sterk lokal tilknytning. Et bygg må nødvendigvis forholde seg til en gitt tomt og lokale forhold. Likevel kan en se økende internasjonalisering av bransjen, dels i form av større foretak som opererer i flere land og oppretter lokale kontorer, og dels i økende produksjon av materialer og produkter som kjøpes og selges på det internasjonale markedet. I tillegg ser vi en økende internasjonalisering av arbeidskraften, i hovedsak gjennom arbeidsinnvandring fra land i det tidligere Øst-Europa. Bruk av digitale verktøy gjør at prosjekteringen prinsipielt kan foregå hvorsomhelst.

Produksjonsprosessen

Det kan se ut som forskningsinnsatsen har hatt et særlig fokus på produksjonsprosessen. Inspirert av bilproduksjonen i Japan har en søkt å implementere mer effektive produksjonsprosesser og prinsipper som Lean Construction osv. som beskriver endringene i produksjonsprosessen fra Ford til Toyota. Bedre kommunikasjon og tettere samarbeid, ikke minst med underentreprenører og leverandører av materialer og komponenter, ses som avgjørende. Dataverktøy som bruk av BIM og 3D- modellering kan bidra til bedre kommunikasjon mellom aktørene. Verktøyet er et viktig redskap for å forebygge feil gjennom såkalt ”krasjkontroll”. Erfaringene med bruk av avansert datateknologi viser imidlertid at ansikt-til-ansikt-møter og direkte kontakt fortsatt er viktig for å lykkes i produksjonen. Det er også viktig i forhold til lokale myndigheters behandling av plan- og byggesaker, og er en årsak til at byggebransjen er lokalt forankret i motsetning til for eksempel bilbransjen.

Blant arkitekter synes det å være økende interesse for bruk av BIM og 3D- modellering. Enkelte mener det kan være en måte å gi norske arkitekter en mer sentral rolle i boligproduksjonen. Det påpekes at det vil være nødvendig å inkludere designprosessen i verdikjeden. God dialog og samhandling mellom arkitekter og produsenter om å utvikle nye boligløsninger basert på en

industriell prosess kan ses som en viktig utfordring for boligbyggingen i Norge.

”Mass Customisation” for bedre kundetilpasning

Industrialiseringen på 1960- og 70 tallet resulterte ofte i store og ensformige boligområder og kan ses som en utfordring for dem som arbeider med industrialisering av boligbyggingen i dag. Store monotone blokkområder i drabantbyer vurderes som lite attraktive i dagens marked. Det legges derfor stor vekt på kundetilpasning i de aktuelle forsøkene på industrialisering. Prinsippene for ”Mass Customisation” er rettet mot å utvikle produkter der en forener ønsket om effektiv produksjon med ønsket om bedre og mer individuell tilpasning til kundens ønsker og behov.

Bedre kundekontakt skal lede til større kundetilfredshet, dvs. å levere rett hus til rett tid. Bedre kundekontakt skal samtidig sikre at produksjonen til enhver tid er i takt med endringer i markedet. Endelig skal bedre kundetilpasning bidra til å unngå feilene fra industrialiseringen på 1960-70 tallet.

Kompetanseutvikling

Det er satt i gang flere FoU- program med mål å stimulere til økt industrialisering av boligbyggingen. Programmene skal bidra til et tettere samarbeid mellom bransjen, forskningen, undervisningen og utdanningsinstitusjonene.

Det kan se ut som vinklingen i disse programmene er noe ulik. Det norske byggekostnadsprogrammet har særlig vekt på kostnads-effektivisering, mens det svenske 4B synes å ha noe mer vekt på produktutvikling i form av kvalitativt bedre arkitektur. Det kan muligvis henge sammen med at et tidligere forskningsprogram i Sverige: ”Competitive building” hadde størst fokus på prosess og lite oppmerksomhet rettet mot produktutvikling (Atkin et al. 2003). I 4B tar man for gitt at industrielt fremstilte boliger er billigere, og spørsmålet en stilte seg er derfor hvordan kan disse billige boligene bli bedre.

Studier av næringen viser behov for rekruttering av yngre arbeidskraft med økt kompetanse innen datateknologi. Kontinuerlig forbedring av produktet, på japansk, Kaizen, ses som en viktig forutsetning for industrialisering og bedre kundetilpasning.

Produktutvikling

Når det gjelder produktutviklingen av det enkelte boligprosjekt, pekes det på utfordringer knyttet til modulbygging og standardisering versus tilpasning til tomt og krav i reguleringen. Berg (2008) har oppsummert slik:

- Et industrialisert eller systematisert prosjekt krever at prosjektet er egnet eller tilpasset konseptet – ikke motsatt
- Tomt og krav til reguleringen må harmonere med konseptet
- Går en for langt i å prosjektilpasse går som oftest ”vinningen opp i spinningen”

Fleretasjes hus i tre i den tette byen kan ses som et godt eksempel på produktutvikling og å utvide markedet for boliger som industrialisert trehusbygging. Trehus forbindes med tradisjonelt eneboligbygging. En økende andel av boligbyggingen er imidlertid blokkbebyggelse i byer og tettsteder. For lavblokker kan elementbygging/modulbygging i tre se ut å være en suksess. Trehus i fem etasjer og mer ser derimot ut til å ligge et stykke frem i tid.

Erfaringer tyder på det blant arkitekter er stor interesse for å utnytte BIM og andre dataverktøy til å utvikle ny og spennende arkitektur. Det ser ut til å være mindre interesse for hvordan industrialiseringen og teknologien kan bidra til å utvikle den modulbaserte boligbyggingen i blokkområder og feltutbygging. Noen studier fra Sverige har søkt å avdekke de arkitektoniske muligheter og begrensninger i standardiseringen. Det hevdes blant annet at modulbasert boligbygging kan gi bedre og mer generelt anvendelige rom. Eksempler fra norsk boligbygging med bruk av moduler tyder imidlertid på at dette ikke nødvendigvis er tilfellet.

Det synes å være lite fokus på produktutvikling i form av miljøtilpassede løsninger. Dette til tross for at tre er et miljøvennlig materiale og en fornybar ressurs, slik at bygging av trehus kan resultere i nullutslippshus i et klimaregnskap. Bruk av BIM vil kunne bidra til å teste ut energiregnskapet osv. ved valg av nye miljøvennlige løsninger.

Hva kan vi lære av mislykkede forsøk på industrialisering?

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.

Hva kan vi lære av gode eksempler?

De utvalgte eksemplene på god praksis er svært ulike. De viser at det kan være flere veier til suksess.

Ålbytta er et lite norsk foretak som med suksess har solgt byggesystemet til boliger, hytter og næringsbygg i mer enn 40 år. Det er solgt mer enn 3000 enheter i en rekke land. Det er tankevekkende at en med det samme byggesystemet og den samme arkitektoniske utformingen har lyktes med å tilby hytter og boliger som vurderes som attraktive gjennom flere generasjoner nasjonalt og internasjonalt. Få produsenter av boliger eller andre forbruksvarer har lyktes med å utvikle den typen varige verdier.

BoKlok er et konsept utviklet av Skanska og IKEA. BoKlok er et eksempel på vellykket konseptutvikling mot en tydelig definert kundegruppe: ungdom med begrenset kjøpekraft. BoKlok har kunnet tilby rimelige og gode boliger, og blitt svært godt mottatt i markedet. Man har bevisst satset på prosjekter med få enheter for å unngå for store monotone boligområder. Konseptet BoKlok er solgt til flere land internasjonalt og bygges av lokale foretak.

Ursem i Nederland har nylig bygget en ny fabrikk for effektiv produksjon av rommoduler til boliger, studentboliger og andre bygg. Ursem kartla hele sin produksjonsprosess og rendyrket sitt forretningskonsept før en startet bygging av ny fabrikk. De ser seg selv som et sluttet system med faste avtaler med leverandørene.

Sekisui Heim er et av Japans største foretak som har utviklet et effektivt produksjonssystem for rask levering. Arkitekter er ansatt i firmaet og et BIM lignende dataverktøy sørger for god kommunikasjon og lite feil. Sekisui Heim oppfyller alle de åtte kriteriene for industrialisering nevnt ovenfor.

Selv om de valgte eksemplene er svært ulike, har de likevel noen felles trekk som kan bidra til å forklare suksessen: Alle har lyktes med å få til et nært og godt samarbeid mellom arkitekten og produsenten om utviklingen av et kvalitativt godt produkt.

Både Ålhytta og BoKlok viser at det er mulig å utvikle boligløsninger for et større internasjonalt marked. De har lyktes med å tilpasse et industrialisert produkt til ulike markeder med ulike behov og ulike typer offentlig regulering og krav til boligbygging. Japanske boligprodusenter har selvsagt et langt større hjemmemarked og er mindre avhengig av eksport. Et stort hjemmemarked kan ses som en viktig forklaring på høy grad av industrialisering i Japan. Samtidig er det en rekke forhold ved japansk kultur som kan forklare at man har kommet langt med industrialiseringen der. Tradisjonen for stadige forbedringer, Kaizen, og større aksept for modulbasert, industrielt fremstilte boliger i japansk kultur er medvirkende forklaringer på suksessen.

Produksjonsprosess – utfordringer og muligheter

Rekruttering og kompetanseutvikling i den enkelte bedrift og i bransjen som helhet ses som en viktig utfordring. Å ta i bruk ny datateknologi antas å kunne gjøre bransjen mer attraktiv for ungdom i valg av studieretning. Forgubbingen i bransjen virker erkjent som et problem. Dette i motsetning til den skjeve kjønnsbalansen, som i liten grad er drøftet i litteraturen. Vi vil anta at noe av suksessen til BoKlok kan ligge i at konseptet er utviklet av tre kvinner. Vi vet at kvinner bestemmer mye når det gjelder kjøp av bolig.

Produktutvikling - muligheter og utfordringer

Det er lite fokus på bruk av tre som et miljøvennlig materiale og en fornybar ressurs. Dette bør i større grad løftes frem i markedsføringen og i produktutviklingen.

Ny teknologi innen dataverktøy og produksjonsprosess kan gi muligheter for å utvikle ny og spennende arkitektur og bedre kvalitet. Det ser ut som disse mulighetene først og fremst er viet interesse i utformingen av enkeltbygg, og i liten grad er tatt i bruk i utviklingen av boliger for et bredere marked. Den teknologiske utviklingen bør i større grad tas i bruk i utviklingen av større boligområder. Her bør industriell produksjon gi større rom for individuell tilpasning av den enkelte bolig også i den arkitektoniske utformingen av eksteriøret. Dette vil være en nødvendig forutsetning for å komme bort fra den allmenne oppfatningen av industriell boligbygging som kjedelig standardvare.

Et viktig mål med industrialiseringen er å utvikle gode og rimelige boliger. BoKlok er et eksempel som har lykket med det. En undersøkelse av 15 nye norske boligprosjekter viste imidlertid at industrielt fremstilte boliger ikke nødvendigvis er billigere.

Kundetilpasning – hva er det?

Det er stort fokus på kundetilpasning og ”Mass Customization” i litteraturen. Litteraturen er imidlertid lite nyansert mht. hvem som er kunden i ulike situasjoner, hvilke valg kundene bør ha og på hvilke trinn i produksjonsprosessen. De som kjøper enebolig (selvbyggerne) har direkte kommunikasjon med produsenten, og kan ha stor innflytelse på produktet. Eksemplene på god praksis viser at kundetilpasning kan ha ulik karakter. De som kjøper Ålhytta har, i likhet med kjøperen av en enebolig, direkte kontakt med produsenten. De kan velge ulik størrelse og planløsning, men materialvalg og arkitektonisk utforming er, i motsetning til boliger fra en ferdighuskatalog, lik for alle boliger/hytter. Kjøper av en leilighet kan stort sett bare gjøre enkle tilvalg på innvendige overflater. Kundetilpasningen i BoKlok er basert på utviklingen av et konsept som er nøye tilpasset en bestemt kjøpergruppe, men kjøperen har få valgmuligheter utover størrelsen på boligen.

Betydningen av kultur og omdømmebygging

Flere har påpekt problemer med rekruttering, og at bransjen fremstår som lite attraktiv. Det er likevel lite fokus på kultur og omdømmebygging som ledd i å utvikle en konkurransedyktig byggebransje. Dette bør prioriteres parallelt med annet utviklingsarbeid.

Flere påpeker at en individualistisk kultur og tradisjon gjør det vanskelig å lykkes med økt industrialisering i for eksempel Norge og USA. I Japan beskrives industrialiseringen som en suksess, og det forklares blant annet med japansk kultur og tradisjon. Dersom kultur og tradisjon er en viktig forklaring på suksess, kan det indikere et behov for å legge større vekt på dette i produktutviklingen i tillegg til industritekniske og prosessuelle sider ved industrialiseringen.

Hva skal til for å lykkes?

Flere peker på at langsiktig og systematisk arbeid med kompetansebygging og utviklingsarbeid i samarbeid mellom

bransje, universitet og høyskoler må til. God kommunikasjon og kundekontakt er viktig for å levere riktig hus til riktig tid. Mange peker på at bruk av BIM og 3D- modellering er en forutsetning for god kommunikasjon gjennom hele verdikjeden og frem til forbruker. De valgte eksemplene på god praksis viser at det finnes flere veier til suksess. Men felles for dem er et godt samarbeid mellom arkitekten og produksjonsfolkene. Ålhytta og BoKlok viser at det er mulig å produsere for eksport. Oppmerksomhet mot hele verdikjeden og langsiktige leverandøravtaler kan bidra til en slik utvikling.

Forskningsbehov

Kunnskapsoversikten viser hvilke temaer som har vært gjenstand for forskning og utredning og avdekker samtidig hvilke temaer som ikke har vært i fokus. Forskere har blant annet pekt på behovet for kunnskap om omfanget av industrialiseringen i Norge og Norden og mer detaljerte analyser av relasjoner mellom aktørene. Vi ser i tillegg et behov for systematiske analyser av effektene av økt industrialisering mht. kostnader og kvalitet. Blir industrielt fremstilte boliger bedre og billigere?

Summary

Lene Schmidt

Industrialisation of Wood House Production

– knowledge status

NIBR Report 2009:18

Purpose and background

The project collates information on the industrialisation of wood house production in Norway and internationally. The stems from a need at VRI Innlandet (Virkemidler for Regional FoU og Innovasjon – Promoting Regional Research and Development) and local wood house manufacturers to access the experience of others in the field.

There appears to be general agreement on the need to accelerate the industrialisation of housing construction in response to policies promoting better and more affordable housing.

What does industrialisation mean?

In practice, industrialisation is taken to mean various things, but in Norway a distinction is drawn between industrialised housing construction and systematised home building. The former refers to a manufacturing process in which most of the value is created in factories (modules and/or prefabricated elements in long series). The latter term refers to a systematic method of producing parts of buildings or complete buildings, though construction takes place mainly on the building site (Berg 2008). The Swedes make the same distinction but use slightly different terms.

Byggforsk (SINTEF Building and Infrastructure) operate with a four-fold division of the technical terminology industrialised home building (Berg 2008:33).

- A. Spatial modules. High completion level
- B. Spatial modules in combination with prefabricated elements and construction on site
- C. Systematic use of prefabricated constructions and elements
- D. Systematic production process repeated in each new project; prefabricated elements and modules can be incorporated

In Sweden, an eight-point check list was devised for ascertaining the level of industrialisation and how it can be measured and operationalised to enable comparison between enterprises (Apleberger et al. 2007).

1. Process planning and control
2. Technical system
3. Building parts produced 'off site'
4. Long-term relations among stakeholders
5. Logistics integrated into the construction process
6. Customer focus
7. Use of ICT
8. Systematic performance audits and feedback of lessons learned

Research questions

The leading question is: Why are some firms able to industrialise woodhouse production successfully while others are not?

This question generates in turn other questions. Who has succeeded/failed? What is meant by 'success', and in which areas have the successful firms succeeded? What can be learned from the successful firms and what can we learn from the mistakes?

Success criteria could include whether the firm has succeeded in the marketplace for some time; whether there has been a high level of industrialisation and/or whether the firm has developed affordable homes at a satisfactory standard.

Method

The report surveys the relevant literature on the industrialisation of wood house production and experiences gained. Studies conducted since 2000 were of most interest, and that is where the searches were targeted. With regard to industrialisation at the international level, because of budget constraints we needed to limit the investigation to a small number of countries. It made sense to look at literature referencing research from Sweden since many of firms cater to both the Swedish and the Norwegian markets, and because Moelven is already involved in R&D work in Sweden. We also included references to industrialisation of home construction in Japan since the country is a leader in the field of conceptual development, inspired by the car industry.

Theory and new concepts to promote industrialisation

Much of the literature deals with concepts for organisation and logistics as important success criteria. They include, for instance, “Lean and Agile Production”, “Supply Chain Management”, “Mass Customisation”, largely inspired by the car industry. Translation of terminology into Norwegian is patchy and erratic. Supply Chain Management is sometimes rendered as “verdikjede” (value chain). What these theories set out in essence is how to enhance production efficiency, avoid waste, ensure systematic feedback and improve customer relations.

Next generation CAD/CAM and BIM (Building Information Modeling) building design software is considered essential to bring industrialisation up to speed. The expression “from file to factory” is illustrative of the potential gains to be had from transferring data directly from the designer’s to the production machinery and equipment.

Industrialisation in Norway and abroad

Industrialisation of housing construction in Norway began in the late 1800s with the first generation of prefabricated homes. The export of prefabricated homes became a feasible proposition with the industrialisation and mechanisation of the industry. From the end of the Second World War, industrialisation sought primarily to increase production and supply more homes at a lower cost. Industrialised home construction conjures up for many the mass-

produced tower block developments that shot up in the new post-war suburbs.

The idea today is to produce more affordable homes of a reasonable standard through gains in production efficiency, generally with a view to widening the national and international market base. While the internationalisation of production of consumer goods is highly sophisticated today, the home construction industry is still characterised as an “embedded” industry, i.e. with deep roots in its local community. A building must necessarily relate to a given geographical site and local conditions. Nevertheless, the industry is internationalising at an increasing rate, and some firms are opening offices and operations in other countries. Materials are produced abroad and products traded on the international market. In addition, the workforce is increasingly multinational, mainly due to labour migration from former Eastern Bloc countries. Universal access to digital technology means that projects can be designed and planned virtually anywhere in the world.

Production process

Studies have tended to concentrate on the production process, it appears. Inspired by Japanese car production, efforts were made to improve performance along the lines of Lean Construction etc., which describes changes to the production process from Ford to Toyota. Improving communication and collaboration, not least with subcontractors and suppliers of materials and components, is considered essential. Digital tools like BIM and 3D modelling help stakeholders communicate more efficiently. The tools also reduce faults by what is known colloquially as “crash control”. Experience of sophisticated computer technology nevertheless stresses the importance still of face to face meetings and direct contact with partners to successful production. This is important in relation to local authorities’ treatment of building and planning matters, and is one reason why the construction industry is so firmly entrenched in local communities, unlike the car industry for example.

Among architects, there appears to be increasing interest in using 3D modelling. According to some observers, it gives Norwegian architects a chance to play a more prominent role in home construction. It is necessary, moreover, to include the design

process in the value chain. Good relations between architects and producers working together on good housing projects based on industrial manufacture is one of the key challenges for the housing construction industry in Norway.

The industrialisation of the '60s and '70s resulted in large, often monotonous housing projects, and can be seen as a challenge for stakeholders currently involved in the industrialisation of house construction. Sprawling, dreary tower block estates do not fetch much of a premium in today's market. Customer satisfaction is therefore key in the current attempts at industrialisation. The principles of Mass Customisation are directed at developing products where one combines a desire for effective production with a wish to provide better, more individualised customisation in accordance with the needs and wishes of the customer.

Better customer relations should improve customer satisfaction, that is, to deliver the house as scheduled. Better customer relations are also meant to ensure that production at any one time keeps pace with changes in the market. Finally, better customer relations are supposed to help stakeholders avoid the pitfalls of the '60s and '70s.

Building expertise

Several R&D programmes are under way that encourage the speedy industrialisation of home building. The programmes are expected to enable closer co-operation between industry, research and training establishments.

The programmes, however, have slightly different goals. The Norwegian Construction Cost Programme highlights cost optimality, while the Swedish 4B Programme accents product development in the shape of qualitatively better architecture. This could have something to do with another Swedish research programme, Competitive Building, which highlighted process at the expense rather of product development (Atkin et al. 2003). The 4B programme takes it as read that industrially manufactured homes cost less, and asks therefore what can be done to improve standards.

Studies of the industry reveal a need for a younger workforce with higher qualifications and experience in computer technology and software. Continual product improvement, known by the Japanese expression Kaizen, is considered another key element of successful industrialisation and customer adaptation.

Product development

With regard to the planning and design of the individual housing project, the challenge relates to achieve the right balance between module construction and standardisation on the one hand and site preparation and zoning requirements on the other. Berg (2008) condenses the issues as follows:

- An industrialised or systematised project requires the project to fit or adapt to the concept – not the other way round
- Land and zoning requirements should harmonise with the concept
- If efforts to modify the project go too far, the likely outcome will be a “swings and roundabout” situation

The wooden multi-storey house located in a densely populated urban area is a good example of product development and of opening up the market for homes such as industrialised wood house construction. An increasing percentage of homes are in blocks built in towns and cities. Low-rise blocks constructed from elements/modules in wood seem to be a success. But the five-storey wooden block will probably not be seen for some time.

Architects express considerable interest in BIM and other computer technology to develop new and exciting buildings. There is less interest, it seems, in how industrialisation and technology can stimulate module-based housing construction in areas dominated by high- and low-rise buildings and land development. Some Swedish studies attempt to identify the architectural possibilities and limitations of standardisation. Module-based housing construction, it is said, would give better, more flexible rooms. Examples of module-based housing in Norway do not, however, corroborate the Swedish claim.

There appears to be little interest in product development in the form of environmentally adapted solutions, despite the obvious environmental advantages of wood as a renewable resource, which make homes, on balance, zero emitters of climate gasses. BIM technology could be used to test the net energy balance of new, environmentally friendly designs.

What can we learn from unsuccessful industrialisation attempts?

That two significant attempts at industrialisation in Sweden (Open House and NCC komplett) failed so soon after starting up startled the industry. According to some, they weren't given enough time. Open House failed because the range of housing on offer was too broad.

What can we learn from the good examples?

The selected examples of sound practice are very different. They show how many roads there can be to success.

Alhytta is a small Norwegian firm which has been selling the same building system for homes, cabins and industrial buildings for more than forty years. The firm has sold more than 3,000 units not only in Norway but abroad as well. The same basic system and architectural design have appealed to generations of customers in several countries. Few manufacturers have managed to produce such a long-lived range of homes or consumer goods.

BoKlok was devised by Skanska and IKEA. It is an example of a successful concept catering to a definite segment of the market, young people with a limited budget. BoKlok homes are affordable, of a good standard and widely appreciated in the marketplace. A conscious decision was made to reduce the number of units and avoid the big, monotonous estates. The BoKlok concept has been sold to several countries with local firms doing the construction work.

Ursem in the Netherlands recently opened a new, efficient room-module factory intended for ordinary homes, student flats and other buildings. Ursem investigated the entire production process and paired its business concept down to the bone before building

the new factory. It sees itself as a closed system bound contractually to subcontractors.

Sekisui Heim is one of the biggest enterprises in Japan to develop an efficient production system for rapid delivery. Architects are employed by the firm, software reminiscent of BIM technology ensures good communication and low fault rates. Sekisui Heim satisfy all eight industrialisation criteria noted above.

Although these selected examples are very different, there are certain similarities which could help to explain their success. They have all managed to organise a system in which architects and manufacturer work together to create a high quality product.

Ålhytta and BoKlok show it is possible to develop housing solutions for a wider international market. They have successfully tailored an industrialised product to different markets with different needs and different types of regulatory mechanisms and construction standards. Japanese house manufacturers obviously have a much bigger domestic market and are less dependent on export. A big domestic market can be seen as an important precondition of the high level of industrialisation in Japan. At the same time, several aspects of Japanese culture can explain the high level of industrialisation in the country. The tradition of continual improvement, Kaizen, and wider acceptance by the Japanese of module-based, industrially produced homes, also help explain the success.

Production process – challenges and opportunities

Recruiting staff and building expertise within the firm and industry as a whole are considered important challenges. Advanced software and computer technology are expected to make the industry attractive to young people as they decide which subjects to specialize in. The rising average age of workers in the industry is an acknowledged problem, unlike the gender imbalance, on the other hand, which the literature tends to ignore. Part of the success of BoKlok may well derive from the fact that it was three women who developed the concept. We know women have a strong influence on decisions to do with house purchases.

Product development – challenges and opportunities

Wood as an environmentally friendly material and renewable resource has attracted relatively scant attention. Steps should be taken to remedy this situation in the marketing and development of the products.

New digital and production process technology promotes new, exciting architecture and higher standards. Interest in these opportunities appears to be concentrated in the design of individual buildings, not so much in developing homes for a wider market. But technological advances could be applied to the development of bigger housing estates. Here, industrialised manufacture should allow customisation, including the architectural design of the exterior. This will be necessary anyway to eradicate perceptions of industrial housing as dreary and monotonous.

One of the principal objectives of industrialisation is to develop affordable homes with a reasonable standard. BoKlok is one example of success in this area. A survey of fifteen Norwegian housing developments found, however, that industrially manufactured homes are not necessarily cheaper.

Customisation – what is it?

The literature devotes a lot of space to mass customisation. There is little discussion, however, about who is the customer in the different situations, what the customers should be allowed to decide and at what stage of the production process. People who buy detached homes (self-builders) communicate with the manufacturer directly and can influence the design and look of the finished product. Examples of good practice demonstrate wide variety of approaches to customisation. Ålhytta customers, like buyers of detached homes, maintain direct contact with the manufacturers. Customers have a choice of size and floor plan, but not materials or architectural design because they are identical across all of Ålhytta's homes/cabins – unlike homes in a catalogue for manufactured homes. The only thing apartment buyers can change are surfaces. Customisation at BoKlok is based on a concept designed for a specific segment of the market, but apart from the size of the dwelling, buyers have limited options.

Importance of culture and reputation building

Several commentators point to the difficulty of recruiting young, fresh personnel, citing the low esteem in which the industry appears to be held as one of the bottlenecks. Nevertheless, neither culture nor reputation building feature in discussions about promoting a more competitive construction industry. They should be given higher priority alongside other R&D work.

Commentators also point to the culture and tradition of individualism which make it difficult to industrialise successfully in Norway and the US for example. The success of industrialisation in Japan is explained on the basis of Japanese culture and traditions. If that is correct, it would be advisable to pay more attention to such matters when products are being designed, in addition to the technical and processual aspects of industrialisation.

What is the key to success?

It is crucial, according to several commentators, to ensure long-term, systematic competence building and collaboration between industry and institutions of higher learning in the field of R&D. Good communication and customer contact are important for prompt delivery of the right house. Many commentators attest to the importance of BIM and 3D modelling to ensure reliable communication at every point in the value chain and out to the consumer. The selected examples of good practice attest to the multiplicity of routes to success. But common to all three are productive collaboration between architect and production crews. As Ålhytta and BoKlok show, producing for export is feasible. Directing attention towards the entire value chain and long-term subcontractor contracts could improve performance in this area.

Research needs

This knowledge status appraisal identifies the themes addressed by researchers and studies and reveals at the same time areas where attention has been wanting. Researchers point to the need to learn about the extent of industrialisation in Norway and Nordic countries, with more detailed analyses of relations between stakeholders. We also see a need to analyse the effect of higher levels of industrialisation in terms of costs and quality. Are manufactured homes really better and cheaper?

1 Formål og bakgrunn

Formål

Formålet med prosjektet er å kartlegge erfaringer i Norge og internasjonalt med hensyn til industrialisering av trehusproduksjon, dvs. fra bygging av hus med unike løsninger tilpasset stedet til produksjon av moduler i fabrikk som monteres på byggetomten. Kartleggingen er basert på tilgjengelig litteratur og presenteres som en kunnskapsoversikt ordnet tematisk.

Bakgrunn

Prosjektet springer ut av VRI innlandet (Virkemiddel for Regional FoU og Innovasjon). VRI innlandet er et regionalt utviklings- og innovasjonsprogram for fylkene Hedmark og Oppland. Det består av et hovedprosjekt, som arbeider med ulike utviklings- og samhandlingsaktiviteter og et forskerprosjekt. Prosjekteier for hovedprosjektet er Hedmark og Oppland fylkeskommune. Prosjekteier for forskerprosjektet er Østlandsforskning. Kilde: www.vri-innlandet.no.

Hva menes med industrialisering?

Hva som menes med industrialisering er ikke entydig gitt, og begrepsbruken er uklar. Det kan også være vanskelig å angi noe presist skille mellom tradisjonell byggeproduksjon på byggeplassen og industrialisert byggeproduksjon (inne i en fabrikk).

Det kan se ut som begrepsbruken har endret seg selv om de temaer man drøfter er de samme, nemlig industrialisering og masseproduksjon av boliger. På 1970- tallet snakket man om systembygging og byggesystem. Litteratursøk viser en del litteratur fra den tiden, men at begrepet ikke lenger synes å være i bruk. I stedet brukes begrepene industrialisering og systematisert produksjon. Berg (2008) skiller mellom industrialisert og

systematisert produksjon. Med industrialisering menes byggeproduksjon der hovedsaken av verdiskapingen skjer i fabrikker ved bygging av moduler og/eller prefabrikkerte elementer i store serier. Med systematisert produksjon forstås en byggeproduksjon som i hovedsak foregår på byggeplass, men hvor metodene går igjen fra prosjekt til prosjekt. Det kan også bety at en bruker prefabrikkerte moduler og elementer (Berg 2008).

Apleberger et al. (2007) har påpekt behovet for å utvikle en mer enhetlig begrepsbruk. Vi skal i kap.5 komme tilbake til en drøfting av begrepsbruk og eksempler på hva som menes med industrialisering innen byggebransjen, og hvordan grad av industrialisering kan operasjonaliseres for analyser av foretak.

2 Problemstilling

Hovedproblemstillingen er: Hvorfor har noen foretak lyktes med industrialisering av trehusproduksjonen, mens andre har feilet?

En slik problemstilling generer ulike delproblemstillinger: Hvem har hatt suksess og hvem har feilet? Hva er suksess, og på hvilke områder har de hatt suksess. Hva kan vi lære av dem som har hatt suksess og hva kan vi lære av feilene?

Sammenligninger av hvem som har hatt suksess kan dreie seg om sammenligninger mellom foretak eller sammenligninger mellom land. Sammenligninger mellom land drøftes gjerne på et relativt generelt grunnlag i litteraturen, mens sammenligninger mellom foretak kan være basert på konkrete analyser ut fra et sett kriterier for vurdering av grad av industrialisering.

Hva som er suksess i denne sammenhengen kan vurderes ut fra ulike kriterier som igjen avhenger av problemstillingen. At man har *greid seg i markedet*, regnes som et minimumskriterium for suksessen til et foretak. Et kriterium på økonomisk suksess kan være å se etter bedrifter som har greid seg i en årrekke med *stabil produksjon*. Det kan gjelde både mindre og større foretak.

Et annet kriterium kan gjelde foretak som har lyktes med *høy grad av industrialisering*. Grad av industrialisering kan måles ut fra hvor stor andel av den ferdige bygningen som er produsert på fabrikk. Et tredje kriterium kan være foretak som regnes som *forbilder* og blir løftet fram som gode eksempler i forskningsrapporter eller omtaler av folk med kjennskap til bransjen, fordi de har lyktes i sin satsing på industrialisering. Det kan også gjelde foretak som har lyktes i å utvikle *gode og/eller rimelige boliger*. Det siste kan komme til uttrykk i at boligene vurderes som attraktive i markedet eller har fått tildelt priser eller hedrende omtaler i presse og fagmiljø.

3 Metode

Rapporten presenterer en oversikt over aktuell forskning knyttet til industrialisering av trehusproduksjon. Vi har søkt på kilder som Bibsys og tidsskriftdatabaser som Norart, ISI nett og Swetswise. Vi har søkt på internett ved hjelp av søkemotorer som Google. Søkeord som er brukt er trehus og industrialisering, komponenter, systembygg, modulbygg, elementbygg.

Kunnskapsoversikten skal gi forståelse av hva som karakteriserer bedrifter som har lyktes, og hva som karakteriserer de som ikke har lyktes, eller hvilke utfordringer bransjen står overfor.

Litteratur hvor internasjonale erfaringer blir sammenliknet kan både fortelle oss om erfaringer fra enkeltforetak og likheter og forskjeller mellom land, og dermed si oss noe om hva vi i Norge kan lære av andre land.

I tillegg har vi ønsket å se på foretak som har hatt suksess ut fra de enkle kriteriene vi har presentert ovenfor.

3.1 Avgrensning

Vi har avgrenset oss til litteratur om industrialisering av boligbyggingen etter ca år 2000. Vi har avgrenset oss til litteratur om industrialisert byggeri/modulbygg/systembygg og lignende og ikke tatt med generell litteratur om bygging av trehus.

Vi har primært omtalt forskningsbasert litteratur. I tillegg har vi tatt med enkelte fagartikler skrevet av folk i bransjen.

En stor andel av litteraturen drøfter industrialisering av boligbygging på et generelt nivå. Det vil si at man ikke skiller mellom industrialisering av trehusproduksjon og industrialisering av

boligproduksjonen generelt. Vi har tatt med denne litteraturen der den inneholder stoff som er relevant for produksjon av trehus.

Det kan også være et problem at litteraturen drøfter spørsmål knyttet til for eksempel ”Mass Customisation” i boligbyggingen generelt, selv om slik kundetilpasning i storproduksjon arter seg nokså forskjellig avhengig av om man snakker om en kunde som skal bygge eget hus (ferdighus) eller om en kunde som bygger for 3. person, for eksempel en utbygger og entreprenør som bygger for salg i egen regi.

Industrialisering internasjonalt

Vi har innhentet litteratur om industrialisert trehusproduksjon i noen land internasjonalt. Litteratursøk tyder på at norsk trehusindustri kan ha særlig nytte av erfaringer gjort i Sverige og Japan. Det er begrunnet med at norske foretak allerede har innledet et samarbeid om utvikling av trehusindustri og utdanning med svenske universitet og høyskoler¹. Mange foretak ser på det skandinaviske markedet som ett marked. Berg (2005) hevder at Sverige er i gang med flere initiativ. Sverige og deler av Japan har samme klimamessige utfordringer som Norge. De skandinaviske og nordeuropeiske land har paralleller mht kultur og tradisjon, mens Japan på dette punktet atskiller seg fra europeisk kultur og tradisjon. Det er imidlertid mye litteratur som referer til erfaringer fra Japan, som det er rimelig å ta med fordi sentrale teorier og konsept for industrialisering opprinnelig stammer fra japansk bilindustri. At vi har begrenset oss til få land, er begrunnet i prosjektets ressurser.

Avgrensninger med hensyn til tema

I drøftinger av muligheter og utfordringer for bransjen har vi hatt fokus på norske foretak og de utfordringer en står overfor i det norske markedet. Vi har ikke drøftet utfordringer knyttet til for eksempel internasjonalisering og eventuelle behov for samordning av godkjenningsordninger, tollsatser, arbeidskraftimport og lignende.

¹ Moelven ByggModul deltar for eksempel i et samarbeid med Högskolen i Lund og kompetansesenteret LWE Lean Wood Engineering

Valg av bedrifter som har hatt suksess

Vi har i kapittel 2 presentert ulike kriterier på suksess. Vi har på bakgrunn av de foretak som er beskrevet i litteraturen valgt ut fire eksempler på ”best praksis”. Beskrivelsene er basert på omtaler i litteraturen, og ikke på våre vurderinger. De fire foretakene er:

1. Ålhytta, Norge
2. Bo Klok. Skanska/IKEA, Sverige
3. Tokyo Sekisui Heim, Japan
4. Ursem, Nederland

Valg av så få eksempler kan kritiseres fordi det selvsagt finnes mange foretak som har utviklet interessante og gode grep på industrialisering av trehusproduksjonen. Innen rammen av dette prosjektet har vi som nevnt avgrenset oss til litteratur som omhandler industrialiseringen i noen få land, primært Sverige og Japan. Vi har likevel tatt med ett eksempel fra Nederland siden både forskere og representanter fra bransjen har ønsket å studere dette foretaket nærmere. Mange av litteraturbidragene beskriver i tillegg eksempler på viktige satsinger også i andre foretak nasjonalt og internasjonalt. For nærmere begrunnelser og presentasjon av de gode eksemplene, se kapittel 9.

Leseveiledning

Stoffet er systematisert ut fra generell litteratur som vedrører bransjen som helhet, litteratur som omhandler enkelte foretak og litteratur som drøfter rammebetingelser.

4 Teori og ulike konsept for industriell produksjon

Når det gjelder teorier om industrialisering snakkes det om ulike typer konsept og produksjonssystemer som næringsklynger, Supply Chain Management (SCM), Lean og Agile Production og lignende som svar på endrede behov ved økt industrialisering. De mest aktuelle er ifølge Apleberger et al. (2007) Lean produksjon og Supply Chain Management. Nye typer informasjonssystemer som BIM ses også som sentrale mht til lagring av informasjon og kommunikasjon mellom aktørene i verdikjeden.

4.1 Næringsklynger

Næringsklynger kan, ifølge Kristoffersen et al (2007), forstås som miljøer som enten trekker på samme næringsgrunnlag eller inngår i felles verdikjeder. Klyngetermen benyttes også om geografiske sammenklumpinger av bedrifter som er del av samme verdikjede, og der det utvikles relasjoner og eksterne positive virkninger mellom bedriftene som kan utnyttes. Næringsklynger i ferdighusindustrien kan tenkes i form av underleverandører og konsulenter, som sammen med produsent inngår i en form for arbeidsdeling. Klyngeteorien går også ut på at dette er grobunn for kreativitet og utvikling av nye produkter. Forskning kan spille en rolle her.

Vi vil ikke her gå inn i noen analyser av trehusklyngen i Innlandet. Det ligger utenfor rammene av dette prosjektet. Det vi imidlertid skal merke oss er at klyngeteorien inneholder relevante antagelser om hvorfor det er gunstig med en klynge. Samarbeid mellom konkurrenter, kompetansemiljøer, kunder og leverandører gir økt grad av tillit og lavere transaksjonskostnader. Felles arbeidsmarked

gir større tilgang på relevant arbeidskraft og kompetanse. Samarbeid generelt, også med FoU-miljøer eksternt, gir mer utveksling av ideer og innovasjoner og bidrar til en høyere kunnskapsproduksjon (og lavere terskel for å ta i bruk denne kunnskapen). Alt dette bidrar til et miljø som samlet sett er bedre rustet til å løfte seg mht. teknologibruk, logistikk og samarbeid, noe som vil være avgjørende i en videre prosess med industrialisering.

4.2 Lean Construction, Agile Production

Kittang og Giæver (2008:6) påpeker at begrepet "Lean Production" innen industrien har blitt adoptert av byggebransjen under betegnelsen "Lean Construction". Lean som konsept er ifølge Boverket (www.boverket.se), utviklet i Japan.

Berg (2008) beskriver Lean Construction som en ambisjon om å forstå og forbedre den prosjektbaserte prosjekteringen og produksjonen i byggenæringen, uttrykt gjennom spørsmålet: "What kind of production is construction?" Utfordringen er ifølge Berg å kombinere generell kunnskap om produksjonsprosesser (produksjonsteori) med en forståelse av de mer spesifikke kjennetegn ved prosjektbasert produksjon generelt og i byggenæringen spesielt. Berg hevder at LPS, "The Last Planner System" er det mest betydningsfulle og konkrete hjelpemiddel Lean Construction har gitt byggeprosessen. Spørsmålet om industrialisering/systematisering blir et spørsmål om grensesnittet mellom hva som skal produseres prefabrikkert og hva som skal produseres på byggeplass og hvordan dette skal skje.

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.

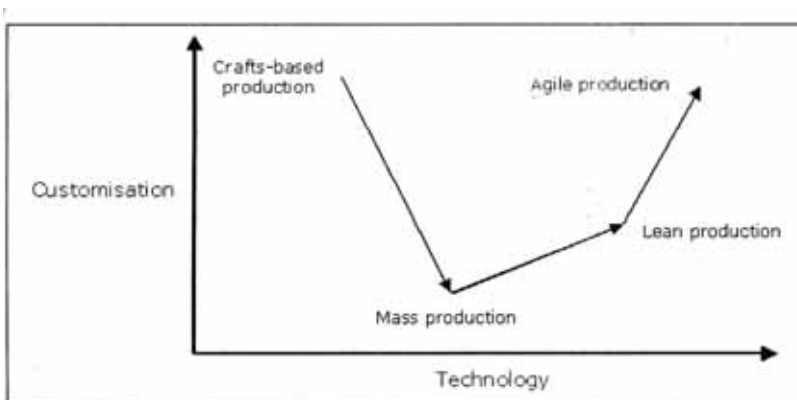
Det finnes både norske, europeiske (EGLC, European Group for Lean Construction) og internasjonale nettverk (IGLC, International Group for Lean Construction) som arrangerer konferanser, møter med mer. Det norske nettverket er finansiert via Byggekostnadsprogrammet med FAFO som faglig koordinator.

Agile Production

I følge Lessing et al. (2005) har konseptene Agile og Lean Production samme mål: Å effektivisere produksjonsprosessen og utvikle produkt tilpasset kundenes ønsker og behov.

Lessing (2008) 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 markedssegmenter (se Figur 4.1).

Figur 4.1 *Lean og Agile Produksjon passer for ulike typer produksjon. Barlow 2003*



4.3 Supply Chain Management, status og erfaringer

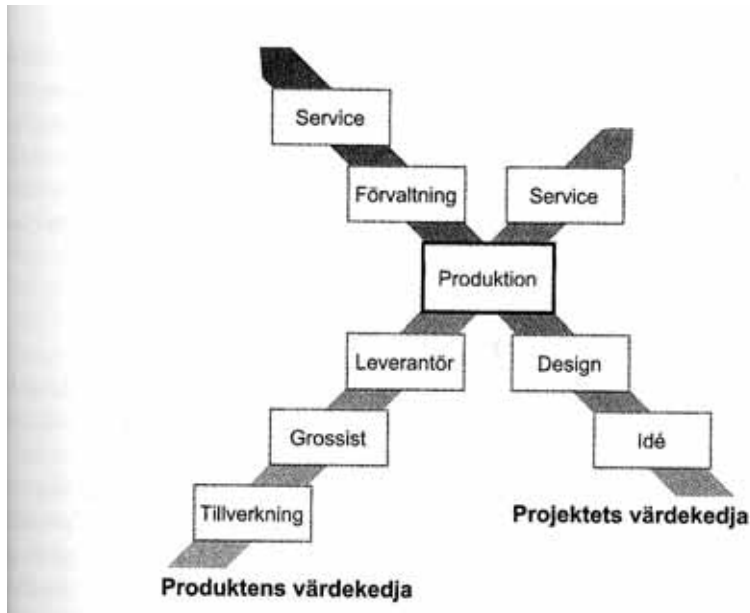
Supply Chain Management, SCM, beskrives i litteraturen som et viktig redskap for økt industrialisering. Apleberger et al (2007) beskriver Supply Chain Management som en måte å utvikle ”effektiva värdekedor mellan levantörs- och kundsamverkan samt effektiv logistikk i fokus” (:22). Logistikk er en sentral del i SCM konseptet.

Larsen (2009) bruker begrepet ”verdikjede” om digital overføring av data fra prosjektering til produksjon, ”fil til fabrikk”. Vi har ikke noen omforent definisjon av begrepsbruken i Norge. Leveransekedje ville være en mer direkte oversettelse av supply

chain, men det kan se ut som verdikjede er det mest brukte begrepet.

SCM dreier seg, ifølge Apleberger et al. (2007), om å utvikle effektive verdikjeder med leverandørsiden og kundesiden samt effektiv logistikk. Apleberger påpeker viktigheten av å skille mellom produktets verdikjede og prosjektets verdikjede (Figur 4.2).

Figur 4.2 *Produktets verdikjede og prosjektets verdikjede*



Prosjektet er avgrenset i tid og rom, mens prosesser gjentas. Den industrielle prosessen har sin prosesseier/sjef, mens byggeprosjektet har sin byggeplassjef. Den industrielle prosessen innebærer økt spesialisering med bedre muligheter til stadige forbedringer sammenlignet med hva som er mulig på byggeplassen. Den krever også lengre og dypere relasjoner til leverandørene enn det som er vanlig i tradisjonelt bygging. Leverandøren blir en partner (ibid:23).

Det påpekes at byggebransjen har et sterkt fokus på *prosjektet*, og siden disse er geografisk spredt, er organisasjonen og beslutningsmyndigheten desentralisert. En slik desentralisert struktur kan føre til ”jeg vet best holdninger” lokalt, som kan kollidere med en mer

industri tilpasset og sentralisert organisasjons- og beslutningskultur. Dette innebærer utfordringer både av teknisk og kulturell art.

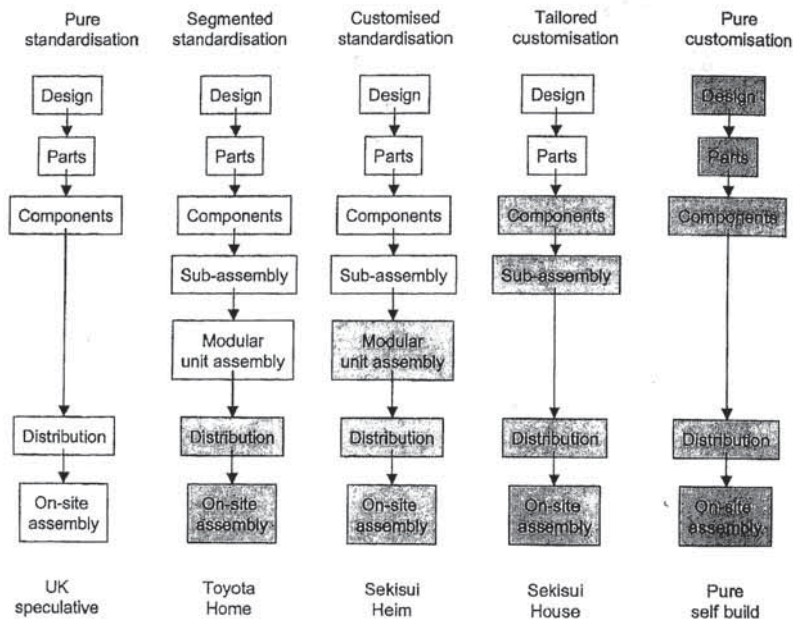
Supply Chain Management og Mass Customisation

Barlow et al. (2003) har studert "Supply Chain Management" i Japan for å analysere hvilke erfaringer fra Japan som kan overføres til UK. Supply Chain Management sees som forutsetning for bedre kundetilpassning.

Forskerne diskuterer forholdet mellom standardisering på den ene siden og "customisation" på den andre siden. Ren standardisering betyr lite kundetilpassning, "pure customisation" betyr maksimal kundetilpassning. "Mass Customisation" beskrives som et konsept der en forsøker å forene maksimal standardisering med best mulig kundetilpassning. Dette vil bli beskrevet nærmere i kap. 5.

Forskerne beskriver ulike typer supply chain som balanserer mellom disse hensyn. De konkluderer med å beskrive tre ulike typer "supply chains" som tilfredsstillende ulike grader av kundetilpasset standardisering, se Figur 4.3.

Figur 4.3 *Tre ulike konsept for Supply Chain Management og Mass Customisation. Barlow (2003)*



Figuren viser med grått de delene i verdikjeden der kunden kan gjøre valg. Boligproduksjonen i UK beskrives som ren standardisering med lite kundetilpasning. "UK speculative" gir ikke kundene noen valg overhodet. Av de japanske foretakene er Sekisui House den mest kundetilpassede og Toyota Home er den mest standardiserte, med Sekisui Heim i en mellomposisjon. Sekisui Heim vil bli nærmere beskrevet i kapittel 9.

Erfaringer med supply chain i norske foretak

Vi har lite litteratur som beskriver erfaringer med supply chain tenkning i norske foretak.

Olsson (2000) har, i en dr. grads avhandling, analysert litteraturen knyttet til Supply Chain Management og gjennomført en casestudie av BoKlok konseptet til Skanska/ IKEA. Han konkluderer med at BoKlok er et skritt på veien mot en slik verdikjedetenkning, men at det ikke kan beskrives som et eksempel på Supply Chain Management. BoKlok er nærmere beskrevet i kapittel 11.

4.4 BIM og 3D modellering, status og erfaringer

BIM er en forkortelse for Building Information Modeling, og er et system for lagring av data for hele byggets levetid. BIM vurderes som et viktig og grunnleggende verktøy for økt industrialisering og kommunikasjon internt i bedriften, i bransjen og mellom kunden, bransjen og frem til ferdig produkt og fremtidig forvaltning, drift og vedlikehold (FDV).

I forordet til håndboken: "BIM HANDBOOK. A guide to Building Information Modeling" (Eastman et al. 2008) beskriver Laiserin utviklingen av begrepet. Konsept, begrepsbruk og tankegangen bak BIM kan, ifølge Laiserin, spores tilbake til en artikkel av Charles M. "Chuck" Eastman i 1975, mens selve akronymet BIM er av nyere dato. Eastman beskrives her som "father of BIM". Hans bok fra 1999 introduserte begrepet "Building Product Models" som i praksis er samme konsept som vi i dag beskriver som BIM (Eastman, 1999).

Hvilke erfaringer har man gjort med BIM i Norge?

I Norge har Statsbygg utviklet en BIM manual (Statsbygg: BIM-manual – versjon 1.00, se www.statsbygg.no). Manualen er et resultat av praktisk arbeid med å samle informasjon fra utførte FoU pilotprosjekter med bruk av BIM ved to byggeprosjekter i regi av Statsbygg: Høgskolen i Tromsø og Høgskolen i Bodø. De to prosjektene er gjennomført av en prosjekteringsgruppe og entreprenører: Norconsult, Arkitektstudio AS mfl..

SINTEF/Byggforsk ved/ Torer F. Berg har bidratt med å samle, strukturere og utdype manualens innhold.

BIM beskrives av Statsbygg som en 1:1 modellering av et bygg for å beskrive både produktet og prosessen. De ting man vil modellere opprettes som *objekter*, for eksempel en dør, som kan tildeles *egenskaper*, for eksempel brannklasse og *relasjoner*, dvs hvilken vegg, og hvilket rom den tilhører. Data lagres også med henblikk på fremtidige endringer og vedlikehold av objektene. Som rapport fra modellen kan man hente ut 2D plantegninger, 3D visualiseringer, 4D framdrift, 5D kostnad- fremdrift og mengdelister (for eksempel antall dører, listverk osv.). Det fremgår av en artikkel i Teknisk ukeblad at Statsbygg nå vil kreve bruk av BIM ved anbudsinnbydelser, slik at tegninger leveres elektronisk. Statsbygg vil kreve digitale datamodeller ved Arkitektkonkurransen for Nasjonalmuseet på Vestbanen, se www.tu.no/it/article205843.ece. Med disse signalene ønsker Statsbygg å gjøre det klart for bransjen at bruk av BIM vil være en nødvendig forutsetning for å levere tilbud og konkurranseforslag.

Det er ifølge Kittang og Giæver (2008:17) uklart hva som er status når det gjelder bruk av BIM i Norge. Larsen (2009) hevder at BIM er i ferd med å bli implementert i ”ledende norske arkitekt- og miljøkontorer”, men at det har vært lite debatt om mulighetene.

Moum (2008) har skrevet den første doktorgradsavhandling i Norge med formål å studere erfaringene med bruk av BIM i praksis. Spørsmålene for avhandlingen dreier seg om hvilke faktorer som påvirker bruk av IKT verktøy i praksis og hvordan bruk av IKT påvirker arbeidet og interaksjonen mellom aktørene i designprosessen. Datakilder er casestudier av fire større byggeprosjekt. Fokus har vært følgende steg i designprosessen: utviklingen av design, kommunikasjonen, evalueringen og beslutningsprosessen.

Moum har beskrevet de faktorene som påvirker implementering av BIM som et hjul, "the wheel of tasks". Hjulet symboliserer de viktigste hindringene og mulighetene i form av tre forhold: 1) ferdigheter og adferd blant prosjektdeltakerne, 2) de teknologiske mulighetene som ligger i verktøyet med hensyn til kompleksitet og interaksjon mellom deltakerne og 3) de mål og den samhandlingen som ligger i designprosessen (ibid:181).

Når det gjelder implikasjoner for praksis konkluderer Moum med at verktøyet blir stadig bedre, og at de som har tatt det i bruk, melder om en bratt læringskurve. Et viktig funn er at prosessen representerer en større utfordring enn teknologien. De involverte må komme bort fra det som beskrives som en "single-discipline over the fence" tenkning til en interdisiplinær tilnærming. Det betyr at prosjekteringen for de involverte fagene må foregå parallelt. Dette i motsetning til de valgte casene, som hadde fulgt det tradisjonelle mønsteret der arkitekten utviklet prosjektet og rådgivende ingeniør, elektroingeniør osv. først kom inn i neste fase.

Moum sier i en artikkel i Teknisk ukeblad at det har gått mye ressurser til å prøve og feile, og at det ikke har ført til noen målbare kostnadsbesparelser. Men det er en stor fordel at feil kan avdekkes på et tidlig stadium. Hun har likevel stor tro på BIM og forventninger om et paradigmeskifte innen planlegging, utbygging, drift og vedlikehold, men at det fortsatt gjenstår mye før BIM kan fungere. Det er, ifølge Moum, viktig å fokusere på at BIM krever et samspill mellom teknologi, ferdigheter og prosesser, de tre elementene i hjulet (www.tu.no/nyheter/article192782.ece).

I en annen artikkel i Teknisk ukeblad hevdes det at byggenæringen opplever IT bransjen som en bremsekloss fordi ulike norske leverandører av datasystemer utvikler egne løsninger. Åpne formater som IFC betraktes som en grunnleggende forutsetning for "sømløs" utveksling av informasjon. (www.tu.no/bygg/article202267.ece)

Det fremgår av flere artikler i samme fagblad at flere studenter på NTNU og Høgskolen i Narvik har valgt masteroppgaver om bruk av BIM. Det pågår dessuten en diskusjon hvorvidt universitetene har tatt inn over seg bransjens behov for kompetanse med hensyn til bruk av BIM, se www.tu.no/nyheter/article196883ece.

Hvilke nye muligheter gir BIM?

Krygiel og Nies (2008) diskuterer bruk av BIM som verktøy for å utvikle en grønn og mer bærekraftig arkitektur. Poenget med BIM er at all informasjon samles i *en* modell, og at aktørene kan hente ut den informasjon de trenger. Forfatterne beskriver hvordan BIM modeller kan brukes for å vurdere dagslysforholdene, forbruk av vann, energi, materialbruk med mer. Modellen kan brukes for å teste alternativer og komme frem til løsninger som reduserer spill og minker ressursbruken ved bygging og drift. Forfatterne diskuterer ulike programpakker og deres anvendelse i modelleringen. Det finnes programpakker for modellering av kostnader, arbeid, energibruk, dagslys, komfort og livssyklus. Samtidig ser forfatterne behovet for videreutvikling av verktøyene for bedre ”interoperability” mellom software programpakker (ibid:220).

5 Bransjen og omgivelsene

I dette kapittel skal vi se på litteratur som omhandler industrialisering og status i bransjen. Litteraturen omhandler dels overordnede, teoretiske tilnærminger for å forstå grad av industrialisering og internasjonalisering i bransjen, for eksempel teorier om ”embeddednes”. Det meste av litteraturen er likevel mer bransjenær i sine analyser og forsøk på å karakterisere grad av industrialisering i næringen.

I litteraturen drøftes grad av industrialisering både på et mer overordnet nivå, som sammenligninger mellom land, og mer detaljert som sammenligninger mellom foretak ut fra mer definerte kriterier.

Utgangspunktet for disse drøftingene er at økt industrialisering er en nødvendighet for bransjen. Det ligger som premiss for forskningsprogram og satsinger, for eksempel Byggekostnadsprogrammet. Industrialisering blir sett som løsningen på mange av de problemer en står overfor. Lessing et al. (2005) oppsummerer slik i et paper fra en konferanse i regi av IGLC (International Group for Lean Construction):

It is in consensus stated that the housing sector is in need of change in numerous areas and industrialisation is mentioned as a step towards solutions to some of these problems, e.g. cost development, productivity and quality (ibid:471).

Grad av industrialisering i boligbyggingen i Norge og internasjonalt drøftes i ulike rapporter på et mer overordnet og generelt plan. Kittang og Giæver (2008) påpeker at industrialisering av trehusindustrien har lange røtter i Norge og at grad av industrialisering har variert både med hensyn til konjunkturer, etterspørsel og mer kulturelt bestemte forhold. Guttu (2003)

opsummerer forsøk med industrialisert boligbygging på 1970-tallet. Vi har som nevnt avgrenset oss til litteratur fra etter ca år 2000, og har derfor ikke gått nærmere inn på den historiske utviklingen.

Flere påpeker at byggebransjen i Norge er lite industrialisert sammenlignet med f.eks. bilproduksjon. Fortsatt dominerer former for håndverksmessig produksjon. Grad av industrialisering henger sammen med grad av internasjonalisering og produksjon for et større marked. Spørsmålet dreier seg på det mer overordnede nivået om i hvilken grad byggebransjen skal forstås som lokalt forankret og i hvilken grad økt internasjonalisering og globalisering preger bransjen. Byggebransjen atskiller seg fra bilbransjen på den måten at et bygg alltid må forholde seg til en konkret tomt, mens en bil kan brukes hvor som helst og av alle. Denne diskusjonen henger også sammen med drøftinger av forholdet mellom masseproduksjon og individuelle eller kulturbetingete behov.

5.1 Hva mener vi med industrialisering?

Industrialisering av boligbyggingen er ikke noe nytt fenomen. Flere viser til storskalaproduksjonen på 1960- og 70 tallet som eksempel på omfattende satsing på industrialisert boligbygging, se Berg (2008), Apleberger et al. (2007). Sørby (1992) viser til at industrialisering av norske trehus tok til allerede på slutten av 1800-tallet for å stimulere til økt eksport.

Flere påpeker at satsingen i dag har et annet og bredere siktemål, ikke minst større vekt på kunde- og markedstilpasning og prosesser for integrasjon av design, produksjon, informasjon og styring i innovative prosesser. Det brukes en rekke ulike begrep for å beskrive industrialiseringen av boligbyggingen, og begrepsbruken har endret seg over tid.

Hva er industri?

Begrepet industri kommer av lat. ”flid”, og er en generell betegnelse for næringsvirksomhet som består i bearbeidelse av råstoff, men spesielt om fabrikkmessig fremstilling av varer (Store norske leksikon 2006).

Industriell byggeproduksjon og systematisert produksjon

Tradisjonell byggeproduksjon foregår stort sett på byggeplassen. Berg (2008) skiller mellom industrialisert byggeproduksjon (inne i en fabrikk) og systematisert produksjon (på en byggeplass). Han påpeker at det er vanskelig å angi klare grenser for hvor overgangen mellom tradisjonell byggeproduksjon og industrialisert produksjon er. Han definerer *industrialisert produksjon* slik:

Byggeproduksjon der hovedsaken av verdiskapingen skjer i fabrikker (moduler og/eller prefabrikkerte elementer i store serier).

Systematisert byggeproduksjon blir av Berg definert slik:

Entreprenøren eller boligprodusenten systematiserer måten å produsere deler eller hele bygg på, men den skjer hovedsakelig på byggeplassen. Måten går igjen fra bygg til bygg/prosjekt til prosjekt. Det kan også innebære bruk av prefabrikkerte moduler og elementer (ibid:11).

I Sverige brukes begrepene *industrialiserat byggande* og *industrielt byggande* Stehn (2008), Apleberger et al (2007). Sistnevnte påpeker at begrepsbruken ikke har vært entydig, og foreslår følgende definisjoner:

”Industrielt” byggande (eller produktion):

Tillverkningsprosesser som sker i en sluten industriell miljö, endast montagearbeten sker på byggplatsen.

”Industrialiserat byggande”:

Bygg- och planeringsprocessen drivs enligt industriella principer med blant annet användning av förtillverkade komponenter men en övervägande del av produktionene sker på byggplatsen.

Stehn (2008) har i sin definisjon også en tilføyelse om at industrielt byggande inkluderer en prosesseier med et tydelig mål for salg, produksjon og levering av ett produkt basert på repetisjon i design og produksjon. Berg (2008) sidestiller det svenske konseptet ”Industrialiserat byggande” med det han kaller for ”systematisert byggeproduksjon”, mens det svenske konseptet for ”industrielt

byggande” sidestilles med ”industrialisert byggeproduksjon” (ibid:11). Den norske begrepsbruk kan være enklere å holde fra hverandre sammenlignet med svensk begrepsbruk.

Systembygging og byggesystem, åpne og lukkede systemer

Begrepene inngikk som en del av vokabularet innen systemtankegangen på 1970-tallet. Intensjonene var at byggesystemer skulle forene massebyggeri med individuelle behov. Systembygging ble definert som industrielt fremstilte komponenter ”hvor ferdiggjøringsgrad er så høy at byggeplassarbeidet kan karakteriseres som montasje” (Gudmundsen, her gjengitt fra Guttu 2003:227). Guttu påpeker at en skilte mellom funksjonelt ”åpne” og ”lukkede” systemer. Et lukket system innebærer at bare bygningsdeler fra det enkelte system går i hop, som ved produksjon av biler. Et åpent system derimot er basert på standardvarer produsert av ulike bedrifter (katalogvarer). Guttu beskriver Skjettenbyen, en tett-lav boligbebyggelse med rekkehus i tre utenfor Oslo, som det mest ambisiøse eksempel på systemtankegangen i Norge. Systemet opererte med et stort antall planvarianter og ga muligheter for å endre både ytter- og innervegger og muligheter for senere påbygg.

Prefabrikasjon

Begrepet prefabrikasjon anvendes om byggebransjen:

Prefabrikkering, betegner i byggebransjen at større eller mindre bygningsdeler blir fremstilt på fabrikk, slik at arbeidet på byggeplassen kan reduseres (Store norske leksikon 2006).

Prefabrikasjon omfatter såkalt *prekapp*, der alle materialene er kappet og bearbeidet på forhånd. Dette er den vanligste formen for ferdighus i Norge i dag.

Prefabrikasjon kan også dreie seg om *elementsystemer* med små eller store elementer med varierende prefabrikasjonsgrad. *Seksjonsbus* består av volumelementer der vegger og etasjeskiller er bygd sammen i fabrikk.

Ferdighus

Begrepet *ferdighus* ble lansert på slutten av 1800-tallet av norske trehusprodusenter, i utgangspunktet i form av laftehus, senere også

som reisverks- og bindingsverkshus (Store Norske Leksikon 2006). Sørby (1992) beskriver ferdighusenes historiske utvikling og peker på at definisjonen av ferdighus kan variere med ulike tidsperioder. De første prefabrikkerte bygningsmaterialer finnes i antikken, mens man i middelalderen produserte ferdigtilkappede trematerialer som lå lagret til det var behov for hus. Det var på 1800- tallet at prefabrikasjon ble utviklet til en industri, ifølge Sørby. Hun påpeker også at det var ønsket om eksport som lå bak de første norske ferdighus i tre på slutten av 1800- tallet.

Modul/ modulbygg

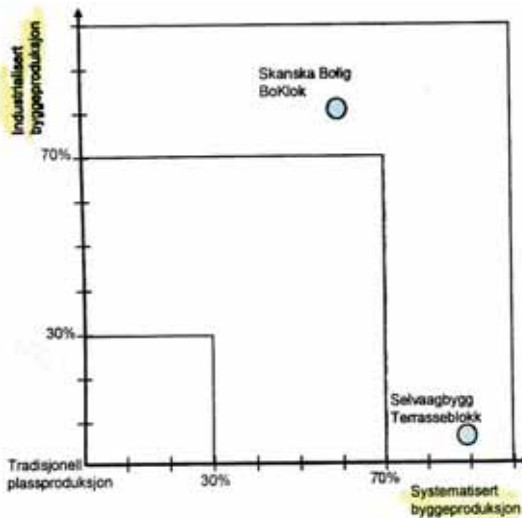
Modul kommer av lat. Modus, ”lite mål” i betydningen enten målestokk, tall som anvendes til mål eller standardisert element, grunnelement, byggmodul, modulsamordning (Store Norske leksikon 2006). Gunnarsjaa (1999) definerer modul som 1) spesielt fastsatt lengdemodulenheter i planlegging, konstruksjon og bygging, 1M=100 mm. 2) Prefabrikkert enhet 3) Lengdemål i klassisk arkitektur.

Industrialisert og systemisert produksjon

De definisjonene som er foreslått av Berg (2008) og av svenske forskere har fokus på produksjonsprosessen og at den foregår i fabrikk. Berg (2008: 33) har delt inn de industrialiserte boligbyggingskonseptene i fire kategorier, A- D

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

Berg plasserer Selvaagbyggs terrasse produksjon og Skanskas BoKlok konsept i et skjema som viser graden av industrialisert og/eller systemisert konsept, se Figur 5.1.

Figur 5.1 *Industrialisert og systematisert produksjon*

I et forsøk på å konkretisere nærmere hva man i dag mener med industrialisering har Andreasson og Lessing (2005) utviklet et sett med seks ulike indikatorer som er anvendt for en sammenligning av 12 ulike foretak i ulike land. Et noe mer detaljert sett med åtte indikatorer er utviklet av Lessing i en avhandling fra 2006. Begge disse indikatorsett er beskrevet blant annet i Apleberger (2007) og Lessing (2008), og vår fremstilling er basert på disse kildene. De åtte kriteriene er anvendt i en analyse av svenske foretak. De åtte kriteriene er:

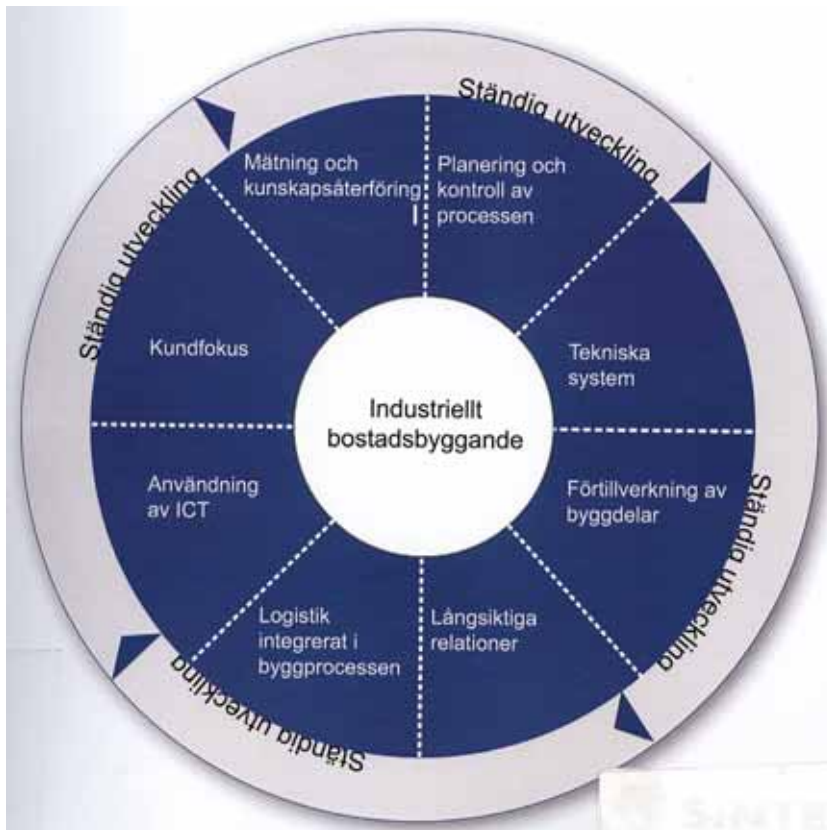
1. Planlegging og kontroll av prosessen
2. Tekniske system
3. Bygningsdeler produsert "off-site"
4. Langsiktige relasjoner mellom aktørene
5. Logistikk integrert i byggeprosessen
6. Kundefokus
7. Bruk av IKT
8. Systematisk evalueringer av måloppnåelse og erfaringstilbakeføring

Disse kriteriene vurderes å være viktige analyseredskap for å kunne sammenligne ulike foretak mht grad av industrialisering selv om de, ifølge Apleberger et al (2007), ikke er utviklet som resultat av et

vitenskapelig arbeid. De ulike kriteriene kan være oppfylt i større eller mindre grad. Dette er angitt i form av ulike nivå fra 0 til 4. Nivå 0 betyr at kriteriet ikke er implementert. Nivå 1 betyr at man har oppmerksomhet på området, og at det finnes en plan for hvordan man skal arbeide med dette. Nivå 2 betyr at det skjer en viss implementering. Nivå 3 betyr at det finnes en tydelig satsing på området, og at det skjer en implementering. Nivå 4 betyr at området er fullstendig integrert, og at det er integrert med de andre områdene.

De ulike kriteriene er fremstilt grafisk i en modell, se Figur 5.2

Figur 5.2 *Indikatorer for vurdering av industrialiseringsnivå. Lessing (2008)*



I kap. 8 er vist et eksempel på vurdering av grad av industrialisering til Moelven Byggmodul ved hjelp av disse kriteriene.

Engström et al. (2007) har gjengitt en definisjon av industrialisert byggeri basert på Lessing et al (2005):

Med industrielt byggende avses en integrerad tillverknings- og byggprocess med genomtänkt organisation för effektiv styrning, beredning och kontroll av inngående resurser, aktiviteter och resultat med hjälp av användning av högförädlade komponenter (her gjengitt fra Engström 2007:8).

Han påpeker imidlertid at en slik definisjon gir inntrykk av at man kan frikople designprosessen, og foreslår derfor å inkludere designprosessen:

Med industrielt byggende avses en integrerad design-tillverknings- og byggprocess med genomtänkt organisation för effektiv styrning, beredning och kontroll av inngående resurser, aktiviteter och resultat med hjälp av användning av högförädlade komponenter (Engström 2007:8).

Vi kan oppsummere med at det finnes en rekke ulike begrep for omtaler av industrialisert trehusproduksjon, at begrepsbruken har endret seg, og at det kan være behov for nærmere avklaringer.

5.2 Industrialiseringen i Norge, status, muligheter og utfordringer

I hvor stor grad boligbyggingen er industrialisert eller ikke, drøftes i ulike litteraturbidrag. Det diskuteres også i hvilken grad industrialisering innen boligsektoren skiller seg fra industrialisering innen andre bransjer. Industrialiseringen av boligbyggingen skiller seg fra industrialiseringen av varer ved at boliger er knyttet til et sted og en konkret tomt. Samtidig er det et ønske om internasjonalisering og større markeder, der varer og tjenester kjøpes inn fra foretak i utlandet, altså en bevegelse fra lokal forankring til ”fri flyt”.

Det synes å være en allmenn oppfatning at industrialiseringen av boligbyggingen i Norge har kommet kort sammenlignet med andre land. Dette blir forklart med forhold i bransjen og med norsk

tradisjon og kultur, blant annet tradisjonen med å eie egen bolig og at eneboligen står sterkt i norsk kultur.

Kittang og Giæver (2008) karakteriserer bygningsindustrien i Norge som en håndverksnæring, selv om håndverksmessig produksjon nå skjer ”i mindre grad” (ibid:6). Bransjen har blant annet blitt kritisert for ikke å ta i bruk ny teknologi og nye arbeidsmetoder, og at det har ført til svak produktivitetsutvikling og dårlig lønnsomhet (ibid:6).

De påpeker at folks ønsker om å bygge særegent og med størst mulig fleksibilitet har ført til at man har valgt bort standardiserte løsninger. Også Berg (2008) påpeker at det å eie sin egen (ene)bolig er en særlig utfordring for industrialiseringen i Norge

Berg (2008) peker på behovet for å studere grad av industrialisering i Norge og Norden nærmere. Han beskriver interessen for industrialisering i Norge som økende, men antyder samtidig at det har vært få insentiver til industrialisering i Norge under byggeboomen:

”Markedet” eller etterspørselen står selvfølgelig sentralt, sammen med ønsker om individualitet og mangfold framfor billige og effektivt produserte boliger. Når markedsprisen på nye leiligheter er så høy som nå, er ikke insentivene de sterkeste for å investere i produksjonsopplegg for billig produksjon av boliger. Denne situasjonen vil trolig endre seg, og grunnlaget for å kunne produsere mer effektivt ligger hele tiden som en drivkraft hos de utførende (ibid:7).

Det påpekes at masseproduserte boliger slik de ble utformet på 1960-, 70,- og 80-tallet har vært lite etterspurt etter nedgangen i byggeaktiviteter på 1990-tallet. Industrialisering av boligproduksjonen fikk fornyet interesse rundt år 2000 i hele Skandinavia og deler av Europa, ifølge Berg, på grunn av økte kostnader, mangel på arbeidskraft, varierende kvalitet og stor etterspørsel etter boliger. Grad av industrialisering har likevel ikke blitt som forventet, og det begrunnes med boligkjøpernes krav om ”individualitet og personlige løsninger” (ibid:9), og at hjemmemarkedet i Norge er lite. For å lykkes med industrialiseringen må etterspørselen være stor og stabil og markedet må omfatte mer enn ”hjemmemarkedet”.

Berg (2008) avslutter likevel med en forsiktig optimisme i forordet og påpeker at:

Nesten alle boligentreprenører jobber dessuten med industriell produksjon i ulike varianter enten ved at de systematiserer bruken av elementer/bygningsdeler som allerede er tilgjengelige i markedet og/eller ved at de velger seg gjennomprøvde løsninger som stadig repeteres” (ibid:3).

Det er viktig å understreke at industrialiseringen kan ha ulike former, inspirert av bilproduksjonen. Nye konsept som Lean Construction (Toyota) har nettopp som formål å sikre mer fleksibel produksjon og bedre kundetilpasning enn den industrialiseringen som fant sted på 1970- tallet med høy grad av standardisering (”Fordisme”).

Kartlegging av trehusindustrien i Innlandet

Kristoffersen et al. (2007) har gjennomført en strukturanalyse basert på statistikk, som viser utviklingen av trebasert virksomhet i Norge og Innlandet.

Kartleggingen av trehusindustrien i Innlandet oppsummerer styrker og svakheter for næringen. Styrker ved næringen er:

- En betryggende kapital situasjon (i 2007)
- Flexibilitet og tilpasning til kundenes behov. Kundene slipper til ved tegnebordet og påvirker produktet
- Det virker å være en samlet ambisjon om mer industriell prosess
- Næringen evner å balansere tradisjon og innovasjon, og dette må ses som et tegn på markedstilpasset næring
- Næringen har et stort og krevende marked i Hedmark og Oppland
- Næringen har et relativt omfattende samarbeid med kunder og leverandører innen produktutvikling, særlig på Østlandet

Som svakheter nevnes:

- Næringen har et latent rekrutteringsproblem
- Næringen fremstår ikke som spesielt attraktiv for nyutdannede med høy utdanning og tiltrekker seg heller ikke unge mennesker til byggfaglig utdanning
- Veistandarden setter begrensninger
- Næringen har en demografisk utfordring med høy gjennomsnittsalder
- Det er en noe svak underleverandørindustri og det er huller i kjeden av underleverandører i Hedmark og Oppland.

Kartlegging av potensial for ny fabrikk på Vestlandet

Kittang og Gjøver (2008) påpeker i sin analyse av mulighetene for å etablere en fabrikk for produksjon av trehus på Vestlandet at det er et ”betydelig” potensial for industrialisering av trehusproduksjonen på Vestlandet.

De har konkretisert utfordringer med hensyn til byggeprosess, byggesystem og byggetekniske løsninger. Vi vil her presentere disse forslagene samlet som et eksempel på hvordan forskningen kan bidra til konkrete vurderinger av produktutviklingen i en region.

Det vil være viktig å foreta analyser av byggeprosessens ulike faser (bl.a. arbeidsdelingen fabrikk/byggeplass). Det innebærer blant annet konkrete mulighetsstudier av tomteforhold, topografi, volum, utbyggingsfaser, reguleringsforhold og myndighetskrav.

God tilgjengelighet med hensyn til transport vil være viktig. Berg (2008) har også påpekt fordelene ved god beliggenhet og fordelene med å ha flere transportalternativer (bil, bane, båt). Kittang og Gjøver påpeker at veistandarden på Vestlandet tilsier elementproduksjon.

Mange norske produsenter av trebaserte bygningskomponenter har, ifølge Kittang og Gjøver, tatt i bruk datastyrt bearbeidingsmaskiner (CNC) for å automatisere produksjonen av relativt enkle komponenter slik som takstoler og bindingsverk for elementer. Disse er også i stand til å produsere mer komplekse arkitektoniske løsninger. Det forutsetter god kommunikasjon og bruk av bygninginformasjonssystemer (BIM) som utnytter data til

produksjon og tilskjæring. Det er uklart i hvilken grad BIM er tatt i bruk i bransjen i Norge.

Det påpekes at produksjon av vegg- tak og dekkelementer synes å være det mest optimale konsept for økt industrialisering på Vestlandet. Produksjon av elementer gir de største mulighetene for automatisering. Det er foretatt et anslag på en systematisk gjennomgang av kostnadselementene i en byggeprosess for å kunne si noe om hvor en kan identifisere det største industrialiseringspotensialet, se Figur 7.8.

Det vises til at en av de største utfordringene er føringsveier for tekniske installasjoner som elektriske anlegg, sanitærinstallasjoner, ventilasjon og varme og brann/sprinkling. Føringsveiene må bygges inn i elementene uten å skape kuldebroer eller monteringsproblemer. Det vises til bruk av rør i rør systemer og plattformkonsept som konsentrerer tekniske installasjoner i en kjerne som kan prefabrikeres og monteres på byggeplass. Man antar at det med økte miljøkrav vil bli behov for mer teknisk utstyr for vannbåren varme, varmegjenvinning, og varmpumper.

Når det gjelder tre som materiale, påpekes utfordringer knyttet til at tre er et mindre stabilt materiale med hensyn til fukt, noe som kan gi problemer ved montering. På den andre siden vurderes ferdighusprodusenter som produserer trehus som mer robuste markedsmessig. Tre er et lett materiale, og det reduserer transportkostnadene.

Bedriften bør være bevisst hva som skal produseres i egen regi, og hva som skal leveres fra underleverandører. Logistikk og effektive produksjonslinjer internt og eksternt i form av en ”motorvei” med høyt automatiseringsnivå ses som en viktig forutsetning for automasjon. Eksempler på det som beskrives som ”oppstrøms aktiviteter”, der det er mange like komponenter, nevnes kapping av materialer, utlegg av materialer for golv, vegg og takkonstruksjoner, ”framint”, og isolering. Her foreslås innblåsing av isolasjon i stedet for plater. Beising/maling av utvendige paneler kan automatiseres.

Byggebransjen i Norge, lokalt forankret eller fri flyt?

Orderud (2006) analyserer norsk boligbyggeindustri i lys av ulike teoretiske modeller om ”embeddednes”² versus ”disembedding”. Spørsmålet dreier seg om hvilken rolle tid og sted spiller for å forstå boligbyggingen? I hvilken grad er boligbygging lokalt forankret, i hvilken grad er boligbygging løst fra lokale bånd, der prosjektering og produksjon foregår andre steder? Innen geografien snakket man en periode om ”the end of geography”, altså at stedet har mistet sin betydning i globaliseringens tidsalder. Senere ble det en fornyet interesse for å forstå utviklingen innen industrien ut fra teorier om ”embeddedness”. Orderud viser til at Scott og Storper lenge har argumentert for territoriell ”embeddedness” for å forstå regional økonomi:

Regional economies are synergy-laden systems of physical and relational assets, and intensifying globalization is making this situation more, not less the case (Scott og Storper 2003, her gjengitt fra Orderud 2006:287).

Amin og Thrift har angrepet teorien om ”embeddednes” og argumentert for at

..the (city) economy is characterized by distanciation and circulation in a flexible and varying spatial actor-network system, but still acknowledging a role for space in the architecture of society (Orderud 2007:385).

Even when economic activity seems to be spatially clustered, a close examination will reveal that the clusters rely on a multiplicity of sites, institutions and connections, which do not just stretch beyond these clusters, but actually constitute them (Amin and Thrift 2002, her gjengitt fra Orderud 2006:387).

² Begrepet ”embeddedness” er ikke nærmere forklart, men stammer opprinnelig fra Polyani og ble også brukt av den amerikanske sosiologen Mark Granovetter om økonomisk sosiologi og forståelsen av at økonomiske relasjoner mellom mennesker eller foretak er ”embedded” i sosial nettverk og ikke kan forstås uavhengig av disse (www.wikipedia.no)

Amin og Thrift argumenterer for en utvikling preget av ”distanciation and circulation”.

Castells har i sine modeller argumentert for ”an emerging space of flows”, blant annet som resultat av nettverksamfunnet og fri flyt av informasjon.

Orderud søker å analysere norsk boligbyggeindustri i lys av disse ulike teoriene. Han har intervjuet aktørene i byggebransjen i de fire storbyene Oslo, Trondheim, Bergen og Stavanger/Sandnes. Intervjuene omfatter i alt 66 aktører som representerer eiendomsutviklere (som kan være selvstendige firma, boligkooperasjon, entreprenører som driver eiendomsutvikling i egen regi og investeringsselskap), entreprenører, arkitekter, eiendomsmeglere, banker, kommunale myndigheter og eiendomsforvaltere.

Orderud konkluderer med at det kan se ut som boligbyggeindustrien ikke umiddelbart passer inn i noen av de teoretiske modellene. Det viser seg at det har blitt flere og mer profesjonelle aktører i norsk boligbygging. Boligbygging er likevel sterkt lokalt forankret. Planleggingen gjøres av lokale arkitekter, eiendomsutviklerne opererer hovedsakelig lokalt, markedsføring og utbygging gjennomføres av lokale firma, evt. nasjonale/ internasjonale firma med lokale avdelinger. Men en ikke ubetydelig andel av byggematerialer hentes fra andre steder og det hentes en økende andel av arbeidskraften fra andre land, spesielt Polen. Teorier om ”embeddedness” underbygges av behovet for kunnskap om det lokale marked, kunnskap og kontakt med lokale myndigheter, behov for møter ansikt til ansikt og behov for bekjentskaper. Samtidig er sektoren karakterisert av økende sirkulasjon av mennesker og informasjon, ikke minst på grunn av utviklingen innen IKT. Utviklingen av kommunikasjonsverktøy vil på sikt kunne bidra til økt ”distanciation” i alle faser av produksjonsprosessen fra design, til planlegging, marketing, finansiering og bygging.

5.3 Industrialiseringen internasjonalt – hva er status?

Vi skal her kort presentere litteratur som tar opp industrialiseringen internasjonalt. Det kan diskuteres i hvilken grad det er mulig å skille mellom grad av industrialisering i ulike land fordi det trolig kan finnes bedrifter med både høy og liten grad av industrialisering i de fleste land. Likevel ser det ut til å være et tema i litteraturen. For eksempel er det mange litteraturbidrag som viser til Japan som et foregangsland, se bl.a. Apleberger et al. (2007).

Internasjonaliseringen innen byggebransjen i Europa

Orderud drøfter, som vi har sett ovenfor, i hvilken grad byggebransjen i Norge er lokalt forankret og i hvilken grad boligbyggingen er løst fra lokale bånd der produksjonen foregår andre steder. Johansson (2003) drøfter ”Europeanisation” av byggebransjen i Europa, og at det skjer en fortløpende integrering:

The ongoing harmonisation of technical regulations, standards and guidelines for quality will affect the whole construction sector in the European Union, but the Europeanisation process is continuous (Ibid:16).

Hun viser til at internasjonaliseringen innen Europa først vil berøre de største firmaene og først og fremst vil komme i produksjon av materialer og produkter. Hun viser til at konkurransen internasjonalt hindres av nasjonale standarder og regler. Transnasjonale foretak opererer derfor ofte via lokale foretak. Hun mener likevel at de fleste entreprenørene i Europa, de små og mellomstore, opererer nasjonalt. Europeiseringen har først og fremst skjedd i store byggeprosjekter som byggingen av Øresundsbroen og lignende.

Hva er status når det gjelder industrialiseringen internasjonalt?

Woudhuysen og Abley (2004) har beskrevet byggebransjen som ”An industry that barely deserves the term” (ibid:1). Tittelen på boka: ”Why is construction so backward” indikerer den kritiske holdningen. Woudhuysen er professor i ”forecasting and innovation” ved de Montfort universitetet og direktør ved Audacity Ltd.

Forfatterne påpeker at byggebransjen er mer lokal enn global, og at bransjen krever relativt sett lite investeringer sammenlignet med andre:

No other industry in the world gets by with so little capital investment as construction (ibid:13).

Samtidig er det byggebransjen som understøtter og legger grunnlaget for vår velferd. Uten egnede bygninger og anlegg ville vår velferd være truet:

The products of construction make the rest of contemporary life possible. Alternatively, the products of construction can frustrate us; despite its relevance to the wealth of the world, construction remains a retrograde affair (ibid 13).

Woudhuysen viser til en oversikt fra "the 2003 Global 500, Fortune, financial statements and annual reports on company websites", som er en oversikt over foretak på verdens børser for å vise at byggebransjen er liten i internasjonal målestokk sammenlignet med andre bransjer, og at bransjen er lite industrialisert. Byggeforetakene havner langt nede på listen over de 500. Listen gir også en oversikt over foretakenes andel av inntektene fra virksomhet internasjonalt. Seks av de ti største entreprenørfirma er fra Japan. Japanske foretak innen byggebransjen har, i følge Woudhuysen, i flere årtier blitt støttet av "national programmes of public works" (ibid:12). To av de fire andre største er fra Frankrike, ett fra Sverige. Deres globalisering blir forklart med at de har små hjemmemarkeder. "Skanska blir av Woudhuysen (2004:12) rangert som nr 4 på en liste over de ti mest "publicly quoted engineering and construction companies in the world" i 2003.

Som forklaringer på hvorfor industrialiseringen ikke har kommet lenger i UK viser han blant annet til et foreldet planleggingssystem som virker som en hemske, romantisering av landsbygda, lav produktivitet, holdninger i fagforeningene som bremser industrialisering og at det er motstand mot innvandret arbeidskraft. Han mener imidlertid at problemet gjelder generelt for bransjen (ibid:297).

Sammenligninger av grad av industrialisering i ulike foretak internasjonalt

Kittang og Giæver (2008) oppsummerer status med hensyn til grad av industrialisering i Tyskland, Nederland og Finland. Erfaringene fra Finland viser håndverksmessig tildanning av modulenheter produsert under tak (omtrent tilsvarende datidens produksjon på Moelven Brug, men med noe større modulenheter (seksjoner)). Dette forklares til dels av at det brukes tradisjonelle byggetekniske løsninger. Erfaringene fra Nederland og Tyskland er mer interessante. Produksjonen i Nederland har høyt automasjonsnivå, modul- og systemtenkning er gjennomført og underleverandører involvert. IT-systemer er godt tilpasset konstruksjon, innkjøp, produksjonsstyring m.m. Tema som ble diskutert i forbindelse med befaringsene var:

- Forholdet fabrikk – byggeplass
- Automatiseringsgrad og produksjonsvolum
- Underleverandørens rolle

Halman et al (2008) er kritisk til at boligbyggingen i liten grad er industrialisert også i Nederland. Kittang og Giæver (2007) påpeker imidlertid at produksjonen i Nederland har kommet lengre enn for eksempel Finland og Norge. Woudhuysen og Abley (2004) er kritisk til status i England, mens Apleberger et al. (2007) hevder at både Tyskland og England ligger langt fremme i utviklingen. De store forskjellene i ekspertvurderingene viser hvor vanskelig det kan være å sammenligne grad av industrialisering mellom land.

Halman påpeker at lav grad av industrialisering i boligbyggingen henger sammen med at boligbygging er prosjektbasert og ”custom business” i motsetning til annen industri som har masseproduksjon som basis.

I stedet for sammenligninger mellom land kan sammenligninger av foretak synes mer matnyttig. Andreasson og Lessing (2005) har foretatt konkrete sammenligninger av grad av industrialisering i 12 ulike foretak i ulike land. Bedømmingen av grad av industrialisering er gjort ut fra følgende seks forhold (her gjengitt fra Apleberger et al. (2007):

1. Styring og kontroll over hele byggeprosessen

2. Utviklet byggsystem (teknisk plattform)''
3. Komponenter utviklet industrielt
4. Langsiktige relasjoner til nøkkelaktører
5. Systematisk erfaringstilbakeføring
6. Virksomhetsanpasset IT støtte

De ulike delområdene er vurdert på en skala fra 0 til 4 slik som beskrevet tidligere.

Figur 5.3 *Sammenligning av industrialisering i 12 foretak internasjonalt*

	<i>Styrning och kontroll</i>	<i>Utvecklat byggsystem</i>	<i>Förtillverkning av komponenter</i>	<i>Samverkan med nyckelaktörer</i>	<i>Erfarenhets-återføring</i>	<i>Verksamhetsanpassat IT-stöd</i>
Scandibyg (Danmark)						
Bedre Billigere Boliger (Danmark)						
WYBUNIT (Beligen)						
Corus Living Solutions (Storbritannien)						
Framing Solutions (Storbritannien)						
ELK Haus (Tyskland)						
Schwörer Bausysteme (Tyskland)						
Bau-How Immobilien (Tyskland)						
VST Verbund-schalungstechnik (Österrrike)						
All Span Building Systems (Kanada)						
Mitsui Home (Japan)						
Sekisui Chemical Co (Japan)						

En sammenstilling viser at Sekisui Chemical har oppfylt alle de seks punktene, se figur (Andreasson og Lessing, her gjengitt fra Apleberger et al 2007: 39)³. Denne sammenligningen viser at man kan finne bedrifter i Japan som har kommet langt i industrialisering målt ut fra disse kriteriene, men at man også kan finne bedrifter som ikke har oppfylt disse kriteriene i særlig grad, som for eksempel Mitsui Home. Det er dessverre ikke angitt hvilke av disse foretakene som hovedsakelig har basert seg på bruk av tre i sin produksjon.

Sekisui Heim, som er en del av Sekisui Chemical, er nærmere beskrevet i kapittel 9.

Grad av industrialisering i svenske foretak

Apleberger et al (2007) påpeker i en statusrapport for industrialiseringen av byggebransjen i Sverige at bransjen ofte beskrives som konservativ, men modifierer denne vurderingen av situasjonen og mener at kritikken ikke stemmer helt. Rapporten beskriver status for industrialiseringen i foretak på det svenske markedet. Forfatterne sammenligner denne analysen av forholdene i Sverige med en analyse av industrialiseringen internasjonalt og konkluderer med at: "...svensk byggsektor ligger langt fram och hävder sig väl i utvecklingen av det industrialiserade byggandet" (ibid:68). De peker på at det nå pågår en "kraftfull utveckling i byggsektoren mot en mer industrialiserat byggprocess" (ibid:65). De påpeker at det er behov for økt fokus på kunder og miljø, og at modeller for håndtering av brukerkrav ikke er godt nok utviklet. De viser til at det tidligere millionprogrammet for boligbygging hadde fokus på industrialisering. I dag er det ikke produktene som skal standardiseres, men hvordan de fremstilles. De ser potensialet for økt industrialisering som størst innen boligbyggingen og i mindre grad innen nærings/kontorbygg. Bruk av IKT og økt samarbeid mellom aktørene er en forutsetning. De peker også på at økt satsing vil kreve store investeringer, og at dette derfor er aktuelt først og fremst for større foretak. Det igjen krever tilgang til større markeder. Her kan nasjonale normer og regler være et hinder.

Om fremtidige utviklingspotensial vises de til at det offentlige må støtte opp om en offensiv satsing, siden det offentlige står for

³ Det har ikke vært mulig å låne den rapporten som det refereres til her

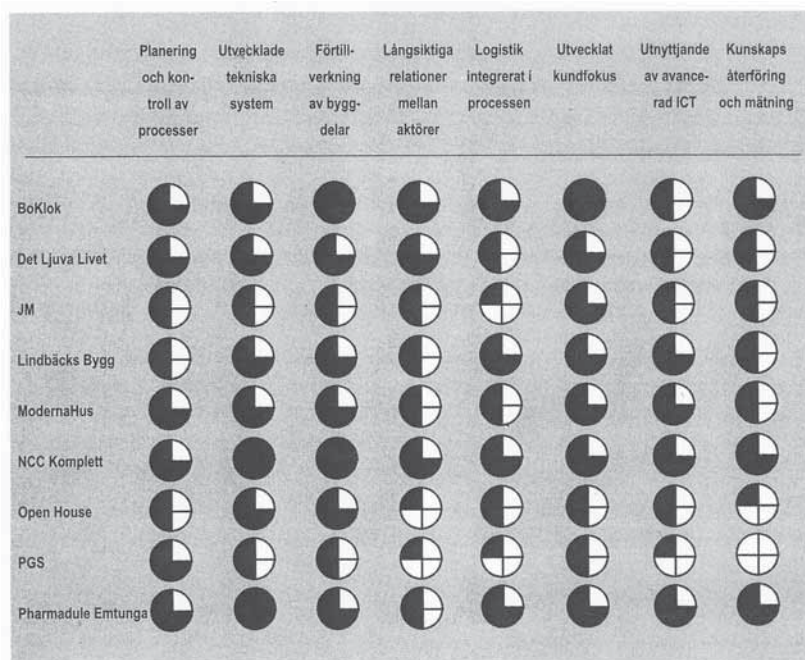
bestilling av ca 40 % av bygningsmassen i året. Normer og regler må tilpasses slik at de ikke er til hinder for økt industrialisering.

Lessing et al (2005) har, som ledd i utviklingen av indikatorer for grad av industrialisering, gjennomført analyser av to ledende foretak innen boligbygging i Sverige: Ett eldre og godt etablert foretak basert på trekonstruksjon, ett nyere firma etablert i 2003 basert på stålrammekonstruksjon. Resultatene er vist i form av en figur som på en oversiktlig måte viser på hvilke områder foretakene har satset og hvor høy score de oppnår. Figur 8.1 viser en tilsvarende vurdering av Moelven, se kapittel 8.

Forskerne peker på at det er en gjensidig avhengighet mellom de ulike områdene, og at et foretak vanskelig kan lykkes i sin industrialisering dersom man scorer lavt på noen områder. Alle områder må til en viss grad være utviklet. Det er for eksempel en nær sammenheng mellom planlegging, kontroll og ledelse/styring. Det er likevel behov for å gå nærmere inn i hvordan disse ulike områder for industrialisering griper inn i hverandre.

Apleberger et al. (2007) har gjennomført mer detaljerte analyser av graden av industrialisering i ti ulike foretak på det svenske markedet, basert på de tidligere omtalte åtte kriteriene utviklet av Lessing. Flere av disse opererer også i det norske markedet. Det gjelder BoKlok (Skanska og IKEA), Open House, NCC komplett og Skanskas Moderna hus. Av disse er BoKlok i hovedsak basert på produksjon av hus i tre der blant annet Moelven ByggModul har vært leverandør. Open House og NCC komplett er i mellomtiden lagt ned. Erfaringene fra BoKlok vil bli beskrevet i kapittel 9. Erfaringene fra NCC komplett blir nærmere beskrevet i kapittel 8.

Figur 5.4 *Vurdering av industrialisering i ni svenske foretak ut fra åtte kriterier (Apleberger et al. 2007)*



Sammenstillingen viser at Skanska/IKEAs konsept BoKlok, som også er bygget i Norge, scorer bra på ”förtilverkning av byggdelar” og kundefokus. Forfatterne konkluderer med at BoKlok har valgt et svært standardisert og vel definert produkt som tilbys en veldefinert kundegruppe. NCC komplett og BoKlok vurderes som de mest industrialiserte konseptene. Vi vil i kapittel 9 presentere BoKlok nærmere som et eksempel på god praksis.

Industrialisering av boligbyggingen i Japan

Flere undersøkelser der en har studert grad av industrialisering i ulike land peker mot Japan som foregangsland, se Hall (2008), Barlow og Ozaki (2005), Boverket (2008), Brock og Brown (2007). Mange har vært på studieturer til Japan for å la seg inspirere. Sammenligningen ovenfor tydeliggjør hvordan de ulike kriteriene for industrialisering er gjennomført i det japanske foretaket Sekisui Heim. Sekisui vil bli nærmere beskrevet i kapittel 9.

I vurderinger av industrialiseringen av boligbyggingen vises det ofte til erfaringer fra bilindustrien, slik vi har påpekt i utviklingen av Lean tankegangen. Samtidig produserer japanske boligprodusenter for et stort marked, og det i seg selv kan være en viktig forklaring på høy grad av industrialisering i Japan.

Boverket (2007) beskriver Japan som Leanfilosofiens hjemland, der byggeindustrien har kunden i fokus og med synlige prosesser, systematisk kontroll og aktivt forbedringsarbeid.

Brock og Brown (2000) sammenligner det japanske foretaket Hokkaido med industrialiseringen i USA og Canada, og hevder at den japanske suksessen i hovedsak kan forklares med kulturelle særtrekk. Dette vil vi komme tilbake til i kapittel 7.7.

Barlow og Ozaki (2005) drøfter spørsmål om "embeddedness" eller "path dependency" for å forstå grad av industrialisering i Japansk boligbygging. De viser til de mulighetene som ligger i "coexistence and coevolution of large industrial firms and small local traditional builders" (ibid:17). Mulighetene som ligger i små foretak og deres lokale forankring ses som en stor fordel for konkurransen mellom industrialiserte nasjonale og lokale boligbyggere. Dette kan forstås dit hen at lokal forankring koblet mot større og mer industrialiserte foretak kan være en viktig allianse. Som vi skal komme tilbake til i neste avsnitt er det flere som påpeker viktigheten av "ansikt til ansikt" relasjoner, og at det forutsetter en lokal tilknytning.

Forholdet mellom nasjonale og lokale boligbyggere i Japan

Patchell (2002) drøfter forholdet mellom store nasjonale boligbyggere og lokalt forankrede foretak i Japan, og påpeker at disse har vært nødt til å møte hverandre for best mulig å dra nytte av hverandres styrke og svakheter. Lokale foretak har en blant annet sin styrke i at de er mer fleksible og tilpasningsdyktige til lokale forhold som klima, tomt og terreng, og at de er nærmere kunden. De store nasjonale boligbyggerne har en styrke blant annet ved at de kan investere mer i innovasjon og utvikling av nye løsninger innen design og materialbruk, noe som vurderes som attraktive av kundene. De nasjonale foretakene har også i perioder blitt støttet aktivt av offentlige tiltak for å stimulere boligbyggingen både kvalitativt og kvantitativt. Lokale foretak produserer fortsatt vel 50 prosent av boligbyggingen i Japan. De store nasjonale

boligbyggerne har, ifølge Patchell, en andel på ca. 23 prosent, mens regionale foretak har en andel på ca. 20 prosent. Patchell beskriver japansk boligbygging som like ”pathdependent” og ”embedded” som amerikansk boligbygging.

National builders are forced to modify their differentiation strategies in order to compete with the flexibilities of local contractors. In turn, local contractors must respond to production and service innovations introduced by national builders (ibid:184).

Patchell analyserer hvordan nasjonale og lokale foretak har påvirket og utviklet sine strategier ved hjelp av en modell, og konkluderer blant annet med at:

Coevolution has resulted in a competitive interdependence in which a great diversity of interaction systems can coexist, each capable of offering their version of localized design (ibid:299).

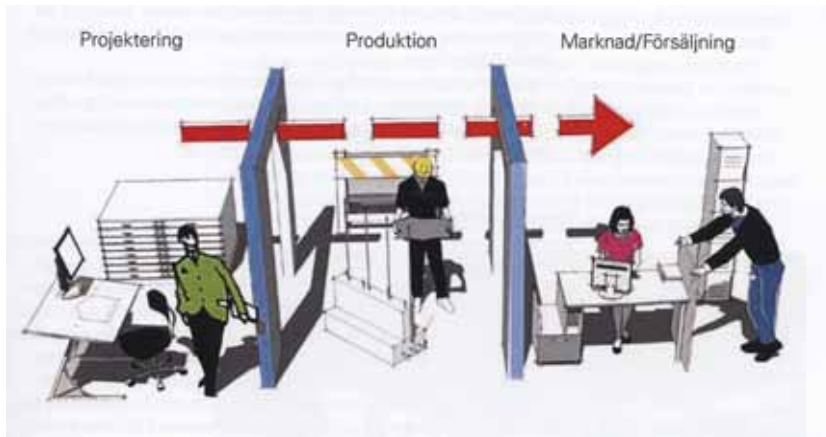
Patchell påpeker at en viktig drivkraft i denne tilnærmingen mellom foretakenes strategier henger sammen med behovet for bedre kundetilpasning. BoKlok, et boligkonsept utviklet av Skanska og IKEA, begge store internasjonale foretak, som har inngått avtaler med lokale foretak om produksjon, blant annet Moelven, kan ses som et eksempel på et slikt samarbeid som Patchell beskriver. Det vil bli beskrevet i kap. 9.2.

5.4 Produksjonsprosessen – hva karakteriserer samhandlingen mellom aktørene?

Supply Chain Management og ulike konsept for organisering av samarbeidet mellom aktørene krever forståelse for og avklaringer av de ulike aktørenes roller og ansvar. Det innebærer i tillegg større fokus på organisering av prosessen og dialog mellom aktørene. Flere har påpekt at dataverktøyet er viktig, men at ansikt til ansikt relasjoner fortsatt er avgjørende for god kommunikasjon.

Lessing (2008) beskriver en prosessorientert organisasjon i form av en illustrasjon som viser behovet for åpne dører mellom aktørene.

Figur 5.5 *En prosessorganisert organisasjon.*



Hall (2008) beskriver det japanske foretaket Sekisui som et eksempel på et foretak med ”Corporate social responsibility”, å møte alles forventninger. For Sekisui omfatter dette også å balansere hensyn til miljø og lokale myndigheters forventninger og krav. Dette vil bli nærmere beskrevet i kapittel 9.

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

1. Arkitekter
2. Construction firms⁴ (Entreprenører)
3. Leverandører
4. Kommunale myndigheter
5. Ekspertter

I en egen tabell er redegjort for aktørenes syn på egen og andres roller og ansvar.

Entreprenørene ønsker å være den sentrale aktøren og koordinatoren. De erkjenner behovet for å være mer proaktive og

⁴ Forfatterne bruker begrepet ”construction firms”. Det kan se ut som dette begrepet brukes synonymt med utbygger. I Norge er mange entreprenører også utbyggere, som for eksempel Selvaag bygg, Veidekke mfl. Andre entreprenører har ikke egen utbyggingsavdeling, som for eksempel Moelven ByggModul.

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 leverandørens rolle. De kommunale myndighetene ser seg selv som idéskaper og kontrollør, men ser ikke noe behov for større endringer i egen rolle. Alle andre aktører derimot argumenterer for en forenkling av offentlig regulering både fra kommunens og statens side. 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.

Diskusjonspunktene dreier seg om det offentliges rolle og aktørene nærer dessuten en viss bekymring omkring tomtepolitikken. Alle er enige om at plattformbasert utbygging er sentralt, og at bruk av IKT som virtuelt verktøy for kommunikasjon og samarbeid er viktig. De viktigste forutsetningene for utvikling av en plattformbasert utbygging blir sett som 1) mindre restriktiv offentlig regulering og en mer ”relaxed” tomtepolitikk, 2) kunnskap om balansen mellom kundenes verdsetting av valgmuligheter versus kostnadene for dette, 3) tettere samarbeid mellom arkitekter, leverandører og entreprenører og 4) koblinger mellom produkt og ”supply chain” for vurderinger av hvilke produkter som skal utvikles og hvordan de skal leveres.

Forholdet til underleverandørene

Flere forfattere påpeker at leverandørene vil bli nærmere knyttet til foretaket, se Atkin og Gravett (2002), Apleberger et al. (2007), Kittang og Giæver (2008). Nærmere samarbeid med leverandørene kan dreie seg om muligheter for innflytelse, tidlig involvering osv, men også om ansvar og fordeling av risiko, hva slags avtaler som kan være aktuelle, vurderinger av hva som skal være kjernen i egen bedrift, og hva som skal legges ut til underleverandører.

Atkin og Gravett (2002) påpeker at leverandørene må integreres i hele prosessen. De viser til NCC som eksempel på et foretak som har utviklet partnerskap og færre underleverandører.

Også Apleberger et al. (2007) ser leverandørene nærmest som en partner i en verdikjede. Kittang og Giæver (2008) påpeker at økt industrialisering vil sette strengere krav til leveransesikkerhet, og at det trolig vil innebære et fastere leverandørnett med mer langsiktige rammeavtaler. En problemstilling vil være om leverandøren i større grad skal ta ansvar for lagerhold og sørge for en god logistikk ved leveransene. De påpeker at leverandørene er mer integrert i foretakene i Nederland enn i Norge, og at det er færre underleverandører. De understreker også viktigheten av å være bevisst hva som skal være egen kjerneaktivitet, og hva som bør eller kan legges ut til underleverandører. Underleverandørene må trekkes inn tidlig ved planlegging av ny og større fabrikk på Vestlandet, samtidig som nye underleverandører må vurderes for å sikre leveransesikkerhet.

Forholdet mellom arkitekter og produsenter

Flere forskere påpeker at forholdet mellom de prosjekterende og produsenten er avgjørende for å oppnå et godt resultat. Et sentralt spørsmål er om en skal ansette arkitekter i foretaket eller bruke eksterne firma. Diskusjonen dreier seg også om arkitektenes tradisjonelle individualisme versus ønsket om standardisering i en industrialisert produksjon. For eksempel gjengir Berg (2008) en samtale mellom Børre Skodvin, leder i NAL (Norske arkitekters Landsforbund) og Svein Prytz, utviklingsdirektør i Byggholt. De er enige om at arkitektene har vært lite interessert i å delta i langsiktige oppgaver som ikke er av ”formgivende interesse” i perioder med høykonjunktur (ibid:74). Skodvin påpeker at ”arkitekter er både av legning og utdanning individualister” (ibid: 77). Forutsetningen for at arkitekter skal delta er at man må slippe til på en ”skikkelig måte, det vil si tidlig og med reell deltakelse”. Prytz på sin side påpeker at ”arkitektene må også være villige til å stille og akseptere de markedsmessige forutsetningene som gjelder...” (ibid:78).

Apleberger et al. (2007) påpeker at arkitektene mangler kompetanse med hensyn til industrialiseringsprosesser, og at det mangler måter å knytte sammen god design og industrielt byggeri.

Engström et al. (2007) og Engström (2008) drøfter mulighetene industrialiseringen gir for arkitektenes medvirkning i å utvikle bedre og billigere boliger. Det vises til at det er behov for å utforske møtet mellom industrielle metoder og den arkitektoniske

designprosessen. Arkitektene tar i sin tilnærming utgangspunkt i stedet og en erfaringsbasert kunnskap om arkitektonisk kvalitet, lys, rom, funksjon osv. Denne kunnskapen kan være vanskelig å kommunisere inn i en industriell prosess, der valg tas tidlig. Arkitektene opererer i tillegg med en kompleks kundekrets bestående av både offentlige myndigheter, allmennheten, byggherren som ofte ikke er verken førstegangsbrukeren eller fremtidige brukere. Vi vil i kap 7 drøfte mulighetene for produktutvikling i en industrialisert produksjonsprosess.

Greger (2007) beskriver at hun er redd for at modulsystemet skal frata arkitekten mulighetene for en kreativ designprosess:

Som arkitekt kan man känna ett motstånd mot detta, en rädsla att byggsystemet tar över skissprocessen och just i fallet med volymelement kan det också lätt hända... (ibid:60)

Olsson (2000) beskriver hvordan det nære samarbeidet i prosjektgruppen mellom prosjektlederen i Skanska, arkitekten og en representant fra IKEA var viktig i utviklingen av BoKlok konseptet. Prosjektgruppen besto av tre kvinner som fikk relativt frie rammer for utviklingen av konseptet, der arkitekten tidlig la inn føringer for boligkvaliteter hun anså for viktige.

Haug (1997) beskriver det nære tillitsforholdet mellom arkitekten og produsenten som en viktig årsak til suksessen til Ålhytta. Arkitekten opererer som frittstående konsulent. Bedriftslederen har, ifølge Haug, vist stor tillit til arkitekten og forståelse for arkitektens betydning i kundebehandling og prosjektutvikling. Både BoKlok og Ålhytta er nærmere beskrevet i kapittel 9.

Også Brock og Brown (2000) beskriver hvordan et nært samarbeid mellom arkitekten og bedriften er en nødvendig forutsetning for kundetilpasning i Japan. Her er arkitektene en del av teamet og er vanligvis ansatt på bedriften. Arkitektene kommuniserer med kunden om utviklingen av prosjektet. Også representanter fra Boverket hevder, etter en studietur til Japan, at arkitektene der oftere er ansatt i bedriften.

Larsen (2009) ser bruk av BIM som en mulighet til at arkitektene kan sitte i førersetet når det gjelder utviklingen av ny arkitektur.

Troedson og Åhman (2007) drøfter arkitektens betydning for industrialiseringen i Japan. De påpeker at arkitekten nesten alltid er ansatt i et byggefirma, at de har mer teknisk utdanning enn i Sverige, og at arkitekten inngår i et team sammen med de andre ansatte i bedriften. Teamarbeid er grunnleggende i japansk arbeidslivskultur. De drøfter også utfordringen knyttet til det unike individuelle hus versus det industrialiserte typehus, og mener at man har løst dette ved å tilby et modulsystem som kan kombineres på mange måter slik at kunden får ”precis det kunden vil ha”.

Halman et al. (2008) drøfter de ulike aktørenes forventninger og roller. Arkitektens rolle i Nederland ses som relativt autonom, og alle aktørene ser på arkitekten som den som har hovedansvaret for design og estetisk utforming av bygg. De andre aktørene ønsker imidlertid at arkitekten utviser en noe mindre ”autocratic mentality”, og etterlyser en mer ”open-minded attitude” versus kunder og andre leverandører (ibid:791). Både kommunen og leverandørene mener at kundekontakten best ivaretas av arkitekten, og leverandører og entreprenører mener at arkitekten kan ha en viss koordinerende rolle.

Chazar (2006) påpeker at dataverktøy som CAD/CAM er et redskap for å utvikle ny arkitektur, men at bedre samarbeid og kommunikasjon er en nødvendig forutsetning for å lykkes. Bedre samarbeid mellom arkitekter, ingeniører og entreprenører bør introduseres allerede i utdanningen av arkitekter. Tittelen på boka: ”Blurring the Lines” antyder det felles ansvar som hviler på aktørene.

Vi kan oppsummere med at *god kommunikasjon* mellom arkitekt og produsent vurderes som viktig. Flere påpeker dessuten viktigheten av at arkitekten er ansatt av produsenten, mens andre viser til at god kommunikasjon ikke nødvendigvis er avhengig av et ansettelsesforhold. BIM ses som en mulighet for bedre kommunikasjon.

5.5 ”Mass Customisation” – hvordan er forholdet mellom bransjen og kundene?

Flere forskere drøfter forholdet mellom standardisering versus det individuelt tilpassede. Det masseproduserte ses ofte som en

motsetning til det individuelt tilpassede, og som en årsak til at standardiserte løsninger betraktes som mindre attraktive, se blant annet Berg (2008), Apleberger et al (2007), Brock og Brown (2000).

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.

Mange forfattere diskuterer kundetilpasning på et generelt nivå. Det er imidlertid forskjell på en ferdighusprodusent som leverer en enebolig til en kunde og produsenter som bygger for 3. person. Ved kjøp av enebolig vil kunden ha stor mulighet til å påvirke planløsning osv. Ved bygging for 3. person vil kundetilpasning bestå i at kjøperen evt. kan velge overflater og utstyr i kjøkken/bad. I slike tilfeller vil avklaringer med hensyn til kundetilpasning føres i form av forhandlinger mellom utbygger, for eksempel et boligbyggelag, på vegne av kjøperne og entreprenøren. Der entreprenøren er utbygger og bygger for eget salg, foretas disse vurderingene internt i foretaket.

”Mass Customisation” er et konsept der formålet er å utvikle individuelt kundetilpassede produkter med samme effektivitet som masseproduserte produkt. Larsen (2009) har oversatt ”Mass Customisation” med ”kundetilpasset storskalaproduksjon”. Betegnelsen beskriver de utfordringene som ligger i motsetningen (enten den er reell eller tilsynelatende) mellom industriell produksjon og individuell kundetilpasning.

Berg (2008) drøfter hvordan ønsker om standardisering kan komme i konflikt med tilpasning til tomt og reguleringsbestemmelser:

Skal det bygges mer industrielt, må løsninger og byggemetoder repeteres. Denne forutsetningen kan komme i motsetning til ønsket om stedlig tilpasning og individuelt preg. Skal vi bygge mer industrielt – rimeligere og bedre, må rammevilkårene for industrialiseringen aksepteres og veie tyngre enn andre hensyn (ibid:13).

Forhold ved tomta som topografi, solforhold og orientering, støy og luftforurensning, eksisterende teknisk infrastruktur og grunnforhold kan begrense hvilke tomter som egner seg for industrialisert bygging, ifølge Berg.

Kristoffersen et al (2007) diskuterer behovet for *”Prosesskompetanse”* som uttrykk for bransjens ønske om å øke fabrikkasjonsgraden i produksjon av hus, hytter og leiligheter. Balansen mellom ønsket om standardisering og fleksibilitet ses som en viktig utfordring.

Apleberger et al (2007:66) påpeker at det ikke er produktene som skal standardiseres, men hvordan disse fremstilles.

Larsen (2009, 2007a og b) er svært optimistisk i sin vurdering av hvilke muligheter ny datateknologi gir for å løse dette dilemmaet mellom standardisering og individuell tilpasning. Han hevder at det er ”akkurat like kostnadseffektivt å produsere tusen ulike, ulike objekter som det er å produsere tusen like” (Larsen 2009:36). Det skyldes bruk av BIM i form av 3D modeller og parametriske modellering, dvs. en digital verdikjede mellom de prosjekterende og produsentene som opererer numerisk styrte (CNC) maskiner. Slike parametriske modeller ble opprinnelig utviklet i bil- og flyindustrien som 3D modeller eller ”levende modeller” for håndtering av kompliserte kurveformer. Modellene gjør at et hvilket som helst element i modellen kan endres, og at hele modellen omformes på grunnlag av disse endringene. Fagfeltet kalles digital produksjon eller ”fil til fabrikk”. En slik optimalisert verdikjede fra prosjekt til produksjon åpner nye muligheter for prefabrikasjon og kundetilpasset produksjon.

Kundetilfredshet

Atkin og Gravett (2002) påpeker at bransjen har behov for bedre kundekontakt og behov for bedre kunnskap om kundenes ønsker og behov. Apleberger et al. (2007) viser for eksempel at BoKlok scorer høyt på god kundetilpasning. Dette vil bli beskrevet i kap. 9.

Barlindhaug og Ruud (2008) har som ledd i Byggekostnadsprogrammet studert kundenes tilfredshet med nybygde boliger. Rapporten konkluderer med at byggenæringen bør fokusere mer på den håndverksmessige utførelsen i nye boliger. Omfanget av feil og mangler er i dag stort. Det bør arbeides med en bedre og mer effektiv kvalitetskontroll, både under byggingen og etter

overlevering. Svært mange beboere rapporterer at de har opplevd endringer i tegninger og utsatt ferdigstillestidspunkt.

Arge et al. (2008) har som ledd i Byggekostnadsprogrammet undersøkt beboernes tilfredshet med kvaliteten i 15 nye boligprosjekter. De kvalitetene beboerne var opptatt av, var god lydisolasjon, god luftkvalitet, lave oppvarmingskostnader og god teknisk standard, gode sol- og dagslysforhold og tiltalende arkitektur. I to av prosjektene, bygget av Bergen og Omegn boligbyggelag, var beboerne særlig godt fornøyd. To prosjekter kom særlig dårlig ut, begge bygget av Norbygg i Tromsø. Ett av disse prosjektene, Strandkanten brygge, er basert på modulbygg levert av Kodomaia. Det er ikke beskrevet nærmere hvorvidt disse manglene evt. har noen sammenheng med produksjonsprosessen. Forskernes vurderinger av industrialiseringsprosessen er beskrevet i kap. 7.2.

Andre eksempler på god kundekontakt og kundetilpasning

Flere forskere viser til at bruk av avansert dataverktøy og 3D modeller er en nødvendig og viktig forutsetning for bedre kommunikasjon med kundene. En undersøkelse av hvordan kunden opplever det å kjøpe en bolig som ikke er bygget viste at det er en stor utfordring for kunden å forestille seg hvordan boligen og boligområdet blir når det er ferdig. Kjøperne av nye boliger etterlyste flere 3D illustrasjoner i form av tegninger eller ”vandringer” gjennom prosjektet på nettet. Undersøkelsen viste også at det finnes et stort forbedringspotensial når det gjelder informasjonen til kunden i boligprospekter og lignende (Schmidt 2008).

Flere peker på hvordan japanske foretak har kunden i fokus i sin produksjon. Hall (2008) viser hvordan bedriften har store kundeplakater for å minne de ansatte på hvem som til enhver tid er mottaker av den boligen som er i produksjon. Brock og Brown (2000) viser til betydningen av visningsbyer i Japan, der kundene kan besiktige boligens kvaliteter før de bestemmer seg. At det er viktig for kundene å kunne vurdere varens kvalitet i virkeligheten før de bestemmer seg, ses også som en viktig årsak til Ålhyttas suksess ifølge Haug (1997). Bedriften tilbyr kunden å prøvebo Ålhytta, og det gjør at kundene ofte oppdager kvaliteter de ikke ellers ville ha sett. Det at bedriften kan tilby attraktive tomter kan også ses som et eksempel på god kundetilpasning.

6 Kompetanseutvikling i næringsen

Mange peker på behovet for økt kompetanse i bransjen i forbindelse med industrialisering, se blant annet Apleberger et al. (2007), Kristoffersen et al. (2007), Ørstavik (2005) Atkin og Gravett (2002).

Apleberger et al (2007) etterlyser en nasjonal satsing på forskning og utvikling i et samvirke mellom staten og næringsen. Det må satses mer på IKT og på flere og bedre utdanningstilbud.

For å styrke kompetanseutviklingen i bransjen har det vært gjennomført flere FoU prosjekter i både Norge og Sverige, der bransjen har samarbeidet med forskningen om kunnskapsutvikling.

Siden det ofte påpekes at det foregår lite innovasjon og utvikling in bransjen, ser vi det som viktig å presentere eksempler på forskningsprogram og fora for samarbeid. Vi har her i hovedsak omtalt eksempler fra Norge og Sverige. Det er begrunnet med at sentrale foretak i Norge opererer på nordisk basis og norske bedrifter deltar i utviklingsarbeid med svenske universitet og høyskoler.

6.1 Innovasjon – muligheter og utfordringer

Spørsmålet om grad av industrialisering henger sammen med satsing på innovasjon og FoU innen bransjen.

Ørstavik (2006) drøfter i et innspill til Byggekostnadsprogrammet dilemmaet mellom å velge det kjente versus å satse på innovasjon og nye løsninger, og hvordan ulike hensyn må veies mot hverandre. Kortsiktige mål kan komme i konflikt med langsiktige

mål. For eksempel kan ekstrakostnader og usikkerhet knyttet til valg av nye løsninger føre til at man velger det kjente. Det kan gjøre utviklingen av nye løsninger, ny teknologi osv. vanskelig.

Ørstavik peker på en rekke utfordringer, blant annet at ressursene i bransjen (både arbeidskraft og kunnskap) utnyttes for dårlig, at byggherrer mangler kompetanse, og at myndighetene fremstår som et ”mangehodet troll”. Han peker også på den skjeve kjønnsbalansen i næringen. I forkant av Byggekostnadsprogrammet pekte Byggforsk på at man besitter en betydelig kunnskapsbase om konstruktive løsninger som i langt større grad burde kunne utnyttes i næringen. Han peker på at etablering av et forskningsfond der bransjen selv bidrar, kan være et ledd i økt satsing på FoU. FoU må skje i et bredere samarbeid mellom bransjen, myndighetene og forskningen.

Er forskning egentlig så viktig?

Ørstavik (2006) drøfter næringens behov for innovasjon og utvikling og følgende påstand:

Innovasjonsinnsatsen i og rundt næringen må økes for å skape grunnlag for en fremtidig sterk næring (ibid:7)

Ørstavik (2009) stiller spørsmålet om forskning egentlig er så viktig for bransjen. Han hevder her at spillet som foregår mellom ulike parter er det sentrale. Det avgjørende er å gjøre seg gjeldende i dette spillet for å få innflytelse på de utførelsene som realiseres.

Siden målet ses som å ”vinne kampene” blir kunnskap om optimale løsninger oftest irrelevant, og forskning fremstår som et esoterisk og fremmed tema i den virkeligheten som møter oss på byggeplassen.

Han mener likevel at forskning og forskningsbasert kunnskap er viktig. Blant annet spiller det en rolle blant leverandører av tjenester og av byggevarer og utstyr. Likevel vurderer han at byggevarereprodusenter bare i noen tilfeller er utsatt for et vesentlig innovasjonspress. Teknisk rådgivning forholder seg i noen tilfeller til forskningsbasert kunnskap, mens kundenes betalingsvillighet synes å være begrenset.

Betingelser for vellykket innovasjon

I en rapport i regi av EU sammenliknes ulike land når det gjelder innovasjon i byggebransjen. Formålet med prosjektet var å identifisere betingelser for vellykket innovasjon i byggesektoren i Europa. Prosjektet ble til som et initiativ fra ECCREDI (European Council for Konstruktion, Research, Development and Innovation) under ledelse av Dr. Brian Atkin, assistert av John Gravett.

Hovedproblemstillingen for prosjektet var: *Hvorfor er det lite innovasjon i byggebransjen, og hva kan stimulere økt satsing?*

Rapporten beskrives som en casestudie der en har valgt ut 17 ulike typer bedrifter som illustrerer gode eksempler på innovasjon innen ulike tema. De foretak som er omtalt er produsenter av byggevarer, designfirma, konsulenter, entreprenører, forskningsinstitutter, et universitet og en kunde. En referansegruppe har fulgt prosjektet og bidratt med informasjon fra egne bedrifter.

Vellykket innovasjon blir definert som tiltak som sikrer at bedriften overlever og utvikles. Resultatene må være synlige:

Innovation is when an act, such as an invention or idea, begins to impact on its environment.

Det fremgår av rapporten at byggebransjen bruker en svært liten del av omsetningen ("Turnover") på forskning og utvikling, knapt én prosent. Elektronikkbransjen til sammenligning bruker seks prosent, og farmasøytisk industri 12 prosent.⁵

Hindringer for en mer innovativ bransje er barrierer i organisasjonen og lite bevissthet om hva som skal til for å utvikle en organisasjon der innovasjon trives. Dessuten er bransjen fragmentert. Kilde:

<http://ec.europa.eu/enterprise/construction/innov/innoexecpr.htm>

⁵ Tallene angir hvor stor andel av omsetningen som brukes på Forskning og Utvikling. Innovasjon omfatter imidlertid mer enn FoU.

6.2 Hvordan arbeide med kompetanseutvikling?

Atkin og Gravett (2002) omtaler NCC som ett av i alt 17 foretak som løftes frem fordi de bevisst har brukt utdanning og erfaringstilbakeføring som ledd i å bygge team. RTD (Research, Tecnology, Development) tas i bruk systematisk for å utvikle nye ferdigheter og nye kundetilbud. Det fremheves også at NCC har utviklet tettere bånd til leverandørene og kuttet antall leverandører, ifølge forskerne.

Samarbeid mellom bransjen og forskningen

Det har i senere år vært gjennomført flere forskningsprogram i et samarbeid mellom bransjen og forskningsmiljøene både i Sverige og Norge. Formålet har vært å øke kompetansenivået og å øke produktiviteten. Det kan se ut som formålene har noe ulik innredning, der fokus i det norske "Byggekostnadsprogrammet" i større grad har vært på kostnadssiden, mens det svenske "Bygg Bra Bostäder Billigare" har hatt et større fokus på kvalitet, arkitektur og produktutvikling.

"Byggekostnadsprogrammet" med undertittel: "Statens og byggeanlegg- og eiendomsnærings program for å redusere byggekostnadene og øke produktiviteten" er et femårig FoU program, 2005-2010, med formål å gi bransjen et kompetanseløft. Undertittelen har fokus på å redusere byggekostnader og øke produktiviteten, mens formuleringen i formålet har fokus på å øke kvaliteten og øke lønnsomheten: Programmets formål er ifølge nettsidene www.byggekostnader.no er "Å øke kvaliteten på det som bygges og samtidig øke lønnsomheten i næringen. Tre satsingsområder er pekt ut:

1. Bedre kundekompetanse
2. Økt produktivitet
3. Bedre ledelse og ansvarliggjøring i alle ledd

Det er initiert ca 40 prosjekter i regi av programmet, og ca 120 virksomheter deltar. Programmet mottar ca.80 millioner i offentlig støtte i løpet av programperioden, og det forventes at bransjen bidrar med minst like mye.

En rekke prosjekt er satt i gang. Det gjelder blant annet prosjektet ”Norwegian wood” og etablering av et nettverk for Lean Construction i Norge (FAFO) og bruk av BIM i praksis (Byggholt), IFC og BuildingSmart i Norge (BNL, Boligprodusentenes Landsforening).

”*Competitive building*” er et femårig forskningsprogram i Sverige. Formålet med programmet var ifølge Atkin et al. (2003) tredelt:

1. Utvikle og fornye forskerutdanningen i byggesektoren
2. Være pådriver for strategisk utviklingsprosjekter i bransjen
3. Utvikle nettverk mellom bransjen og universitetsmiljøene

Målet for arbeidet har vært å bidra til bygninger med bedre inneklima, til bærekraft gjennom bruk av livssyklusperspektiv på bygg, til arkitektonisk kvalitet, til økt produktivitet og industrialisering og endelig til markedstilpassing og økt kundeorientering

Atkin et al. (2003:294) oppsummerer forskningen og viser at det er en overvekt av prosjekter med fokus på prosess, og lite produktorientering. Forskningen balanserer mellom akademisk og praktisk tilnærming.

4B programmet, ”Bygg Bra Bostäder Billigare” i Sverige ble finansiert av SBUF, Boverkets byggkostnadsforum, stiftelsen ARQ og NCC. Programmet, som gikk fra 2005 til 2007, hadde ikke som mål å bygge billigere, men å gi veiledning om hvordan billige boliger kan bli bra. Det forutsatte altså at industrialisering er en billigere måte å bygge på, og man søkte med det som utgangspunkt å diskutere arbeidsmåter for arkitekter og identifisere kundeverdien i industrielt fremstilte boliger (Engström 2008a og b). Det er publisert to diplomarbeider fra Chalmers som del av prosjektet, se Törnros (2007) og Greger (2007). Disse er omtalt i kap. 7.

Eksempler på møtesteder og samarbeidsfora

Det har utviklet seg en rekke ulike fora for samarbeid innad i bransjen og mellom bransjen og universitet og høyskoler. Eksempler på dette er *Fellessatsing TRE*, et samarbeid mellom Innovasjon Norge og Norges forskningsråd. *Trefokus* er et nasjonalt informasjons- og kommunikasjonsselskap som arbeider for hele verdikjeden fra marked til foredling, se www.trefokus.no.

Trefylket ble til etter initiativ fra Tretorget AS i 2003 og omfatter et bransjeprogram for trenæringen i Hedmark. Programmet skal bidra til å ”sikre og utvikle næringens positive miljøprofil og til å gi bransjen og Hedmark en attraktiv og offensiv profil” . Programmet har støttet ulike prosjekter og har fokus på rekruttering til bransjen og økning av antall søkere til VG2 treteknikk i Hedmark. www.trefylket.no.

Apleberger et al. (2007) gir en oversikt over samarbeidsprosjekter med høyskoler og universiteter i Sverige og pågående forskning. De mest sentrale miljøene er Chalmers, KTH, LTH og LTU.

LWE, Lean Wood Engineering, er ifølge Stehn (2008) et kompetansesenter med formål å stimulere til økt forskning og utvikling av industrielt trehusbyggeri. Deltakere er en rekke foretak, blant annet Moelven Byggmodul, Moelven Töreboda, NCC mfl. og tre universitet: Luleå tekniske universitet, Linköpings tekniske högskola og Lunds tekniske högskola. Prosjektet er treårig, fra 2006-2009.

6.3 Hva slags kompetanse er det behov for?

Flere påpeker at det er et særlig behov for kompetanseutvikling innen bruk av dataverktøy. Det forklares med at bruk av IKT er avgjørende for økt industrialisering, se Berg (2008), Apleberger et al. (2007) mfl.

Kompetansebehov i trehusindustrien, Innlandet

Kristoffersen et al (2007) har studert trehusindustrien i Innlandet og påpeker behov for kompetanseutvikling og utdanningstilbud i bransjen. Skognæringen, skogbasert industri og trehusnæringen er viktige næringer i innlandet. Bakgrunnen for analysen er det potensialet som springer ut av naturgrunnlaget og som kan ligge til grunn for produksjonsvekst innen trehusnæringen. Trehusnæringen har liten tiltrekningskraft på ungdom og mister for tiden et stort antall eldre arbeidere (bl.a. fordi eldre arbeidstakere går av med AFP).

Rapporten konkluderer med at tiltak bør settes i gang innen områdene rekruttering og økt prosessindustrialisering av næringen som helhet. Det siste for å øke næringens attraktivitet for unge

arbeidere. Dette vil også svare på nye krav til boliger i form av miljø og brann. I tillegg anbefaler rapporten tiltak for kompetanseoverføring gjennom uformelle nettverk samt at det legges til rette for produktutvikling og fagseminarer (uten at dette beskrives nærmere). Det påpekes også et behov for møteplasser og bedre samarbeid med høgsolen i Gjøvik om utdanningstilbud.

7 Produktutvikling

Vi skal her presentere forskning som har til hensikt å utvikle produktet, dvs. boligen og boligområdene. Målet med økt industrialisering er å få frem bedre og billigere boliger.

Produktutvikling kan også dreie som om nye konsept, for eksempel bruk av tre i nye sammenhenger, det kan dreie seg om å utvikle ny arkitektur, eller nye løsninger innen miljø og lignende. Å bruke tre i utviklingen av ny arkitektur i form av signalbygg kan få betydning for bransjens omdømme og omgivelsenes syn på bransjen som nyskapende. Signalbygg tillegges økende betydning i by- og stedsutviklingen, og bruk av tre i signalbygg så vel som hverdagsbygg kan illustrere bransjen som nyskapende.

7.1 Fokus på kostnader og/eller kvalitet?

Ønsket om økt industrialisering er begrunnet med å bygge bedre boliger billigere. Likevel kan det se ut som utgangspunktet for ønsket om økt industrialisering først og fremst er begrunnet med mål om effektivitet og kostnadsreduksjon, jvf. ”Byggekostnadsprogrammet” og Berg (2005): Industrialisering som mulig vei for reduksjon av byggekostnader”. Atkin og Gravett (2002) konkluderer med at økonomi er direkte koblet til bransjens ønsker om innovasjon og utvikling, med andre ord at økonomien er den viktigste drivkraften.

Josephson (2007) rapporterer fra Boverkets studietur til Japan at det synes som fokus på kostnader er mindre fremtredende i Japansk boligbyggingsindustri:

Om allt annat, det vill säga material, människor och tider, styrs, förventas det att kostnaden ”ser efter sig själv.

Fokus på kvalitet og stadige forbedringer (Kaizen) er tydeligvis et vel så viktig mål for japanske bedrifter som rene kostnadsreduksjoner. Han peker på at dette er et annet utgangspunkt enn i Sverige:

I Japan finns arbetssätt och beteenden kring ”kvalitetssäkring” som vore önskvärda i svensk samhällsbyggnad. Dessa arbetssätt och beteenden grundas i de värderingar som i sin tur är djupt rotade traditioner och kulturer. Eftersom värderingar är svåra att förändra måste vi ta hänsyn til de värderingar som råder i respektive land innan arbetssätt och metoder kan appliceras i svensk byggproduktion.

Vi kan oppsummere med at det kan se ut som man i Norge har et særlig fokus på kostnader, mens man i Japan kanskje i større grad har fokus på kvalitet.

7.2 Bedre og billigere boliger?

Det hevdes at industrialisering er en forutsetning for å utvikle bedre og billigere boliger. Det er imidlertid få litteraturbidrag som konkret har analysert i hvilken grad boligene faktisk er billigere og/eller bedre.

Berg (2008) hevder at Selvaagbygg/Kodomaia har vist at det går an å ”bygge moderne lavprisboliger med god kvalitet, basert på industrialisert produserte moduler og gjentakelser” (ibid:56). Berg viser en prisliste for et antall leiligheter gjengitt fra Bjørnåsen (2005). En leilighet på 22 m² har en pris på 390.000 kroner, en 3roms på 52 m² koster 1 060 000 kroner. Det er ifølge Berg bygget vel 250 slike leiligheter i Osloområdet de siste 3- 4 årene. Man opererer med tre kategorier planløsninger: ”small” er 1- og 2roms boliger på mellom 22 og 29 m², ”medium” er 2- og 3roms på mellom 46 og 52 m² og large er 3- og 4roms på mellom 60-69 m². Figur 7.1 viser eksempel på 4-roms, 3-roms, 2-roms leilighet og hybel. Modulbredden er ca. 3,6m (vår beregning). Det betyr at ettsengs soverom er snaut 1,8m bredde. Det gis ikke noen nærmere forklaringer til hva man mener med god kvalitet og på hvilken måte boligene oppfyller krav til god kvalitet.

Figur 7.1 *Plantegning, Selvaagbygg og Kodumaia. Modulbredde ca. 3,6m. Gjengitt fra Berg (2008)*



Greger (2007) argumenterer for at modulbygg kan gi større og mer generelt anvendelige rom. Eksemplet til Selvaagbygg viser at det ikke nødvendigvis er tilfellet. Plantegningen viser at især soverommene er små, og at boligene er betydelig mindre enn det som tidligere var anbefalt av Husbanken (Husbanken 1985).

Som et delprosjekt i regi av Byggekostnadsprogrammet har Arge et al. (2008) studert 15 nye boligprosjekter bygget i perioden 2001-2007, og konkludert med at industrialisering ikke nødvendigvis bidrar til rimelige boliger:

Erfaringene med industrialisering er så langt delte blant de store aktørene i Skandinavia. Det har vist seg langt mer utfordrende enn forventet for næringen å både skape god kvalitet og få økonomi i slike satsinger. Også arkitektonisk har prosjektene i liten grad appellert til norske kjøpere (ibid:10).

Sammenlikner vi de industrielt fremstilte prosjektene med de prosjektene i studien som er bygget på tradisjonelt vis, er det ikke grunnlag for å hevde at industrialisering gir lavere prosjektkostnader enn andre byggemåter (ibid:10).

Formålet med studien har vært å utvikle kriterier for basiskvaliteter i rimelige boliger, å utvikle et materiale til bruk av byggherre og boligkjøper for vurdering av kvalitet, å finne frem til hvilke faktorer som er mest kritiske for å oppnå god kvalitet i rimelige prosjekter og å utvikle et materiale som kan bidra til å sikre boligkvalitet og lave byggekostnader med vekt på kvaliteter fra et brukerperspektiv (ibid:4).

Fire av de undersøkte prosjektene er bygget av industrielt fremstilte moduler.

1. Strandkanten brygge, Tromsø
2. Ilsvika B4, Trondheim
3. Husbykleiva, Bygg C, Stjørdal
4. Trøbakken, Bygg C, Klæbu

Strandkanten brygge i Tromsø er et modulbyggeri på en sokkel av betong. Modulene er importert fra Kodumaia med bindingsverk i tre. Fasaden er kledd med plater som ble montert på byggeplassen. Ilsvika B4 består av moduler i stål og gipsplater med bæresystem i stål. Modulene ble levert av Heimdalgruppens egen modulfabrikk, som ble nedlagt etter realiseringen av dette prosjektet. Husbykleiva og Trøbakken er selvbærende moduler i tre, kledd med panel.

Forskerne viser til to prosjekter som utmerker seg med høy kvalitet til en rimelig pris. Det er rekkehusene på Søre Bråde og Jåtten Øst, med Stavanger Eiendom som byggherre. Suksessen forklares med følgende forhold:

- En liten og effektiv byggherreorganisasjon
- Dyktige og erfarne prosjekt- og byggeledere
- *En* produkttype (rekkehus)
- Arkitekter som kan skape god arkitektur, men også kan tenke rasjonelle byggemåter
- Et godt innarbeidet og effektivt system for gjennomføring av prosjektene
- Gjennomføringssystemet fravikes ikke
- Boligkjøperen kan kun påvirke innvendige arbeider de selv er pålagt å utføre
- Alltid byggherrestyrte delte entrepriser

Søra Bråde har vært innstilt til Statens Byggeskikkpris to ganger. Det fremgår også at boligene er oppført av Stavanger Eiendom, et kommunalt eid boligutviklingselskap, med ansvar for selvbyggingsprosjekter, og at boligene overtas av kjøperne til selvkost. Selvbyggerprosjekter som selges til selvkost kan ses som

en viktig medvirkende årsak til at boligene er rimelige. Undersøkelsen illustrerer at det finnes flere veier å gå for å oppnå gode og rimelige boliger, og at store industrialiserte produksjonsformer ikke nødvendigvis er eneste farbare vei.

7.3 Produktutvikling – hvordan kan industrialisering bidra til gode boliger?

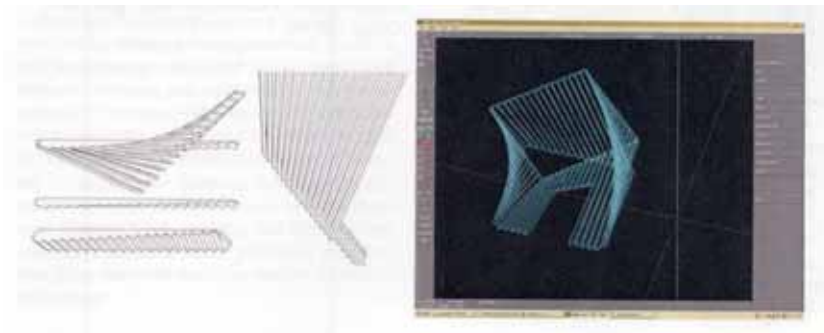
Flere forfattere argumenterer for at produktutviklingen bør omfatte nye konsept, nye boligløsninger og utvikling av ny arkitektur.

Litteraturen presenterer blant annet hvordan en kan utvikle ny og grensesprengende arkitektur som resultat av ny datateknologi (Larsen 2009). Andre drøfter industrialiseringens muligheter for å utvikle gode boliger for eksempel ved å bruke rommoduler (Greger (2007), Törnros (2007) og Herbers 2004). Noen diskuterer også implikasjoner for prosessen og ser et nærmere samarbeid mellom aktørene som en nødvendig forutsetning.

Larsen (2009) ser bruk av BIM som en mulighet til å sette arkitekten i førersetet og utvikle nye og grensesprengende arkitektoniske løsninger. Han mener at det har vært lite debatt om de mulighetene en digital produksjon og kundetilpasset storskalaproduksjon representerer for arkitektonisk utforming.

Som et forsøksprosjekt har 15 studenter ved NTNU utviklet en liten trebygning, beskrevet som et "Camera Obscura" på en sentral plass i Trondheim sentrum.

Figur 7.2 *”Camera Obscura” bygget i Trondheim (gjengitt fra Larsen et al. (2007b))*



Som ledd i prosjektet inngikk man et samarbeid med to produksjonsbedrifter som har datastyrt (CNC) maskiner for bearbeiding av bygningsdeler i tre: Eikås sagbruk AS i Vest-Agder og Trebyggeriet AS i Aust-Agder. Programmet Cadwork for modellering av 3D modeller av trekonstruksjoner ble brukt (Larsen 2009, 2007a og b).

Norwegian wood – eksempler

Norwegian Wood er et samarbeid mellom NAL/Ecobox, Stavanger kommune, Enova, Innovasjon Norge, Husbanken, Byggekostnadsprogrammet, Miljøverndepartementet, Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design og trebransjen. Norwegian Wood har hatt som mål å realisere nybygg med omfattende bruk av tre. Det er også etablert en rekke forsknings- og utviklingsprosjekter regi av Norwegian Wood, blant annet prosjekter med utvikling av elementer med bruk av massivtre og industrialisert produksjonsprosess.

Norwegian wood har hatt som mål å vise nybygg med omfattende bruk av tre. Det dreier seg om ulike typer bygg, både boliger og barnehager. Et større boligområde er Siriskjær i Stavanger med 150 leiligheter, Jåtten Øst, med 73 rekkehus, Egenes Park med 58 boliger og Marilunden med 10 boliger, alle i Stavanger. Formålet har vært å utvikle bygg med miljøvennlige løsninger, lavt energibruk, universell utforming, ny og rasjonell bruk av trekonstruksjoner. Det er ikke beskrevet nærmere på hvilken måte modulbygg og industrialisering evt. har vært et tema her.

Figur 7.3 *Boliger på Siriskjær, Stavanger*



Hvordan skape god arkitektur med industriell boligbygging?

4B programmet i Sverige, "Bygg Bra Bostäder Billigare", har lagt særlig vekt på å utforske designprosessen, og hvordan industrialisering kan lede frem til gode boliger og god arkitektur. 4B programmet argumenterer for det de kaller nyindustrialisering, der Mass Customisation ses som en viktig nøkkel til å frembringe bedre og mer kundetilpasset arkitektur. Engström et al. (2007) hevder at man med nyindustrielle metoder kan bygge bra boliger billigere. De påpeker som nevnt at definisjonen av industriell bygging må inkludere designprosessen.

Engström et al. (2007) oppsummerer, i en samtale om arkitektur, fem punkter som utgangspunkt for å skape god arkitektur med industrielle produksjonsprosesser:

1. Helhetssyn på kunder, brukere og samfunn
2. Utnyttelse av egenskaper ved industriell boligbygging
3. Gjennomtenkte strukturer for åpenhet
4. Økende fleksibilitet
5. Effektiv kunnskapsflyt

Å bygge det kunden ønsker er kjernen i Lean produksjon, men å definere hva kunden ser som verdi kan være vanskelig. Helhetssynet innebærer et bredt kundefokus siden kunden er samfunnet i stort, en byggherre som evt. representerer kjøperen og både dagens brukere og fremtidige brukere. Kundehensyn dreier seg også om at boligen skal kunne tilpasses skiftende brukerbehov og tar hensyn til fremtidig drift og forvaltning. Arkitekten opererer med et kompleks kundebilde som inkluderer hensyn til bolig- og bymiljøet, til miljø og valg av varige løsninger.

Engström hevder at det å utnytte egenskapene ved industriell boligbygging og bruk av rommoduler kan gi større og mer generelt anvendelige rom, slik beskrevet av Greger (2007). Eksemplet fra Selvaagbygg, se Figur 7.1. hadde imidlertid svært små soverom, og viser at modulbygg ikke nødvendigvis fører til generelt anvendelige boliger. Bruk av IKT gir, ifølge Engström et al, også flere muligheter for variasjon og større åpenhet for valg i hele verdikjeden. Økt valgfrihet med hensyn til arkitektonisk utforming er særlig viktig å utforske nærmere. Hvor stor fleksibilitet en kan oppnå, avhenger av hvor standardiseringsarbeidet gjennomføres. Standardiseringen må opprettholde størst mulig grad av arkitektonisk frihet. Forfatterne påpeker at modulbygging gir muligheter for å balansere mellom variasjon og helhet, som regnes som et viktig prinsipp i arkitekturen.

Törnros (2007) diskuterer mulighetene for variasjon i industriell boligbygging, og konkluderer med at industrialiseringen i dag gir større muligheter for variasjon og kundetilpasning enn tidligere. Begrensninger i variasjonsmuligheten defineres i høy grad av deltakerne og deres holdninger. Det er derfor viktig at arkitektene er inkludert i disse diskusjonene. Innkjøpsstrategiene kan legge viktig føringer for valgmulighetene. Modulinndeling i boligbyggingen gir færre muligheter for variasjon sammenlignet med modulinndeling i annen produksjon. I de prosjektene der industrialiseringen er drevet lengst, er variasjonsmulighetene mer begrenset.

Det finnes en del litteratur der arkitekter drøfter de mulighetene for å skape en ny og grensesprengende arkitektur som ligger i industrialisering og ny datateknologi. Utgangspunktet for forfatterne er at den nye datateknologien gir nye muligheter for kommunikasjon og samarbeid gjennom hele prosessen fra design

til produksjon og at dataverktøyet gir muligheter for å utvikle komplekse bygningsstrukturer. Det synes å være fokus på ny arkitektur og i mindre grad på industrialisering i form av modulbygging og standardisering.

Larsen (2009) er som nevnt svært optimistisk på arkitektens vegne og ser teknologien som en anledning til å sette arkitekten i førersetet igjen.

Herbers (2004) bidrag er et innlegg i en diskusjon om prefabrikkert boligbygging, image og livsstil. Formålet med boka er å vise nye eksempler på prefabrikkerte boliger og på den måten endre oppfatningen av slike boliger fra "trailer-trash" til "trailer chic" (ibid. 11). Formålet er altså å rokke ved folks forestillinger om prefabrikkerte boliger som stygge kasser til noe som er smart. Boka presenterer eksempler på mer eller mindre prefabrikkerte boliger tegnet av arkitekter fra USA, Finland, Australia, UK og Østerrike. Det dreier seg stort sett om eneboliger. Forfatteren ønsker å vise at prefabrikkerte boliger kan være godt tilpasset individuelle behov og være svært ulike samtidig som de er rimelige. Forfatteren hevder at boligene har blitt til som et resultat av en grasrot-bevegelse og folks ønsker om å utfordre arkitekter til å utvikle gode og rimelige boliger. Boka inneholder en kort historisk gjennomgang av eksempler på prefabrikkert boligbygging, og presenterer blant annet boligen tegnet av Charles Eames⁶. Konseptet "BoKlok" til Skanska/IKEA er også omtalt, men ikke vist. Når det gjelder fremtiden til prefabrikkert boligbygging presenteres økt bruk av shipping containere som en mulighet. Elementproduksjon og løsninger som inkluderer ferdig innredede moduler med innfellbare senger og lignende er andre muligheter. Avansert bruk av datateknologi ses som en forutsetning, for eksempel at folk kan sende en skisse og få konstruksjonstegninger i retur.

Tittelen på bidraget fra Chazar (2004): "Blurring the Lines" antyder hvordan skillene mellom aktører og profesjoner kan bli visket ut i en mer dynamisk design- og produksjonsprosess. Han

⁶ Han bygget huset sitt utelukkende med bruk av standardprodukter fra byggevareleverandører. Denne boligen ble en viktig inspirasjon for arkitekter også i Norge, se Guttu (2003:218).

viser en rekke eksempler på hvordan bruk av dataverktøy har blitt tatt i bruk for å utvikle ny og grensesprengende arkitektur. Dette er også tema for Kolarevic (2003)

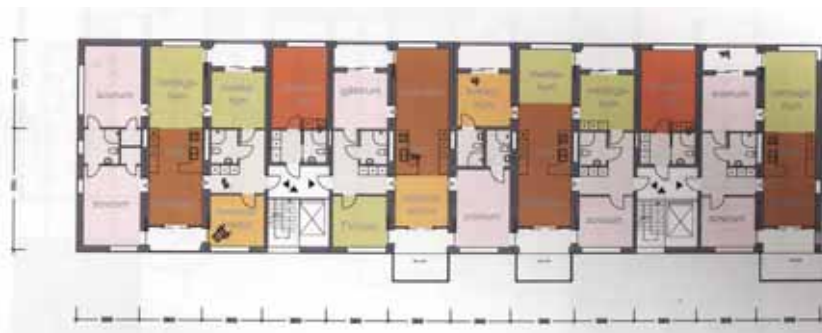
Kieran og Timberlake (2004) har søkt å utvikle et system som skal kunne tas i bruk i industrialisert eneboligbygging. I ”Refabricating architecture” drøfter de mulighetene som ligger i industrialisering og ”Mass Customisation” og viser eksempler på standardisering av bygningskomponenter, rom osv. Som ledd i et forskningsstipend har de gjennomført befaringer til produsenter av biler, fly og båter for å studere produksjonsprosesser i industrien. I Arkitektur N beskrives et pilotprosjekt for industrialisert boligbygging basert på fire elementer: Stillas, kassett, blokk og utstyr. Stillaset er husets konstruktive ramme laget av aluminiumprofiler som vanligvis brukes til fabrikksgolv. Vegger og tak kommer som kassetter laget av kryssfiner og limtre ferdig installert med belysning, varme- og ventilasjonskanaler og føringer for vann, elektrisitet. Kassettenes dimensjoner er bestemt av en standard finerplate. Blokkene består av rommoduler for bad og tekniske rom. For modellering og utprøving av ulike løsninger har en brukt BIM. Arkitektene beskriver prosjektet som et hybridbyggeri mellom plassbygd og fabrikkbygd bolig. De påpeker at det er først når konseptet blir tatt i bruk av entreprenørene i produksjon av boliger at systemet for alvor vil kunne bevise dets levedyktighet (Kieran og Timberlake 2009).

Erfaringer med bruk av rommoduler

Greger (2007) har i sitt diplomarbeid søkt å utvikle nye boligløsninger ved bruk av modulbygg. Hennes utgangspunkt er funksjonsnøytrale rom, dvs. rommoduler som er store nok til å kunne innredes og tas i bruk til ulike funksjoner. Det kan gi beboerne større valgmuligheter i innredningen av boligen.

Engström argumenterer for at nettopp modulbyggingen og bruk av rommoduler gir mulighet for generelt anvendelige rom og dermed større innflytelse fra brukerne på hvordan boligen kan brukes. Greger utviklet et forslag til en boligblokk med bruk av rommoduler.

Figur 7.4 *Plantegning som viser hvordan rommodulene gir en fleksibel boligplan ved at rommene kan tas i bruk til ulike formål.*



Ulike eksisterende byggesystem ble vurdert. Moduler i massivtre har den fordel at de kan stables som legoklosser, men gir flere begrensninger mht åpninger mellom rom. En hybridkonstruksjon med bærende stamme i stål og innlagte volumelement gir flere muligheter for åpninger mellom rom, se Figur 7.5.

Figur 7.5 *Samme planløsning, men ulike byggesystem. Til venstre rommoduler i massivtre. Til høyre hybridkonstruksjon med bærende stamme i stål og "inhängda volymelement" med en ramme av VKR profiler i lettstål. Denne varianten gir flere muligheter for åpninger mellom rommene.*



Ådelqvist og Runberger (2005) har gjennomført en undersøkelse av fem boligprosjekt der en har bygget med rommoduler (på svensk volymelement). Moelven ByggModul er ett av i alt fem case. Undersøkelsen viste at rommodulene representerte utfordringer mht til fasadeløsning og planløsning. Tre av fem prosjekt hadde valgt utvendig fasadepuss. Det antas at årsaken ligger i at man ikke ønsker at prosjektet skal fremstå som modulbygg og assosieres til masseprodusert blokkbebyggelse. Planløsningene hadde svakheter mht til romlighet. Valg av samme standard bad og kjøkken til både små og større leiligheter vurderes som uheldig. På tross av kritikken ser forfatterne likevel positivt på mulighetene for å utvikle gode boliger basert på rommoduler. Det vises blant annet til flere referanseprosjekter, blant annet et diplomarbeid av Selvefors, som har studert bruk av rommoduler i massivtre til bruk i eneboliger ((ibid:22). Et annet referanseprosjekt er forskerboliger i Kista som ifølge forfatterne bekrefter at bruk av rommoduler kan resultere i høy kvalitet.

Figur 7.6 *Eksempel på modulbygg, Studentboliger i Nederland. Prosjektets utforming understreker bruk av moduler i stedet for å skjule at det dreier seg om standardiserte moduler*



BoKlok er et annet eksempel på bruk av rommoduler som vil bli beskrevet i kapittel 9.

I kjølvannet av 4B prosjektet er det etablert et eget nettsted: www.arkitektur-industri.se.

7.4 Produktutvikling – tre i by

Bruk av tre i boligbygging er først og fremst knyttet til eneboliger og småhus. Prosjektet ”Tre i by” er et eksempel på produktutvikling med formål å øke bruken av tre i urban

bebyggelse. Det er blant annet begrunnet med at det bygges svært mange boliger i sentrale områder. Prosjektet er del av satsingen til NFR (Norges forskningsråd), ”Fellessatsing Tre”.

Formålet med prosjektet var å få kunnskap om hvilke mekanismer som styrer materialvalget, om hvilke hindringer som finnes og hvilke tiltak som kan settes inn for å øke bruken av tre i større byggverk i bymessige strøk.

For å svare på dette belyses føringer som ligger i offentlig rammer og regelverk, hvilke aktører som foretar materialvalg og hva slags kriterier som legges til grunn for materialvalg.

Figur 7.7 *Bruk av tre i ny bebyggelse i Midtbyen i Trondheim.*



Forprosjektrapporten (Denizou et al.2007) konkluderer med at det ligger gode muligheter for styring av materialbruk gjennom plan- og bygningsloven på kommuneplannivå og reguleringsplannivå. Det har vært vanlig å stille krav om materialbruk i verneverdige bygningsmiljøer. Materialbruk omtales da i generelle vendinger som at ”ny bebyggelse skal gjennom volum, form og materialbruk innordne seg eksisterende bebyggelse”. I andre planområder stilles

sjelden krav til materialer. Unntak finner vi i Trondheim, Stavanger og Bergen, som har hatt særlige satsinger på økt bruk av tre. Stavanger har i sitt ”kvalitetsprogram” vedtatt at: ”Tre skal prioriteres som byggemateriale hvor det er et konkurransedyktig materiale” (Denizou et al. 2007:38).

Det er ingen formelle hindringer i byggeforskriftene for bruk av tre (i bærekonstruksjoner) i større bygg i bybebyggelse. Det forutsetter imidlertid særskilt dokumentasjon som krever spesialkompetanse. Slik kompetanse er mangelvare. Det påpekes også at det er vanskelig å tilfredsstille beboernes forventninger til lyd- og vibrasjonsforhold i trehus i flere etasjer.

Når det gjelder valg av materialer, er disse prosessene svært sammensatte. Der man har lykket med å få til omfattende bruk av tre, har gjerne engasjerte arkitekter og rådgivere vært involvert. De har klart å finne løsninger når hindringer har dukket opp. Det påpekes at bruk av massivtre ses som et edelt og utfordrende materiale, mens bygging med tremoduler ”oppfattes som en billig byggemåte med begrensede muligheter” (ibid:39).

Intervju med sentrale aktører forteller om atskillig skepsis mot bygging av trehus i flere etasjer. Generelt vurderer de det som dyrt og komplisert. For lavblokker kan elementbygging/modulbygging se ut å være en suksess. Trehus i 5 etasjer og oppover synes derimot å ligge et stykke frem i tid. Forebygging av brann ses som en usikkerhet, og representerer en sperre hos aktørene. Som konklusjon etterlyses bedre underlag fra trebransjen i form av beregningsverktøy for brann, lyd og stabilitet. Mangel på fagarbeidere kan være en begrensning, og det er for lite markedsføring av fleretasjes hus i tre. Det antydes også at det er for lite fokus på gode, sammensatte konstruksjoner, og at en i stedet ”setter materialer opp mot hverandre”.

Forprosjektet indikerer at det er store kunnskapshull og praktiske utfordringer i forhold til planlegging og prosjektering av større trekonstruksjoner. En ønsker blant annet å få frem erfaringer fra pilotprosjekter i Sverige og erfaringer fra andre byer i Europa som har en godt utviklet trearkitektur i urban bebyggelse.

7.5 Produktutvikling - miljø

Produktutvikling med miljøvennlige løsninger kan ses som viktig sett i lys av utfordringer knyttet til klima, energi- og ressursbruk. Bruk av tre betraktes som et miljøvennlig materiale og en fornybar ressurs. Industrialisering og redusert forbruk av ressurser, spill og kapp, kan også ses som et viktig bidrag i så måte. Likevel ser det ut til å være overraskende få referanser til litteratur som omtaler miljø som satsingsområde og utgangspunkt for produktutvikling innen bransjen.

Brock og Brown (2000) forklarer suksessen til det japanske firma Hokkaido house med bevisst satsing på miljø og stedstilpassing. Hustypene er ifølge forfatterne godt tilpasset klimaet i Hokkaido med snørike vintre. Løsningen med fall mot innvendig nedløp løste problemene med takras. Det påpekes også at huset på en rekke områder er godt tilpasset lokale behov. Det at firmaet ikke ønsker eksport, underbygger ifølge forfatterne, hvor godt hustypen er integrert i stedlige forhold. Et annet eksempel er Sekisui Heim som ifølge Hall (2008) leverer solpaneler på taket i halvparten av alle nye hus, og har oppnådd målene om null utslipp og null avfall fra byggeplassen, se kap. 9.

Sines (2008) hevder i en veileder om bruk av tre at økt fokus på miljø og bærekraft har gitt økt etterspørsel etter trebaserte løsninger. Det påpekes at tre er et fornybart materiale med gode miljøegenskaper. Tre har lavt forbruk av fossil energi i produksjonen, har lang levetid, er "CO₂-vennlig og bidrar til godt innklima (Ibid:6).

7.6 Hva er potensialet for billigere boliger ved industrialisering?

Kittang og Giæver (2008) viser til beregninger av potensialet for reduserte byggekostnader ved automatisering (ref. fra kostnadstall fra HolteProsjekt Kalkulasjonsnøkkelen, Holte prosjekt 2007)

Figur 7.8 *Byggekostnader og automatiseringspotensial*

Byggekostnader og automatiseringspotensial		Kostnad kr/m ²	Andel av byggekostnad totalt %	Automati- serings- potensial	Anslått automati- seringsgevinst kr.
NS3451	Bygningsdeler				
21	Grunn og fundamenter	198	2 %	0	0
23	Yttervegger	1026	10 %	0,5	513
24	Innervegger	1191	11 %	0,6	715
25	Dekker	1447	14 %	0,6	668
26	Yttertak	590	6 %	0,4	236
27	Fast inventar	688	6 %	0	0
28	Trapper, balkonger m.m.	410	4 %	0	0
SUM bygning		5550	52 %		2332
31	Sanitær	1975	18 %	0,1	198
32	Varme	400	4 %	0,1	40
36	Ventilasjon	500	5 %	0,1	50
4	Elekraft	642	6 %	0,1	64,2
5	Tele og automatisering	245	2 %	0	0
8	Generelle kostnader (prosjektering, adm. m.m.)	1378	13 %	0	0
SUM tekniske anlegg		5140	48 %		352
SUM totalt		10690	100 %		2684

Figuren viser at det er størst automatiseringspotensial i produksjon av dekker, tak og vegger, og at disse elementene utgjør en relativt stor andel av byggekostnadene.

Berg (2008) hevder som nevnt at incitamentet for billigere boligproduksjon ikke er de beste i en høykonjunktur. Han er likevel optimistisk og antar at denne situasjonen vil endre seg, og at grunnlaget for å kunne produsere mer effektivt hele tiden ligger som en drivkraft hos de utførende. BoKlok konseptet er et godt eksempel på systematisk arbeid for å redusere kostnadene og samtidig oppnå et godt produkt, se kap. 9.

Arge et al. (2008) konkluderer med at industrialisering ikke nødvendigvis gir lavere kostnader:

Sammenlikner vi de industrielt fremstilte prosjektene med de prosjektene i studien som er bygget på tradisjonelt vis, er det ikke grunnlag for å hevde at industrialisering gir lavere prosjektkostnader enn andre byggemåter (ibid:10).

Undersøkelsen omfatter 15 nye boligprosjekter.

Sintef Byggforsk har gjennomført en analyse av entreprenørers effektivitet som viser at rasjonell produksjon sammen med godt samarbeid, godt miljø og effektiv administrasjon gir høy effektivitetsscore. Undersøkelsen gjaldt entreprisestkostnader i 122

norske flerboligprosjekter. Forskningsprosjektet identifiserte 14 parametre med empirisk/statistisk relevans for effektiviteten i prosjektene. 8 av disse gjelder forhold ved prosjektlederne og deres prioriteringer. 2 parametre som gir høy kostnadseffektivitet er lavere utbedringskostnader og få personskader. I tillegg betyr beslutninger og handlinger fra byggherren og nære medhjelpere samt myndigheter og leverandører mye for prosjekteffektiviteten. Kompliserte prosjekter, uregelmessigheter, dvs. ukjente omstendigheter og liten erfaring, samt uryddighet gir lav effektivitetsscore (Ingvaldsen, T. og Edvardsen, D. 2007, her gjengitt fra Arge et al. (2008)).

Vi kan oppsummere med at det er et åpent spørsmål hvorvidt det er mulig å oppnå lavere prosjektkostnader ved industrialisering. Vi kan finne eksempler som har vært vellykket i så måte, mens andre har feilet. En ting er hva man kan beregne seg frem til, noe annet er andre faktorer som kan påvirke prisen, som for eksempel forholdene i markedet, slik påpekt av Berg (2008) eller samhandlingen mellom aktørene.

7.7 Industrialisering - kultur og tradisjon

Gjennomgangen av litteraturen tyder på at produksjonstekniske løsninger (dataverktøy, produksjonskonsept og lignende) er i fokus, og at det er mindre oppmerksomhet omkring kultur og tradisjon som årsaker eller forklaringer på grad av industrialisering og måter å møte utfordringene på.

Noen forskere påpeker at kultur og tradisjon kan være et problem, men det er lite forskning på hvordan en kan møte slike utfordringer. Industrialisert byggeri forbindes med drabantbybygging og har lav status blant folk flest, det være seg i Skandinavia og andre land, se Berg (2008), Brock og Brown (2000).

Til tross for at folks syn på industrialisering og standardisering er kultur- og tradisjonsbetinget, er det lite forskning som går nærmere inn i denne typen problemstillinger. Slike kulturelle hindringer omtales, men drøftes lite. Hvordan kan vi forstå kulturforskjeller, hvordan kan bransjen evt. jobbe med egen kultur, internt i bedriften, i bransjen som helhet og sist, men ikke minst, i møtet med omgivelsene?

Både Berg (2008) og Kittang og Giæver (2008) viser til norsk kultur og tradisjon, som å eie egen bolig og ønsket om individuelt særpreg. De påpeker at dette innebærer hindringer for økt industrialisering.

Denizou et al. (2007) viser til et interessant skille når det gjelder syn på bruk av tre i boligbygging. Modulbygging anses som ”billig”, mens bruk av massivtre anses som eksklusivt.

Josephson (2007) forklarer ulik prioritering i Japan sammenlignet med Sverige nettopp med kulturelle forskjeller. *Kaizen*, ønsker om stadige forbedringer, er grunnleggende i Japansk kultur, og er kjernen i Lean- tenkningen. Kaizen er uttrykk for en kultur, en måte å forholde seg på sosialt:

Brock og Brown (2000) har sammenlignet industrialiseringen i japanske Hokkaido med industrialiseringen i USA og Canada. De forklarer suksessen til prefabrikkerte boliger i Japan med en rekke forhold ved japansk historie, kultur, språkutvikling osv. Kulturelle forhold er vel så viktig som konstruksjonsmetoder for å forstå hvorfor prefabrikkerte boliger verdsettes annerledes i Japan enn i Nord Amerika. I japansk historie og kultur representerer boligen ikke bare beskyttelse, men også stabilitet. Søylene og målsystemet har symbolsk betydning og rekker utover den fysiske dimensjonen. De er forankret i språk og kultur og skaper sammenheng mellom sosiale og fysiske behov. Søylene symboliserer stabiliteten i huset og i familien. Søylene eller *hashira* betyr både husholdets overhode og har religiøs betydning. Det japanske ord for hus betyr også familie.

Samtidig som ønsket om stabilitet og varighet står sterkt, er behovet for gjenoppbygging et viktig element. I Japans historie er mange byer blitt utslettet på grunn av brann, jordskjelv, krig eller blitt flyttet av politiske grunner. At prefabrikkerte boliger aksepteres i Japan, forklares også med behovet for rask å kunne transformere seg selv for å overleve som selvstendig stat, blant annet etter 1945. Blant annet var et effektivt system for målsetting og prefabrikasjon nødvendig for raskt å kunne bygge opp igjen samfunnet. Forfatterne påpeker hvordan filosofi og konstruksjonsmetoder her møtes på en interessant måte. I den vestlige kulturen er bygningen nært knyttet til stedet, og det er vanskelig å flytte en historisk bygning til et annet sted. I japansk kultur derimot er ”spirit of place ... rooted in the forms which compose it”.

Because the "Spirit of place" is rooted in the structure of the building, there is no philosophical conflict with off-site prefabrication of a structure.

Forfatterne gir et interessant innblikk i hvordan historie og kultur kan være medvirkende forklaringer på hvorfor noen lykkes med industrialisering, mens andre sliter. Det er ikke bare et spørsmål om dataverktøy og produksjonstekniske forhold, men kan også forklares med kultur og tradisjon.

8 Bedriftsinterne forhold

I dette kapittel skal vi presentere litteratur om bedriftsinterne forhold, dvs. forhold som bedriften selv er herre over og kan styre. Vi vil presentere litteratur med konkrete vurderinger av foretak.

8.1 Rekruttering og kompetanseutvikling i bedriften

Flere forskere påpeker behov for å styrke kompetansen med hensyn til bruk av datateknologi (Kristoffersen et al. (2007), Berg (2008), Kittang og Giæver (2008)). Å ta i bruk ny datateknologi ses også som en viktig forutsetning for økt rekruttering til bedriftene og til bransjen som helhet.

Atkin og Gravett (2002) hevder i sin rapport at de enkelte foretak og bransjen som helhet har liten bevissthet om hva som skal til for å skape en organisasjon der innovasjon trives, og at det finnes barrierer internt i foretakene. Bedriften må ha en bevisst strategi for hvordan man skal bli mer innovativ. Det nytter ikke med kortsiktige ad hoc løsninger ifølge forfatterne av denne EU rapporten.

Bedriftskultur og ledelsens betydning

Flere forskere peker på at japanske foretak har en annen og mer systematisk satsing på kompetanseutvikling internt i foretakene. Vi har tidligere nevnt det japanske fenomenet Kaizen, som en kultur og tradisjon for stadige forbedringer, (se blant annet Boverket (www.boverket.se), Hall (2008).

Hall beskriver japanske foretak som ”A vigorous learning organization”. En nøkkel her er bruk av CAD både til å kommunisere med kunden ved bruk av 3D modeller og for

bestilling og produksjon av delelementer. CAD og Kaizen er grunnleggende i kommunikasjonsstrukturen både internt og eksternt. Alle skal lære å forstå og bruke CAD. Kaizen dreier seg konkret om at alle ansatte må rapportere nyvinninger jevnlig, og at det utropes beste kaizen prosjekt hvert år. Det påpekes at det å støtte og utvikle arbeidsstokken har blitt viktigere også i Japan siden den gamle arbeidskulturen med livsvarig ansettelse nå er på vikende front.

Josephson (www.boverket.se 2007) påpeker at systematisk kontroll og systematisk forbedringsarbeid gjennomsyrrer japanske foretak. Josephson og Hamon (www.boverket.se) hevder at japanske foretak har en mer langsiktig og mer systematisk utdanning av medarbeiderne enn svenske foretak. De påpeker også at lagtenkning er mer utbredt i Japan enn i Sverige som beskrives som en mer individualistisk kultur. Japanere har generelt større aksept for ujevnt fordelt makt og er mindre individualistiske enn svenskene.

Haug (1997) beskriver hvilken betydning lederen i bedriften har for å utvikle bedriften og tilby et godt produkt. Den viktigste forklaringen på suksessen til Ålhytta er produsenten selv, ifølge Haug, se kap. 9.1

8.2 Vurderinger av foretak – muligheter og utfordringer

Vi vil i dette avsnitt presentere eksempler på litteratur, der forskere har gjort konkrete vurderinger av utfordringer og muligheter i foretak på det norske markedet.

Moelven ByggModul

Berg (2008) drøfter situasjonen for norske produsenter som har basert seg på trehusproduksjon. *Moelven ByggModul* har ifølge Berg store utfordringer med å standardisere og industrialisere sin produksjon. Det skyldes følgende forhold:

- Har som strategi å levere ”alt”
- Har mye historie å ta vare på
- Har ikke egne ”katalogmodeller” for boliger/leiligheter

- Sitter ikke selv i førersetet for gjennomføring av prosjekter
- Jobber hovedsakelig mot store kunder som har egne utviklingsressurser, også arkitekter. Det er kunder som kommer med store prosjekter og forventer å ”få det de vil ha”

Moelven blir karakterisert som en tradisjonell entreprenør som bygger det meste, men produksjonen skjer innendørs i fabrikk. Produksjonsutstyret er i liten/ingen grad automatisert. Til det er graden av standardisering av bygningene for liten (ibid:36).

Rapporten anbefaler Moelven å vurdere følgende forhold:

- Redusere antall segmenter en leverer til
- Redusere leveranseomfanget
- Fortsette å levere skreddersøm eller bli flinkere til å si nei
- Standardisere leilighetstyper og kun levere disse
- Moelvens (del) leveranser til bygg og anleggsmarkedet er preget av standardisering. Tilsvarende standardisering for leiligheter kan gi store besparelser og høyere kvalitet

Vurderinger av modulbredder for Moelven ByggModul

Kjærnes (2004) har undersøkt hvorvidt en økning av byggmodulene til Moelven ByggModul kan gi reduserte kostnader ved bygging av leiligheter: Hvordan kan konstruksjonsdelen utformes ved en økning av hovedmålene til 4,2m x 12,0m?

Han påpeker at der er lite tilgjengelig litteratur om fleretasjes trehus og modulbygging i Norge og Europa. Han konkluderer med at man ikke på generelt grunnlag kan si noe om hvorvidt en økning av modulenes hovedmål kan gi reduserte kostnader. I noen tilfeller kan det være et potensial for å redusere kostnadene ved moduler over 3,5 meter. Av de undersøkte leilighetene er det størst potensial for kostnadsreduksjon ved økt modulbredde i kategori B, leiligheter med to soverom (ibids. 35).

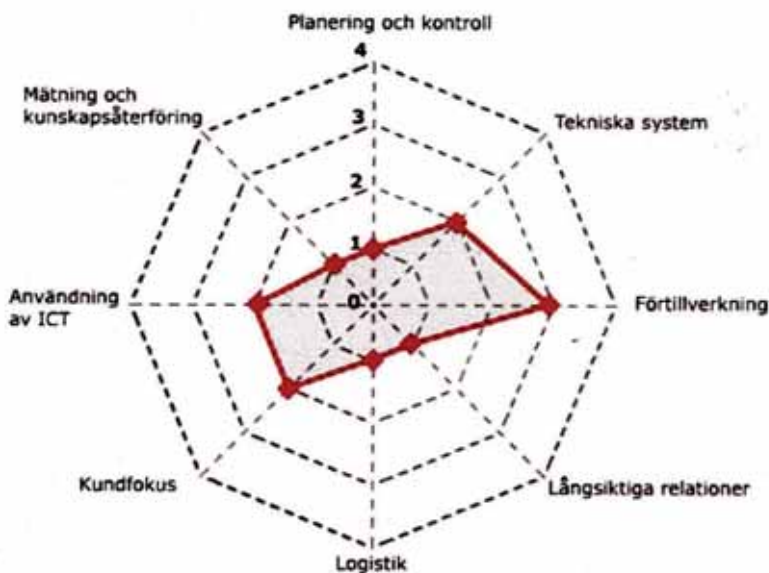
Moelven ByggModul AB, Sverige

Lessing (2006) har i en doktorgradsavhandling analysert ulike foretak på bakgrunn av modellen for industrialisert bygging, se

kap. 5.1 . Moelven Byggmodul, som er en del av Moelven konsernet, er ett av tre case som er beskrevet i en bearbejdet utgave av avhandlingen, Lessing (2008). Vår beskrivelse er basert på denne fremstillingen.

Moelven Byggmodul, MB er vurdert ut fra de åtte kriteriene for grad av industrialisering, se Figur 8.1. Figuren viser at Moelven scorer høyest (nivå 3) på ”Förtillverkning” og nivå 2 på bruk av IKT, tekniske system og kundefokus.

Figur 8.1 *Bedømming av Moelven Byggmoduls grad av industrialisering*



Lessing konkluderer med at Moelven Byggmodul har ”utmærkte förutsättningar för ett utvecklat och avancerat bostadsbyggande” (ibid:64). Det begrunnes med at man har alle nøkkelfunksjoner i form av prosjektering, tilvirkning, montasje og kompletteringsarbeide innen foretaket, og dermed burde kunne skape en prosessorientert arbeidsmetode. Foretakets styrke ligger i det tekniske systemet med tilhørende prefabrikasjon samt kundefokus og bruk av IT. Lessing vurderer det slik at foretaket ved hjelp av relativt sett begrensede ressurser kan videreutvikle sitt byggesystem og sitt produksjonssystem. Ved å forbedre sin erfaringsutviklingsprosess kan de oppnå store effektiviseringsgevinster.

Foretak på det norske markedet - Husfabrikken til Skanska

Husfabrikken til Skanska beskrives av Berg (2008) som en bedrift som har gått et langt skritt i å industrialisere husbyggingen, med lang erfaring med elementbygg og modulbygg. Beliggenheten i Steinkjer beskrives som sentralt for levering i hele landet. I tillegg har man tilgang til både kai, jernbane og E6 – som gir maksimal fleksibilitet mht transportmetode. Bedriften har som mål å redusere prosjekteringstiden med 30-50 prosent ved bruk av IKT verktøy for modellering av bygg (ArchiCad). På den måten kan en, ifølge Berg, oppnå god kvalitetssikring ved å kunne ”gå igjennom modellen i 3 D” og se at alle fag stemmer med tekniske løsninger (krasjkontroll). Berg nevner ingen særskilte utfordringer for Skanska ”Husfabrikken”.

8.3 Hva kan vi lære av dårlige erfaringer?

Erfaringsformidling dreier seg om å lære av gode så vel som dårlige erfaringer. De gode eksemplene vil bli beskrevet i et eget kapittel: ”Best praksis”. Vi skal her trekke frem viktige erfaringer fra industrialiseringsprosjekt som ikke har lyktes.

Kittang og Giæver (2008) refererer til tre foretak der en har hatt dårlige erfaringer med forsøk på industrialisering i senere år. Det er uklart hvorvidt disse vurderingene er basert på egen eller andres forskning.

Snobatta Modular – Lovetann reklamerte med kundetilpasning, unik arkitektur, avansert teknologi og kort byggetid. Mye gikk galt, med skadete elementer, for lite gjennomtenkte tekniske løsninger, mangelfulle tilpasninger mellom elementer osv. Konklusjonen går ut på at produktet ikke var godt nok forberedt. Det manglet kapital til å komme over innkjøringsproblemene og (muligens en utbygger med tilgang på prosjekter).

Open house var et svensk modulsystem, kjøpt av OBOS, med tanke på reduserte byggekostnader. 13 – 1400 boliger er bygget med dette systemet, blant annet i Kværnerbyen i Oslo. Organisasjonen brukte 200 mill. kroner for å skape et konkurransedyktig alternativ, men klarte det ikke. Dette blir begrunnet i at prosjekteringen av boligene i for liten grad var basert på mulighetene og begrensningene i systemet.

NCC Komplet var en moderne ferdighusfabrikk basert på nyeste teknologi. 90 % av bygningen skulle produseres i fabrikk. Elementer ble levert flatpakket og montert sammen i en temperert hall på montasjestedet (byggeplassen). Kostnadene ble imidlertid for høye. Dette blir forklart med at man strakk seg for langt når det gjaldt variasjon og differensiering.

Forfatterne påpeker at det ikke er gjennomført systematiske evalueringer av de erfaringene en har gjort med disse foretak, men de mener at det svikter når det gjaldt koblingen mellom markedets etterspørsel, produksjonstekniske muligheter, byggeprosess og nye tekniske løsninger og byggematerialer og produksjonskostnader.

En suksessfaktor er å skape en god sammenheng mellom markedskompetanse, hvilke konsept og tilhørende byggetekniske løsninger som lar seg realisere innenfor optimale produksjonstekniske forhold og til realistiske kostnader (ibid:10)

Det innebærer at en bør ta mindre dristige skritt, basere seg på mer kjent teknologi og kjente byggetekniske løsninger, samt ta utgangspunkt i et realistisk produksjonsvolum, ifølge Kittang og Gæver.

Engström et al. (2007) har studert NCC komplett som case i prosjektet 4B, "Bygg Bra Bostäder Billigare". De vurderer satsingen som viktig fordi den viste hvor langt en kan komme i industrialiseringen. Man oppnådde å produsere boligblokker i opp til åtte etasjer med 90 prosent ferdigstillelse fra fabrikk. Dessverre var prosjektet ikke økonomisk lønnsomt. Engström stiller spørsmål ved hvorvidt nedleggingen kom for tidlig, fordi industrialisering krever et mer langsiktig perspektiv. Systemet vurderes som et meget bra eksempel på de mulighetene industrialiseringen gir for å skape arkitektonisk kvalitet.

9 Best praksis

Vi skal i dette kapittel beskrive eksempler på god praksis. De gode eksemplene kan tjene som inspirasjonskilde og de kan formidle viktige erfaringer som andre kan dra nytte av.

Vi har i kap.3 drøftet ulike kriterier for valg av gode eksempler. Å løfte frem enkelte foretak som eksempler på god praksis, kan være en vanskelig gjørelse. Vi har likevel valgt å presentere noen foretak som på ulike måter har blitt fremhevet. De valgte foretakene er også valgt fordi de er svært ulike. De kan dermed illustrere spennvidden og at det finnes mange ulike veier mot suksess.

Som eksempel på en vellykket norsk bedrift med en lang og stabil produksjon, har vi sett nærmere på *Ålhytta*. Den har fått hedrende omtaler i presse og fagmiljø, den har oppnådd gode resultater med relativt enkle midler, uten store investeringer i BIM osv. og den har overlevd nedgangstider.

BoKlok ble analysert ut fra åtte kriterier på industrialisering som ett av ti foretak av Lessing (2008). *BoKlok* fremheves for høy grad av kundetilpasning og bruk av prefabrikkerte bygningsdeler.

Japan er av mange forskere pekt på som et foregangsland med hensyn til industrialisering, Mass Customisation og bruk av ny teknologi. *Sekisui Heim* blir i flere sammenhenger fremhevet som et suksessrikt foretak, se Andreasson og Lessing i Apleberger (2007) og Hall (2008). Vi har også tatt for oss den bedriften. Ursem i Nederland har vært gjenstand for flere studiebesøk fra Norge, og har nylig bygget en ny fabrikk for industrialisert produksjon.

9.1 Ålhytta

Det er ikke gjennomført noen vitenskapelige undersøkelser av erfaringene med Ålhytta. I en artikkel i Byggekunst drøfter arkitekt Jon Haug Ålhyttas utvikling, utfordringer og suksesskriterier. Jon Haug er arkitekt og prosjektleder, ansatt i arkitektfirma Lund og Slaatto, og ansvarlig for planleggingen og utviklingen av Ålhytta.

Ål hyttebygg er et relativt lite foretak med 21 ansatte per 1.1.2008. Ålhytta er i utgangspunktet konstruert som et byggesystem for hytter, men systemet har også blitt anvendt ved bygging av bolig, butikk, barnehage, kontorbygg og lignende, og er derfor tatt med i denne oversikten. Ålhytta er resultat av en arkitektkonkurranse utskrevet av Ål kommune i 1966. Hyttesystemet fikk 2. premie, mens førstepremien gikk til utkastet Bete Beitski, tegnet av arkitekt Turid Haaland. Ål kommune solgte rettighetene til begge hyttene til Ål Hyttebygg.

Ålhytta er fortsatt i produksjon. Det er bygget ca 3000 enheter i Norge (Sørby 1992). i størrelser fra 9 m² til 360m². Ålhytta er bygget på fjellet og ved sjøen i Norge, som hytte eller bolighus i Norge og en rekke land: England, Tyskland, Danmark, Frankrike, Belgia, Island, Sverige, Japan og Kina (Sørby, 1992 www.aalhytta.no). Ålhytta har, ifølge produsenten, vist seg mer fleksibel enn Bete Beitski, slik at systemet har blitt brukt også til butikker, barnehager, kontorbygg, museumsbygg, bibliotek med mer. Det har også gjort at systemet har overlevd skiftende konjunkturer. I perioder med lite hyttebygging har man i stedet levert andre typer næringsbygg basert på det samme systemet. Bete Beitski produseres ikke lenger, ifølge produsenten.

Plansystemet til Ålhytta er basert på en grunnmodul, som er en seng på 0,8mx 2,1m. To moduler gir et lite soverom, fire moduler et oppholdsrom. Modulene grupperer seg rundt en midtgang som også fungerer som en utvidelse av rommene. Over modulene ligger et stolpebåret tak, og mellom stolpene monteres golvelementer, veggelementer og tak. Veggelementene kommer med ferdig kledning innvendig og utvendig samt vinduer og dører. Taket var opprinnelig også produsert som element, men bygges nå som precut på stedet. En hytte er vanligvis under tak to til tre dager etter monteringsstart, og ferdig innredet etter to uker. Arkitekten påpeker at det finnes minst 6000 varianter (Haug 1997).

Figur 9.1 Tegning som viser varianter av byggesystemet



Figur 9.2 *Interiør, Ålhytta. Foto: Ål hyttebygg*



Figur 9.3 *Eksteriør, Ålhytta. Foto: Ål hyttebygg*



Ålhytta har fått hedrende omtale av Statens byggeskikkutvalg og er utstilt i Arkitekturmuseet. I 2006 plukket DOCOMOMO ut Ålhytta som ett av 25 kulturminner foreslått fredet av UNESCO (www.aalhytta.no). Ålhytta ble av Morgenbladet (nr. 48/ 2007) kåret som nummer 8 på en liste over 12 bygg som en jury har valgt som de viktigste bygningene i etterkrigstidens Norge. Juryen, som ble nedsatt av avisen, besto av arkitektene Ulf Grønvold, Jannike Hovland og Mari Hvattum og kunsthistoriker Hild Sørby. Juryen begrunnet valget av Ålhytta med at den har brakt en ”markant

fornyelse av norsk hyttebebyggelse”. Den er en ”moderne, funksjonell representant for god, norsk trearkitektur”. Juryen påpeker også at den har ”utallige variasjonsmuligheter, og at den kan tilpasses hver familie uten å miste sin særegne karakter”. (Morgenbladet 30.november - 6. desember 2007).

Ålhytta ble ikke noen umiddelbar økonomisk suksess. Det skyldes, ifølge Haug (1997), at investering i maskiner og lokaler samt markedsføringsutgifter, økte transportkostnader for montører og reise- og diettkostnader belastet hytteprisen for mye i forhold til lokale snekkes tilbud. Kjøperne ble heller ikke overbevist om bedre kvalitet i form av klimakontrollert produksjon, kort monterings tid og avansert og prisbelønt arkitektur. Haug hevder at kjøperne uansett er mindre opptatt av kvalitet og funksjonell utforming, bare kvadratmeterprisen er lav nok. Han påpeker at flere elementhyttesystemer har forsvunnet.

Årsakene til at Ålhytta likevel har overlevd og hatt suksess, blir av Haug forklart med en kombinasjon av flere faktorer. For det første har fabrikken kunnet tilby attraktive tomter med høy teknisk standard i velregulerte hytteområder. For det andre tilbys individuell veiledning og hjelp fra arkitekten til utforming og tilpasning til kundens behov og tomt. For dem som ønsker det, leveres et ”komplett produkt med praktiske, gjennomtenkte innredning og møbler tilpasset systemet”. For det tredje tilbys kundene å prøvebo en eller flere hytter for å finne ut om de liker utformingen. Det fører, ifølge Haug, til at kjøperne registrerer kvaliteter og en rekke detaljer de ellers ikke hadde sett, og at de blir positivt overrasket over vindusløsningene fordi de gir så god kontakt med naturen. Det mest avgjørende er likevel, fortsatt ifølge Haug, produsenten selv, personifisert ved lederen Sigurd Kirkebøen. Han har, med entusiasme og tro på at han har noe enestående å by frem, skapt et positivt totalmiljø i hytteproduksjonen:

Han har med entusiasme og tro på at han har noe enestående å by frem skapt et positivt totalmiljø i hytteproduksjonen. Han har vist lojalitet og tillit til arkitekten og forståelse for arkitektens betydning i kundebehandling og prosjektutvikling (Haug 1997).

Ålhytta gjennomgikk en betydelig oppgradering rundt år 2000 med hensyn til størrelse på elementene, isolasjon, bæreevne,

energiøkonomisering, fundamentering og muligheter for skjult elektrisk- og vvs opplegg (www.aalhytta.no).

Ålhytta har vært produsert på lisens i en rekke bedrifter ut fra en filosofi om at lokale produsenter kan gi bedre service til kunden. Det har ikke alltid vært like vellykket fordi ikke alle har fulgt opp kravene til kvalitet. Flere lisensavtaler har derfor blitt sagt opp. I 2009 er det fortsatt lisensproduksjon i Sirdal Bygg og Jølster Bygg.

9.2 BoKlok

Skanskas konsept BoKlok omtales av blant annet av Herbers 2004, Berg 2008, Olsson (2000). BoKlok var ett av ti ulike foretak som ble vurdert av Lessing (2008) ut fra åtte ulike kriterier for grad av industrialisering. Resultatet viste at BoKlok scorer høyt på kundefokus og bruk av prefabrikkerte bygningsdeler, se Figur 5.4.

BoKlok er utviklet i et samarbeid mellom Skanska og IKEA. Målet har, ifølge Apleberger et al (2007), vært å få frem lavprisboliger som flest mulig har råd til å kjøpe. Grunnleggeren av IKEA, Ivar Kamprad hadde lenge ønsket å utvikle et nytt ”folkhem”, og samarbeidet ble etablert i 1996. Et mål med arbeidet er å ta i bruk IKEAs kunnskaper om hvordan man bearbeider kunder og markedet. Til grunn for prosjektet lå en kartlegging av hva folk har råd til å betale og deres ønsker til en ny bolig. Utgangspunktet var hvor mye en enslig sykepleier kan betale i husleie. Olsson (2000) påpeker at man med dette som utgangspunkt var nødt til å produsere en bolig til om lag halvparten av det som var vanlige byggekostnader på den tiden. Det ble også gjennomført boligpreferanseundersøkelser, som viste at folk ønsket å bo i småhusbebyggelse i trygge, rolige og grønne omgivelser med god nabokontakt og bakkekontakt.

Strategien har vært å ha et tydelig kundefokus i hele prosessen. Det er bygget ca 3500 boliger i ca 120 prosjekt i Sverige, Danmark, Norge og Finland og Storbritannia. Det er bygget ca 350 leiligheter i Norge i 13 ulike prosjekter.

Berg (2008) karakteriserer BoKlok slik:

- Basert på løpende markedsundersøkelser
- Boliger til overkommelig pris gjennom rask og kontrollert prosjekteringsprosess og prefabrikasjon
- Åpne og arealeffektive planløsninger. Takhøyde 2,6 m og høye vinduer gir mye lys og god romfølelse
- Ferdigstilte og bilfrie, trygge uteområder med beplantning og lekeplasser
- Legger stor vekt på universell utforming og Husbankfinansiering (i Norge)
- Gir huseieren en gavesjekk fra IKEA samt innrednings- og monteringshjelp

Figur 9.4 *Boklok, boliger bygget av Moelven. Toetasjes lavblokk med seks leiligheter. Foto: Moelven*



Figur 9.5 Planløsning, BoKlok, 2- og 3-roms leiligheter



TYPE 323 - PLAN 2. ETASJE

BoKlok bygges i Sverige av volumelementer som produseres i Skanskas fabrikk i Gullringen. Man begynte med planelementer, men gikk over til volumelementer for å få bedre kontroll med resultatet og minimere arbeidsinnsatsen på byggeplassen. Fabrikken produserer utelukkende BoKlok boliger, og er derfor utviklet spesielt for dette produktet. Man arbeider mye med komponenter, og har et nært samarbeid med leverandørene. Flere er ”insourced” til fabrikk og har sitt lager der. Man arbeider med ”strategisk partnerring” (ibid:44) og har etablert langvarige avtaler med dem. Man har kommet langt i grad av prefabrikking. Alle installasjoner monteres på fabrikk og kobles sammen på byggeplass. Alle yttersjikt og all innredning monteres på fabrikk. Man har også standardisert arbeidet med grunnmur og fundamentering i form av en betongplate som golv på grunn. Det forutsetter at man velger tomter som passer til konseptet. Montasjetiden for et hus er en dag, og et hus ferdigstilles komplett på fabrikk på tre dager.

Huset er vanligvis i to etasjer med 3 leiligheter i hver etasje formet som frittliggende bygg eller bygget i vinkel. Leilighetsstørrelsene varierer mellom to, tre og fire rom på hhv. 50m², 65 m² og 76 m²

BRA. En har lykket med å få til løsninger med bare to modulbredder, maksimum 4 meter og med modullengder på maksimum 12 meter.

Gjentakelseeffekt og kort byggetid vurderes å være de viktigste årsakene til økt kostnadseffektivitet. Konseptet er ferdig prosjektert og kan nærmest beskrives som et typehus. Man har også arbeidet med standardisering av reguleringsplanbehandlingen og søknader om rammetillatelse og kundekontakt, for på den måten å redusere den totale prosjekttiden. Man har lykket med å tilpasse konseptet til ulike krav i det offentlige lovverket i ulike land. Man jobber, ifølge Apleberger, systematisk med kundeoppfølging etter innflytting og etter en viss tid. Målet er å få til stadige forbedringer av både prosess og produkt. Det er, ifølge Berg, konstatert svært få problemer i de ulike ledd i utviklings- og produksjonskjeden. Dette skyldes, ifølge Berg, at en har en klar oppfatning om at man aldri skal drive eksperimentell bygging eller utprøving av nye ukjente materialer eller løsninger.

Olsson (2000) har i en avhandling studert BoKlok ut fra konseptet for Supply Chain Management. Han konkluderer med at BoKlok ikke er utviklet ut fra teorier om supply chain, men at det i praksis er et stykke på vei i retning av et supply chain konsept. Han påpeker at den første prosjektgruppen besto av tre kvinner: Prosjektlederen i Skanska, en arkitekt og en fra IKEA. Både gruppens sammensetning og det at den fikk relativt fritt handlingsrom, er spesielt i byggebransjen. Arkitekten ga tydelig uttrykk for at dette var første gang hun opplevde å ha så god kontakt med en entreprenør, og at det er derfor boligene er så bra. Arkitekten la vekt på tre viktige motto for prosjektet:

- ”Høy kvalitet til lav pris”
- ”Et småskalaprojekt for storskalaproduksjon”
- ”Et boligprosjekt for den store gruppen med den lille lommeboken”

Man var særlig oppmerksom på å utvikle småskalaprojekter med få boliger i hvert prosjekt for å unngå sammenligninger med drabantbyblokker fra det såkalte millionprogrammet i Sverige, som anses å være lite attraktive. Arkitekten var sentral i å formulere viktige kvaliteter i boligene: Ekstra romhøyde og fasade mot tre

sider for å kompensere for lite areal. Dette sammen med ekstra høye vinduer med lav brystningshøyde skal bidra til lyse og luftige rom. BoKlok fikk ifølge Olsson en svært positiv omtale i mediene og vurderer BoKlok som en suksess. BoKlok ble etterspurt til og med på steder der en ikke hadde registrert noen etterspørsel etter boliger. Men konseptet har også møtt motstand både eksternt og internt. Olsson beskriver hvordan avtaler med leverandørene skapte vanskeligheter fordi de nektet å levere direkte til Skanska, og i stedet ønsket å levere til sine underleverandører slik de pleide å gjøre. I tillegg til problemer med leverandørene har man også erfart interne problemer der holdninger til lokale byggeplassledere som ”vet best selv” ikke lar seg forene med BoKlok konseptet. Likevel har man greid å levere et produkt som markedet har vurdert som attraktivt og til en betydelig redusert pris sammenlignet med boliger produsert på vanlig måte. Kostnadskutt er oppnådd blant annet ved forbedret samarbeid med leverandører, ved bruk av høy grad av prefabrikkerte elementer og levering ”just in time” på samme måte som andre flatpakker fra IKEA. Olsson konkluderer med at BoKlok ikke i utgangspunktet ble utviklet ut fra teorier om supply chain, men heller det som de selv beskrev som ”sunn fornuft” og ”flyt” i produksjonen. En slik tankegang er imidlertid et viktig og samtidig pragmatisk ledd i Supply Chain Management. Han påpeker også at nært samarbeid tidlig i prosessen mellom arkitekt og produsent av materialer osv., er særlig viktig og ser på BoKlok som et skritt i retning Supply Chain Management.

BoKlok i Norge har samarbeidsavtaler med Moelven ByggModul som leverer til Østlandsområdet, Skanska Norge AS Husfabrikken som leverer til Trøndelag og Vestlandet og Konsmo Fabrikker AS som leverer til Sørlandet og Stavangerområdet. Dette samarbeidet kan beskrives som et eksempel på tilnærming mellom store nasjonale/internasjonale foretak og lokale foretak slik beskrevet av Patchell, se kap. 5.

Sammenlignet med tradisjonell bygging antar en, ifølge Berg, at de totale kostnadsbesparelsene ligger på 1000 – 1200 kroner pr m² BRA i 2007.

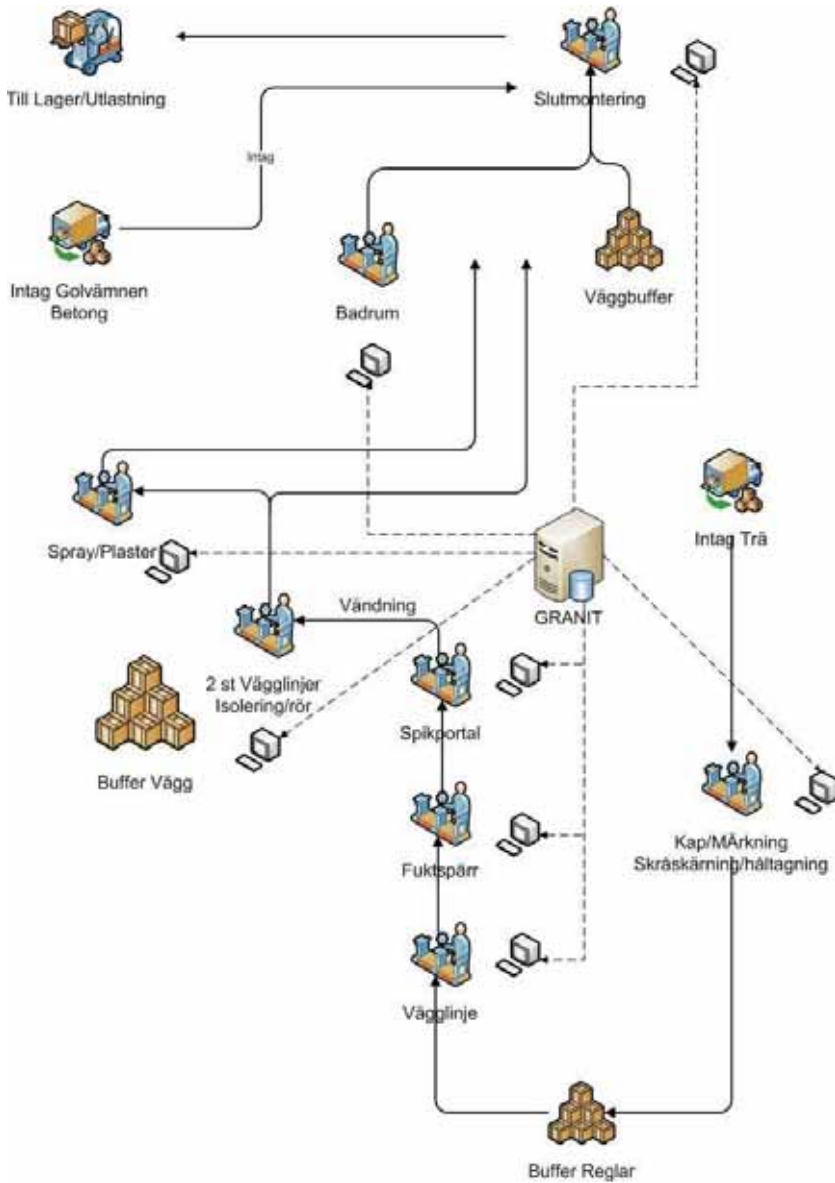
9.3 Ursem, Nederland

Ursem er omtalt av Kittang og Giæver (2008) og i en rapport fra en studietur i regi av Moelven og DAK/DAP (Dataassistert Konstruksjon/ Dataassistert Produksjon) prosjektet for medlemmene av Trehusklyngen Innlandet. Vår beskrivelse er basert på disse kildene.

Ursem er et familieeid foretak med ca. 40 års fartstid, beliggende ca. 50 kilometer nord for Amsterdam. Bedriften produserer lignende byggmoduler som Moelven til studentboliger, leilighetsbygg (leieboliger) og andre typer offentlige og private bygg. Bedriften har ca. 200 ansatte og en omsetning på ca. 70 millioner euro pr år. Ursem bygget en helt ny fabrikk i 2006. Bedriften produserer ca 1700 moduler pr år.

Ursem kartla hele sin produksjonsprosess og rendyrket sitt forretningskonsept før de startet bygging av ny fabrikk. Det gjorde at valg av systemstøtte ble enklere og integrering av prosesser tidlig var på plass. Ursem bruker ikke BIM og datastandarden IFC (Industrial Foundation Classes) siden de ser seg selv som et ”sluttet system” med faste leverandører. Ursem har skissert en sekstrinns plan for oppstart av den nye fabrikk, og er nå på trinn to. Man regner med å kunne fordoble produksjonen fra 20 meter vegg pr time til 40 meter vegg pr time ved bruk av robotter på trinn seks.

Produksjonen er organisert med kapplinj med buffert, vegglinjer med spikerportal, taklinje, linje for overlatebehandling, modulbygg for bad og sluttmontering, se Figur 9.6. Fabrikk er basert på betongkonstruksjon i golv og tre i vegger og tak. Denne kombinasjonen skyldes at Ursem har en egen betongelementfabrikk.

Figur 9.6 *Produksjonssystemet til Ursem*

IT systemet ble valgt ut fra kartleggingen av produksjonssystemet, og var en av de viktigste delene i investeringen i den nye fabrikk. Uten helhetlig systemstøtte fra kundehåndtering og design til ferdig produkt er det ifølge Ursem ikke mulig å lykkes med så store

investeringer. Maskiner er fra Weinmann, og DAK systemet fra Vertex i Finland. Produksjonssystemet er fra Granit og system for regnskap mv. fra Navisjon fra Microsoft. Produksjonsprosessen er nærmere beskrevet i reiserapporten fra Moelven Utvikling AS. www.moelven.no

Figur 9.7 *Foto som viser ferdiggjorte, freste og identifiserte elementer i buffert for vegglinjen. Foto Moelven*



Figur 9.8 *Veggemne på vei mot neste stasjon, der fukt og vindsperre monteres manuelt. Foto Moelven*



Figur 9.9 *Veggbuffert før montering av isolasjon og røropplegg. Foto Moelven*



Figur 9.10 *Ferdige moduler, klare til levering. Foto Moelven*



Kittang og Giæver (2008) påpeker at en viktig erfaring fra Ursem er å være på den sikre siden ved å ha et klart konsept før man industrialiserer, og godt og nært samarbeid med underleverandører. Man bør lage en ”motorvei” for hovedproduktene som går i store volum og har gjentakende prosesser. Spesielle produkter og småvolumproduksjon bør legges i egne produksjonslinjer ved siden av. Det kan også innebære outsourcing av ikke kjerneaktiviteter og system/modultenkning gjennom hele verdikjeden.

Nettside: www.Ursem.nl/en/

9.4 Sekisui Heim, Japan

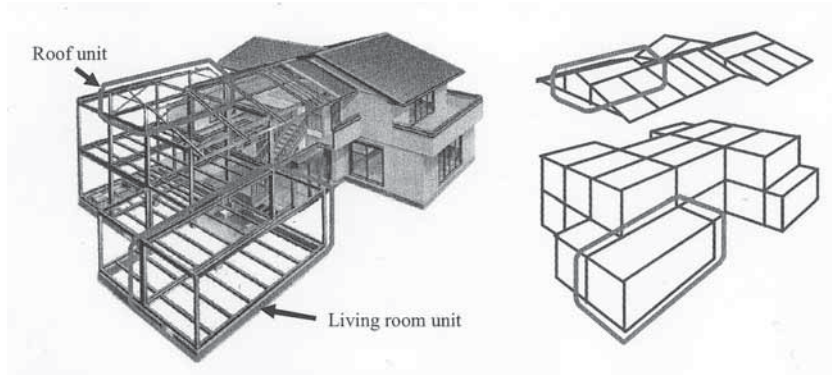
Vi vil her gi en kort presentasjon av foretaket Sekisui. Denne presentasjonen kan samtidig ses som et eksempel på hvordan både kultur, teknologiske løsninger, produktutvikling og produksjonskonsept spiller sammen, og er en forutsetning for å oppnå suksess. Sekisui har blitt omtalt av Hall (2008), Barlow (2003). Sekisui inngikk som ett av 12 ulike foretak internasjonalt som ble studert av Andreasson og Lessing (her gjengitt fra Apleberger 2007). Denne undersøkelsen viste at Sekisui, som det eneste av de 12 foretak, har oppnådd høyeste nivå av industrialisering på alle de seks indikatorene, se Figur 5.3.

Sekisui Heim inngår i Sekisui Chemicals som ble grunnlagt i 1947. I 1961 startet man Sekisui House som nå er et frittstående foretak. Sekisui House er, ifølge Apleberger, Japans største boligbygger med en årlig produksjon på nærmere 60 000 boliger, først og fremst som prefabrikkerte boliger. Ca fem prosent av disse er basert på trekonstruksjon, resten er stål. Siden 1961 har man bygget 1,7 millioner boliger.

Sekisui Heim ble etablert som et nytt konsept i 1971 med fokus på masseproduksjon, kostnadseffektivitet (Lean Production) og kvalitet. Sekisui Heim produserer rommoduler. Det finnes ca 70 ulike enheter av hvilke ca 40 er standardisert i forholdet 10 (lengde) x 2 (bredde) x 2 (høyde), ifølge Apleberger. De har utviklet et eget BIM lignende dataverktøy HAPPS (Heim Automated Part Pick-up System) som oversetter kundens bestilling til komponentlister. Databasen plukker fra ca 300 000 ulike deler og

sammenstiller disse til spesifikasjoner for produksjon av de standarddeler som inngår i Heim- systemet.

Figur 9.11 *Prinsippene bak Sekisui Heim (Apleberger et al. 2007:40)*



Hall (2008) presenterer Tokyo Sekisui Heim i en artikkel i tidsskriftet "Target" som utgis av AME, Association For Manufacturing Excellence i USA, se www.ame.org. Sekisui blir av Hall beskrevet som markedsleder:

Sekisui is the market leader in factory- built residential housing in Japan. Maturity in lean is necessary to compete in this market. Sekisui's current initiative is to become a model of corporate social responsibility"; it is now receiving environmental awards. The key to this is developing a vigorous learning culture (ibid:7).

Sekisui ble, ifølge Hall, omtalt i en artikkel i bladet i 1993, og ble allerede da kjent for å ferdigstille 80 prosent av en ny bolig på tre dager. Dette målet er opprettholdt, og dersom moduler kan leveres over natten, greier de å ferdigstille 80 prosent på to dager. Siden den gang har foretaket oppnådd forbedringer i automatiseringen, kvalitetsheving og miljøtiltak. I dag leveres 50 prosent av alle nye boliger med solpaneler på taket. I 2001 oppnådde firmaet målene om null utslipp visjon og null avfall fra byggeplassen. Japanske boligkjøpere er, ifølge Hall, mer miljøbevisste enn amerikanske boligkjøpere.

Hall forklarer bedriftens samfunnsansvar, "a corporate social responsibility" med et mål om å øke alle aktørenes fordeler: å

holde på kunder, ansatte og leverandører og ta ansvar for miljøet, og samtidig tilfredsstille investorenes ønsker om overskudd.

Figur 9.12 *Sekisuis samfunnsansvar: A corporate Social responsibility*



Sekisui er, ifølge Hall, ”market leader” innen fabrikkproduserte boliger. Tokyo Sekisui Heim House er del av Sekisui Chemical Group. Tokyo Sekisui Heim er en av 147 bedrifter (”legally independent subsidiaries”) til Sekisui Chemical og er den største av i alt åtte fabrikker som leverer boliger til hjemmemarkedet i Japan. Tokyo Sekisui Heim produserer rommoduler basert på en stålrammekonstruksjon. I gjennomsnitt består en bolig av 13 moduler og er på ca 140m².

Barlow et al. (2003) beskriver at systemet består av fire basismoduler, hver i to bredder. Modulene måler fra 2,940 x 1,352 m til 5,640 x 2,464 m. Disse åtte modulene kan kombineres på ulike måter og kan deles med vegger for hver 90 cm. Kundene kan velge mellom tre ulike takkonstruksjoner: flatt, skrått eller skråtak med loftsetasje. De kan velge ulike typer utvendig kledning. Den største fabrikken består av seks produksjonslinjer, en for av hver av seks typer bolig.

Framdriftsplanen for produksjon av en bolig viser at planleggingen tar lengst tid, ca 3 måneder. Når kontrakten er skrevet, får kunden en kontrakt som lover overtakelse om 40 dager. Denne oversikten viser imidlertid ikke den offentlige saksbehandlingen, og at tomten ofte må ryddes ved at en eldre, eksisterende bolig skal rives. Den offentlige godkjenningen kan ta tid fordi byråkratene her, som alle andre steder, ikke bryr seg om andres tidsbruk, ifølge Hall.

Hall forklarer suksessen med bruk av dataverktøy, CAD og Kaizen kulturen. Hver 6. måned skal de ansatte rapportere om deres kaizen erfaringer. En gang hvert år velger hvert foretak årets Kaizen prosjekt som så konkurrerer med de andre innen Sekisui.

Barlow et al. (2003) sammenligner Sekisui Heim og Sekisui House med ferdighus i UK og beskriver Sekisui House som enda mer kundeorientert enn Sekisui Heim, se Figur 4.3. De beskriver Sekisui som et firma som leverer boliger i mellomsjiktet i markedet og oppover mot dyrere boliger. Boligene er ca 16 % dyrere enn konvensjonelle boliger basert på søyle/drager konstruksjon, men 18 % billigere enn andre modulbaserte boligleverandører. Det er ikke gitt noen nærmere forklaring på hvorfor boligene er konkurransedyktige selv om de er dyrere enn konvensjonelt bygde boliger. Heim har åtte fabrikker, hvorav den største har en produksjon på 800 boliger pr måned.

9.5 Hva kan vi lære av gode erfaringer?

Vi skal her oppsummere erfaringene fra eksemplene på god praksis. De valgte eksemplene er svært ulike, fra et lite lokalt foretak som Ålhytta via en større skandinavisk boligbygger som Skanska og til et svært stort foretak som Sekisui Heim. Vi skal likevel søke å oppsummere hva som karakteriserer foretakene og deres veier til suksess, likheter og forskjeller.

Nært samarbeid mellom arkitekt og produsent

Det viser seg at både Ålhytta, BoKlok og Sekisui har det til felles at de legger avgjørende vekt på det nære samarbeidet mellom arkitekten og produsenten. I Sekisui er arkitekten ansatt i foretaket, mens de to andre har anvendt eksterne arkitektkonsulenter. Arkitekten har i alle tilfeller vært med som en viktig premissleverandør ved utviklingen av konseptet for Ålhytta og for

BoKlok. God kommunikasjon, nært samarbeid og respekt for hverandres kompetanse ligger i bunn.

Olsson (2000) beskriver det gode samarbeidet mellom arkitekten, Skanska og IKEA i utviklingen av konseptet for BoKlok og konstaterer at denne gruppen besto av tre kvinner, og at det er uvanlig i bransjen. Det reiser spørsmålet hvorvidt det at konseptet er utviklet av kvinner kan ha noe å si for utviklingen av et vellykket boligkonsept? Den skjeve kjønnsbalansen i bransjen omtales ikke andre steder i litteraturen. Vi vet imidlertid at kvinner står for de viktigste valg ved kjøp av bolig (Sørby 1992). Spørsmålet er derfor om det er behov for større fokus på den skjeve kjønnsbalansen i bransjen og hva det kan ha å si for suksess.

Vekt på kostnader og/eller kvalitet?

BoKlok har hatt suksess på grunn av et klart og tydelig konsept med fokus på både kostnader og kvalitet. Utviklingen av et tydelig forretningskonsept ses også som en viktig forutsetning for å lykkes av Ursem. I utviklingen av Ålhytta har en først og fremst hatt fokus på et kvalitativt godt produkt med stor arkitektonisk kvalitet og mindre fokus på kostnader. Boligene fra Sekisui Heim er dyrere enn konvensjonelt bygde, men rimeligere enn andre modulbaserte boliger. Vi vet ikke hva som er årsaken til det. Det kan være forskjeller i kvalitet, i leveringstid eller andre forhold. Eksemplene kan tyde på at ulike foretak bevisst henvender seg til ulike lag i befolkningen.

Betydningen av dataverktøy

Det legges stor vekt på betydningen av ny datateknologi for å lykkes med økt industrialisering og for å sikre bedriften. Bruk av BIM og 3D modellering er en viktig forutsetning for god kommunikasjon, god kundekontakt og effektiv produksjon. Samtidig er det interessant å se at et lite foretak som Ålhytta har lykkes med utvikling og produksjon av systemet over en lang årrekke uten at man har hatt tilgang til denne typen avansert dataverktøy.

Kontinuerlig forbedringsarbeid

Det kan se ut som systematisk forbedringsarbeid står sentralt i både BoKlok og Sekisui som en viktig forklaring på suksess. Den løpende dialogen mellom arkitekten og produsenten om

utviklingen av Ålhytta kan ses som et tilsvarende eksempel på kontinuerlig forbedringsarbeid. Oppgraderingen av systemet rundt år 2000 viser på samme måte vilje til kontinuerlige forbedringer, og viser samtidig at systemet er svært tilpasningsdyktig til nye tider og nye behov.

Internasjonalisering

Flere forskere har som nevnt påpekt vanskelighetene med å få til eksport. Det er derfor interessant å merke seg at både BoKlok og Ålhytta har lyktes i å utvikle et produkt for et større, internasjonalt marked. Det betyr at man på tross av forskjeller i nasjonale lover og regler har lyktes med å utvikle et produkt som er tilpasningsdyktig til ulike lands regelverk samtidig med høy grad av standardisering. Det er også interessant at Ålhytta har lyktes med å utvikle et produkt som vurderes som attraktivt av folk i så ulike land med svært ulike kultur som for eksempel Danmark, Japan og Kina.

Ulike former for kundetilpasning

I litteraturen drøftes økt kundetilpasning som forutsetning for økt industrialisering. Det er interessant å merke seg på hvilken måte kundetilpasningen gjennomføres i ulike foretak. Hvilke konkrete valgmuligheter kjøperne av Sekisui har, er ikke beskrevet nærmere. Vi antar at det dreier seg om individuelle boligkjøpere av enebolig, som vanligvis har mange valgmuligheter. Konseptet for BoKlok er utviklet på grunnlag av en kartlegging og tydelig beskrivelse av en spesifikk kundegruppe og deres behov.. BoKlok bygges av Skanska som byggherre for 3. person, og de individuelle kjøperne har trolig relativt sett få valgmuligheter. De har i alle fall færre valgmuligheter enn selvbyggere som kjøper ny enebolig.

Kjøperne av Sekisui og Ålhytta er individuelle boligkjøpere med tilsvarende større muligheter for individuelle valg. Kjøpere av norske ferdighus kan vanligvis velge mellom et stort antall hustyper med ulik størrelse, ulike overflater og utstyr og ulike arkitektoniske uttrykk. Sørby (1992) har vist hvordan ulike typer ferdighus er søkt tilpasset mennesker med ulik livsstil. Ved kjøp av Ålhytta kan man velge ulike planløsninger og størrelser i et stor antall varianter. Samtidig er den arkitektoniske utformingen lik fra hytte til hytte ettersom alle er basert på samme modulsystem. Man kan ikke velge verken smårutete vinduer eller tyrolerhus. Det

arkitektoniske uttrykket er likt for alle hytter og andre bygg. Det kan synes å være uttrykk for lite tilpasning til individuelle ønsker og smak/ livsstil sammenlignet med ferdighusindustrien. En forklaring på hvordan Ålhytta har lyktes med individuell tilpasning kan være at informasjonsmaterialet og nettsider viser et stort antall planløsninger. En annen årsak kan være at arkitekten er koblet inn og bistår kunden med tilpasning til tomt og egne behov. Endelig kan tilbudet om å prøvebo huset være viktig for kundens vurderinger av kvaliteten.

10 Eksterne rammebetingelser

Her vil vi presentere litteratur som drøfter eksterne rammebetingelser, som bransjen i begrenset grad kan påvirke. Vi har som nevnt avgrenset oss til drøftinger av lovverk med betydning for plan- og byggesaker.

Lovverket og det offentliges rolle

Plan- og bygningsloven gir rammene for all byggevirksomhet i Norge. Disse rammebetingelsene legger føringer for utbyggingen og kan vanskelig påvirkes i konkrete saker. Ved revisjoner av lovverket kan regelverket selvsagt endres og gi bransjen og andre berørte anledning til å fremme forslag til endringer. Samtidig finnes også muligheter for å påvirke rammebetingelser for utbyggingen lokalt i for eksempel kommuneplaner og reguleringsplaner.

Flere forskere påpeker at plan- og bygningsloven legger viktige føringer. Noen hevder at lovverket er en hindring for økt industrialisering, mens andre hevder at lovverket ikke er noe hinder, men tvert imot har åpnet for økt bruk av tre.

Når det gjelder det offentliges rolle, påpeker Berg (2005) at markedet i løpet av 1980-tallet i økende grad ble overlatt til seg selv, og at det offentlige engasjerer seg lite i å oppfylle nye store brukergruppers boligbehov. Det vises til at diskusjoner om behov for systematisk boligbygging kan dukke opp igjen, slik det har gjort i England, jfr boka "Why is construction so backward"? (Woudhuysen og Abley 2004).

Arge et al. (2008) viser også til mer omfattende privat – public partnership krever andre tilnærminger til plan- og byggesaker.

Utfordringer knyttet til planprosess og planbestemmelser

Berg (2008) peker på at forskrifter og offentlige bestemmelser utgjør viktige utfordringer. Han hevder at de fleste kommunale og reguleringsmessige bestemmelser blir vedtatt på et overordnet nivå uten at konsekvenser for detaljutforming blir godt nok vurdert. Han påpeker også utfordringer knyttet til planprosessen:

Plan- og bygningsloven er en ”ja-lov” som skal tilrettelegge for bygging. Loven utnyttes likevel ofte som en ”nei-lov” for å hindre utbygging. Denne utviklingen, som bygger på manglende tillit mellom utbyggerne, myndigheter og interessenter/naboer, gir særinteressene gjennomslagskraft og er til hinder for kostnadseffektiv utbygging (ibid:14).

I en gjennomgang av muligheter og begrensninger i plan- og reguleringsbestemmelser påpeker Berg blant annet at byggelinjer og byggegrenser ofte er for stramme/begrensende og ”sjelden gir rom for modulbygging” (ibid:14). Bestemmelser om utnyttelsesgrad gir sammen med byggegrenser og høydebegrensninger ofte ”for stramme rammer” (ibid:14). Krav om bebyggelsesplan gir ofte en ”ytterligere begrensning av muligheter” (ibid:14). Endelig påpeker han at tidsbruken ved behandling av reguleringsplan er en utfordring, og at lovbestemt behandlingstid i praksis ikke har ført til mer effektive behandlingsprosesser (ibid:15).

Halman et al. (2008) konkluderer med ønsker om og behov for ”...less restrictive regulations and procedures” som en av fire viktige forutsetninger for økt industrialisering i Nederland. Også Hall (2008) er kritisk til offentlige myndigheters manglende forståelse for bransjens behov, og at det er et problem i Japan så vel som i de fleste andre land.

Planbestemmelser og bruk av tre

Sines (2008) hevder at bruk av tre i fleretasjes trehus har utviklet seg ”betydelig” i senere år. Dette skyldes, ifølge Sines, i hovedsak en omlegging av byggeforskriftene til funksjonsbaserte krav, som ikke legger spesielle begrensninger på bruk av tre. Dette har medført et omfattende utviklingsarbeid med løsninger og nye konsept for bruk av tre. Tre kan brukes i bygg opp til 7 etasjer. Veilederen oppsummerer hvilke utfordringer med bruk av tre som

er løst i senere år med hensyn til lovverkets krav til brann, lyd, statikk, tiltaksklasse 3 (tiltak med stor vanskelighetsgrad), vedlikehold og konkurranseevne. Det vises til en rekke eksempler på bygg der en har lykket med bruk av tre i ny urban bebyggelse. Veilederen gir også eksempler på hvordan aktiv bruk av kommuneplan/kommunedelplan og reguleringsbestemmelser kan bidra til økt bruk av tre, se kap. 7.4.

Sines drøfter også mulighetene for bruk av plan- og bygningsloven for å stimulere til økt bruk av tre. De viser til eksempler på hvordan bestemmelser knyttet til kommuneplanens samfunnsdel kan formuleres for økt bruk av tre:

Utvikle et sentrum der moderne bruk av tre preger bebyggelse og anlegg.

I forbindelse med reguleringsplaner kan man for eksempel ta inn sterke føringer:

I område B1 skal tre brukes som fasadekledning.
Konstruksjonen skal oppføres i massivtre.

Denizou et al. (2007) har som nevnt i kap. 7 konkludert med at det ligger gode muligheter for styring av materialbruk gjennom plan- og bygningsloven på kommuneplan- og reguleringsplan nivå. Det er ingen formelle hindringer i byggeforskriftene (TEK) for bruk av tre i bærekonstruksjoner i større bygg i urban bebyggelse. Det forutsetter imidlertid særskilt dokumentasjon som krever spesialkompetanse. Slik kompetanse er mangelvare.

Internasjonalisering og produksjon for et større marked

Flere påpeker også problemer der krav og regler i det nasjonale regelverk kommer i konflikt med ønsket om økt import av byggevarer, elementer eller moduler. For eksempel viser Berg (2008) til problemer med import av finske baderomsmoduler som er godkjent i Finland, men likevel må ha norsk godkjenning for bruk i norske bygg. Det kan skape vansker for internasjonale aktører å handle i det globale markedet.

Internasjonalisering er et ledd i å skape et større marked. Flere peker på at økt industrialisering forutsetter større og mer stabile markeder (Berg 2008). Apleberger et al.(2007) påpeker at det igjen krever bedre samordning av lovverket nasjonalt og internasjonalt.

Johansson (2003:16) mener at det pågår en kontinuerlig prosess med hensyn til harmonisering av tekniske regler og forskrifter i EU, og at det vil få betydning for byggebransjen i EU.

Apleberger et al. (2007) viser også til at industrialisering krever store investeringer, og derfor først og fremst er mulig for de store aktørene, som igjen har et stort marked. På den andre siden viser Haug (1997) til at Ålhytta som en relativt liten bedrift også har hatt internasjonal suksess med sin produksjon.

11 Muligheter og utfordringer

Vi vil her oppsummere og konkludere med forslag til videre satsinger. Vi vil spesielt peke på noen tema som i litteraturen fremstår som viktige utfordringer, men der det kan være behov for nærmere avklaringer.

11.1 Produksjonsprosess – muligheter og utfordringer

Rekruttering og kompetanseutvikling i den enkelte bedrift og i bransjen som helhet er en viktig utfordring. Å ta i bruk ny datateknologi vil dessuten kunne gjøre bransjen mer attraktiv for ungdom i valg av studieretning. Det er erkjent i bransjen at man har et forgubbingproblem. Likevel er ikke den skjeve kjønnsbalansen et tema i litteraturen. Suksessen med BoKlok forklares blant annet med utviklingen av et godt konsept. Dette ble utviklet i et nært samarbeid med tre personer fra IKEA, Skanska og arkitekten. At disse tre var kvinner, kan ha hatt betydning for resultatet, siden det er kvinner som i stor grad foretar valg når det gjelder kjøp av bolig.

Langsiktig og systematisk samarbeid med forskning og utdanning vil være en viktig brikke i utviklingen av bransjen, slik vi har sett for eksempel i Sverige. Slikt samarbeid er også etablert i Norge

Det er stort *fokus på den teknologiske utviklingen* som bruk av nye dataverktøy, Supply Chain Management og logistikk i produksjonen. Samtidig vil gode ansikt til ansikt relasjoner fortsatt være viktige for et godt resultat. Vi ser det som særlig viktig å inkludere arkitekten og designprosessen i verdikjeden og utvikle et nærmere samarbeid med arkitektene for å sikre produktutviklingen.

11.2 Produktutvikling – muligheter og utfordringer

Bruk av tre i by er et godt eksempel på produktutvikling og det å ta i bruk tre i nye sammenhenger. Dette arbeidet bør fortsettes og styrkes.

At tre er et *miljøvennlig materiale og en fornybar ressurs*, bør i større grad løftes frem i produktutviklingen og i markedsføringen. BIM kan bidra til å utvikle miljøvennlige løsninger ved uttesting av energibruk osv. i ulike alternativer før produksjonen settes i gang. Bruk av BIM bør også brukes til å gi forbrukerne bedre informasjon om boligen både ved kjøp og senere i vedlikehold og drift.

Ny teknologi kan gi nye muligheter for å utvikle ny og spennende arkitektur og bedre kvalitet. Det ser ut som disse mulighetene først og fremst er viet interesse i utformingen av enkeltbygg, og i liten grad er tatt i bruk i utviklingen av seriebygde boliger for et bredere marked. Den teknologiske utviklingen bør i større grad tas i bruk for å utvikle større boligområder basert på en industriell produksjon. Samtidig bør det gis større rom for individuell tilpasning av den enkelte bolig også i den arkitektoniske utformingen av eksteriøret. Dette vil være en nødvendig forutsetning for å komme bort fra den allmenne oppfattelsen av industriell boligbygging som kjedelig standardvare.

11.3 Kundetilpasning – muligheter og utfordringer

Bedre kundetilpasning er et sentralt tema i litteraturen. Bedre kundetilpasning er en nødvendig forutsetning for økt industrialisering, og noe avgjørende nytt sammenlignet med tidligere forsøk på å utvikle industrialisert byggeri på 1960- og 70-tallet. Bedre kundetilpasning er viktig og nødvendig for bedriften for å kunne tilby rett hus til rett tid og sted og dermed være bedre tilpasset et skiftende marked. Bedre kundetilpasning er både et spørsmål om større imøtekommenhet overfor kundene og en nødvendighet for å sikre egen bedrift mest mulig sikker og stabil produksjon.

I litteraturen foreskrives først og fremst bruk av 3D- modellering som bidrag til bedre kommunikasjon og kundetilpasning. Det drøftes i liten grad hva denne kundetilpasningen består i, hvilke typer kunder en står overfor og hva som er deres valgmuligheter.

Tradisjonen med å eie egen bolig og ønsker om individuell tilpasning står sterkt i norsk kultur og ses som et hinder for økt industrialisering. Dette blir også forklart som et hinder for prefabrikkert byggeri i USA. Det kan derfor være grunn til å drøfte disse utfordringene nærmere. Hvordan forstå ønsket om individuell tilpasning? Hva skal til for å kombinere individuell tilpasning med standardisert byggeri? Hvordan kan bransjen synliggjøre mulighetene for individuell tilpasning til kundens behov?

Erfaringene fra god praksis viser at kundetilpasning kan anta ulike former, og vi tror det kan være behov for nærmere avklaringer av hvem kunden er, og hvordan en kan forstå kundens behov.

Litteraturen dreier seg primært om bedre kundetilpasning og god kommunikasjon under planlegging og prosjektering. Enkelte påpeker også behovet for å ta i bruk mulighetene for bedre informasjon om boligens fremtidige drift og vedlikehold som ligger i BIM.

Kunden – hvem er det?

Det er stor forskjell på den individuelle eneboligkjøperen og kjøper av en ny blokkleilighet. Den individuelle boligkjøperen står i direkte dialog med tilbyderen og kan dermed i langt større grad bestemme løsninger for sin bolig. Valgmulighetene for kjøperen av en ny leilighet er færre. Valgene er vanligvis begrenset til valg av overflater på vegger og golv, og evt. valg av kjøkkenfronter, utstyr på bad og lignende i boligen. Kundetilpasningen i dette tilfellet dreier seg for leverandøren om å utvikle konsepter for en byggherre, enten det er private utbyggere eller kooperasjonen. Her er det i første omgang utbyggeren/byggherren som foretar de avgjørende valgene på vegne av boligkjøperne. Hvordan kan en utvikle konsept som kan gi sluttbrukeren flere valgmuligheter?

Bolig som uttrykk for identitet og livsstil

For å forstå kundens ønsker om individuell tilpasning er det viktig å forstå at boligen for kjøperen først og fremst er et hjem. Valg av bolig er, på samme måte som valg av bil, båt, klær og andre

forbruksvarer, et uttrykk for hvem vi er eller hvem vi ønsker å være. Utsagnet ”My home is my castle” illustrerer dette behovet. Forskere har som nevnt vist hvordan dette behovet uttrykkes i de valgmulighetene selvbyggerne har.

Markedsføring av rekkehus og større bygg basert på moduler har i liten grad reflektert denne typen individuelle ønsker og behov. Resultatene av slik utbygging har også vært gjenstand for kritikk, blant annet fra Statens Byggeskikksutvalg. Rekkehus- og blokkområder har blitt kritisert for å være for visuelt monotone og dårlig tilpasset individuelle ønsker og behov. På den andre siden har eneboligområder blitt kritisert for å være visuelt kaotiske som resultat av ulike boligkjøperes ulike preferanser (Schmidt 1999). Monotoni og lite individuell tilpasning kan forklare hvorfor blokkområder av mange oppfattes som lite attraktive. Variasjoner innen et gitt byggesystem, som for eksempel Ålhytta, vil kunne resultere i eneboligområder som balanserer individuelle behov og ønsker om helhet i arkitektonisk utforming. Samtidig ville et slikt prinsipp anvendt i blokkbebyggelse og rekkehus kunne tilføre slike områder mer variasjon og gi sluttbrukeren flere valgmuligheter også i valg av fasader og vindusløsninger.

Hvilke valgmuligheter bør kunden ha?

Med individuell tilpasning menes at huset tilpasses kundens individuelle ønsker og behov, det vil si at kunden får det han eller hun vil ha. Individuell tilpasning dreier seg om valg av hustype, størrelse og husets arkitektoniske uttrykk.

Kundetilpasningen kan ha som vi har sett anta ulik karakter avhengig av type kunde og typer bebyggelse. I BoKlok består kundetilpasningen i et konsept som er utviklet på bakgrunn av analyser av en bestemt kundegrupes behov. Utbyggerne har bevisst valgt å bygge ut områder med et begrenset antall boliger for på den måten å unngå monotonien fra drabantbyområdene, som oppleves som lite attraktive. I Ålhytta består kundetilpasningen i å kunne velge størrelse og planløsninger, mens det arkitektoniske uttrykket er likt. Den største utfordringen i å utvikle et mer kundetilpasset konsept ligger i utbyggingen av større rekkehus- og blokkområder. Moelven omtaler på sine nettsider modulbygg som fleksible, men det kan være vanskelig å se hva fleksibiliteten består i. Kanskje det kan være behov for å illustrere valgmulighetene tydeligere?

Utfordringen i å finne gode kombinasjoner mellom individuell tilpasning og modulbasert byggeri er størst når det gjelder tett småhusbebyggelse og blokker. Utfordringen blir hvordan moduler, som i utgangspunktet er standardiserte, kan kombineres til bygg som er tilpasset tomt og stedlige forhold, som fremstår som visuelt varierte og med ulike planløsninger. Kombinasjon av ulike moduler som kan resultere i ulike typer og størrelser på leilighetene, er viktige ingredienser. Dette bestemmes imidlertid ofte av byggherren. Dersom byggherren ønsker en bebyggelse med utelukkende to- og treroms boliger, blir mulighetene for variasjon begrenset. Vi ser det som viktig å utvikle nye konsept som kan bidra til flere valgmuligheter mht størrelser på leiligheter og gi et mer variert og individuelt tilpasset arkitektonisk uttrykk i leilighetsbygg og i feltutbyggingen.

”Rask og billig”?

Industrialiseringsdiskursen er ofte koblet til begrepet ”billig”. Begrunnelsene for industrialisering har ofte vært å produsere mer og billigere, fortrinnsvis uten at det skal gå ut over kvaliteten. ”Billige boliger fra samlebånd” er tittelen på en omtale av modulbasert boligbygging i Sverige (Berg 2005:19). Spørsmålet er om vi kan stå overfor tilsvarende problemer i vurderingen av modulbasert byggeri i Norge. I hvilken grad er for eksempel navnet Moelven koblet til Moelvenbrakker? Og i hvilken grad blir bygg basert på modulbygg assosiert med brakkebygg og dermed med billige bygg? Hva kan man evt. gjøre for å motvirke slike negative forestillinger?

Der er ikke gitt at markedsføring av nye boliger med slagord som ”Raskt og billig” (Moelven magasinet nr. 1/2004 s. 16) er det som boligkjøperne først og fremst ser etter. Menneskers beveggrunner for å handle er ikke bare rasjonelle valg eller ”economic man”, at varen skal være billigst mulig. Det kan gjerne være billig, men det skal ikke se billig ut, tvert imot. Vi ser på boligen først og fremst som uttrykk for våre drømmer om identitet og livsstil.

11.4 Betydningen av kultur, omdømme og markedsføring

Flere påpeker at en individualistisk kultur og tradisjon er et hinder for økt industrialisering i Norge og USA. Samtidig blir kultur og tradisjon i Japan beskrevet som en viktig forklaringsfaktor for suksessen med industrialiseringen der. Betydningen av kultur er imidlertid lite utforsket i litteraturen som har hovedvekt på industritekniske og prosessuelle sider ved industrialiseringen. Betydningen av kultur og image eller omdømme som forklaring på suksess eller ikke bør derfor undersøkes nærmere.

Vi finner få eksempler på tiltak for å bøte på industrifremstilte boligers dårlige omdømme. Vi tror det kan være behov for nærmere analyser av problemet, hvordan det kan forstås og hva som kan gjøres. Brock og Brown (2000) påpekte som nevnt det paradoksale i at folk vurderte prefabrikkerte boliger som lite attraktive til tross for at de ikke atskiller seg fra tradisjonelt bygde boliger. For å forstå slike mekanismer kan det være viktig å ta utgangspunkt i samfunnsvitenskapelig forståelse av verden som sosialt konstruert. Det betyr at våre oppfattelser av et fenomen, et firma eller et ferdighus, er farget av kultur og tradisjon og kan være uavhengig av såkalte ”objektivt gitte kjensgjerninger”. Slike oppfattelser kan være individuelle subjektive vurderinger eller kollektive fortellinger om et sted eller et produkt som får fotfeste blant folk flest. Slike oppfattelser kan henge igjen på tross av at ”virkeligheten” har endret seg. Det betyr også at evt. negative oppfattelser av et produkt kan bearbeides gjennom markedsføring og omdømmebygging. Forutsetningen for å lykkes med det vil imidlertid være at produktet holder hva det lover.

12 Hva skal til for å lykkes?

Vi vil her kort oppsummere hva som skal til for å lykkes med industrialisering av boligbyggingen.

- *Langsiktighet.* Det er avgjørende å utvikle langsiktige strategier for økt industrialisering. Industrialisering krever langsiktig satsing og systematisk forbedringsarbeid. Nye konsept som Lean Construction inspirert av bilproduksjonen kan bidra til bedre flyt, mindre sløseri osv. Enkelte peker på at slike satsinger er økonomisk krevende, og derfor bare lar seg realisere av de store aktørene. Eksemplet Ålhytta viser at langsiktig tenkning også er mulig for mindre produsenter.
- Det er behov for *systematisk kunnskapsoppbygging* med etablering av møtesteder og samarbeid med forskningen og høyskoler/universitet, blant annet for å utvikle utdanningsprogram for rekruttering av ungdom med god datakompetanse
- Det er behov for å utvikle *en bedriftskultur* for forbedring og tilbakeføring av erfaringer, slik vi kan se blant annet i eksemplet Sekisui i Japan.
- *God kommunikasjon og kundekontakt* er nødvendig for å kunne tilby rett hus til rett tid. Det er behov for mer systematisk kartlegging av typer kunder, hvilke valgmuligheter de har og hvilke valg en kan foreta på hvilke trinn i produksjonen. Den største utfordringen er knyttet til valgmulighetene for boligbyggere som bygger for tredje person og hvilke valgmuligheter de har. Ålhytta og BoKlok er eksempler på svært ulike tilnærminger til hvordan en kan arbeide med kundetilpasning.
- *Bruk av nytt dataverktøy som BIM og 3D-modellering* kan lette kommunikasjonen mellom de impliserte og forebygge feil.

Bruk av BIM og 3D modellering kan gi bedre kundekontakt og bedre informasjon til kunden om boligen med opplysninger om egenskaper ved boligen, vedlikeholdsprogrammer, energibruk, miljøsertifisering osv. Bruk av BIM og 3D- modellering vil trolig bli standard på sikt. Statsbygg har allerede introdusert dette som en forutsetning for levering av anbud og konkurranseforslag.

- *Langsiktige leverandøraftaler* kan sikre levering av rett produkt til rett tid og dermed redusere sløsing med tid og ressurser
- *Godt samarbeid mellom arkitekter og ansvarlige for produksjonen* kan ses som en viktig forutsetning for produktutviklingen av kvalitativt gode boliger. Det kan skje ved enten å ansette sivilarkitekter i egen bedrift eller inngå samarbeidsavtaler.
- Større fokus på *miljøvennlige løsninger* og bruk av tre som et miljøvennlig material bør kunne styrke bransjens omdømme og øke bransjens markedsandeler. Det vil blant annet kreve systematisk produktutvikling. Bruk av BIM kan teste ut ulike løsninger mht energibruk osv
- *Rekruttering av arbeidskraft*: Det er behov for å rekruttere ungdom med god datakompetanse. Vi vil også anbefale å ha større fokus på den skjeve kjønnsbalansen og rekruttere flere kvinner til bransjen. Dette ser ut å være et ikke-tema i litteraturen.
- Vi vil også anbefale økt fokus på betydningen av *kultur og omdømmebygging* – for økt bevissthet om industrialisert boligbygging som gode og rimelige boliger og trehusindustrien som en attraktiv bransje.

12.1 Forskningsbehov

Berg (2005) påpeker at det er behov for ytterligere forskning vedrørende:

- Omfanget av industrialiseringen i Norge og Norden og å følge utviklingen ellers i verden
- Kunnskap om hvordan ulike materialer står mot hverandre

- Kunnskap om hvorfor den norske og svenske industrielle fremstillingen av modulelementer har variert så mye. Hva er årsakene?
- Mer detaljerte analyser av grad av industrialisering og implementering jfr. Svenske undersøkelser

Atkin og Gravett (2002) konkluderer med at det er behov for mer detaljerte studier av relasjoner mellom de ulike aktørene i byggeprosessen og for å kartlegge kundenes ønsker og behov. Det påpekes også at byggebransjen i større grad må engasjere offentligheten i debatt om bygninger og omgivelser, hvilke produkter, materialer osv en ønsker. Kundenes, det være seg det offentlige eller private, og deres roller og ansvar bør diskuteres særskilt.

Vi ser behov for å analysere forskjeller mellom tradisjonell masseproduksjon og et konsept som Lean Construction når det gjelder trehusproduksjon. Hvilke konsekvenser får Lean for organiseringen av deltakende bedrifter? Flere forskere påpeker at det ikke er teknologien som er utfordringene, men hvordan aktørene samhandler. Vi ser et behov for mer kunnskap om organisering av foretak og samhandling mellom aktører for å avklare forventninger, roller og ansvar innen nye produksjonskonsept.

Vi ser et behov for supplerende forskning på mer samfunnsfaglige problemstillinger som kultur og omdømme. Flere nevner at kultur og tradisjon kan være et hinder for økt industrialisering, men uten å gå nærmere inn på dette og hva man evt. kan gjøre for å bøte på problemet. Det er derfor behov for å kartlegge nærmere spørsmål knyttet til omverdens oppfatninger av bransjen, og hvordan en kan utvikle bransjen til en attraktiv arbeidsplass for ungdom med kompetanse. Det er behov for bedre kunnskap om hva norsk kultur og tradisjon betyr for industrialiseringen. Endelig er det behov for bedre forståelse av hva bedriftskulturen betyr, og hvordan en kan utvikle en bedriftskultur for kontinuerlig endring og forbedring.

Vi ser også et behov for mer systematiske analyser av effektene av industrialisering med hensyn til kostnader og kvalitet. Blir boligene bedre og billigere?

Det er behov for å studere nærmere mulighetene for individuell kundetilpasning i en industrialisert prosess. Hvilke valg får konsekvenser for valgmulighetene? Hvilke valgmuligheter er viktige, hvilke er mindre viktige? Hvem er kunden, hvilke valgmuligheter har de osv? Hvordan kan en få til god dialog og samhandling mellom tilbyderne og kundene?

Litteratur

- Apleberger, L. Jonsson, R. Åhman, P. (2007): *Byggandets industrialisering. Nulägesbeskrivning*. FoU- Väst Rapport 0701
- Arge, K., Wågø, S. Knudsen, W. (2008): *Valuta for pengene. En studie av 15 boligprosjekter*. SINTEF prosjektrapport 18
- Atkin, B., Borgbrant, J. og Josephson, P.E. (red.) (2003): *Construction Process Improvement*. Blackwell publ. Oxford
- Atkin, B. Gravett, J. (2002): *Europa – Enterprise – Construction: Innovation*. ECCREDI (European Council for Construction, Research, Development and Innovation) artikkelserie fra http://ec.europa.eu/enterprise/construction/innov./innoex_epr.htm sist oppdatert 2002
- Barlindhaug, R. og Ruud, M.E. (2008): *Beboernes tilfredsheit med nybygde boliger*. NIBR rapport 2008:14
- Barlow, J. og Ozaki, R. (2005): "Building mass customised housing through innovation in the production system: lessons from Japan i *Environment and Planning A 2005, volume 37 s.9-20*
- Barlow, J, Childerhouse, P., Gann, D. Hong-Minh, S. Naim, M. og Ozaki, R. (2003): "Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for UK housbuilders" i *Building Research & information 2003 31 (2) s. 134-145*
- Brock, L. og Brown, J. (2000.): *The Prefabricated House in the Twenty-First Century: What Can We Learn from Japan? A Case Study of the KST-Hokkaido House*. Paper til konferansen: "World Conference on Timber Engeneering". Whistler Resort,

- British Colombia. Canada. 31.7.-3.8. 2000.
<http://timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/toc.pdf>
- Berg, T. F. (2005): *Industrialisering som mulig vei for reduksjon av byggekostnader* Byggforsk oppdragsrapport
- 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 prosjektrapport 20-2008
- Boverket (2007): *Genchi genbutsi. Gå och se med egna ögon. Svenska intryck från Japansk byggindustri. Artikkelsamling.* www.boverket.se
- Chazar, A. (2006): *Blurring the Lines.* Chichester: Wiley-Academi
- Denizou, K. Hveem, S. og Time, B. (2007): *Tre i by – Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbane byggverk?* SINTEF Byggforsk prosjektrapport 409
- Eastman, C. M. (1999): *Building Product Models. Computer Environments Supporting Design and Construction.* CRC press. Boca Raton, London, New York, Washington DC
- Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. og Liston, K. (2008): *BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.* Wiley and son, Hoboken, New Jersey
- Engström, D. og Nilsson, F. (2008a): *Industriell utveckling av arkitektur i Sverige.* Chalmers tekniska högskola. Centrum för arkitektur och industri.
- Engström, D. (2008b): *Sammanfattning av slutrapport. 11697 Bygg Bra Bostäder Billigare.* Notat. NCC teknikk
- Engström, D. Lundgren, M., Nylander, O. og Widfeldt, M. (2007): *4B – Bygg Bra Bostäder Billigare. Ett samtal mellan arkitektur och industrialisering*
- Gunnarsjaa, A. (1999): *Arkitekturleksikon.* Abstrakt forlag

- Guttu, J. (2003): *Den gode boligen. Fagfolks oppfatning av boligkvalitet i 50 år. Dr.grads avhandling 11, AHO*
- Greger, M. L. (2007): *BOVO- BOstäder av VOlymelement – en studie av arkitektoniske möligheter med industriell produktion. Diplomoppgave, CTH, arkitektur*
- Hall, R. (2008): ”Tokyo Sekisui”. *Target*. Volume 24, number 2
AME. Association for Manufacturing Excellence,
www.ame.org
- Halman, J. I. M., Voordijk, J, T. Reymen, M. M. J. (2008): ”Modular Approaches in Dutch House Building: En Exploratory Survey” i *Housing Studies*. Vol. 23, No. 5. s. 781-799
- Haug, J. (1997): ”Ålhytta 30 år” i *Byggekunst*. 3/97 s. 58-62
- Herbers, J. (2004): *Prefab moderen*. Harper Design International. New York
- Husbanken (1985): *God bolig*
- Johansson, C. (2003): ”Modularisation in the Customisation of Manufactured Housin” i Atkin, B., Borgbrant, J. og Josephson, P.E. (red.) (2003): *Construction Process Improvement*. Blackwell publ. Oxford
- Josephson (2007): ”Kvalitet före allt” i Boverket: *Gå och se med egna ögon*. www.boverket.se
- Kieran, S. og Timberlake, J. (2004): *Refabricating architecture. How Manufacturing Methodologies Are Poised to Transform Building Construction*. McGraw-Hill. New York
- Kieran. S. og Timberlake, J. (2009): ”Forsøksprosjektet Loblolly House” *Arkitektur N 01/2009* s. 41-45
- Kittang, D. og Giæver, T. (2008): *Industrialisering av trebusproduksjon. Forprosjekt*. SINTEF Byggforsk avdeling bygninger

- Kjærnes, K. (2004): *Modulbygging i fleretasjes trehus*.
Hovedfagsoppgave i byggeteknikk og arkitektur, Institutt for matematiske realfag og teknologi. Norges landbrukshøgskole
- Kolarevic, B. (2003): *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*. Spon press. New York, London
- Kristoffersen, J. Gundersen, F. og Karlsson, S. (2007):
Trebusindustrien i Innlandet – egenskaper, dynamikk og utfordringer.
ØF- rapport nr. 16/2007
- Krygiel, E. og Nies B. (2008): *Green BIM. Successful sustainable design with building information modeling*. Wiley publishing.
Indianapolis, Indiana
- Larsen, K.E. (2009): "Rundt neste hjørne: Digitalt produsert arkitektur" *Arkitektur N 01/2009 s.34-40*
- Larsen, K. E. (2007a): "Fra prosjekt til produksjon (del 2)"
Arkitektnytt nr. 2/2007.s.18
- Larsen, K. E., Schindler, C. Scheurer, F. og Stori, S. (2007b). "The Camera Obscura. A Case Study on Digital and Analogue Project Development in Timber Construction" I *eCAADe 2007 Predicting the Future. Proceedings of the 24.th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe s. 51-58*
- Lessing, J. (2008): *Industrielt byggende – konsept og prosesser*. Boverket. Byggkostnadsforum
- Lessing, J, Stehn, L. og Ekholm, A. (2005): *Industrialised Housing: Definition and Categorization of the Concept*. Paper til IGLCA 13, Sydney, Australia
- Moelven (2008): *Reserapport Europaresa DAK/DAP Prosjektet*.
Moelven Utvikling AS
- Moum, A. (2008): *Exploring Relations between the Architectural Design Process and ICT. Learning from Practioners Stories*. Thesis for the degree of Philosophie Doctor NTNU

- Olsson, F. (2000): *Supply Chain Management in the cNstruction Industry – Opportunity or Utopia*. Lunds universitet. Dr.grads avhandling
- Orderud, G. I. (2006): "The Norwegian Home-building Industry – Locally Embedded or in the Space of Flows? I *International Journal of Urban and Regional Research*. Volume 30.2 s. 384-402
- Patchell, J. (2002): "Linking Production and Consumption: The Coevolution of Interaction Systems in the Japanese House Industry". *Annual of the Association of American Geographers*, 92(2), 2002 s. 284-301
- Schmidt, L. (1999): *Mitt hus er din utsikt. God byggeskikk for hus og land – hva hvorfor og hvordan*. Statens Byggeskikkutvalg
- Schmidt, L. (2008): *Hvordan kjøpe en bolig som ikke finnes? En studie av kjøp og salg av boliger på prospekt*. NIBR rapport 2008:24
- Sirnes, T. A. (red.) (2008): *Veileder for bruk av tre. By- og tettstedsutvikling*. Trefylket TreFokus.
- Steen, L. (2008): *Byggandets industrialisering och industrielt (trä)byggande*. www.innova.se
- Store Norske Leksikon (2006) Gyldendal og Aschehoug
- Sørby, H. (1992): *Klar – ferdig – hus. Norske ferdighus gjennom tidene*. *Ad Notam Gyldendal*. Oslo
- Troedson, U. og Åhman, P. (2007): "Arkitektur" i Boverket: *Gå och se med egna ögon. Svenske inntryck från Japanske byggindustri*. www.boverket.se
- Törnros, E. (2007): *Industriellt byggande: massproduktion eller mass customisation?. Om förutsättningar för arkitektur och gestaltning i industriellt byggande*. Diplomoppgaver, Chalmers tekniska högskola
- Woudhuysen, J. og Abley, I. (2004): *Why is construction so backward?* Wiley- Academy. Chichester. England

Ørstavik, F. (2009): *"Er forskning egentlig så viktig?"*. Noen refleksjoner om kunnskapsprosesser i bygging, basert på erfaringer i "Plain-Sailing" prosjektet. Foredrag i Husbanken 25. 02.2009

Ørstavik, F. (2006): *Utvikling av slagkraftige innovasjonsstrategier i BAE- næringen: Statistikkressurser og statistikkbehov. Et innspill til arbeidet med Byggekostnadsprogrammet*. NIFU STEP

Ådelqvist, Y. G. og Runberger, J. (2005): *Bostäder byggda med volymelement. En fallstudie av svenska bostadsprojekt – verklighet og vision*. Boverket. Byggekostnadsforum

Noen aktuelle nettsteder

www.vri-innlandet.no

www.ame.org

www.arkitektur-industri.se

www.buildingsmart.no

www.buildingsmart.com

www.trefokus.no

www.trefylket.no

www.byggekostnader.no

www.innlandet.no

www.aalhytta.no

www.Ursem.nl/en

www.boklok.com

www.sekisuiheim.com/english/unit/heim.html

Vedlegg 1

Medlemmer i Trehusklyngen i Hedmark og Oppland

Trehusprodusenter i Trehusklyngen Hedmark/Oppland (kilde:
Trehusklyngen Innlandet, Arena søknad 2008:6):

Moelven ByggModul

Boligpartner AS

Hedalm anebyhus AS

TingAlm Tre AS

Tinde Bygg AS

Ringsaker Takelementer AS

Trysil Byggsystem AS

I tillegg fem underleverandører:

Gausdal Bruvoll BA

Forestia AS

Hunton Fiber AS

Mjøstre AS

Eidskog Stangeskovene AS