

SBF2014F0412 - Fortrolig

Rapport

Modulbygg – like godt som plassbygde løsninger?

En evaluering av modulbygg i Norge

Forfattere

Anders-Johan Almås

Johan Gåsbakk

Trond Bøhlerengen

Michael Klinski



Foto: Moelven

SINTEF Byggforsk

Klima, miljø og arkitektur

2014-12-17

Rapport

Modulbygg – like godt som plassbygde løsninger?

En evaluering av modulbygg i Norge

EMNEORD:
Intervjuundersøkelse
Bygningsmodul
Byggeprosjekt
Byggskade
Modulbygg
Boligblokk
Byggeprosess

VERSJON
01

DATO
2014-12-17

FORFATTERE
Anders-Johan Almås
Johan Gåsbakk
Trond Bøhlerengen
Michael Klinski

OPPDRAUGSGIVER
Husbanken

OPPDRAUGSGIVERS REF.
Øyvind Ustad

PROSJEKTNR
102009380

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
27 + 1 vedlegg

SAMMENDRAG

Bruken av bygningsmoduler i Norge har økt i omfang de siste årene. Rask byggetid og god prosjektøkonomi har vært noen av årsakene til det. SINTEF Byggforsk har satt seg inn i omfanget av modulbygg i Norge, intervjuet sentrale aktører i modulbygg-prosjekter og gjort en helhetsvurdering av modulbygg knyttet til produkt, prosess og generelle erfaringer opp mot plassbygde løsninger.

Det kan ikke gis et entydig ja/nei-svar på om modulbygg er like godt som, eller bedre enn, plassbygde løsninger. Bygging med bygningsmoduler er krevende og skiller seg vesentlig fra plassbygging. For å oppnå et modulbygg med god kvalitet må det stilles svært strenge krav til spesifikke deler av prosjekteringen. Det må benyttes profesjonelle aktører i alle faser av prosjektet, dvs. prosjektering, produksjon, transport, montering og bygging.

Modulbygg har både begrensinger og muligheter. Dersom aktørene i prosjektet har god kompetanse på bygging med moduler kan det gi mange fordeler fremfor tradisjonelle, plassbygde løsninger. Men det er like fullt prosjektavhengige faktorer, som bygningstype, lokalklima, logistikk og økonomi, som bør avgjøre hvilken byggemetode som velges.

UTARBEIDET AV
Anders-Johan Almås

SIGNATUR



KONTROLLERT AV
Johan Gåsbakk

SIGNATUR

GODKJENT AV
Anders Fylling

SIGNATUR

RAPPORTNR
SBF2014F0412

ISBN

GRADERING
Fortrolig

GRADERING DENNE SIDE
Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
01	2014-12-17	Ferdig rapport oversendt oppdragsgiver - Husbanken

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
1 Bakgrunn.....	5
1.1 Kort om modulbygg som byggemetode	5
1.2 Om oppdraget.....	5
1.3 SINTEF Byggforsk.....	5
2 Metode	6
3 Bruk av modulbygg i Norge	7
4 Utvalgte prosjekter for intervju.....	10
4.1 Skullerudlia borettslag, Oslo	10
4.2 Kvartal 1, Åndalsnes.....	11
4.3 Dragvoll Helse og Velferdssenter, Trondheim	12
4.4 Bodø kommune og Einmotunet borettslag	13
5 Sammendrag av funn fra intervjuene	14
5.1 Generelt	14
5.2 Arkitektene.....	15
5.3 Utbyggerne, totalentreprenørene og byggherrene.....	17
5.4 Underentreprenørene	19
5.5 Kommunene.....	19
5.6 Driftspersonell.....	20
5.7 Beboere/byggeiere	20
6 Vurderinger.....	22
6.1 Generelt	22
6.2 Prosess	23
6.3 Teknisk kvalitet	23
6.4 Skadeerfaringer.....	24
6.5 Regelverk.....	25
6.6 Dokumentasjon.....	25
7 Anbefalinger og merknader	26
8 Referanser.....	27

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1: Mal for telefonintervju

Sammendrag

Et modulbygg er sammensatt av prefabrikkerte bygningsmoduler. Bygningsmodulene produseres i fabrikk under kontrollerte forhold eller fra allerede produserte konstruksjonselementer, for eksempel vegger, etasjeskillere og tak. På byggeplassen dreier det seg om *montering* av modulene og sikring av modulene mot skader i monteringsperioden. I tillegg krever mange modulbygg også betydelige for- og sluttarbeider på byggeplass i form av fundamenter, kompletterende takkonstruksjoner, trapper og inngangspartier etc. Modulbygging setter strenge krav til planlegging av hele byggeprosessen, med vekt på logistikk og korrekt sammenkopling. Den store fordelen er kort byggetid, med rask lukking av bygget slik at man raskt kommer i gang med sluttarbeidene. I sum gir det ofte også god økonomi.

SINTEF Byggforsk har i arbeidet med denne rapporten fått et visst innblikk i omfanget av bygging med moduler i Norge. Omtrent 20 sentrale aktører i ulike modulbyggeprosjekt har blitt intervjuet, og det er gjort en helhetsvurdering av modulbygg knyttet til produkt, prosess og generelle erfaringer. Intervjuobjektene pekte på følgende fordeler med modulbygg: Kort byggetid, effektive prosesser, god kvalitet, rent bygg, god kontroll, god dokumentasjon av innendørs produksjon av modulene, god FDV-dokumentasjon, fast pris som blir holdt, smidig prosess og "mye plass for pengene". Når det gjelder ulemper eller utfordringer ble følgende fremhevet: Begrensninger i modulstørrelser med hensyn til romløsninger og planløsninger, krav om nytenking sammenlignet med plassbygde løsninger, større arealtap på grunn av doble innvendige vegger, variabel Euro-kurs som må tas høyde for i planleggingen ved import av bygningsmoduler, ofte mer omfattende tekniske anlegg, utfordringer med å tilpasse bygget til lokal arkitektur/byggeskikk, noe mindre rom for arkitektoniske grep og et oppsplittet ansvarsforhold på grunn av uklare grensesnitt.

Det presiseres at funn fra intervjuene er basert på et relativt begrenset utvalg. Det er også flere av funnene fra intervjuene som vitner om dårlig *byggeprosess* mer enn problemer med selve bygningsmodulene. Det er også ulike syn på fordeler og ulemper i et modulbyggeprosjekt, avhengig av aktør. Som et eksempel kan det nevnes at en av utbyggerne mener modulbygging gir gunstig entreprisenndeling i prosjektet. Det er oversiktlig med relativt få håndverksgrupper som jobber på byggeplass og færre aktører som trenger å koordineres. På den annen side mener en ansvarlig søker (arkitekt) at et modulbyggeprosjekt har mange flere aktører som må koordineres og at dette kompliserer og fordyrer søknadsarbeidet.

Det er med andre ord svært viktig å skille mellom *produkt* og *prosess* når det gjelder modulbygg. Produktet, selve bygningsmodulen, må tilfredsstillе alle nasjonale krav samt være egnet for bruk i klimaet på byggestedet. Når det gjelder prosess, må det være særlig fokus på prosjekteringsfasen. Når bygningsmodulene settes i produksjon må detaljprosjekteringen i forkant være av høy kvalitet, siden det er mye vanskeligere å gjennomføre endringer for modulbyggprosjekter enn for plassbygde prosjekter etter at produksjonen har startet. Prosjekter som ikke er planlagt spesielt for modulbygging fra starten av, bør derfor ikke besluttes å bli bygget med moduler på et senere tidspunkt.

Det kan ikke gis et entydig ja/nei-svar på om modulbygg er like godt som, eller bedre enn, plassbygde løsninger. Det vi kan si er at bygging med moduler er et eget fag, som skiller seg vesentlig fra plassbygging. Det må benyttes profesjonelle aktører i alle faser av prosjektet, dvs. prosjektering, produksjon, transport, montering og bygging. Dersom aktørene i prosjektet har god kompetanse på bygging med moduler kan det gi mange fordeler fremfor tradisjonelle, plassbygde løsninger. Det vil likevel være prosjektavhengige faktorer, for eksempel bygningstype, lokalklima, logistikk og økonomi, som avgjør hvilken byggemetode som bør brukes i hvert enkelt prosjekt. Kvaliteten på ferdig bygg er med andre ord avhengig av kompetansen og kvaliteten på arbeidet til de involverte aktørene i prosjektet, og ikke nødvendigvis valg av byggemetode.

Det anbefales mer utredninger, spesielt rundt analyser av grensesnitt-arbeidet som skal skje på byggeplass etter at modulene er montert. Det anbefales også en kartlegging av behov for klare retningslinjer for bygging med bygningsmoduler, for eksempel ved å utvikle anvisninger i Byggforskserien til SINTEF Byggforsk.

1 Bakgrunn

1.1 Kort om modulbygg som byggemetode

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

1.2 Om oppdraget

SINTEF Byggforsk er engasjert av Husbanken for å gjøre en vurdering av bruken av bygningsmoduler sammenlignet med tradisjonelle, plassbygde løsninger. Denne rapporten er basert på litteraturgjennomgang, intervjuer av omtrent 20 aktører i ulike modulbyggeprosjekter i Norge samt generelle vurderinger av byggeteknikk, byggeprosess og erfaringer knyttet til bygningsmoduler.

Skader i modulbygg har vært tema i flere medieoppslag de siste årene. Om dette skyldes generelle svakheter ved modulbyggene eller et tilfeldig høyt fokus på prosjekter med modulbygg med skader har vært dårlig dokumentert. Det fins lite nøytral dokumentasjon og det har vært gjennomført få evalueringer av bruken av modulbygg i Norge. Modulbyggene har derfor et varierende rykte i byggenæringen og blant folk flest.

Problemstillingene rundt modulbygg er knyttet til opplevd kvalitet av sluttresultatet. For modulbyggets del skilles det mellom to begreper: Produkt og prosjekt. Produktet er den fysiske bygningsmodulen eller et byggesystem av flere moduler eller elementer. Prosjektet er byggeprosessen og det som omfatter planlegging, prosjektering, utførelse og kontroll av modulbygg.

1.3 SINTEF Byggforsk

Prefabrikkerte moduler og -elementer er pålagt krav om produktdokumentasjon i henhold til Dokumentasjonsforskriften (DOK) og til uavhengig kontroll av produksjonsprosess. I praksis betyr dette at alle moduler som leveres på det norske markedet skal ha dokumentasjon tilsvarende SINTEF Teknisk Godkjenning. SINTEF Byggforsk har lang erfaring med vurdering av både produktet og prosjektet, og har spisskompetanse innenfor tekniske fagområder og byggeprosess. Når en modul skal godkjennes som produkt inngår vurdering av materialbruk, varme- og fukttransport, energibruk, statikk, brann, akustikk og miljøegenskaper. Et godkjenningsdokument beskriver disse egenskapene og hvordan *produktet* skal brukes. Det stilles også krav til *prosjektet* ved at man må følge visse forutsetninger i forbindelse med prosjektering for hvert enkelt bygg og at utførelsen skal være i henhold til denne prosjekteringen og leverandørens anvisninger.

2 Metode

Arbeidet har vært delt i tre deler.

1. Litteraturstudie
2. Intervjuer
3. Analyse

Litteraturstudien har vært begrenset grunnet oppdragets størrelse, men relevante rapporter og statistikker for bygging med moduler er gjennomgått og oppsummert. Når det gjelder intervjuene er det gjennomført omtrent 20 kvalitative telefonintervjuer med sentrale aktører i ulike modulbygg-prosjekter i fire geografiske lokaliteter i Norge. Arkitekter, entreprenører, byggherrer, byggeiere, saksbehandlere og driftspersonale har blitt intervjuet om produktet, byggeprosessen og generelle erfaringer med bygningsmoduler. Malen for intervjuene er vedlagt.

Analysen er basert på litteraturstudiene og intervjuene, og omfatter i hovedsak *produktet, prosjektet og erfaringer* med ferdige bygninger. Som bakgrunn for intervjuene og analysen ble det utarbeidet følgende problemstillinger:

Produktet

- Hvordan fremstår produktets tekniske egenskaper?
- Hvor er produksjonssted?
- Hvilke krav stilles?
- Hvordan er produktets egnethet for montering (robusthet)?

Prosjektet

- Hvordan forløper byggesaken?
- Hvordan fremstår byggeprosessen?
- Er det spesielle problemer knyttet til HMS i prosjektet?
- Hvordan er økonomien i prosjektet?

Erfaringer

- Hvordan fremstår brukskvaliteten til produktet?
- Har det oppstått byggsaker underveis eller i etterkant av prosjektet?
- Hvordan er produktet tilrettelagt for drift og vedlikehold, og hvordan har dette forløpt i produktets levetid?

3 Bruk av modulbygg i Norge

Modulbygg er ikke noe nytt i Norge. Bygningsmoduler har lenge vært brukt i både permanente og midlertidige bygninger. "Moelven-brakkene" var tidlig i bruk, senere kom "Moelven-husene". "Selbuhus" er en annen kjent modulprodusent, med moduler fra tidlig 1960-tall. Boligblokker sammensatt av moduler begynte man for alvor å ta i bruk på slutten av 1990-tallet. De fleste produsentene på markedet i dag lager trehusmoduler, men noen få har bygningsmoduler av stål. Et par fabrikker som hadde basert seg på stålkonstruksjoner ble borte fra markedet for noen år siden.

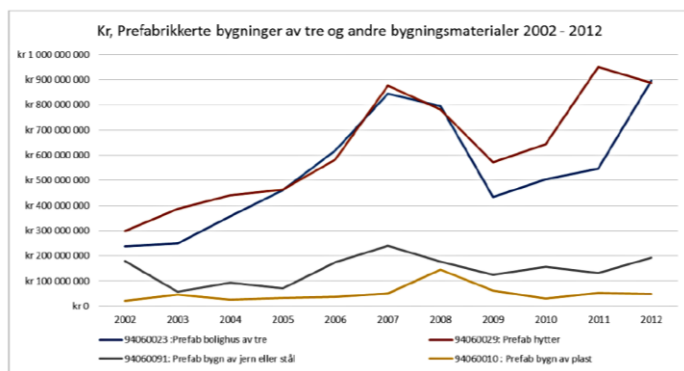
Det norske byggemarkedet har de seneste årene vært preget av høy aktivitet og tiltagende pris- og kostnadsvekst. Parallelt har byggeaktiviteten i Europa vært lav, med påfølgende overkapasitet hos europeiske produsenter. Den beskrevne markedssituasjonen med høy aktivitet i Norge og lavkonjunktur i store deler av Europa, har blant annet ført til en økning i importen av ulike byggevarer (med lavere priser) til det norske byggevaremarkedet. Organisasjoner som Byggevareindustriens Forening, Treindustrien, Norsk Trevare og Betongelementforeningen representerer i dag en stor del av produsentleddet i den norske byggenæringen. Bransjeforeningene opplever økende omfang på import av prefabrikkerte elementer og bygningsmoduler som er bygd med utenlandske byggevarer og -produkter (Prognosesenteret, 2014).

Moduler og prefabrikkerte løsninger anvendes i økende grad. Samtidig kommer det i media frem historier med påstander om at kvaliteten på enkelte modulbygg er for dårlig. Disse påstandene har blitt fremført både av representanter for byggenæringen og håndverksfagene i Norge, og fra beboere i hus og leiligheter oppført med bruk av moduler. Høsten 2013 gikk Byggevareindustriens forening ut og advarte mot at kvalitetskontrollen med modulproduktene som blir importert er for dårlig, og de stiller spørsmålsteget ved om byggene som settes opp vil tåle det norske klimaet over tid.

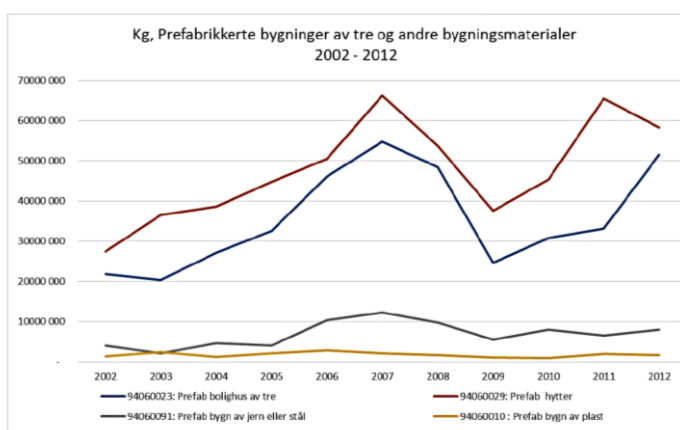
Svaret fra importørene var at påstandene er grunnløse og at deres produkter ikke har mer feil knyttet til seg enn det som er tilfellet for plassbygde løsninger. Samtidig påpekes det at produktene har teknisk godkjenning fra SINTEF, og at de (som andre) må forholde seg til norske lover og forskrifter med hensyn til oppføring av boliger. Høsten 2014 hadde Adresseavisen en artikkelserie som handlet om kvaliteten på modulbygg med bygningsmoduler produsert i Øst-Europa, og da spesielt prosjekter hvor modulprodusentene er totalentreprenører. I disse prosjektene er det også arbeidere fra fabrikkene som oppfører boligene i Norge. Her er det representanter for håndverksfagene som er mest kritiske til kvaliteten, både i forhold til bygningsmodulene og oppføringen.

Importverdien av bygningsmoduler og -elementer til det norske markedet økte fra i overkant av 1,4 mrd.kr i 2002 til nesten 3,9 mrd.kr i 2008. I 2009 (i forbindelse med finanskrisen) falt importen kraftig, til under 2,5 mrd. kr. De seneste årene har importverdien igjen økt betydelig, og i 2012 ble det importert bygningsmoduler og -elementer for mer enn 4 mrd.kr til det norske markedet. Importen av trebaserte moduler og elementer (pluss våtromsmoduler) utgjør 80 % av den samlede modul-/element-importen, mens betongbaserte produkter kun utgjør 20 % av importverdien (Prognosesenteret, 2014). Se også [figur 1 og 2](#).

Nesten 80 % av importverdien av trebaserte modul-/elementprodukter til Norge i 2012 kom fra Sverige (32 %), Estland (22 %), Litauen (11 %), Latvia (7 %) og Finland (6 %). Importen av prefabrikkerte moduler til boliger (27 %) og hytter (27 %) utgjorde mer enn halvparten (54 %) av importverdien av trebaserte moduler-/elementer i 2012. Konstruksjonselementer (16 %) og våtromsmoduler (15 %) utgjorde nesten en tredjedel av denne varegruppen (Prognosesenteret, 2014).



Figur 1: Import (kr) av prefabrikkerte bygninger av tre og andre bygningsmaterialer (Prognosesenteret, 2014).



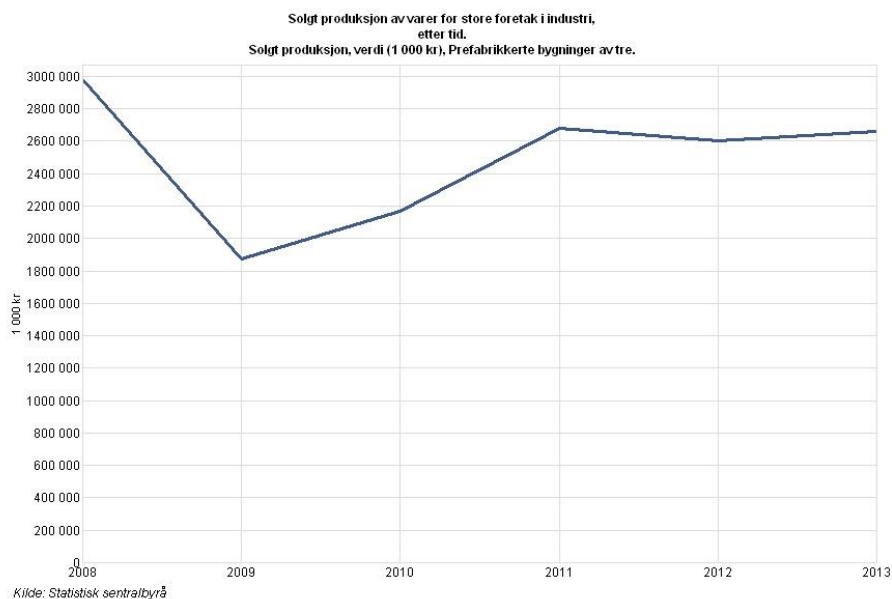
Figur 2: Import (kg) av prefabrikkerte bygninger av tre og andre bygningsmaterialer (Prognosesenteret, 2014).

Statistisk sentralbyrå (SSB) utarbeider statistikker for byggevarer i norsk industri. Det føres statistikk for "solgt produksjon av varer for store foretak i industri". [Tabell 1](#) og [figur 3](#) viser en oversikt for kategorien "prefabrikkerte bygninger av tre" fra 2008 til 2013. Det er egne statistikker for veggelementer og takstoler, så det antas at kategorien omfatter modulbygg, selv om ordet modulbygg ikke er brukt. Men kategorien kan også omfatte alle ferdighus.

Dersom vi sammenligner størrelsene mellom import og norsk produksjon i verdi, så er import av prefabrikkerte bygninger av tre ifølge prognosesenteret på toppnivå rundt 900 mill. kroner (importverdien av alle moduler og elementer er høyere). Norsk produksjon av prefabrikkerte bygninger av tre var ifølge SSB verdt nesten 3 milliarder i 2008 og de siste årene rundt 2,6 milliarder kroner, altså betydelig mer enn de importerte. Forskjellen er derimot sannsynligvis mindre i vekt.

Tabell 1: Solgt produksjon av varer for store foretak i industri - 1000 kr (SSB, 2014).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Prefabrikkerte bygninger av tre	2 977 621	1 872 605	2 169 620	2 681 839	2 604 378	2 661 149



Figur 3: Solgt produksjon av varer for store foretak i industri - 1000 kr (SSB, 2014).

Det foreligger SINTEF Teknisk Godkjenning for et tyvetalls trehusmoduler i dag (SINTEF, 2014). De fleste av disse er fra Sverige, Estland og Polen. I tillegg til trehusmoduler, er det også 10 godkjenninger for våtromsmoduler. Mange av produsentene i Estland og Polen produserer moduler kun for det norske markedet. De utenlandske modulprodusentene har økt salget i Norge de siste årene med flere produsenter og, hos noen, økt produksjonskapasitet. Det er betydelig konkurranse i dette markedet.

I tillegg til moduler for boligprosjekter er det i dag også aktuelt å bruke bygningsmoduler i skolebygg og pleie-/ omsorgsbygg. Noen regioner av landet har hatt betydelig omfang av bygging med moduler. Dette gjelder Svalbard, Bodø, Tromsø, Oslo-området og Trondheimsområdet. På Sørlandet har det vært lite bygging med moduler.

I de senere årene har modulprodusenter også utført totalentrepriser i Norge. Det har i noen prosjekter oppstått problemer, særlig med dokumentasjon av prosjekteringen av det ferdige bygget utenom det som dekkes av en godkjenning, samt å tilfredsstille alle kravene til dokumentasjon av utførelse på byggeplass.

4 Utvalgte prosjekter for intervju

I samråd med oppdragsgiver Husbanken og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) ble det valgt å gjøre case-undersøkelser på fire ulike steder i landet; Østlandet, Vestlandet, Midt-Norge og Nord-Norge.

Prosjektene ble relativt tilfeldig valgt, ikke på grunnlag av eventuell dårlig eller god omtale i media.

På Østlandet ble det valgt å gjøre intervjuer av aktører i et rekkehus-prosjekt i Oslo. På Vestlandet ble det valgt å fokusere på et kombinasjonsbygg i sentrum av Åndalsnes i Rauma kommune. I Midt-Norge ble intervjuene gjennomført for et helse- og velferdssenter med Trondheim kommune som byggherre. I Nord-Norge ble det valgt å fokusere på helhetsbildet av modulbygging i Bodø kommune, siden denne kommunen har hatt stor aktivitet innen modulbygging de siste 10-15 årene. En stor utbygger innen modulbygg samt Bodø kommune ble intervjuet. Det ble i tillegg gjort et intervju av en styrerepresentant for en boligblokk. Uavhengig av prosjektene ble det dessuten intervjuet en arkitekt i Oslo med lang erfaring med modulbygg.

Totalt ble det gjennomført omtrent 20 telefonintervjuer. Intervjuene er ikke gjengitt i sin helhet i denne rapporten av hensyn til avtalen med intervjuobjektene. Et sammendrag av funnene med sitater fra ulike aktører finnes i kapittel 6. Det er ikke gjort intervjuer av modulleverandørene i dette prosjektet. De ulike prosjektene og aktører som er intervjuet er kort beskrevet i det følgende.

4.1 Skullerudlia borettslag, Oslo



Adresse: Skullerudbakken 90-148, 1188 Oslo.

Type bygg: Rekkehus av moduler.

Ferdigstilt: 2013.

Ytelsesnivå energi: TEK10.

Ytelsesnivå tilgjengelighet: Ingen spesielle krav.

Sameiet Skullerudlia består av 30 rekkehus med underjordisk garasjeanlegg. Prosjektet er utviklet av Selvaag Bolig og inneholder boenheter mellom 90 og 133 kvadratmeter. Modulene ble produsert i Estland.

Rekkehusene ble ferdigstilt i januar-mars 2013.

Følgende aktører er intervjuet:

- Arkitekt
- Utbygger (totalentreprenør og byggherre)
- Sameiet

4.2 Kvartal 1, Åndalsnes



Adresse: Vollan 15, 6300 Åndalsnes.

Type bygg: Kombinasjonsbygg, næring og boliger.

Ferdigstilt: 2014.

Ytelsesnivå energi: TEK10.

Ytelsesnivå tilgjengelighet: Spesifikke krav fra kommunen for omsorgsboligene.

Kombinasjonsbygg plassert midt i Åndalsnes sentrum. Parkeringsanlegg i underetasje, stor matvarebutikk i 1. etasje, omsorgsleiligheter for eldre i hele 2. etasje. Leiligheter i 3. til 5. etasje. Leilighetene er fra 80 til 122 m² og har egen inngang via svalgang. Trapperom og heis direkte fra parkeringsanlegg til svalganger. Felles takterrasse over boder i fjerde etasje. Alle leiligheter har balkong eller takterrasser. Hele 2. etasje er avsatt som omsorgsleiligheter for eldre med tilhørende aktivitetsrom og personalrom.

Følgende aktører er intervjuet:

- Arkitekt
- Totalentreprenør
- Underentreprenør
- Kommune

4.3 Dragvoll Helse og Velferdssenter, Trondheim



Adresse: Gamle Jonsvannsvei 51, 7048 Trondheim.

Type bygg: Omsorgsboliger.

Ferdigstilt: 2013.

Ytelsesnivå energi: TEK10.

Ytelsesnivå tilgjengelighet: Spesifikke krav fra kommunen.

Utbyggingen startet i 2012 i regi av Trondheim kommune. Senteret ble åpnet i august 2013. Dragvoll Helse- og Velferdssenter består av avdelingene Dragvoll, Tyholt og Tyholt dagsenter. Dragvoll har sansehager, sanserom, livsglede for eldre, opplæringsprogram i forflytning, velferdsteknologi, kompetansepakke, trimrom for alle og helhetlig pasientforløp. Trondheim kommune benyttet seg av sin opsjon i kontrakten for Charlottenlund Helse- og Velferdssenter og kontraherte Dragvoll Helse- og Velferdssenter av totalentreprenør Malthus. Bygget er tilsvarende som Charlottenlund i standard, men med en noe høyere kostnad som følge av opparbeidelsen av tomt og infrastruktur. Byggets utforming er annerledes og er plassbesparende med tanke på etablering av sansehager i H- form. Arbeidet på tomten ble startet i april 2012 og i midten av mai 2013 stod bygget klar til bruk. Senteret er på 6200 kvadratmeter og inneholder 64 rom. Enheten betjenes av 19 fast ansatte.

Følgende aktører er intervjuet:

- Kommune (byggherre og byggesak)
- Arkitekt
- Totalentreprenør
- Byggherreombud
- Enhetsleder/driftsoperatør

4.4 Bodø kommune og Einmotunet borettslag



Adresse: Einmoveien 25, 8009 Bodø.

Type bygg: Boligblokk. Bygd som seniorboliger.

Ferdigstilt: 2000.

Ytelsesnivå energi: TEK97.

Ytelsesnivå tilgjengelighet: Seniorboliger (60+).

Bodø er en av byene i Norge med flest boligblokker sammensatt av ferdigbygde moduler, spesielt fra Øst-Europa. Det var derfor naturlig å intervju Bodø kommune og modulutbyggere i kommunen for å skaffe oversikt over fordeler og utfordringer med å bygge med moduler. Det ble i tillegg valgt å intervju en styrerepresentant for et borettslag som eier en boligblokk av moduler oppført i 2000. Borettslaget har 14 års erfaring fra drifting av et modulbygg. Bygget består av leiligheter bygd som seniorboliger.

Følgende aktører er intervjuet:

- Kommune (uavhengig av prosjekt)
- Utbygger (uavhengig av prosjekt)
- Styrerepresentant Einmotunet borettslag

5 Sammendrag av funn fra intervjuene

Det ble gjennomført intervjuer av byggherrer, arkitekter, utbyggere/totalentreprenører, underentreprenører, driftspersonell, byggherreombud og beboere/byggeiere. Intervjuene av kommunene har fokusert på kommunen som byggherre, drifter og saksbehandler.

Intervjuene ble gjennomført over telefon samtidig med nedskrivning av svarene i kortfattet tekst. Funnene i intervjuene er kort oppsummert i dette kapittelet. Intervjuene er ikke gjengitt i sin helhet på grunn av avtalen med intervjuobjektene. Spørsmålene som ble stilt finnes som vedlegg.

5.1 Generelt

Bygging med moduler gir, som alle andre byggemetoder, både muligheter og begrensninger. Intervjuene av aktører innen modulbygging avdekket både fordeler og ulemper/utfordringer.

Følgende generelle **fordeler** ble påpekt i intervjuene:

- Kort byggetid
- Effektive prosesser
- God kvalitet
- Rent bygg
- God kontroll og god dokumentasjon av innendørs produksjon av modulene
- God FDV-dokumentasjon
- Fast pris som blir holdt
- Smidig prosess
- Føles ikke som modulbygg
- Mye plass for pengene

Følgende generelle **ulemper eller utfordringer** ble påpekt i intervjuene:

- Noe låst på romløsninger og planløsninger
- Må tenke helt nytt sammenlignet med plassbygde løsninger
- Modulstørrelsene gir begrensninger
- Større arealtap på grunn av doble innvendige vegger i overgang mellom moduler
- Variabel Euro-kurs som må tas høyde for i planleggingen
- Noe høyere risiko for innvendig riss i overganger/hjørner det første året
- Ofte mer omfattende tekniske anlegg (for eksempel ventilasjonsaggregat i hver boenhet)
- Begrensninger for, eller nedprioritering av, estetisk uttrykk for fasade
- Oppsplittet ansvar på grunn av flere grensesnitt

Flere av intervjuobjektene fokuserte på viktigheten av god logistikk, både fra fabrikk til byggeplass og internt på byggeplass under montering. Montering gjøres ved hjelp av mobilkran og det må være sterkt fokus på sikkerhet for arbeiderne på byggeplass. Rask, løpende montering av stillas er også en utfordring med modulbygg. Videre kan modulene være sårbare for nedbør og vind under montering. Det tar noe tid før overgangen mellom modulene er helt lukket og tett mot nedbør.

"Transport av moduler kan være utfordrende. Jeg har mistet to leiligheter på havet utenfor Stadt. Men det er lenge siden nå, og sikkerheten ved transport er blitt mye bedre"

Når det gjelder krav om tilgjengelighet og energieffektivisering så løses dette greit i modulbygg, mener flere av de intervjuede. Kvaliteten er avhengig av bestiller sine ønsker og defineres ofte i et samarbeid mellom byggherre, arkitekt og rådgiverteam. Det som derimot skiller seg spesielt fra plassbygde prosjekter, er at

flere aspekt ved prosjektet må fastsettes tidlig. Siden modulprodusenten setter en dato for oppstart av produksjon i fabrikk, må alle detaljer være avklart og tegnet før denne datoen. Dette gir effektiv prosjektering, men det stiller også strenge krav til leveranser i prosjekteringsgruppen. Kundetilpasning blir også noe mer utfordrende på grunn av behovet for raske prosesser og tidlige avgjørelser. Alt i alt er dette fordeler, ettersom manglende kvalitet i prosjektering og brukermedvirkning som ofte har vært årsaken til dårlige bygg i tradisjonelle prosjekter.

Viktigheten av å bruke profesjonelle aktører med gode referanser ble også fremhevet. Når det gjelder økonomi ble modulbyggene rapportert å være noe rimeligere enn plassbygde løsninger, men det er sjelden store forskjeller i sluttsummen. Innsalgsprisen fra modulleverandørene er ofte lav, mens tilvalg fra bestiller/byggherre fordyrer.

5.2 Arkitektene

Arkitektene som ble intervjuet påpekte følgende fordeler og ulemper/utfordringer med modulbygging:

Fordeler:

- Effektiv byggeprosess.
- Modulleverandør er flink til å tegne detaljert.
- Blir tvungen til å gjøre en grundig jobb og ta avgjørelser tidlig.
- Oppnår et godt tegningsgrunnlag, som gir lite problemer på byggeplass.
- Får muligheten til grundig detaljprosjektering før produksjon, noe som gir god kontroll.
- Bruker sannsynlig mindre tid på grunn av repetisjon (kan også være ulempe).
- Man får de tekniske fagene til å tegne tidlig, det er ikke alltid like lett for plassbygde bygg.
- Manualer/forutsetninger fra modulleverandør låser en del løsninger noe som kan gjøre det lettere for arkitekt å ta avgjørelser for byggherre.
- Må ha stor fokus på planløsninger.
- Se også generelle fordeler i kapittel 6.1.

Ulemper/utfordringer:

- Estetikk, spesielt fasade. Vanskelig å få en leverandør til å bruke penger på fasadeuttrykk.
- Ofte utfordrende å tilpasse til eksisterende arkitektur som omkranser det nye bygget.
- Savner mer involvering av arkitekt.
- Må i større grad etterspørre dokumentasjon.
- Mangelfull forståelse for nødvendigheten av dokumentasjon både hos leverandør og totalentreprenør, for eksempel akustikk.
- Krav om tilgjengelighet: Utfordringer på grunn av måten modulene er bygd på (tykke gulv/etasjeskillere). Skaper utfordringer i inngangssoner (ramper etc.).
- Som ansvarlig søker kan det være utfordrende å avklare alle ansvarsområder, spesielt i grensesnitt mellom modulleverandøren og lokale entreprenører.
- Utfordrende å få alle opplysninger fra aktørene. Betydelig mer komplisert for modulbygg.
- Noe mangel på forståelse for ansvar hos totalentreprenør.
- Arkitekt har mindre kontroll på HMS i modulbyggeprosjekter fordi det ofte er overlatt til totalentreprenør/modulleverandør.
- Ofte tidkrevende (og dyrere) søknadsprosess for ansvarlig søker.
- Vanskelig å oppnå ideelle romstørrelser på grunn av begrensninger i modulstørrelsene.
- Modulleverandøren bruker ofte generelle detaljer. Stort kartotek, men ikke alltid like riktig for prosjektet.

"Den store forskjellen er et hav av aktører som ansvarlig søker må forholde seg til"

- Det meste skjer på modulene sine prinsipper, og det er lite frihet til å velge annen plassering av vinduer og åpninger/utsparinger.
- Mindre kontakt med byggeplassen på grunn av kort byggetid, noe som gir mindre erfaring for arkitekten.
- Se også generelle ulemper/utfordringer i kapittel 6.1.

En arkitekt med mye erfaring med modulbygg nevnte at store entreprenører ofte har sine foretrukne modulleverandører og at utbyggere med lang erfaring og kunnskap for å følge opp byggeprosessen, gjerne bruker utenlandske produsenter. Når mindre erfarne byggherrer spør arkitekten om råd, anbefaler arkitekten i utgangspunktet norske leverandører. Arkitekten ser på intern kunnskap hos utbyggeren for å kunne stille krav og følge opp som en forutsetning for valg av utenlandsk modulleverandør. Arkitekten mener også at en teknisk godkjenning bør være på plass uansett om modulene produseres i Norge eller ikke.

Videre ser arkitekten på moduler generelt som robuste og fuktsikre. Arkitekten hadde bare en gang vært involvert i en fuktskade på grunn av feil lagring, samt noen vannlekkasjer. For å unngå arbeid på byggeplassen, bør modulene produseres så komplett som mulig i fabrikk. Videre er det en utvikling "*i retning av at det kompletteres mer på plass nå enn tidligere, men at den tekniske grunnkonstruksjonen på modulene har blitt bedre noe som gir et spillerom for å gjøre spesielle kompletteringer på byggeplass slik at bygningene ikke får et 'brakkepreg'*". Arkitekten sier også at de selv av og til gjør grep for å få arkitektoniske kvaliteter som kan gi merverdi til prosjektet. Grepene må samtidig veies av mot økonomien i prosjektet.

Arkitekten mener videre at en lite interessert byggeleder hos byggherren kan ødelegge gode intensjoner og arkitektoniske kvaliteter. Et viktig suksesskriterium er at arkitekten har god kjennskap til byggesystemet og hele prosessen. Videre bør byggherrene ha en klar tanke om hvordan de ønsker å bygge, og det bør tidlig knyttes kontakt med entreprenøren og produsenten for å få kartlagt rammene.

En annen arkitekt som ble intervjuet hadde ingen erfaring med moduler før prosjektet arkitekten ble intervjuet om. I dette prosjektet var det byggherrens datterselskap som tok mye av ansvaret. Arkitektene hadde god kjennskap til det utenlandsproduserte modulsystemet. De besøkte også fabrikk, hvor de opplevde gode rutiner, sjekklister og tegninger. All kommunikasjon gikk imidlertid via byggherren, slik at de hadde mindre påvirkningsgrad. Noen estetiske valg (overflater) var først ikke godt tilpasset norske forhold, men ble etter hvert endret. Arkitektene laget kun tegninger til rammesøknaden, mens detaljproduksjon gjordes av modulprodusenten og arbeidstegninger lå under ansvaret til byggherrens datterselskap. Arkitektene hadde derfor ingen kontroll på de endelige løsningene. Etter denne erfaringen har de begynt en dialog med byggherren for å få en endring på det i framtida. Generelt ønsker arkitekten også flere prosjekteringsmøter samt større åpenhet for arkitektenes innspill. Denne åpenheten opplever arkitekten som sterkt personavhengig.

Når det gjelder materialvalg, sto arkitektene relativt fritt, men produsenten måtte ha mulighet for å framskaffe et aktuelt produkt. Utvalget var derfor likevel begrenset. Arkitekten mener forøvrig at det ikke er så mye begrensninger i bygningskroppen, men heller byggherren som setter begrensninger. En utfordring i prosjektet var å oppnå god tilpasning til terrenget. Praksisen ble derfor endret slik at underetasjen ble plassbygd. Selve byggesaksprosessen skilte seg ifølge arkitekten ikke fra en tradisjonell byggesak.

Arkitekten opplevde modulene i prosjektet som veldig robust med få skader og kort montasjetid på bare en natt, noe som er en stor fordel med tanke på naboer og støy. Generelt trekker arkitekten også fram færre byggefeil, et kontrollert miljø, gode arbeidsforhold og god sikkerhet.

5.3 Utbyggerne, totalentreprenørene og byggherrene

Vi har valgt å samle erfaringene fra utbyggerne, totalentreprenørene og byggherrene fordi en aktør kan ha en eller flere av disse rollene i et prosjekt. Tilbakemeldingene fra disse er også ganske sammenfallende. Denne gruppen påpekte følgende fordeler og ulemper/utfordringer med modulbygging:

Fordeler:

- Økonomisk gunstig.
- Fleksibelt i forhold til material- og utstyrvalg.
- Solid teknisk dokumentasjon.
- Effektive prosjekter for repetisjon. I det første prosjektet må det sjekkes at alt er i henhold til norsk standard. I de neste prosjektene må dokumentasjonskravet følges opp ved hver endring.
- Grei egnethet for montering. God avstivning. Åpne hjørner og fuger gir rom for bevegelser.
- Gode inspeksjonsrutiner og -muligheter på fabrikk for utbygger, underentreprenører og prosjekteringsteam.
- Absolutt frist for ferdigstilling av prosjektering gir kvalitet og effektivitet.
- Lik kvalitet på utført arbeid på grunn av samlebåndproduksjon i fabrikk.
- Se også generelle fordeler i kapittel 6.1.

"Det aller viktigste med modulbygging er at man har bygd konvensjonelt først"

"Modulbygging er et eget fag. Det må brukes profesjonelle aktører i alle ledd av byggeprosjektet. Erfaringer fra tidligere modulprosjekter er essensielt"

Utfordringer/ulempes:

- Kan gi utfordringer ved semitrailer-transport over krappe høybrekk (riss).
- I prosjekter med uavhengig kontroll må modulene behandles som et produkt.
- Det går fort, lokale arbeidere ligger ofte etter i forhold til fremdrift på byggeplass.
- Byggherren må omstille seg. Prosjekteringsfasen er mer omfattende, og det må tas raskere beslutninger.
- Høyere bygg på grunn av tykkere etasjeskiller.
- Se også generelle ulemper/utfordringer i kapittel 6.1.

"I Nord-Norge bygger vi rekkehus billigere konvensjonelt enn med moduler. Blokkbebyggelse gir best økonomi ved bruk av moduler"

Et viktig kriterium for utbygger, er at fabrikken har kapasitet til å produsere og levere modulene til avtalt tid. SINTEF teknisk godkjenning blir ofte lagt til grunn for produksjon for alle moduler, men ikke alltid. Kvaliteten blir kontinuerlig fulgt opp i fabrikk. På basis av arkitektens rammesøknadstegninger og en relativt omfattende beskrivelse (inkludert teknisk utstyr og materialer) tegner modulprodusenten ut hele prosjektet i

detaljert format. Utbyggeren har prosjekteringskontroll og godkjenning av tegninger i forkant av produksjon. Utbygger rapporterer at det ikke er stor forskjell i byggesak sammenliknet med tradisjonell bygging. Utfordringen ligger i at det er tykke etasjeskillere (60 cm) i forhold til gitte reguleringshøyder. Samtidig medfører dette bedre akustikk (lyddemping) mellom etasjene enn i vanlige plassbygde hus.

Utbyggerne meldte også at noen kommuner ønsker å kjøre tilsyn når det bygges med moduler, men det går stort sett ganske greit. Dessuten kreves det tillatelse og planlegging fordi modulene monteres på nattetid. Det fortelles videre at modulene er godt egnet for både transport og løft. Mange bygningsmoduler har ekstra forsterkende komponenter som skal sikre formstabilitet, og det er registrert få eller ingen skader i forbindelse

med transport og montering på byggeplass. Blant annet er det for noen modultyper et lag med kryssfinér eller OSB-plater bak gipsen for å gi økt stivhet. utfordringer kan være: plassering av kran, størrelse og hvordan få modulene frem til tomten. I et av prosjektene krevde høydeforskjeller på tomta nøye planlegging om hvordan man skulle få inn modulene og få dem montert. Detaljert planlegging av dette må skje før modulene blir bestilt.

Ved noen tilfeller kan det bli lokale skader ved løft på og av båten der det er liten plass. Det gjelder mest kosmetiske skader, og muligens må noe kledning skiftes ut eller et vindu skiftes. I ett tilfelle ble det en skade i et tak ved løfting fra båt. Da måtte blant annet himlinger skiftes på grunn av vann i konstruksjonen. Modulleverandørens egne team kommer for å montere modulene, og utbyggeren har en anleggsleder på plass. Utbyggeren har lang erfaring med denne arbeidsmåten og legger mye vekt på planlegging i forkant, men det fortelles også om utfordringer ved montering i mørket og vanskelig terreng med ekstra behov for dirigering på grunn av løfting direkte fra bil. Det blir mye dirigering per radio, men dette fungerer i følge intervjuobjektene fint.

Hvis det er for mye vind finnes det grenser for hva som er trygt å løfte. Da blir modulene ikke kjørt ut. Vind kan skape problemer både ved løfting fra båt og på byggeplass. Når det gjelder nedbør så fjernes vann av montører med svaber før modulene blir montert, men kraftig regn vil hindre montasje.

Fra utbyggers ståsted er det en stor fordel i redusert risiko ved at prosjekteringen fremskyndes til veldig tidlig i prosessen. Eventuell problematikk dukker opp tidlig og gir forutsetninger for å løses på en god måte før prosjektet er i gang. Når modulene blir produsert, arbeides det på byggeplass med grunnentreprise og fundamentering og betongarbeider. Uken som bestemmes for igangsetting av produksjon er et kritisk tidspunkt. Det er høy grad av ferdigstillelse på omtrent én uke. Utbygger mener også at modulbygging gir gunstig entreprisinndeling i prosjektet. Det er oversiktlig med relativt få håndverksgrupper som jobber på byggeplass og færre aktører som trenger å koordineres.

Økonomien i modulprosjekter vurderes naturlig nok som god, men god planlegging i tidligfasen er avgjørende. En utfordring kan være at standardløsningene kan avvike fra de som passer for norske forhold. For eksempel ble kjøkken tidligere kjøpt inn fra utlandet, men sendes nå fra Norge til fabrikk for montering. Årsaken er at kunden ofte ønsker å etterbestille produkter til kjøkkenet. Men denne endringen har mer med kundetilfredshet å gjøre enn med kvaliteten på produktet.

Tillatelser for hvor brede element man får lov å transportere på norske veier utgjør en begrensning for elementbygging, og det er en ulempe. Det er en større utfordring å få til gode planløsninger med denne begrensingen. En avgjørelse på hvorvidt man skal bruke en eller to moduler i bredden må tas helt i starten av prosjektet. Hvis man øker bredden med en meter, så vil dette gå ut over både byggetid, materialbruk og kostnader. En optimalisering av bredder er viktig for å optimalisere kostnadene.

5.4 Underentreprenørene

Det var relativt få intervjuer av underentreprenørene. Følgende fordeler og ulemper/utfordringer med modulbygging ble nevnt:

Fordeler:

- Strengere krav til rask prosjektering.
- Se også generelle fordeler i kapittel 6.1.

Ulemper/utfordringer:

- Mer sårbart dersom noen ikke leverer.
- Mer utfordrende å ettermontere på modulbygg enn for plassbygd.
- Tekniske tegninger for elektro må ofte etterspørres. Det burde vært levert bedre dokumentasjon tidligere.
- 75 % av arbeidet gjøres av modulleverandør, 25 % på byggeplass. Da blir det selvsagt mindre arbeid for lokale entreprenører.
- Strengere krav til fremdriftsplan.
- Modulprodusentene har noe å gå på når det gjelder EL-dokumentasjon etter norsk standard.
- Mye bruk av sjakter og noe tungvint fremlegging.
- Modulprodusenten tenker ikke alltid så mye på de som kommer etter og skal gjøre kompletteringer.
- Kan komme i gråsoner i forhold til ansvarsforhold.
- Kan oppstå en del ekstrasøringer. Ikke alle grensesnitt er nødvendigvis spesifisert i kontrakt.
- Se også generelle ulemper/utfordringer i kapittel 6.1.

"Modulprodusenten tenker ikke alltid så mye på de som kommer etter og skal gjøre kompletteringer"

5.5 Kommunene

Kommunene som ble intervjuet hadde erfaringer både som *byggherre* og *myndighet*. Kommunene påpekte følgende fordeler og ulemper/utfordringer med modulbygging:

Fordeler:

- Når det er totalentreprise kan kommunen overlate mye av ansvaret til leverandør.
- Se også generelle fordeler i kapittel 6.1.

Ulemper/utfordringer:

- Må stole på leverandør av bestilte tjenester. Kan havne i dilemma i forhold til ansvar ved for stor involvering fra kommunen.
- Se også generelle ulemper/utfordringer i kapittel 6.1.

"Kommunen kan havne i et dilemma i forhold til ansvar dersom kommunen blander seg inn i prosjekteringen av bygget. Det er likevel vanskelig ikke å si fra dersom det er tvil om kvaliteten"

Kommunen som byggherre

Kommunene påpekte at de er mest opptatt av å få påvirket planløsninger i slike prosjekter. Kommunen får delta på materialvalg tidlig i prosjektet, og dette fungerer fint. Når det gjelder drift må de forholde seg litt annerledes til bygget enn for plassbygde bygg. Ofte er det noe mer teknisk komplisert, for eksempel kan det være installert eget ventilasjonsaggregat i hver boenhet. Det har også vært problemer med korridorsoner uten ventilasjon, fordi korridoren "faller mellom to stoler" i prosjektering og utførelse.

Når kommunen inngår avtale om totalentreprise forutsettes det at prosjektet går bra. Kommunen overlater mye av styringen og avgjørelsene til totalentreprenøren. Dette er ofte basert på gode erfaringer fra tidligere prosjekter. Kommunen må ha skjellig grunn til å stille spørsmål og kan komme i et dilemma med reklamasjonsrett dersom involveringen har vært for stor.

Kommunene rapporterte også om noen sene brukerprosesser, men dette skjer også i plassbygde prosjekter. Det ble uttrykt noe bekymring for løsningen med krypkjeller under modulbyggene. I noen prosjekter ble det stilt krav om bedre lufting. Når det gjelder byggesak er modulbygg-prosjektene omtrent like som de plassbygde. Økonomien er god, men modulbyggene er ikke mer enn 10-20 % rimeligere enn plassbygd.

Kommunen som myndighet

En av kommunene som ble intervjuet nevnte at det tidligere var dårlig med dokumentasjon fra modulleverandørene. TEK 97 gjorde det bedre, spesielt på grunn av krav om ansvarsretter. I et prosjekt ble det opprettet tilsynssak på grunn av mangler i forhold til brannkrav. Den norske utbyggeren slo seg konkurs, og da ble sameiet ansvarlige for utbedringen. Sameiet engasjerte konsulenter og måtte dekke kostnadene for utbedring. Kommunen lærte av dette. I det neste modulbyggprosjektet ble det stilt krav til uavhengig kontroll. Det ble også krav om ansvarsrett for tverrfaglig kontroll på prosjektering og utførelse. Dette har gitt god effekt. I et senere prosjekt, hvor det ble opprettet tilsynssak for tilgjengelighet, tok utbygger fullt ansvar og utbedret.

Kommunen stiller nå krav til at modulleverandør har teknisk godkjenning. Ofte ender tilsynssakene bra. Kommunen har også lagt inn noen konkrete krav til modulbygging, for eksempel ved utforming av svalganger. Noen modulprosjekter har hatt utfordringer med brannmyndighet, så det er viktig å inkludere brannvesenet tidlig i prosessen.

Det ble også nevnt at, på grunn av større tykkelser i etasjeskillere, kan det gi noen utfordringer i forhold til byggehøyde/regulering. Estetikk og utforming av fasade ble også nevnt. Et mulig tiltak for å bedre dette er å montere fasaden til slutt etter montering av modulene. Som en konklusjon ble det nevnt at dersom det legges kvalitet i arkitektur og prosess, så går det bra.

5.6 Driftspersonell

Driftspersonellet som ble intervjuet påpekte at modulbygg kan gi noen begrensninger ved ombygging eller tilbygg. Det er viktig å legge til rette for ombygging/tilbygg i prosjekteringen.

Videre ble det rapportert om en del bevegelse mellom seksjoner, oppsprekking/riss og trege dører. Elektroniske låser på dørene kan gi utfordringer. I tillegg blir det ofte mer komplisert teknisk anlegg i et modulbygg, noe som gir mer usikkerhet og arbeid i drift.

"Innvendige lettvegger er mindre robuste enn plasstøpte vegger. Dette kan gi seg utslag i mer skader, for eksempel under sengetransport"

Innvendige lettvegger (tre/gips) er mindre robuste enn plasstøpte vegger. Dette kan gi seg utslag i mer skader, for eksempel under sengetransport i omsorgsbygg.

5.7 Beboere/byggeiere

Beboerne/byggeierne som er intervjuet har jevnt over grei erfaring med selve modulbyggene, men når det gjelder prosess har det vært varierende kvalitet.

Det ene borettslaget slet med å få ut detaljert byggebeskrivelse etter overtakelse. Denne dokumentasjonen fikk de aldri, og etter en tid gikk utbygger konkurs. Borettslaget måtte dermed kontaktet underentreprenører for å få tilstrekkelig info for å sikre god drift. Men dette kunne like godt skjedd i et plassbygd prosjekt, og kan derfor ikke tillegges valgt byggemetode. Etter 14 års drift har borettslaget god erfaring med å drifte og bo i et modulbygg.

Et sameie som ble intervjuet sliter med å få tak i FDV-dokumentasjon og teknisk dokumentasjon. De har fått generell dokumentasjon, men ikke tilstrekkelig. Blant annet er det ikke fremlagt tegninger for takkonstruksjonene. Dette kan ikke nødvendigvis knyttes til bruk av moduler, men kan like gjerne være et eksempel på dårlig prosess og kommunikasjon mellom utbygger, leverandør og byggeier/drift.

En annen ting som ble nevnt var mangelfull dokumentasjon av produkter i etterkant, for eksempel type maling, type membraner etc. Det er også brukt en del komponenter fra utlandet (for eksempel for elektro) som er vanskelig/umulig å finne i Norge når det er behov for utskifting eller tilpasning.

En av byggeierne hadde dårlige erfaringer med krypkjelleren. Her har det oppstått fuktskader og muggsoppvekst på grunn av feil design. Det var dårlig oppfølging av utbygger, og vanskelig å få tilgang på dokumentasjon etter undersøkelser. Utbygger har utbedret, men ikke tilfredsstillende. Det kan virke som at grensesnittet mellom modulbygg og plassbygd blir nedprioritert eller glemt. Disse erfaringene kan knyttes både til modulbygging, som ofte krever krypkjeller, men også til prosess uavhengig av byggemetode. Sameiet hadde heller ikke fått ferdigattest på grunn av avvik fra brannkrav. Det har også blitt levert for små bodarealer, noe som har blitt kompensert. Dette kan også muligens knyttes mer til prosess enn til selve modulbygg som byggemetode.

Når det gjelder planløsninger ble det trukket frem at modulene kan gi lange og smale rom og smale trapper. Det ble også nevnt at utbedring og reklamasjoner kan ta veldig lang tid. Dersom modulleverandøren er utenlandsk, må det sendes folk ganske langt for å gjennomføre utbedringen. Ofte er det dårlig oppfølging av utbedringene i etterkant.

Fordelene som fremheves er en rask prosess og kort tid fra planlegging til bygget står klart til bruk. Ulemper eller utfordringer er mindre mulighet for medvirkning ved valg av planløsning, materialvalg etc. Det kan også være noe problematisk å skaffe til veie tilsvarende produkter for utskifting (for eksempel vindushengsler). I et av prosjektene ble det påpekt at det kunne vært valgt høyere kvalitet på materialer, men det er selvsagt opp til utbygger å velge i ethvert prosjekt. Modulbygget hadde et dårlig rykte da det ble oppført, men dette har blitt bedre.

"I starten sa folk - Å, ja, dere bor i de der modulhusene. Men nå er holdningen en annen. Modulbygget vårt har vist seg å være et godt bygg"

6 Vurderinger

Vurderingene i dette kapittelet er gjort av SINTEF Byggforsk på grunnlag av tidligere erfaringer, rapporter, tekniske godkjenninger og intervjuene i kapittel 6.

6.1 Generelt

Prefabrikkerte bygningsmoduler er per definisjon en byggevare som bringes til byggeplass. Og som for andre byggevarer skal produktegenskapene være dokumentert i henhold til forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (DOK). Ytelseskravene som stilles til bygningsmoduler avhenger av bygningstype og det enkelte byggeprosjekt, men uansett skal fabrikkproduksjonen være underlagt en kvalitetskontroll som overvåkes av et uavhengig kontrollorgan. Det som skjer av arbeid på byggeplassen er en annen sak, her er det reglene for prosjektering og kontroll av byggearbeider i henhold til byggesaksforskriften (SAK) og byggteknisk forskrift (TEK) som gjelder.

Egenskapene til prefabrikkerte bygningsmoduler i et byggeprosjekt kan i stor grad være dokumentert gjennom en teknisk godkjenning for modulsystemet. Godkjenningen dekker da standard materialbruk, standard konstruksjonsoppbygning og standard konstruksjonsdetaljer. Modulprodusenten vil eventuelt også kunne dokumentere spesielle tilpasninger av standardmoduler som gjøres for hvert enkelt byggeprosjekt. Men foruten at moduler skal plasseres på en fundamentering med tilhørende infrastruktur, skal de som oftest også suppleres på byggeplass med bl.a. et eget takoverbygg og utvendig adkomst i form av trapper, ramper og eventuelt en svalgangskonstruksjon. Også innvendig montasje av mange tekniske installasjoner gjøres i praksis på byggeplass. Alt dette krever en egen detaljprosjektering og byggeplasskontroll i hvert enkelt prosjekt.

I den senere tid er det blitt mer fokus på den voksende bruken av prefabrikkerte bygningsmoduler i norske byggeprosjekter. Og i flere sammenhenger trekkes det frem eksempler på mangelfull kvalitet og problemer knyttet til dårlig utførelse og håndverk. Det viser seg da at slike eksempler nesten alltid er knyttet til arbeid som er gjort på byggeplass, ikke til kvaliteten på selve modulene. Det kan være utilfredsstillende fundamentarbeider eller mangelfulle takoverbygg. Men også mangelfull overordnet brannteknisk prosjektering forekommer.

Negativ omtale av prosjekter med prefabrikkerte bygningsmoduler knyttes også ofte til utenlandske produsenter. Det påpekes at i slike prosjekter anvendes det i stor grad utenlandsk arbeidskraft med liten kompetanse når det gjelder norske krav og byggemetoder for de arbeidene som gjøres på byggeplass. Som tiltakshaver må man være bevisst på at ansvarlig prosjekterende og kontrollerende har den nødvendige kompetansen når det gjelder norske byggeregler og -metoder. Og selv om utenlandske produsenter kan levere gode modulkonstruksjoner er det ikke selvsagt at produsenten har tilstrekkelig lang erfaring og kompetanse til å være totalentreprenør, eller til å være en god prosjekterende og utførende for et norsk byggeprosjekt.

SINTEF Byggforsk utarbeider SINTEF Teknisk Godkjenning som dokumentasjon av bygningsmodulers egenskaper, noe som inkluderer overvåkende kontroll av produksjonen i fabrikk. Det betyr at SINTEF Byggforsk vurderer alle delproduktene og konstruksjonsdetaljene som beskrives i godkjenningsdokumentet, og som inngår i modulsystemets standardløsninger. Vurderingene gjøres mot de krav som stilles i DOK, i byggteknisk forskrift (TEK), og de minstekrav til kvalitet som SINTEF Byggforsk anbefaler.

En SINTEF Teknisk Godkjenning er en bekreftelse på at modulkonstruksjonen med tilhørende standard monteringsdetaljer er funnet egnet til bruk i Norge for de bruksområder som godkjenningen angir. En

Europeisk Teknisk Bedømmelse (ETA) er et dokument som kan brukes som underlag for CE-merking. Et CE-merke er på sin side et rent handelsdokument. Ytelseserklæringen (Declaration of Performance, DoP) og den underliggende ETA-en for et CE-merket produkt kan angi tekniske ytelser, men inneholder ingen vurdering av produktet opp mot norske forhold. Dette er et viktig skille mellom det særnorske SINTEF Teknisk Godkjenning og den Europeiske sertifiseringen av bygningsmoduler som en byggevare. En SINTEF Teknisk Godkjenning dekker i det vesentligste detaljprosjekteringen av selve bygningsmodulens oppbygning, men ikke de øvrige konstruksjoner og konstruksjonsdetaljer som inngår i et byggeprosjekt. Tilfredsstillende bæreevne, sikkerhet ved brann, lydisolasjon, energieffektivitet, øvrige krav i TEK og kontroll av byggearbeider på byggeplass må dokumenteres som ivarettatt *for hele bygget* i hvert enkelt byggeprosjekt.

Bruken av prefabrikkerte bygningsmoduler har flere fordeler, som for eksempel kortere byggetid, innendørs produksjon i tørt klima, og fabrikkproduksjon i henhold til et etablert system for produksjonskontroll. Da bør ikke byggeprosjekter med moduler forringes av manglende eller utilfredsstillende prosjektering og utførelse av de arbeidene som gjøres på byggeplassen. Det er fullt mulig å redusere omfanget av byggskader og prosjekteringsfeil i Norge, og dermed oppnå økt kvalitet og produktivitet. Kunnskap og kommunikasjon er sentrale stikkord. Systematisk kunnskapsformidling og erfaringstilbakeføring kan gi samfunnsøkonomiske besparelser i "milliardklassen".

6.2 Prosess

I enkelte prosjekter med problemer fra noen år tilbake var prosjektene først planlagt for plassbygging, og senere endret til modulbygging. Erfaringene fra disse tilsier at man bør beslutte hvorvidt det skal være modulbygging eller plassbygging så tidlig som mulig i byggeprosessen. Årsaken er at prosjektering av modulbygg er vesentlig forskjellig fra plassbygg.

Noen spesielle hensyn som følger av å bygge med moduler må tas tidlig inn i prosessen slik at man unngår problemer, for eksempel dette med større etasjehøyde på grunn av tykke etasjeskillere. Maksimumsstørrelse på modulene må det også tas hensyn til. Nødvendig plass og adkomst for store mobilkraner er et annet poeng.

Skadeerfaringen til SINTEF Byggforsk viser at det i noen tilfeller har vært for lite prosjektering av bygningen utenom selve modulene. Det må derfor understrekes at bygningen må prosjekteres på vanlig måte med hensyn til bæreevne, vindlaster, brannsikring, estetikk, tilpasning på tomte etc. Hvert prosjekt er forskjellig, og det er avgjørende at man får en god organisering av hele prosjektet. Byggherrens (tiltakshavers) erfaring med modulbygging, eller manglende erfaring, er også et viktig moment. Siden det har vært mange modulprosjekter i Norge de siste 15 årene er det nå ganske mange som har erfaringer med modulbygging. Det gjelder arkitekter, brannrådgivere, utbyggere og representanter for myndighetene (for eksempel fra kommunene) med tanke på kontroll og tilsyn.

Intervjuene gir få holdepunkter for at driften av modulbygg skiller seg særlig fra plassbygde bygg. Kvaliteten er av mange betegnet som god, og dette tyder også på at modulbygg ikke gir spesielle driftsmessige problemer eller utfordringer.

6.3 Teknisk kvalitet

Byggeteknikk

Modulene produseres under kontrollerte forhold i fabrikk. De er sammensatt av materialer, produkter og komponenter som på forhånd er godkjent fordi alle relevante egenskaper skal være dokumentert. Den tekniske godkjenningen skal sikre dette, i tillegg til at det er gjennomarbeidede og godkjente tekniske løsninger for sammenkopling på byggeplass. Den statiske dimensjoneringen må gjøres uavhengig i hvert

byggeprosjekt. Her må det også sikres/vurderes hvorvidt elementenes stivhet er god nok med tanke på frakt og heising på plass uten risiko for skader. Flere av produsentene har dessuten utviklet et effektivt kvalitetssikrings- og avvikssystem, som fanger opp eventuelle avvik på byggeplassen og sørger for at dette rapporteres tilbake til fabrikk, hvor det umiddelbart rettes opp. Produksjon under kontrollerte forhold gir også god sikkerhet mot fuktskader.

Energi

Det er i utgangspunktet ingen spesielle forutsetninger med bygningsmoduler som skal gjøre det vanskeligere å oppnå energikrav enn for plassbygde løsninger. Det presiseres likevel at tetthet mellom modulene er et viktig fokusområde for å oppnå ønsket energikvalitet. Kravet til energi vil være prosjektavhengig.

Klimatilpasning

Det er heller ingen spesielle ulemper med modulbygg når det gjelder klimatilpasning med hensyn til et fremtidig forventet våtere, mildere og villere klima. De tekniske kravene til modulbygget og bygningsmodulene må stilles i hvert enkelt prosjekt. Gode detaljer i overganger mellom bygningsdeler og riktig bruk og sammensetting av materialer/produkter må forutsettes, som i alle andre prosjekter.

Klimagassutslipp

Bruk av utenlandske bygningsmoduler fordrer transport i form av båt og bil. Om dette gir større CO₂-utslipp enn for plassbygde bygg vil variere mellom prosjekter. I plassbygde prosjekter er det ofte flere mindre transporter, og transportavstanden varierer. Effektiv produksjon av bygningsmoduler i fabrikk vil kunne redusere utslippene, men dette er også avhengig av energiforsyningen på produksjonsstedet.

Tilgjengelighet/universell utforming

Når det gjelder krav om tilgjengelighet eller universell utforming er det heller ingen spesielle utfordringer med bygningsmoduler som gjør det vanskeligere å oppnå kravene enn for plassbygde bygg. Men det er viktig at det velges modulstørrelser som gir tilstrekkelig fleksibilitet til å utforme gode løsninger. Det er også viktig at kravene blir hensyntatt og adressert tidlig i prosjekteringsfasen.

6.4 Skadeerfaringer

SINTEF Byggforsk har hatt få skadesaker i prosjekter med moduler. Mindre alvorlige skader blir rettet ved overtakelse av boligene, eller etter ettårsbefaringen. Intervjuene gir også indikasjoner på det.

En typisk skade er riss og sprekker i innvendig kledning i yttervegg hjørner etter ett års bruk. Dette blir løst med lokal utbedring og gir sjelden videre problemer. Modulprodusenter som har SINTEF Teknisk Godkjenning for sine moduler blir i forbindelse med årlig inspeksjon av fabrikk, bedt om å dokumentere at de har og bruker system for håndtering av avvik. Mange av produsentene har gode systemer som gir god oversikt over avvik som forekommer, og rask tilbakeføring for justering av arbeidsinstrukser i produksjonen.

SINTEF Byggforsk kjenner til, eller har hatt skadeoppdrag, i følgende modulbyggprosjekter:

- Feil ved vindavstivning av *bygningen* (ikke modulene). Prosjekteringsfeil.
- Lekkasjer av kald luft inn i innervegger, svikt i vindsperresjikt, åpne spalter. Prosjekteringsfeil.
- Mangler med brannsikringen av bygningen. Prosjekteringsfeil/-mangel.
- Dårlig lydisolasjon mellom boenheter. Prosjekteringsfeil.
- Fuktproblemer med dekket som modulene var montert på. Prosjekteringsfeil.
- Avvik med tilsyn – manglende kvalitetssikring på byggeplass med tanke på dokumentasjon.

Felles for disse sakene er at skadene eller feilene skyldes feil ved *prosjekteringen* av bygningen, ikke feil med selve bygningsmodulene (produktet). Det kan likevel være verdt å nevne at uttørking av et modulbygg

er vanskeligere enn for plassbygde løsninger fordi fuktømfintlige materialer er lukket inne ved montering. Det er derfor svært viktig å gjennomføre tiltak for å sikre fuktsikker montering. Derimot er monteringstiden mye kortere for et modulbygg og eksponeringen for nedbør følgelig også mindre. Det kan også nevnes at bruk av krypkjeller under modulbygget gir utfordringer med hensyn til risiko for byggskader.

6.5 Regelverk

Etter vår vurdering finnes det ikke bestemmelser eller regelverk som generelt er vanskeligere eller lettere å oppfylle ved å bygge med moduler. Det er likevel noen krav i forskrifter og potensielle bestemmelser i reguleringer som i konkrete tilfeller kan gi større utfordringer ved modulbygging. Disse blir også nevnt av flere respondenter i intervjuene.

Utfordrende tekniske krav har først og fremst et utgangspunkt i prinsippet om universell utforming. Slike krav er løsbare også med moduler, men løsningene må ofte tilpasses begrensninger som ligger i systemet. Tykkere etasjeskillere med bjelkelag i første etasje medfører nedsenkning i terrenget, noe som gir utfordringer med hensyn til fukt. Det kan også fremtvinge rampeløsninger. Begrenset modulbredde gir mindre fleksibilitet for gode planløsninger med hensyn til passasjebredde, betjenings- og snuareal. Terskelhøyder er derimot åpenbart ikke noe problem.

Tykke etasjeskillere kan også medføre at regulerte bygningshøyder lettere blir overskredet på grunn av økt etasjehøyde. Ingen av intervjuobjektene nevner bestemmelser eller formuleringer i regelverket som vanskeliggjør eller forenkler bygging med moduler. Det blir heller ikke nevnt forskrifter som eventuelt krever spesiell oppmerksomhet. Så langt vi kan se, eksisterer det ikke bestemmelser i plan- og bygningsloven, byggeteknisk forskrift eller andre relevante forskrifter som er spesielt myntet på modulbygging.

6.6 Dokumentasjon

Byggeprosjektet skal prosjekteres på vanlig måte. Det kreves ansvarlig prosjekterende, ansvarlig utførende, ansvarlig kontrollerende, samt kontrollerende for prosjektet som ellers i alle slike byggesaker.

Bygningsmoduler er definert som byggevarer, og egenskapene skal dokumenteres som for alle andre byggevarer. Men modulene hører til de mer "komplekse" byggevarene, naturlig nok.

De fleste modulprodusentene har SINTEF Teknisk Godkjenning (TG). For å få SINTEF Teknisk Godkjenning, må produsentene dokumentere en rekke forhold ved modulene i henhold til

Byggevareforordningen, som for eksempel bæreevne, brannmotstand, varmeisolering, lydisolering og miljøegenskaper. Det må i tillegg foreligge spesifikk dokumentasjon for byggevarene som brukes i modulene.

Fabrikkproduksjonen blir underlagt overvåkende produkt- og produksjonskontroll. Det betyr i praksis at det ved årlig inspeksjon blant annet blir kontrollert at materialene som brukes er de samme som det er fremlagt dokumentasjon for. Videre blir det kontrollert at produsenten bruker et kvalitetssystem som omfatter kontroll av byggevarene, kontroll av produksjon, kontroll av ferdige moduler og system for å sende avvik, også avvik som påvises på byggeplassen. Produsenten må også legge inn stor innsats for å opprettholde en SINTEF Teknisk Godkjenning.

Konklusjonen er at systemet med dokumentasjon av bygningsmoduler som byggevare fungerer bra. I gode prosjekter med erfarne utbyggere og entreprenører fungerer også tilleggsprosjektering og tilleggsdokumentasjon tilfredsstillende. I noen tilfeller med aktører som har lite eller ingen erfaring med bygningsmoduler, har det forekommet alvorlige avvik på både prosjektering utenom selve bygningsmodulene og produksjonskontroll på byggeplass.

7 Anbefalinger og merknader

Det presiseres at funn fra intervjuene er basert på et relativt begrenset utvalg. Det er også flere av funnene fra intervjuene som vitner om dårlig *byggeprosess* mer enn problemer med selve bygningsmodulene. Det er også ulike syn på fordeler og ulemper i et modulbyggprosjekt, avhengig av aktør. Som et eksempel kan det nevnes at en av utbyggerne mener modulbygging gir gunstig entreprisinndeling i prosjektet. Det er oversiktlig med relativt få håndverksgrupper som jobber på byggeplass og færre aktører som trenger å koordineres. På den annen side mener en ansvarlig søker (arkitekt) at et modulbyggprosjekt har mange flere aktører som må koordineres og at dette kompliserer og fordyrer søknadsarbeidet.

Det er med andre ord svært viktig å skille mellom *produkt* og *prosess* når det gjelder modulbygg. Produktet, selve bygningsmodulen, må selvsagt tilfredsstille alle nasjonale krav samt være egnet for bruk i klimaet på byggestedet. Når det gjelder prosess, må det være særlig fokus på prosjekteringsfasen. Når bygningsmodulene settes i produksjon, må detaljprosjekteringen i forkant være av høy kvalitet, siden det er mye vanskeligere å gjennomføre endringer for modulbyggprosjekter enn for plassbygde prosjekter etter at produksjonen har startet. Prosjekter som ikke er planlagt spesielt for modulbygging fra starten av, bør derfor ikke besluttes å bli bygget med moduler på et senere tidspunkt.

Det må benyttes profesjonelle aktører i alle faser av prosjektet, dvs. prosjektering, produksjon, transport, montering og bygging. Dersom aktørene i prosjektet har god kompetanse på bygging med moduler kan det gi mange fordeler fremfor tradisjonelle, plassbygde løsninger. Det vil likevel være prosjektavhengige faktorer, for eksempel bygningstype, lokalklima, logistikk og økonomi, som avgjør hvilken byggemetode som bør brukes i hvert enkelt prosjekt. Kvaliteten på ferdig bygg er med andre ord avhengig av kompetansen og kvaliteten på arbeidet til de involverte aktørene i prosjektet, og ikke nødvendigvis valg av byggemetode.

Det er også viktig å presisere at prosjekteringen av hele bygningen, det vil si alt utenom bygningsmodulen, ikke må neglisjeres eller reduseres i kvalitet og omfang. Ved endringer i prosjektet underveis må alt besluttes og prosjekteres *før* produksjon. Ansvarlig søker må være spesielt oppmerksom på at økt etasjehøyde kan gi utfordringer i forhold til tillatt byggehøyde. Oppfølgingskompetanse er spesielt viktig ved bruk av utenlandske leverandører. Videre må det utvikles særlig gode løsninger for fundament og tak. Det er flere utfordringer med tanke på gode fundamenteringsløsninger for modulbygging. Her er det utviklings- og forskningsbehov.

Det er også et behov for å utvikle et oppsett for kontroll, for eksempel produksjonskontroll på byggeplass og tilsyn. Videre bør arkitekt gis bedre anledning til kontroll/KS av arbeidstegninger og detaljer som entreprenør eller produsent er ansvarlig for. Dette er en fordel både for det konkrete prosjektet og for erfaringsoppbygging hos arkitekt. Arkitekt bør også få mer spillerom når det gjelder utforming av fasade.

Ansvarsforhold knyttet til grensesnitt mellom arbeidsoppgaver kan være noe komplisert for modulbygg. Dette bør utredes mer. I tillegg opplever underentreprenørene enkelte utfordringer med tilrettelegging for kabler, rør og kanaler/sjakter. Dette kan det også være fornuftig å gå mer i dybden på. Når det gjelder tekniske krav er det behov for utredninger rundt løsninger for trebjelkelag over kryperom, løsninger for tak på modulbygg, ventilasjonsløsninger, løsninger for el-installasjoner og bruk av sprinkleranlegg (brann).

Til slutt kan det nevnes at bygningsmodulprodusentene ønsker mer klare "kjøreregler". Det er behov for informasjon og opplæring. De som skal foreta kontroll ønsker et opplegg for kontroll både når det gjelder innhold og gjennomføring.

8 Referanser

Prognosesenteret, 2014: Markedsanalyse og kartlegging av modul- og elementimport til det norske markedet. Rapport. Prognosesenteret.

SINTEF, 2014: Oversikt over SINTEF Byggforsk sine tekniske godkjenninger.
<http://www.sintefcertification.no/>

SSB, 2014: Statistikk fra statistisk sentralbyrå:
<https://www.ssb.no/statistikbanken/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=SalgProdIndVare&KortNavnWeb=vti&PLanguage=0&checked=true>



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no