



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Institutt for matematiske realfag og teknologi -
IMT

Masteroppgave 2014
30 stp

Økonomisk Lønnsomhet ved bruk av bæresystemer i massivtre

Økonomisk lønnsomhet ved å benytte bæresystemer i massivtre i stedet for stål og prefabrickerte betongelementer i flere etasjes større byggverk.

Thomas Finstad

FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet av Thomas Finstad ved instituttet for matematiske realfag og teknologi ved *NMBU*. Oppgaven avslutter det 5-årige mastergradstudiet, master i Teknologi (sivilingeniør) - Byggeteknikk og arkitektur. Oppgaven omfatter 30 studiepoeng og er skrevet vårsemesteret 2014.

I denne oppgaven har jeg valgt å studere lønnsomheten ved å bygge bærekonstruksjoner i massivtre i fleretasjes bygg. Dette er et interessant tema fordi det foreligger lite informasjon om emnet. Det kan derfor være nyttig å undersøke potensialet til denne løsningen nærmere. For å studere dette vil jeg gjøre case-studier av eksisterende prosjekt, litteraturstudier og intervju de involverte i prosjektet for å få innblikk i deres erfaringer.

Jeg vil benytte anledningen til å takke Jan Egil Arnesen og Nils Stiansen fra Veidekke, Jan-Erling Grav fra Ove Skår AS, Kjell Vesterås og Rolf Knetter fra Woodcon AS, Arild Øvergaard fra Norsk Massivtre AS, Einride Berg fra Studentsamskipnaden i Ås og Dag Lislerud Midtfjeld fra Studentsamskipnaden i Østfold som alle tok seg tid til å stille opp i intervjuer og bistod meg med informasjon til oppgaven. Vil også takke Olle Rudèn og Jostein Solberg fra AS Bygghanalyse for informasjon om byggøkonomi og livssyklus-kostnader, Arild Finstad for korrekturlesing og tips til oppgaven og Leif Daniel Houck for god veiledning.

Universitetet for Miljø- og Biovitenskap
Mai 2014

Thomas Finstad

SAMMENDRAG

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke om det kan være lønnsomt og benytte bæresystemer i massivtre i fleretasjes større bygg. Med dette menes lønnsomhet sammenlignet med bygg med bæresystemer i stål og prefabrikkerte betongelementer. Det gjøres her ved å belyse forskjeller og likheter mellom disse med hensyn på kostnader knyttet til prosjektering, gjennomføring og livssyklus-kostnader. Erfaringer som kan ha betydning for kostnadsnivået i nye prosjekter drøftes også. Det er interessant å studere denne problemstillingen fordi treet har egenskaper som ikke betong og stål har, blant annet med hensyn på miljø og inneklima. Det er gjort få eller ingen tilsvarende studier i Norge.

Informasjon og data er i hovedsak hentet inn gjennom kvalitative intervjuer av informanter som er involvert i byggeprosjekter med bæresystem i massivtre. To entreprenører, to byggherrer og to leverandører av massivtre er intervjuet. Informantene er Ove Skår AS, Veidekke AS, Woodcon AS, Norsk Massivtre AS, Studentsamskipnaden i Halden og Studentsamskipnaden i Ås. Med bakgrunn i intervjuene er det gjennomført case-studie av to byggeprosjekter i massivtre, «nye Pentagon på Ås» og «studentboligene på Remmen i Halden». I case-studiet er prosjektene sammenlignet med hverandre og med informasjon om bygg med bæresystem i stål og prefabrikkert betong.

Av resultatene fremkommer det at det er delte meninger om behov for økt prosjektering ved valg av massivtre. Entreprenørene ser økt behov for sin prosjektering, mens byggherre og leverandør ikke ser behov for økt prosjektering. Nødvendig kunnskap for en effektiv prosjektering finnes, men kanskje ikke tilgjengelig nok for aktørene. Når det gjelder fremdrift og gjennomføring, er informantene enige om at montasje av bæresystem i massivtre går raskt sammenlignet med stål og prefabrikkert betong, og at dette resulterer i en rask gjennomføringsfase. Livssyklus-kostnadene tror ingen av informantene at er høyere ved massivtre og tar ikke høyde for dette, selv om man er enige om at man ikke kjenner langtidseffektene ved bruk av massivtrekonstruksjon. Resultatene peker mot at bæresystem i massivtre kan være lønnsomt der hvor en slik konstruksjon er egnet. Konkrete målbare data om kostnader og tidsbruk har ikke vært tilgjengelig i dette studiet. Det er derfor ikke mulig å konkludere med tilstrekkelig sikkerhet om det er lønnsomt å bygge bygg i bæresystem i massivtre sammenlignet med stål og prefabrikkert betong.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine if it is profitable to use massive wood structures in larger buildings of two stories or more compared with steel and concrete structures. This will be determined by finding the cost elements with regard to project planning, construction and life cycle costs that differ between the two structures. The topic of this study is interesting because massive wood structures has properties that steel and concrete structures do not. For instance, massive wood is known to be more environmental friendly and to have a positive effect on indoor climate. There has been few or no similar studies on this topic in Norway.

Data and information in this study is gathered trough qualitative interviews of two contractors currently involved in the building of massive wood structures. In addition to the contractors, developers and suppliers of prefabricated massive wood elements are interviewed. The informants are, *Ove Skår AS*, *Veidekke AS*, *Woodcon AS*, *Norsk Massivtre AS*, *Studentsamskipnaden i Halden* and *Studentsamskipnaden i Ås*. Data from the interviews are used to perform two case studies. The cases are the new student apartment buildings in Ås and Halden. These cases are compared with similar steel and prefabricated concrete buildings.

The views on project planning costs are divided. The contractors feel that it is necessary with excessive planning with the use of massive wood structures, developers and suppliers does not. Suppliers state that, all necessary knowledge about massive wood structures needed for effective project planning are available. All the informants agree that assembly on the construction site is faster than with steel and prefabricated concrete. The life cycle cost is believed to be the same even though the effects of long-term use are unknown. The results indicate that buildings with massive wood structures can be profitable were a massive wood structure is suitable. It has not been possible to obtain detailed cost information about massive wood structures. It is therefore not possible to conclude with sufficient certainty that massive wood structures are profitable in comparison with steel and concrete structures.

Innhold

Forord.....	2
Sammendrag	3
Abstract	4
1 Innledning.....	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Problemstilling.....	8
1.3 Avgrensning.....	9
2 Teori.....	10
2.1 Begreper	10
2.2 Prosjektteori byggeprosjekt	12
2.2.1 Faser i byggeprosjektet	12
2.2.2 Økonomi.....	15
2.3 Livssyklus kostnader	17
2.4 bæresystemer.....	19
2.4.1 Bæresystem i stål og prefabrickerte betongelementer	19
2.4.2 Bæresystem i massivtre.....	20
2.5 Sammenligning av kostnader	21
3 Metode.....	23
3.1 Metodisk tilnærming	23
3.2 Case-studie	24
3.3 Intervjuer	25
3.4 Validitet og reliabilitet.....	26
4 Case-studie	27
4.1 Presentasjon av Case.....	28
4.1.1 Case-1: Studentboliger på Ås	28
4.1.2 Case-2: Studentboliger i Halden.....	29

4.2	Presentasjon av informanter	30
5	Resultater	32
5.1	Prosjektering	32
5.2	Økonomi/kostnader	34
5.3	Fremdrift/gjennomføring	40
5.4	Livssyklus kostnader	42
5.5	Erfaringer	43
6	Diskusjon	45
6.1	Prosjektering	45
6.2	Økonomi/kostnader	46
6.3	Fremdrift/gjennomføring	47
6.4	Livssyklus kostnad	48
6.5	Erfaringer	49
6.6	Oppsummering	50
7	Konklusjon	53
8	Veien videre	54
9	Referanser	55
10	Tabelliste	58
11	Figurliste	58
12	Vedlegg	59
12.1	Intervjuspørsmål	59
12.1.1	Spørsmål til entreprenør	59
12.1.2	Spørsmål til leverandør	61
12.1.3	Spørsmål til tiltakshaver/byggherre	63

1 INNLEDNING

I innledningen vil valg av tema bli begrunnet. Videre vil problemstillingen bli presentert og nødvendige avgrensinger av oppgavens omfang gjennomgått.

1.1 BAKGRUNN

Tradisjonelt i Norge oppføres større bygg i bærekonstruksjoner av stål og plass-støpt betong og/eller prefabrikkerte betongkonstruksjoner. *(Nærings- og fiskeridepartement)* Byggebransjen har opparbeidet seg mye erfaring og kompetanse med slikt byggeri. Metoder og prosesser er effektivisert med hensyn på kostnader og fremdrift knyttet til produksjon og løsninger.

Det kan være stor økonomisk usikkerhet ved bruk av alternative løsninger som er mindre utprøvd og således kommet kortere i utviklingsprosessen. Dette kan igjen føre til at alternative løsninger blir avvist og ikke får etablert seg i markedet.

*«Avvisning vil føre til at gode ideer ikke blir realisert og at kostbar ressursbruk er bortkastet.»
(Kolltveit, 2009)*

I den senere tid er det bygget enkelte større byggverk i bærekonstruksjoner i massivtre i Norge. Her kan nevnes:

- Nye studentboligene på Ås 2013
- Hovedkontoret til Viken Skog i Hønefoss 2009
- Femetasjes boligblokk på Svartlamoen i Trondheim 2005

Vi har lange tradisjoner med å bruke i tre som konstruksjonsmateriale i Norge, og vi har naturlig tilgang på trevirke. Trevirke som byggemateriale har gode egenskaper når det gjelder miljøvennlighet og innemiljø. Litteratursøk i Google Scholar viser at det ikke er skrevet mye om økonomi når det gjelder bæresystemer i massivtre. Søket gir ingen artikler som omhandler dette. *(Google Scholar)* Det vil derfor være interessant å se nærmere på lønnsomheten ved dette på større byggverk med flere etasjer, og hvorfor den vanligste metoden ikke benyttes.

Fokus i denne oppgaven skulle være å studere kostnader og tidsbruk i to prosjekter med bæresystem i massiv tre. Dette for å få et helhetlig og konkret sammenligningsgrunnlag med bæresystemer i stål og betong. Dette vil kreve tilnærmet fritt innsyn i informasjon om

timepriser, tidsbruk, materialkostnader, påslag, kalkyler og så videre. Av konkurransemessige hensyn hos informantene er ikke dette gjort tilgjengelig. En ny innfallsvinkel var derfor nødvendig. Oppgaven blir derfor en generell betraktning basert på kvalitative intervjuer. Forskjeller og likheter i kostnader mellom bæresystemene vil drøftes, men det vil ikke være mulig å måle forskjellene med tallmateriale. Der hvor kostnadsinformasjon er tilgjengelig for bæresystem i massivtre, vil dette drøftes opp mot tilsvarende i stål og betong.

1.2 PROBLEMSTILLING

I denne oppgaven vil økonomiske fordeler og ulemper ved bruk av bæresystemer i massivtre sammenlignes med bæresystemer av stål og prefabrikkerte betongelementer i et fleretasjes større byggverk. Problemstillingen vil bli drøftet opp mot parametere som påvirker økonomien i prosjektet innenfor:

- Prosjektering
- Økonomi (kostnader)
- Fremdrift/gjennomføring
- Livsløpskostnader
- Erfaringer

På bakgrunn av ovennevnte vil følgende spørsmål blir oppgavens problemstilling:

Kan det være økonomisk lønnsomt å benytte bæresystemer i massivtre i stedet for i stål og prefabrikkerte betongelementer i flere etasjes større byggverk?

Problemstillingen vil bli forsøkt besvart gjennom intervju av to entreprenører som har hatt ansvar for hvert sitt byggeprosjekt med hovedbæresystem i massivtre, samt leverandører og byggherrer. Informasjonen fra disse intervjuene vil bli brukt til case-studie av prosjektene. Videre vil det bli innhentet informasjon om byggverk med bæresystem i stål og prefabrikkert betong for å sammenligne med case-prosjektene.

1.3 AVGRENSNING

Tilgjengelig informasjon vil sette begrensning for hvor detaljert analysen av caseprosjektene kan bli. Der hvor det ikke er tilgang til konkret informasjon om priser, tidsbruk og så videre vil det kun bli en generell sammenligning som baserer seg på svar på spørsmål i intervjuene. Videre begrenser oppgavens omfang på 30 studiepoeng antall case-studier til to case. Noe som ofte nevnes når det gjelder massivtre er miljøvennlighet og inneklima. Dette vil ikke være et tema i oppgaven da dette er behandlet i andre oppgaver og studier. (*Google Scholar*) Det samme gjelder tekniske løsninger ved bruk av massivtre. Tekniske løsninger vil ikke bli beskrevet, men det vil bli drøftet hvordan tilgjengelighet og innovasjon påvirker økonomien i prosjektet. Miljøvennlighet og inneklima vil nevnes der hvor det er en del av beslutningsgrunnlaget for valg av bæresystem i massivtre.

2 TEORI

I denne delen vil det gjøres rede for relevant teori som gir nødvendig grunnlag for å svare på problemstillingen. Generell teori som er nødvendig for å gjøre vurderinger og drøfting vil også gjennomgås.

2.1 BEGREPER

I dette kapitlet vil begreper som brukes i oppgaven forklares og defineres.

BTA

Bruttoareal (BTA) er ved taksering definert som arealet som begrenses av omsluttende yttervegg i gulvhøyde og/eller til midt i skilleveggen til annen bruksenhet og/eller fellesareal. Bruttoarealer begrenses av ytterveggers utsider og/eller til midt i skillevegger mot annen bruksenhet/fellesareal. *(Norges Takserings Forbund)*

BYGGHERRE

Byggherre, en person eller institusjon som utfører et bygge- eller anleggsarbeid. Det er vanlig å skille mellom engangsbyggherrer og permanente byggherrer. De sistnevnte vil ha bygd opp en egen ekspertise og organisasjon som ivaretar byggherrens interesser. Større offentlige etater, industribedrifter, kommuner og boligselskaper er eksempler på permanente byggherrer. Til byggherrefunksjonen hører å utrede areal- og funksjonsbehov, skaffe tomt, ordne finansiering, styre prosjektering og bygging, samt sørge for drift og vedlikehold av det ferdige bygget. Byggherren har også ansvar for at bygget tilfredsstiller krav til energiforbruk, lydisolasjon, inneklima, personsikkerhet, miljø og brukbarhet, og funksjonen innebærer også ansvar for at byggearbeidene foregår på en sikkerhetsmessig og miljømessig forsvarlig måte. *(Store Norske Leksikon)*

BÆRESYSTEM

Med bæresystem menes det her, den delen av konstruksjonen som skal føre kreftene/lastene som virker på bygget ned til fundamentene. Bæresystemet består gjerne av bærende etasjeskillere, søyler og bjelker av stål, tre eller armert betong, bærende yttervegger. *(Store Norske Leksikon)*

FDVU

FDVU-kostnader er årlige kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling. Livssyklus kostnader = FDVU-kostnader + kapitalkostnader over byggets levetid. Levetidskostnaden er den neddiskonterte summen over levetiden, dvs. nåverdien av livssyklus kostnaden. (NS 3454)

PASSIVHUS

Passivhus skiller seg fra "vanlige" boliger ved at det stilles vesentlig strengere krav til byggets varmetap, tetting etc. Å bygge et passivhus skal medføre at varmebehovet blir vesentlig lavere. Dette oppnås ved å stille strenge krav til isoleringsgrad (U- verdier) på vegger, gulv, tak, vinduer og dører, og krav til at bygget oppføres med minimale luftlekkasjer og varmelekkasjer (kuldebroer). (Husbanken)

PREAKSEPTERTE LØSNINGER

Anerkjente løsninger som for eks. Veiledning til TEK, Norsk standard, Byggforskserien eller andre anerkjente løsninger som er i samsvar med krav. (Hurum Kommune)

TOTALENTREPRENØR

Totalentreprise (juridisk) er et bygge- eller anleggsarbeid der entreprenøren i sin avtale med byggherren påtar seg både prosjektering og utførelse. Totalentreprise kan være kombinert med *generalentreprise*: I så fall påtar entreprenøren seg også å ha alle andre entreprenører i prosjektet som sine *underentreprenører*, det vil si at byggherren bare har kontrakt med den ene entreprenøren. (Wikipedia)

UNDERENTREPRENØR

Underentreprenør, en entreprenør som har inngått kontrakt med en annen entreprenør hovedentreprenør om å utføre en del av det arbeidet hovedentreprenøren skal utføre for en byggherre. (Store Norske Leksikon)

2.2 PROSJEKTTEORI BYGGEPROSJEKT

Definisjon prosjekt:

«En oppgave som skal utføres i overensstemmelse med en tekniskspesifikasjon, ferdigstilles til avtalt tid, med avtalt kvalitet og kostnader, innenfor gitte begrensinger» (Kolltveit, 2009)

2.2.1 Faser i byggeprosjektet

Her vil den generelle oppbygningen av et byggeprosjekt gjennomgås. Dette danner grunnlag for å identifisere de ulike kostnadene knyttet til oppføringen av ett bygg.

Det finnes ingen fasit på oppbygning av et byggeprosjekt, og i noen prosjekt vil nødvendige aktiviteter kreve at en avviker fra den generelle oppbygningen. Men en generell inndeling i faser som er felles for mange byggeprosjekter vises i tabellen under. I praksis er ikke nødvendigvis denne inndeling så rigid som den kanskje fremstår opplistet. (Holm, 1990).

«Byggeprosessen er egentlig en kontinuerlig prosess selv om den går i sløyfer med tilbakekoblinger og modifikasjoner» (Wigen, 1992)

Programmeringsfase	Utredning
	Byggeprogram
Prosjekteringsfase	Forprosjekt
	Hovedprosjekt
	Detaljprosjekt
Kontraheringsfase	Komplettering
	Anbud og kontrakt
Produksjon	Produksjonsplanlegging
	Produksjon
	Overtagelse-garanti
Bruk	Prosjektvurdering
	Forvaltning

Tabell 1: Fasene i prosjektet (Holm, 1990, s.94)

I programmeringsfasen utreder og kartlegger man behovene og de økonomiske rammene. På bakgrunn av dette kommer man frem til krav til funksjon, kvalitet, kostnad og tid. I tillegg vil man forme prosjektorganisasjonen og velge entreprisform. *(Holm,1990)*

I prosjekteringsfasen kommer man frem til fullstendig produktbeskrivelse som er grunnlag for produksjon og anbud. I denne fasen er de største utgiftene knyttet til honorarer til rådgivende ingeniører og arkitekt, som er avhengige av kompleksitet og omfang. *(Holm, 1990)*

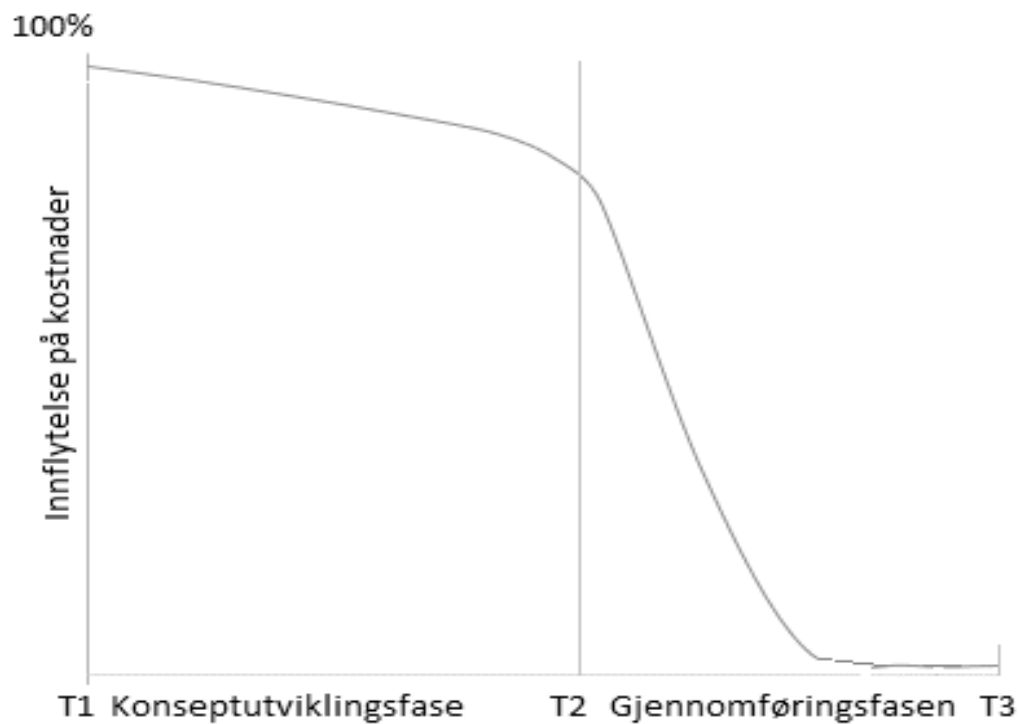
I kontraheringsfasen henter man inn tilbud på arbeidene som skal utføres. Man inngår kontrakt med entreprenører og leverandører avhengig av valgt entreprisform. I denne fasen bestemmes prosjektkostnaden ved detaljkalkyle. *(Holm, 1990)*

I produksjonsfasen blir byggearbeidet planlagt med hensyn på produksjonsmetoder, administrativ oppfølging og fremdrift. Deler av denne planleggingen vil også ofte være en del av prosjekteringsfasen. Videre koordineres og utføres byggearbeidene. Fasen avsluttes ved ferdigbefaring og overtagelse når leveransen er oppfylt. Produksjonskostnadene vil ofte være knyttet til administrasjon, produksjonstid, materialkostnad og nødvendig produksjonsutstyr og arbeider utført av underentreprenører. *(Holm, 1990)*

I det som her kalles bruksfasen kommer prosjektvurderingene hvor man måler graden av måloppnåelse med hensyn på produktet og økonomi. Etterkalkyler vil ofte være en del av denne prosessen. Videre vil kostnader knyttet til forvaltning, drift og vedlikehold nå begynne å løpe. Dette sammen med byggekostnaden utgjør den totale prosjektkostnaden. *(Kolltveit, 2009)*

I prosjekter med usikkerhet knyttet til nye materialer og teknologi vil det kunne stilles krav til ekstra dokumentasjon av egenskaper. I prosjekter hvor man har kjente løsninger og erfaring fra lignende prosjekter vil fasene kunne overlappes og tidsbruken i planleggingsfasene være kortere. I planleggingsfasene har man størst mulighet til å påvirke kostnadene, og godt arbeid her kan være skille mellom suksess og fiasko. *(Kolltveit, 2009)*

«En forandring i prosjektets oppstartsfasen koster nesten ingenting, bare litt viskelær og blyant eller noen trykk på PC-tastene og utgifter til kopiering» (Kolltveit, 2009)



Figur 1: Innflytelse på kostnader (Kolltveit, 2009, s.42, figur 2.6)

Produksjonsfasen vil i mange tilfeller starte før planleggingsfasen er over. (Kolltveit, 2009) I verden er det forskjellige tradisjoner for gjennomføring av prosjekt. I Norden er tendensen å bruke kort tid på planlegging og lang tid på produksjon, mens i andre deler av verden er det omvendt, de bruker lang tid på planlegging og oppnår en kortere produksjonsfase.

2.2.2 Økonomi

I dette kapittel vil det bli gjennomgått hvordan kostnader i byggeprosjekter spesifiseres. Denne spesifikasjonen vil være en del av grunnlaget for case-studiet. Siden dette er et omfattende emne vil det her kun gjennomgå teori som er direkte knyttet til det videre arbeidet i oppgaven.

Kostnadene knyttet til å oppføre ett bygg kan spesifiseres ved å benytte standard kontoplan fra Norsk Standard (NS 3451 Bygningsdelstabell og NS 3453 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt.) Denne kontoplanen inneholder hovedkategoriene av kostnadselementer. Den vil her bli brukt som grunnlag for å belyse hva som koster noe i ett byggeprosjekt. (*Norsk Prisbok, 2013*) En fremstilling av kostnadene som vist under er veldig generell og lite detaljert. Dette er hovedkontoer og disse kan spesifiseres med underkontoer som har økt detaljgrad og slik kan man gå videre til man er på et nivå som viser timepriser og materialkostnad for en enhet med for eksempel yttervegg. En annen generell fremstilling med høyere detaljgrad er priser på fagkapittel. Her deler man inn kostnadene på f.eks. snekkerarbeid, flisarbeid, dører, vinduer, betongarbeid, osv. En slik fremstilling av kostnader vil bli benyttet i vurderingen av case prosjektet.

Konto	Kostnadselement
1	Felleskostnader
2	Bygning
3	VVS
4	Elkraft
5	Tele og automatisering
6	Andre installasjoner
1-6	Huskostnad
7	Utendørsarbeider
1-7	Entreprisekostnad
8	Generelle kostnader
1-8	Byggekostnad
9	Spesielle kostnader
1-9	Prosjektkostnad
RM	Reserver og Marginer
SUM	Kostnadsramme

Tabell 2: Hovedkonto i Kontoplan

Den første kontoen er felleskostnader. Denne posten inneholder kostnadselementer knyttet til, rigg og drift av byggeplassen, HMS-arbeid, utarbeiding av FDVU - dokumentasjon, administrasjonskostnader og hjelpearbeider. *(Norsk Prisbok, 2013)*

Under konto nummer 2 «bygning» ligger alle kostnader knyttet direkte til byggingen som ikke er spesifisert i de andre kontoene. Omfatter blant annet riving, bæresystem, vegger, dekker, takkonstruksjon, byggegrop med fundamentering, trapper, fast inventar, dekker og tak. Dette er gjerne den største posten. *(Norsk Prisbok, 2013)*

Kontoene for VVS, elkraft, tele og automatisering og andre installasjoner inneholder kostnadselementer knyttet til blant annet ventilasjon, lys, varme, sanitær og heis.

Kontoen for utendørsarbeider omfatter, bearbeiding av terreng, utendørs elkraft og VVS, veier park og hage. Konto nummer 8 «Generelle kostnader» omfatter kostnader knyttet til prosjektering som arkitekt, konsulenter, prosjekteringsledelse og bikostnader som utgifter til reise, gebyrer som for eksempel tilknytningsavgifter for vann og kloakk. *(Norsk Prisbok, 2013)*

Konto nummer 9, «Spesielle kostnader» omfatter tomtekostnad, finansiering, salgskostnader osv. *(Norsk Prisbok, 2013)*

Reserver og marginer er posten som har til formål å dekke uforutsette kostnader og tillegg. Størrelsen på denne posten er avhengig av sikkerhet i kalkylen. Dess større usikkerhet knyttet til byggverket, jo høyere blir denne kontoen. *(Norsk Prisbok, 2013)*

Det er ulike metoder for å komme frem til kostnadene knyttet til de forskjellige kontoene. Kalkulasjonsmetoden er avhengig av hvilken fase man er i prosjektet og ønsket sikkerhet i beregningen. For prisoverslag kan man ofte benytte en kvadratmeterpris for en viss type bygning. Denne prisen vil ofte basere seg på erfaringstall fra tidligere prosjekter av tilsvarende type. For bindende pristilbud fra entreprenøren benyttes detaljkalkulering, ofte basert på detaljerte tegninger og beskrivelser. Det utarbeides mengdebeskrivelser basert på NS 3420 eller tilsvarende. Hver enkelt post i denne beskrivelsen detaljkalkuleres. Her opererer man gjerne med enhetspriser etter materialkost på bygningsmaterialer (trelast, plater osv.), hjelpematerialer (spiker skruer), transport, lønnskostnader avhengig av tidsbruk som baserer seg på produktivitet som avhenger av erfaring og gjentakelse, og kostnader til underentreprenører (maler gulvlegger) og påslag for fortjeneste og risiko. Regionale

prisforskjeller kan forekomme og det da med hensyn på transport, arbeid, klima, byggeskikk og tradisjoner. Når kalkulasjonen av hver post er gjort settes påslag for fortjeneste og risiko.

(Norsk Prisbok 2013)

2.3 LIVSSYKLUSKOSTNADER

Livssyklus kostnadene er den totale kostnaden for hele byggets levetid. Der inngår anskaffelseskostnad som er kostnad knyttet til tomt, prosjektering og utførelse. Videre inngår kostnader knyttet til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) for hele byggets levetid. Til slutt inngår kostnader knyttet til rivning eller avhending. Disse kostnadene vil variere med valg av bygningens materialer, løsninger og levetid. De vil ofte kartlegges i en livssyklusanalyse. *(Standard Norge, 2000)*

«Bygg, anlegg og eiendom står for 40% av Norges forbruk av ressurser. Dersom man sikrer riktig kvalitet på et bygg eller anlegg, vil dette redusere behov for å skifte ut bygningskomponenter og dermed redusere behovet for å bruke ressurser i byggets driftsfase»
(Direktoratet for forvaltning og IKT)

Etter Norsk standard NS 3454:2000, kan kostnadene deles inn i følgende hovedposter:

- Kapitalkostnader
- Forvaltningskostnader
- Driftskostnader
- Vedlikeholdskostnader
- Utviklingskostnader

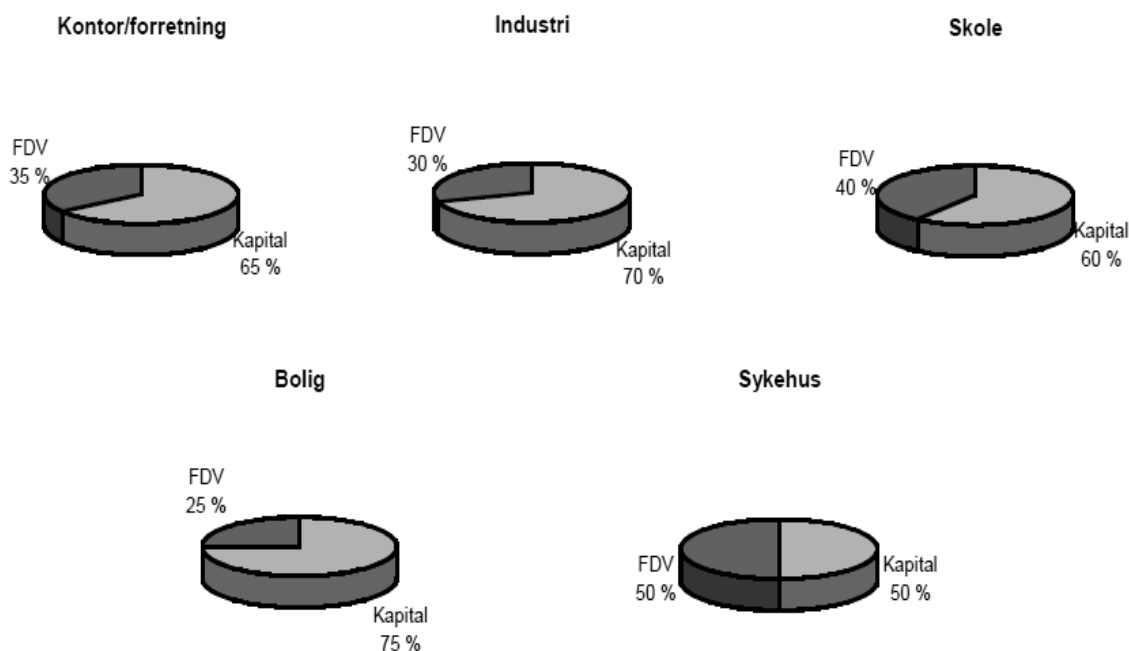
Under kapitalkostnader ligger investeringskostnad og restkostnad som er nåverdi av kostnader knyttet til rivning og avfallshåndtering. *(Standard Norge, 2000)* Under forvaltningskostnader ligger administrasjon, skatter og avgifter og kostnader til forsikringer. Dette er avhengig av hvilke forsikringer man ønsker, verdi, risiko, brannklasse og lokalisering og kan påvirkes. (Kilde) Denne posten kan utgjøre 1-3 promille av prosjektkostnaden. *(Bjørberg, 2007)*

Driftskostnader er kostnader til løpende drift som vedlikehold og ettersyn av tekniske anlegg. Videre inkluderer denne posten blant annet renhold, energi, vann og avløp, renovasjon og vakt og sikring. Størrelsen på de ulike posten kan man påvirke ved valg av planløsning,

energieffektivitet, isolering, tekniske anlegg, oppvarming og belyningsbehov. (Bjørberg, 2007)

Vedlikeholdskostnader er kostnader knyttet til og opprettholde standarden på bygningen. Eksempel på vedlikehold kan være maling eller utskiftning av f.eks. slitte gulv. Kostnadene vil ofte være avhengig av belastningen på bygningen, vær, vind og bruk. Man kan påvirke vedlikeholdet ved valg av holdbarhet/kvalitet på materialer, produkter og løsninger. Videre vil tilgjengelighet og pris på for eksempel reservedeler påvirke kostnaden. (Bjørberg, 2007)

Posten utviklingskostnader er kostnader normalt knyttet til oppgradering og ombygging. Dette kan være endring av planløsning, for eksempel flytting av skillevegger på grunn av endrede behov. Man kan bli pålagt å gjøre endringer knyttet til offentlige krav og påbud. Dette kan for eksempel være endring i krav til brannsikkert. Det kan bli nødvendig og gjøre oppgraderinger knyttet til nye formelle krav som ikke var gjeldende da bygget ble oppført, for eksempel utskiftning av vinduer grunnet nye krav til lydisolering. (Standard Norge, 2000) Denne posten kan påvirkes ved å planlegge et bygg som har fleksibilitet som muliggjør endringer. (Bjørberg, 2007)



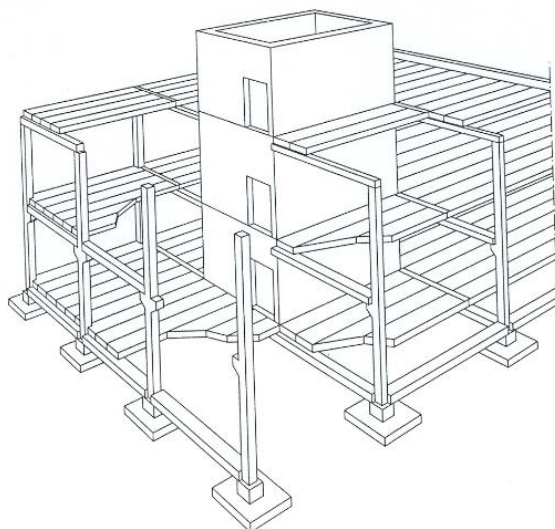
Figur 2: Levetidskostnad fordelt på kapital FDV kostnader (7% kalkylerente over 60 års horisont) (Bjørberg, 2007)

2.4 BÆRESYSTEMER

I case - studiet vil det brukes ett bygg med hovedbæresystem i stål og prefabrikkerte betongelementer som sammenligningsgrunnlag for bygg med bærekonstruksjoner av massivtre. I dette kapittelet vil parameterne som senere vil bli brukt til vurdering av de to alternativene gjennomgås.

2.4.1 Bæresystem i stål og prefabrikkerte betongelementer

Med bæresystem i prefabrikkerte betongelementer og stål menes her hulldekker, bærende betongvegger og søyler og bjelker i stål. Heis- og trappesjakt er ofte en del av bæresystemet. Disse blir gjerne brukt for å føre de horisontale lastene for eksempel fra vind, ned til fundamentet. *(Tekna, 2001)*



Figur 3: Bæresystem med betong elementer (Tekna 2001)

Det finnes i stor grad preaksepterte løsninger for tekniske detaljer ved bruk av et slikt bæresystem. Dette med byggebransjens erfaring med bæresystemet kan gi en effektiv byggeprosess.

Når det gjelder brann- og lydisolering gir betongenes flatevekt god isolasjon mot luftlyd. *(Betongelementforeningen)* Stålsøyler/-bjelker krever ofte brannisolering. I tillegg må man ofte isolere for å forhindre kuldebro i overgang etasjeskill/yttervegg der hvor ytterveggen ikke er kontinuerlig på utsiden, men er plassert mellom etasjeskillene. Innvendige overflater av

betong må ofte kles inn eller males av estetiske årsaker. Fasadene i slike byggverk utføres oftest med isolerte bindingsverksvegger med forskjellige typer kledning eller teglsteinsforblending, prefabrikkerte veggelementer, systemvegger i glass og sandwichelementer av EPS og metall.

Betongelementene monteres ved bruk av kran. Elementenes vekt stiller krav til løftekapasitet på kran og transport fra fabrikk. Lagring på byggeplass bør unngås da det oftest fører til økte kostnader og økt risiko for skade på betongelementene. Ved lagring på byggeplass kreves gode og trygge lagringsforhold. Større hulltagning, utsparinger og andre tilpasninger gjøres ofte på fabrikk og er arbeidskrevende å gjøre på byggeplass. Mindre hulltakinger gjøres på byggeplass. (Gjerp, 2011)

2.4.2 Bæresystem i massivtre

Massivtreelementer er elementer til dekker, gulv, vegger, tak som består av treplanker, lagvis krysslågt eller kantstilt og holdes sammen med lim, dybler eller stålstag. Normalt er det 3-9 lag. Elementene kan ha følgende dimensjoner; bredde 1,2m og spennvidde 3-14meter. Bæresystemet kan bestå av søyler og bjelker i trevirke og/eller bærende vegger i massivtre og dekker i massivtre. (Trefokus) Produksjon av massivtreelementer er miljøvennlig med hensyn på klimagassutslipp. (Treteknisk,2009)



Figur 4: Massivtre element (<http://bks.byggforsk.no/News.aspx?sectionId=2&newsId=100>)

Massivtreelementenes overflater kan være synlige og trenger ingen kledning. Det kan i noen tilfeller på grunn av krav til brann/lyd isolering være nødvendig å kle disse inn. Bæresystem i massivtre kan tilfredsstille brannkrav opptil RE90. (Treteknisk, 2009)

Det kan det ofte være nødvendig med isolering mot trinnlyd i etasjeskillere. Samtidig vil den lave egenvekten kunne redusere kostnader knyttet til fundamentering. Ved større og høye bygg kan lav egenvekt resultere i økt vindforankringsbehov. (Veidekke)

Byggetid/montering av massivtre elementer oppgis å ta kortere tid enn betongelementer. *(Trefokus, Veidekke)* Den lave vekten effektiviserer transport og montering. Montering foregår med kran og elementene sammenføres med blant annet skruer. Hvis elementene må lagres på byggeplass, må de beskyttes mot støt, smuss og fukt. *(Treteknisk,2009)*

Massivtre er ikke egnet til å være i direkte kontakt med vann eller jord. *(Treteknisk,2009)* Trevirkets egenskaper når det gjelder bearbeiding, kan effektivisere innfestning av tekniske installasjoner og hulltagning. Slike arbeider kan gjøres på byggeplass, noe som muliggjør tilpassinger og gir større fleksibilitet. Trevirket vil bevege seg under fuktpåkjenning, og det vil være nødvendig å ta hensyn til krymp og utviding der hvor dette kan ha betydning. *(Veidekke)*

2.5 SAMMENLIGNING AV KOSTNADER

Det er nødvendig å beskrive hva det koster å bygge bæresystem i massivtre for å kunne sammenligne kostnaden med den ved å bygge i stål og betong. Å beskrive kostnaden ved å bygge noe kan være svært omfattende da denne kostnaden er kompleks og avhengig av mange faktorer som for eksempel lønnskostnad, materialkostnad, transportkostnader, kostnad til produksjonsutstyr, energi, avgifter, påslag, kvalitet og så videre. Det er derfor nødvendig og gjøre et utvalg av faktorer. Utvalget av faktorer baserer seg på litteratur som gjengitt i teoridelen og det informantene mener er viktige elementer.

I oppgaven vil to case med hovedbæresystem i massivtre studeres. Studien vil omfatte faktorene som har innvirkning på økonomien i prosjektene. Utvalget av variabler/faktorer baserer seg på NS 3453 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt, NS 3454:2000 livssykluskostnader for byggverk prinsipper og struktur og faglitteratur for byggeøkonomi som gjennomgått i teoridelen. Der hvor konkrete tall for tid og økonomi er tilgjengelig vil dette bli drøftet. Der hvor dette ikke er tilgjengelig vil data hentet inn gjennom intervjuer av de involverte i prosjektene gjennomgå. Variablene eller parameterne som blir belyst er:

- Prosjektering
 - Ekstra dokumentasjonskrav
 - Rådgivere/konsulenter
 - Tidsbruk
- Økonomi (kostnader)
 - Byggekostnad
 - Materialkostnad
 - Underentreprenører
 - Prosjektadministrasjon
- Fremdrift/gjennomføring
 - Byggetid
- Livsløpskostnader
 - Kapitalkostnader
 - Forvaltningskostnader
 - Driftskostnader
 - Vedlikeholdskostnader
 - Utviklingskostnader
- Erfaringer
 - Gjentakelse

3 METODE

I dette kapittelet vil det bli gjort rede for metodene som er benyttet for å svare på problemstillingen.

3.1 METODISK TILNÆRMING

«Metode er et redskap, en måte vi kan løse problemer og komme frem til ny viten og forståelse. Alle midler som kan brukes i en slik sammenheng vil være metode - men ikke alle vil være holdbar og tåle kritisk etterprøving.» (Godejord, 2007)

Det regnes med to former for metode innenfor den vitenskapelige metode, kvalitativ og kvantitativ. Valget av kvalitativ eller kvantitativ metodisk tilnærming avhenger av formålet med forskningen og hvilken informasjon man ønsker å finne. Det trenger ikke å være et valg. Metodene kan benyttes sammen og komplimentere hverandre.

Den kvantitative metoden er egnet der hvor man ønsker å finne omfanget av noe, informasjonen man ønsker er målbar og man på forhånd vet man ønsker å måle. Variablene og alternativene er kjente. Man måler gjerne i tall, men også for eksempel om man er enig uenig i gitte påstander. Datainnsamlingen foregår gjennom spørreundersøkelser og meningsmålinger som gjør informasjonen målbar. Man benytter statistikk for å analysere data og presenterer ofte i grafer og tabeller. (Helseth, 2002)

«Kvalitative metoder bygger på teorier om fortolkning (hermeneutikk) og menneskelig erfaring (fenomenologi).» (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2010)

Den kvalitative metoden er egnet når man søker informasjon om erfaringer opplevelser som ikke lar seg tallfeste, man vil gå i dybden for å se helhet og sammenheng. Det er gjerne lite eller uklar informasjon om fenomenet man undersøker. Datainnsamlingen foregår gjerne ved deltagende og ikke-deltagende observasjoner og dybdeintervjuer. (Helseth, 2002)

I denne oppgaven vil det bli brukt en kombinasjon av disse metodene, men den kvalitative vil være den dominerende. Det vil bli analysert konkret tallmateriale fra byggeprosjekter for å forsøke å finne et svar på om det kan være lønnsomt å velge bæresystem i massivtre kontra stål og prefabrikkert betong. Det er ikke nødvendigvis et «ja eller nei» svar på dette spørsmålet. Det er mange variabler og oppgavens omfang og tilgjengelig informasjon setter

begrensning for hvor mange av disse som kan analyseres. Det vil derfor i tillegg gjennomføres intervjuer for å finne informasjon om erfaringer og opplevelser som kan bidra til å forstå forskjellene som ikke kan måles i tall på grunn av manglende informasjon.

3.2 CASE-STUDIE

Et case-studie er et tids og steds spesifikt studie av et enkelt tilfelle eller et «case» (Sæther, 2003), og vil ofte være et detaljstudie der man ønsker si noe om hvorfor og hvordan. (Hjernebark)

«Case study kjennetegnes ved at det gir en dyptgående analyse av en person, gruppe eller hendelse. Ved å studere dette i detalj, håper forskeren å kunne finne adferds prinsipper som kan generaliseres til andre mennesker eller situasjoner.» (Hjernebark)

Et case-studie er egnet når tilfellet eller temaet er lite utforsket og det ikke foreligger mye informasjon. I case-studiet er det mulig å studere mange variabler på grunn av få enheter eller tilfeller. (Sæther, 2003)

«Case studier er en intensiv forsknings-strategi, og skiller seg dermed fra ekstensive surveybaserte forskningsstrategier» (Sæther, 2003)

Siden dette er et dybdestudie av enkelte tilfeller, vil valg av case være avgjørende for resultatet. Det er derfor viktig å velge case som er representative for andre situasjoner. Et studie hvor man sammenligner flere case og ser på forskjeller og likheter, et såkalt komparativt case-studie er en egnet metode for å analysere data.

Det vil gjennomføres et komparativt case-studie, med hensikt å belyse forskjeller ved å sammenligne case med to andre case. Ett basert på erfaringstall for bæresystem i stål/betong og to tilsvarende prosjekt med massivtrekonstruksjon.

Datainnsamling for tilfellene med bæresystem i massive trekonstruksjoner vil bli innhentet gjennom intervju av to entreprenører som har hatt ansvar for utførelse av et slik prosjekt. Videre vil to leverandører av massivtre og byggherrer intervjues. Data for tilfellene som vil bli brukt til sammenligning innhentes fra statistikk, henholdsvis Norsk Prisbok 2013 med erfaringstall, og Bygganalyse AS som produserer kalkyler for byggeprosjekter.

3.3 INTERVJUER

«Kvalitativ intervju er et intervju med målet om å samle beskrivelse og forståelse av informantenes livsverden med respekt til interpretasjon av mening av beskrevet fenomen.»

(Morseth, 2003)

Det kvalitative intervjuet er et kvalitativt metodeverktøy som egner seg når man ønsker dypere innsikt i et fenomen. Formålet med intervjuet er å hente ut mest mulig informasjon og resultatet kan bli kompleks og informasjonen kan være å vanskelig og analysere. (Jacobsen, 2005) Oppbygningen av intervjuet har stor betydning for datainnsamlingen. Man operer gjerne med 4 grader av strukturerte intervjuer, valg av disse avhenger av type data man ønsker.

Åpent intervju	Informanten snakker fritt.
Ustrukturert intervju	Forskeren følger opp det informanten forteller, men har på forhånd laget noen stikkord om temaer
Semistrukturert intervju	Utarbeidet intervjuguide på forhånd; forskeren følger opp informanten gjennom bestemte temaer, men ingen fast rekkefølge, åpenhet til digresjoner
Strukturert intervju	På forhånd utformet ferdige spørsmål som skal besvares i bestemt rekkefølge

Tabell 3: Grader av strukturerte intervju (Lea Morseth, 2003)

Valgt intervjuobjekt eller informant er også avhengig av hvilken type informasjon man ønsker.

Intervjuet kan deles i to grupper, etter hvem man intervjuer:

- Respondentintervjuet, der man intervjuer en med erfaring med fenomenet
- Informantintervjuer, der man intervjuer en som har mye informasjon om fenomenet

(Jacobsen, 2005)

Intervjuene som gjennomføres i denne oppgaven vil være strukturerte intervju, da hensikten er å få svar på konkrete spørsmål. Informasjonen som blir innhentet er for det meste konkret, men informasjon om erfaringer vil være noe mindre strukturert. Det er derfor viktig å ha fleksibilitet i intervjuet for å kunne få informasjon som kan belyse temaet utover det som var

planlagt på forhånd. Informantene her vil være to leverandører, to entreprenører og to byggherrer. Disse er valgt fordi de har praktisk erfaring og kompetanse med fenomenet. Det er vanskelig å plassere disse i informant/respondent kategori siden de kan sies å være begge deler.

Det er flere måter å registrere data fra muntlige intervju på, en måte er å spille inn intervjusamtalen. Denne metoden vil ikke bli benyttet her på bakgrunn av at informantene i utgangspunktet ikke sa seg villig til å dele all informasjon av konkurransemessige hensyn. Det er derfor vurdert at å ta opp samtalen vil begrense informasjonen som kommer frem under intervjuet. Data registreres derfor gjennom notater under intervjuet og skriftlig referat rett etter intervju.

3.4 VALIDITET OG RELIABILITET

Validitet innenfor forskning vil si å avgjøre hvor gyldig resultatet av forskningen er. Det skilles mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet er gyldigheten av resultatene for det konkrete tilfelle eller utvalget som er undersøkt. Ekstern validitet er om resultatene er gyldige for andre lignende tilfeller. *(Dalen, 2008)* For å oppnå valide resultat er man avhengig av å velge representative case og informanter. Eventuell unike aspekter ved fenomenet må behandles slik at resultatene kan generaliseres.

Reliabilitet betyr pålitelighet og i denne sammenheng hvor pålitelige resultatene er og i hvilken grad de kan etterprøves. Det vil si at en forsker skal kunne gjennomføre forsøket på nytt og komme frem til samme resultater. Hvor pålitelige resultatene blir, avhenger av at datainnsamlingen, analysen og presentasjonen blir gjort på en forsvarlig måte. For å sikre høy pålitelighet bør man benytte flere datakilder for eksempel flere informanter og litteratur kilder. Man kan også benytte flere metodiske tilnærminger både kvalitativ og kvantitativ. Det vil også være viktig å i størst mulig grad sikre at kildene er troverdige. *(Dalen, 2008)*

Kildene som er benyttet i denne oppgaven er, litteratur, lærebøker, forelesningsnotater og informanter. For å sikre kvaliteten på disse vil det bli benyttet litteratur av anerkjente forfattere. Informantene vil være en entreprenør, leverandør og byggherre for to prosjekter med bæresystem i massivtre. For å sikre kvaliteten på data fra disse, vil informasjonen fra disse i størst mulig grad etterprøves. Dette gjøres ved å benytte litteratur og en tredje kilde for å undersøke om informasjonen samsvarer.

4 CASE-STUDIE

I dette kapitlet vil case som er studert og informantene til de ulike case bli presentert.

Case i denne studien er valgt fordi de er av nyere dato, av rett størrelse og konstruksjon. Da case-prosjektene ble valgt bygges det ikke mange bygg med bærekonstruksjon massivtre i Norge. Dette påvirket også valg av case. Størrelsen på case-prosjektet vurderes som viktig da hensikten med denne oppgaven er å undersøke om massivtre kan benyttes som et alternativ til bygg med bæresystem i stål og betong i større byggverk. Videre er case valgt fordi de har benyttet komplett bæresystem i massivtre. Noen bygg har for eksempel bare dekker i massivtre. Det er bygget bygg av rett størrelse og konstruksjon i massivtre tidligere, men det er vurdert at nyere bygg er mest relevant da de involverte har erfaringen ferskt i minne. Videre er det mest interessant og se hva det koster å bygge massivtre i dag for å slippe å ta hensyn til prisutvikling. Byggeprosjekter med massivtrekonstruksjon som er i planleggingsfasen er også sett bort fra. Dette fordi det er interessant og studere erfaringer og resultater.

4.1 PRESENTASJON AV CASE

4.1.1 Case-1: Studentboliger på Ås

Prosjektet består av to blokker med til sammen 254 hybler fordelt på 8 etasjer i hver blokk, pluss kjeller, totalt 9 etasjer. Gjennomsnittlig brutto totalareal per hybel inkludert fellesareal er omtrent 25m². Byggherre for prosjektet er Studentsamskipnaden i ÅS, og totalentreprenør er Veidekke Entreprenør AS avdeling Follo/indre Østfold. Byggestart for prosjektet var august 2012 og ferdigstilles 2013/2014. Blokkene har passivhus-standard og utføres med bæresystem i massivtre. Volumet av massivtreet er ca. 2000m³. Baderommene utføres som baderomskabiner. Størrelsen på prosjektet er omtrent 100 millioner kroner eks. mva. Hyblene utføres innenfor Husbankens krav på 600 000,- kr. per hybelenhet.



Figur 5: Illustrasjonsbilde av case 1 (kilde:veidekke.no)

Case-1 vil bli sammenlignet med et ett tilsvarende bygg med bærekonstruksjon i stål og prefabrikkerte betongelementer. Hensikten med denne sammenligningen er å finne forskjeller og likheter med hensyn på byggekostnadene. Informasjon om byggekostnader knyttet til bygg i stål og prefabrikkerte betongelementer hentes fra Norsk Prisbok 2013. For å undersøke om case-1 er representativt, og for å få et bedre grunnlag for å si noe generelt om massivtrebygg vil case-1 også sammenlignes et tilsvarende case med bæresystem i massivtre.

4.1.2 Case-2: Studentboliger i Halden.



Figur 6: Illustrasjonsfoto av case 2
(Kilde:<http://www.boligtorget.no/siost/Housing/Boligomrade/10>)

Case-2 i denne studien er Remmen studenthybler i Halden. Byggherre for dette prosjektet er Studentsamskipnaden i Østfold. Prosjektet utføres som en totalentreprise av entreprenøren Ove Skår AS. Det første byggetrinnet som vil studeres her består av to blokker med 4 – 6 etasjer og med til sammen 208 studentboliger. Entreprensekostnaden for prosjektet er 72,5 millioner kroner inkl. mva. Oppstart er oktober 2013 og ferdigstilles til studiestart 2014. Dette gir en total byggetid på 12 - 14 måneder. Bygget utføres med bæresystemer i massivtrelementer, totalt volum på trelasten er ca. 1000m³. Dette prosjektet utføres også med passivhus standard. Hyblene utføres innenfor Husbankens økonomiske ramme på 600 000 kroner per hybelenhet.

4.2 PRESENTASJON AV INFORMANTER

Data for dette case-studiet er hentet inn gjennom intervjuer av byggherrer, entreprenører og leverandør av massivtre. Her vil informantene som er intervjuet i studien bli presentert.

ENTREPRENØR 1

Entreprenøren for case – 1 var Veidekke avdeling Follo/indre Østfold. Avdelingen omsetter for ca. 260 millioner kroner årlig og består av 75 ansatte fordelt på håndverkere og ledelse. Avdelingen utfører alle type byggeprosjekter. Nils Stiansen og Jan Egil Arnesen var informantene. Nils Stiansen har ansvar for prosjektutvikling hos Veidekke i Follo. Han deltok i prosjekteringen og kalkulerte tilbudet på massivtre prosjektet i Ås. Han har erfaring med prosjektledelse fra tidligere. Jan Egil Arnesen var prosjektleder for studentboligene som brukes som case.

ENTREPRENØR 2

Ove Skår AS er et entreprenørfirma som opererer i Østfold, Oslo og Akershus. De bygger studentboligene i case-2. De er 50 ansatte og har hovedkontor i Sarpsborg. De utfører byggearbeider i hoved, total eller generalentrepriser. Informanten her var Jan-Erling Grav som er prosjektansvarlig for case prosjektet. Han utarbeidet og leverte også tilbudet på prosjektet.

LEVERANDØR 1

Leverandør av massivtre for begge prosjektene var Woodcon AS. De leverer massivtre-elementer til prosjekter i hele Norge. De har en betydelig markedsandel innenfor massivtre i Norge. Informantene her var Kjell Vesterås som er daglig leder for selskapet og Rolf Knetter som har ansvar for å følge opp prosjektene hvor de leverer massivtre på byggeplass.

LEVERANDØR 2

Videre er Norsk Massivtre AS intervjuet. Norsk Massivtre AS er en norsk leverandør og produsent av massivtreelementer. De leverer, prosjekterer og utfører i hovedsak boliger og hytter i massivtre og har ambisjoner om å delta i større prosjekter. Informanten her var Arild Øvergaard som er daglig leder for bedriften. Han har jobbet med prosjektering og produksjon av massivtre i 6 år.

BYGGHERRE 1

Byggherre for prosjektet i Ås er Studentsamskipnaden i Ås. De bygger, eier og drifter studentboliger. De leier ut omtrent 1400 studenthybler og omsetter for 80 millioner kroner årlig hvorav 45 millioner kroner av disse er fra boligvirksomhet. Informanten fra byggherren var Einride Berg administrerende direktør i Studentsamskipnaden i Ås. Han var tett involvert i prosjektet.

BYGGHERRE 2

Byggherre for prosjektet i Halden er studentsamskipnaden i Østfold. Studentsamskipnaden eier og drifter studentboliger. De omsetter for omtrent 40 millioner årlig hvorav 9 millioner fra virksomheten med studentboliger. Informanten fra byggherren var Dag Lislrud Midtfjeld. Han er leder for boligavdelingen i studentsamskipnaden i Halden og har vært involvert i hele byggeprosessen.

Videre er Bygganalyse AS kontaktet for informasjon om økonomi i byggeprosjekter. Bygganalyse AS leverer byggøkonomiske rådgivningstjenester og er med på å utgi Norsk Prisbok. Her var informantene med Olle Rudèn og Jostein Solberg.

5 RESULTATER

5.1 PROSJEKTERING

Her vil informasjonen om prosjektering, som har kommet frem gjennom intervjuene av entreprenørene, byggherrene og leverandørene bli presentert. Informasjonen vil dreie seg om kostnader til prosjektering og hva som er forskjellene fra prosjektering av bygg med bæresystem i stål og betong.

VEIDEKKE, SIER FØLGENDE:

Veidekke var sterkt involvert i prosjekteringsfasen. Prosjekteringsfasen var mer ressurskrevende og omfattende med hensyn på tid og kostnader enn ett tilsvarende prosjekt i stål/prefabrikkert betong. Prosjektering av lyd- og brannisolering trekkes frem som et tema som var særlig krevende. Det påpekes at mangel på informasjon om tekniske løsninger, særlig med hensyn på løsninger knyttet til flanketransmisjon i forbindelsen etasjeskiller mot vegg og trinnlyd gjorde det nødvendig med testing av forskjellige løsninger på byggeplass. Dette for å sikre tilfredsstillende løsninger. Dette var en tidkrevende prosess med prøving og feiling, ekstra dokumentasjonskrav og uavhengig kontroll av brannprosjekteringen. Det nevnes også at det som gjorde denne prosessen mulig var offentlig støtte til utvikling og testingen av løsninger.

På grunn av byggets størrelse og antall etasjer ble det strenge krav til brann sikkerheten i bygget. I forbindelse med dette ble det en arbeidskrevende prosess med å finne riktige tekniske løsninger som hindret at ønsket synlig treverk innvendig måtte kles inn for å oppnå riktig brannklasse.

OVE SKÅR AS, SIER FØLGENDE:

På spørsmål om det var nødvendig med ekstra prosjektering ved bruk av bærekonstruksjon i massivtre, var svaret at det mente de det var. Det var økt behov for detaljplanlegging. Noe av årsaken til dette var at elementene leveres med ferdige hull til ventilasjon, rør osv. fra fabrikk, og at det derfor var nødvendig med økt detaljplanlegging av dette. Det var også generelt større behov for detaljplanlegging. Videre var det utfordring med å finne løsninger for lydisolasjon, særlig trinnlyd. Det var også ekstra arbeid med dokumentasjonskrav for

brannprosjekteringen. De hadde forventet og bruke 500 000 – 600 000 kr. ekstra på prosjektering i dette prosjektet sammenlignet med om de hadde bygget i stål og betong. De regner med at de ender opp noe under dette til slutt.

WOODCON, SIER FØLGENDE:

Woodcon opplever ikke at det er nødvendig med ekstra prosjektering ved bruk av bærekonstruksjoner i massivtre sammenlignet med stål og betong. Dette var heller ikke tilfelle for prosjektene på Ås og i Halden. De påpeker at i prosjekteringsfasen er det viktig å være klar over hva som er egnet bruk av massivtre. Man må velge løsninger som passer til massivtre, ved lange spenn for eksempel kan betong være mer kostnadseffektiv. Videre sier de at kunnskap om løsninger, tekniske, statiske osv. finnes, og hvis man bruker denne så er det ikke behov for ekstra prosjektering og man vil heller ikke få økte prosjekteringskostnader. Det er likevel viktig med grundig prosjektering, da det er vanskelig å gjøre endringer i etterkant for eksempel med hensyn på flanketransmisjon. Dette gjelder der hvor man ønsker synlige massivtre elementer. Når det gjelder om flere preaksepterte løsninger kan ha en positiv effekt på prosjekteringen, er svaret at kunnskapen finnes, den er kanskje ikke sprett godt nok.

«Søker man nødvendig informasjon hos de som innehar kompetansen får man en trygghet i prosjekteringen» Kjell Vesterås, Woodcon AS

NORSK MASSIVTRE, SIER FØLGENDE:

Norsk Massivtre mener det er nødvendig med tidlig og grundig prosjektering og planlegging for å oppnå de beste løsningene når man bygger i massivtre. Særlig med hensyn på føringsveier for infrastruktur som VVS og elkraft til forskjell fra bindingsverksvegger. Et annet moment som gjør det nødvendig med tidlig prosjektering er noe lengre leveringstid på ikke lagerførte massivtreelementer til sammenligning med stålkonstruksjoner og betongelementer. Det påpekes også at økt planlegging gjerne gir raskere gjennomføring og lavere byggekostnader.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ÅS, SIER FØLGENDE:

De mener at prosjekteringsfasen i dette prosjektet ikke var ekstra arbeidskrevende i forhold til andre prosjekter de har vært involverte i. De brukte omtrent 11 måneder på å prosjektere det ferdige bygget og få reguleringsplanen godkjent.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ØSTFOLD, SIER FØLGENDE:

Studentsamskipnadens informant mener prosjekteringsfasen ikke var ekstra krevende som en følge av at man valgte å bygge med massivtre. Han ser på prosjekteringsfasen som svært effektiv og man hentet erfaringer og kunnskap fra prosjektet på Ås, og at dette var en av grunnene til effektiviteten. Han tror ikke kostnaden til prosjektering var høye sammenlignet med om de bygger i stål og betong. Han påpeker at noe som tok tid i prosjekteringsfasen var løsninger knyttet til lydisolasjon og brannsikkerhet og at de testet noen løsninger på lydisolasjon på byggeplass, de får støtte til finansiering av dette fra Innovasjon Norge.

5.2 ØKONOMI/KOSTNADER

Her vil informasjonen om økonomi og kostnader som har kommet frem gjennom intervjuene av entreprenørene, byggherrene og leverandørene bli presentert. Hensikten med dette er å forsøke å avdekke forskjeller og likheter med hensyn på kostnader og økonomi mellom massivtrekonstruksjon og betong/stål.

VEIDEKKE, SIER FØLGENDE:

Byggekostnadene for dette bygget ble trolig ikke høyere enn ved bruk av stål og prefabrikkert betong. Byggekostnadene for dette bygget gir en pris på ca.18000,- kr/m² BTA. Videre bemerkes det at man ikke har kalkulert bygget med bæresystem i stål/prefabrikkert betong, og at dette derfor er en antagelse. Det påpekes også at det er relativt kostbart å bygge studenthybler på grunn av mange små boenheter. Prosjekteringsfasen ble trolig dyrere på grunn av økt planleggingsbehov og utredning av tekniske løsninger. Av kostnader som oppstod som en direkte konsekvens ved bruk av massivtre, nevnes kostnader knyttet til ekstra tiltak i forbindelse med avstiving for horisontale krefter(vindlast) på grunn av byggets store høyde og lave vekt. Videre nevnes i samme forbindelse at man måtte kle inn innvendige overflater på grunn av lyd og brannkrav. Samtidig er erfaringen at hulltagning og andre hjelpearbeider blir billigere på grunn av fleksibiliteten til materialet. På spørsmål om de opererer med høyere

risikopåslag i dette prosjektet er svaret at dette gjør de. Dette skyldes ikke bare materialvalget, men også bruk av aktører de ikke har erfaring med fra tidligere prosjekter.

OVE SKÅR AS, SIER FØLGENDE:

Entreprenøren har ikke regnet på hvor mye det ville kostet å bygge dette prosjektet i stål og prefabrikkert betong. De har gjort dette i tilbud på et tidligere prosjekt og kom frem til at det ble noe dyrere. De regner også med at dette prosjektet kan bli noe dyrere på grunn av bæresystem i massivtre. På spørsmål om det er noen poster som blir dyrere eller billigere ved bruk av massivtre trekkes kostnad til rigg og drift frem. På grunn av kort byggetid sparer de to måneder med utgifter til rigg og drift. Videre nevnes det at massivtre på grunn av lav vekt kan gjøre fundamentering noe billigere, men ved å bygge høyt (6.etasjer) så kreves det ekstra forankring på grunn av mindre motvirkende egenvekt som man har ved stål/betong. Så kostnaden til dette blir omtrent det samme totalt. Han tror at, bortsett fra bæresystem og montasje, er det ingen kostnader som oppstår som en direkte konsekvens ved bruk av bæresystem i massivtre.

WOODCON, SIER FØLGENDE:

Woodcon kan ikke nevne noen kostnader som oppstod som en direkte konsekvens av bruk av massivtre i prosjektene. Det var noe logistikkproblemer i Halden, men dette skyldes ikke bruk av massivtre. Når det gjelder materialkostnad er oppfatningen at massivtre trolig ikke vil kunne utkonkurrere en stål- og betong konstruksjon på pris. Det er potensielle besparelser ved bruk av massivtre. Dette på grunn av fleksibiliteten i materialet. Dette gjør innfesting og hulltagning og andre oppgaver som gjøres i byggeprosjektet mye lettere enn ved betong og stål. Ellers tror de forskjellene i kostnad utenom råbygget er det samme eller marginale.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ÅS, SIER FØLGENDE:

Byggherren tror ikke prosjektet ble dyrere ved bruk av massivtre, men påpeker at prosjektet ikke er kalkulert med annet bæresystem. Han påpeker at hvis ikke økonomien i prosjektet hadde vært god ville de ikke startet byggetrinn to med massivtrekonstruksjon. De kom godt innenfor husbankens ramme på kr. 600 000 per boenhet og var godt innenfor på reserver og marginer.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ØSTFOLD, SIER FØLGENDE:

Det var ikke aktuelt for byggherren å bygge i stål og prefabrikkert betong og de har derfor ikke gjort noen kostnadsberegning på hva dette ville kostet. De tror ikke det ville vært stor forskjell og de kom godt innenfor husbankens ramme på kr. 600 000,- per hybelenhet. Videre nevner han at effektivitet rundt montasje av massivtreelementene og at massivtre ifølge underentreprenørene gjorde at også byggetiden for fagene VVS og elkraft ble effektiv. Dette har hatt en positiv virkning på byggekostnadene. Denne effektiviteten skyldes også god prosjektering i forkant. Bygget ferdigstilles i svært god tid før kontraktfestet dato.

KOSTNADER PÅ FAGKAPITTEL, CASE 1 OG BETONG/STÅL KONSTRUKSJON NORSK PRIS BOK 2013

Under følger en sammenligning av priser på fagkapitler av case-1 og et bygg med bæresystem av stål og prefabrikkert betong. Hensikten med denne sammenligningen er som tidligere nevnt å belyse forskjeller og likheter mellom bæresystemene. Prisene for bygget i stål og prefabrikkert betong er hentet fra Norsk Prisbok 2013. Tallene for case prosjektet er innhentet fra Veidekke. For å gjøre sammenligningen har det vært nødvendig og gjøre noen forutsetninger. Dette for å utelukke forskjeller i kostnader som ikke skyldes massivtrekonstruksjon, men for eksempel at det bygges studentboliger.

Det var ikke erfaringstall for studenthybler i Norsk Prisbok. Tall for boligblokk 3-4 etasjer med prefabrikkert betong og lukket kjeller er derfor benyttet. (*Norsk Prisbok s.1.5boligblokk*) Dette er vurdert som problematisk med hensyn på antall etasjer og kostnad til rørleggerarbeider. Studenthyblene består av mange små boenheter som alle har eget bad, derfor forholdsvis høy kostnad til rørleggerarbeider per kvadratmeter. For å kunne sammenligne er det satt samme pris for rørleggerarbeider. Antall etasjer er 3-4, mens case- prosjektet er ni etasjer inkludert kjeller. Derfor er det antatt samme kostnad til heis på begge prosjekter. Videre er det antatt at kvadratmeterpriser for elementene under bygningskonto er lik for betongbygg med 3-4 etasjer som for ett med åtte. Der hvor det er satt samme pris for begge bygg er prisen satt lik det det kostet i case prosjektet.

Kapitelet for andre tekniske installasjoner, er også antatt lik for begge bygg da dette gjelder sentral støvsuger og elektriske persienner. Videre er kapittel for låser og beslag, graving og sprengning, anleggsarbeider på tomt og fast bygginnredning satt til samme pris. Dette fordi det ikke er noen informasjon som tilsier noen forskjell her.

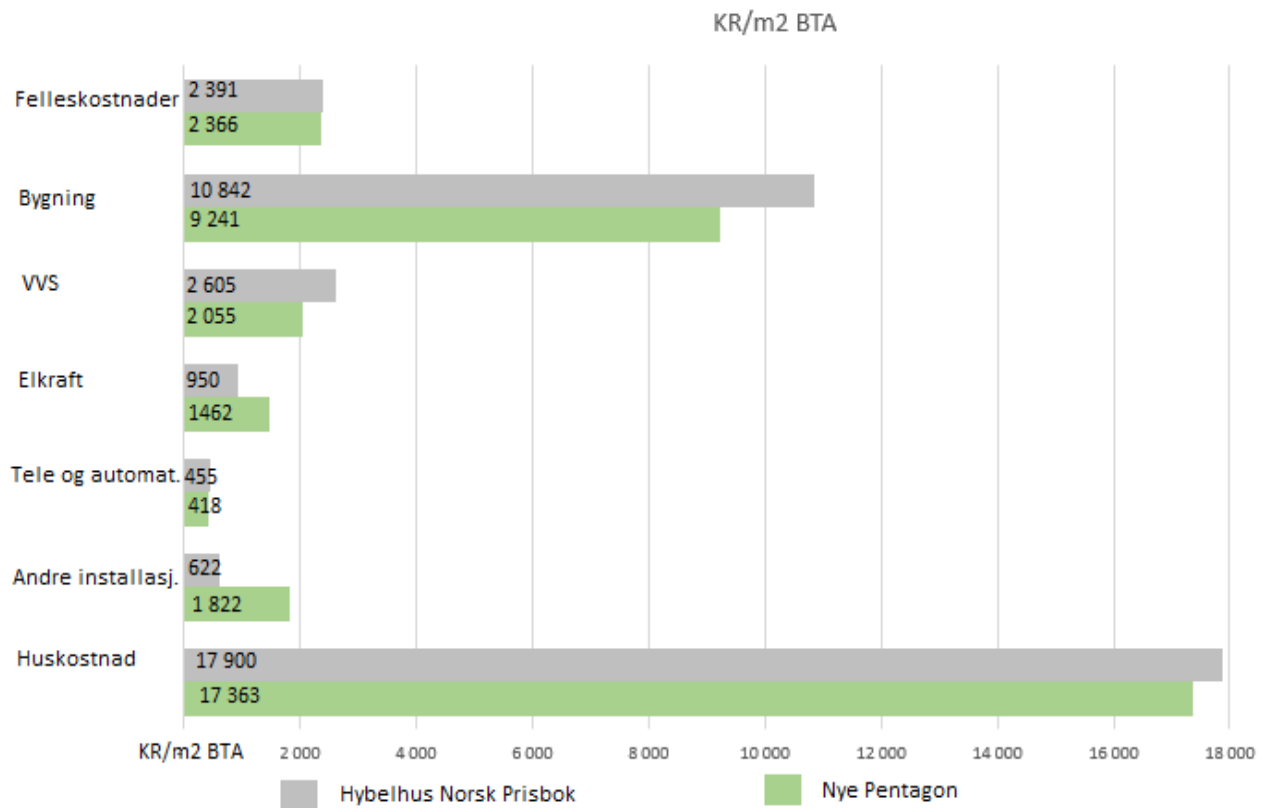
Case prosjektet har passivhus standard, dette er det ikke kalkulert med i erfaringstallene i Norsk Prisbok. Det er derfor brukt en prosentsats som er multiplisert inn i de ulike kapitler. Denne prosentsatsen er ett snitt av forskjellen i kostnad ved å bygge i passivhusstandard og uten. Snittet er beregnet fra eksemplene i Norsk Prisbok som er kalkulert med og uten passivhus standard. Prosentsatsen som er benyttet er +9% for konto 1, felleskostnader, +4% for konto 2, bygning, -7% for konto 3, for VVS og ingen forskjell på konto 4 og 5, for tele og automatisering og elkraft. Det er heller ingen forskjell på konto for andre installasjoner da denne er satt lik for begge prosjekter. Der hvor det ellers ikke er tatt med priser på poster er årsaken at disse er «bakt» inn i andre poster eller ikke er relevant for konstruksjonen.

Videre vurderes prosjekteringskostnaden som ikke sammenlignbar da kostnaden til prosjektering innhentet fra Veidekke, ikke omfatter det samme som kostnaden til prosjektering i Norsk Prisbok og forskjellene i kostnad derfor vurdert til urealistisk. Noe av grunnen til dette var at de fikk offentlig støtte til prosjekteringen.

Kap	Fagkapitel	Nye Pentagon		Hybelhus Norsk Prisbok 2013	
		Pris/m2	Pris	Pris/m2	Pris
1	Rigging og drift av byggeplass, forsikringer og sikkerh...	2 273	12 500 000	2 210	12 155 572
3	Graving, Sprengning	364	2 002 000	364	2 002 000
5	Betongarbeid	545	3 000 000	957	5 262 400
6	Betongkonstruksjoner, prefabrikerte	436	2 400 000	1 062	5 843 552
8	Bærende konstruksjoner i andre materialer, prefabrikerte	2 455	13 500 000	997	5 482 048
9	Murerarbeid	27	150 000	632	3 477 760
10	Flisarbeid			502	2 761 616
12	Tømrerarbeid	2 145	11 800 000	1 899	10 444 720
13	Snekkerarbeid			876	4 819 672
14	Vinduer	455	2 500 000	678	3 730 584
15	Dører	364	2 000 000	716	3 937 076
16	Låser og beslag (automatikk/brikker m.m.)	418	2 299 000	418	2 299 000
17	Tekkearbeid	255	1 400 000	269	1 480 908
18	Blikkenslagerarbeid	75	415 000	69	376 948
19	Metallarbeid	473	2 600 000	355	1 950 520
21	Malerarbeid	364	2 000 000	339	1 862 432
22	Byggtapetsering			79	436 436
23	Himlingsarbeid			12	64 064
22	Gulvbehandling (gulvbelegg vinyl baar)	302	1 660 000		
24	Fast bygginnredninger	982	5 400 000	1 021	5 617 040
25	Bygningsmessig arbeid for VVS-installasjoner	60	330 000	121	663 647
26	Bygningsmessig arbeid for elektro installasjoner	33	180 000	60	332 723
30	Elkraft inkl. reservekraft	1 462	8 040 000		
31	Rørleggerarbeider	2 400	13 200 000	2 400	13 200 000
32	Ventilasjonsarbeid	855	4 700 000	373	2 051 115
42	Installasjoner lavspenning			950	5 225 000
51	Installasjoner for telekommunikasjon og data			37	205 150
52	Installasjoner for alarm og signad			35	193 050
61	Transportanlegg (heiser 4.stk.)	413	2 271 500	413	2 271 500
63	Andre tekniske installasjoner	209	1 149 500	209	1 149 500
	1-6 HUSKOSTNAD FORDELT PÅ FAG	17 363	95 497 000	18 054	99 296 032
72	Anleggsarbeid på tomt (utomhusarb.)	382	2 100 000	382	2 100 000
	1-7 ENTREPRISEKOSTNAD FORDELT PÅ FAG	17 745	97 597 000	18 436	101 396 032
82	Prosjektering	225	1 240 000	1 309	7 199 500
	1-8 BYGGEKOSTNAD FORDELT PÅ FAG	17 970	98 837 000	19 745	108 595 532
96	MVA	4 493	24 709 250	4 936	27 148 883
	1-9 PROSJEKTKOSTNAD FORDELT PÅ FAG	22 463	123 546 250	24 681	135 744 415

Tabell 4: Sammenligning av case 1 og erfaringstall fra boligblokk i Norsk Prisbok 2013 av kostnader på fagkapitel.

Under følger en grafisk fremstilling av kostnadselementene i case-1 og tallene hentet fra Norsk Prisbok. Kostnadselementene er basert på en sammenstilling av fagkapitlene i tabell 4.



Figur 7: Grafisk fremstilling av priser i kr pr m² BTA av Kostnadselementer.

5.3 FREMDRIFT/GJENNOMFØRING

Her vil informasjonen om fremdrift og gjennomføring som har kommet frem gjennom intervjuene av entreprenørene, byggherrene og leverandørene bli presentert. Forskjeller i fremdrift og gjennomføring mellom å bygge i massivtre og bygge i stål og betong vil bli beskrevet, samt arbeidsoperasjoner som er unike for massivtre og som har vært utfordrende i case prosjektene.

VEIDEKKE, SIER FØLGENDE:

Det ble brukt 30 og 20 dager på montasjen av massivtreelementene i, dekker, yttervegger og bærende innervegger i henholdsvis blokk C-D og E-F. Dette er langt raskere enn den tiden som normalt brukes i bygg av samme størrelse med bæresystemer i stål og betong. Det påpekes at montasjen gikk raskt, opp mot 30-40% raskere ved bruk av massivtre.

En annen grunn som nevnes er at de også benyttet yttervegger av massivtre. Det medfører mindre komplimentering da det er færre elementer som inngår, sammenlignet med en tradisjonell bindingsverksvegg. Vindusinnsetting trekkes frem som et moment som gikk raskt på grunn av yttervegger i massivtre.

På spørsmål om det var nødvendig med økt administrativ oppfølging var svaret at det var økt arbeidsmengde, men ikke så stor at det ble behov for økt bemanning sammenlignet med det som ville blitt benyttet med bærekonstruksjoner av stål og betong. I første byggetrinn gikk det med mye tid til å finne løsninger for å oppfylle lyd- og brannkravene. Det oppstod også utfordringer med avstivningen av bygget, det ble en arbeidskrevende prosess for å få frem en god løsning for dette. Løsningene man kom frem til i første byggetrinn førte til kortere byggetid for trinn to. Total byggetid anslås av entreprenøren å være ca. den samme som for et bygg med bæresystem i stål/prefabrikkert betong. Dette er et anslag basert på erfaring siden det ikke er bygget i stål og betong. Det antas at det trolig er raskere å bygge i massivtre. Totalt sett regner de med å ferdigstille bygget omtrent en måned før avtalt overleveringsdato.

OVE SKÅR AS, SIER FØLGENDE:

Byggetiden for prosjektet deres er trolig kortere ved bruk av massivtre kontra stål og prefabrikkert betong. Det påpekes at elementmontasjen tar kortere tid. De regner med å bruke omtrent to måneder mindre tid enn forventet og kontraktfestet tid. På spørsmål om

det kreves ekstra administrativ oppfølging er svaret at det ikke er nødvendig. Det var ikke økt arbeidsmengde. De kan heller se at det er noen arbeidsoperasjoner som tar lengre tid som en direkte konsekvens ved bruk av massivtre. Det påpekes at man har valgt løsninger som egner seg til massivtre, og dette kan være grunnen til dette. Det eneste som trekkes frem som ekstra arbeidskrevende er prosjekteringen i prosjektets tidlige fase.

WOODCON, SIER FØLGENDE:

Leverandøren mener byggetiden for massivtre var rask både i prosjektet i Halden og på Ås. Monteringen tok omtrent fire uker i Ås og omtrent tre uker i Halden. I Halden medførte opplæring av håndtverkerstaben i montasje av massivtreelementer noe ekstra tidsbruk i monteringsfasen. De påpeker at monteringstiden for bæresystem i massivtre er kort, grunnen til dette er lav vekt som effektiviserer bruken av kran. Den lave vekten gjør også elementene lettere å håndtere. Videre nevnes fleksibiliteten i materialet som en tidsbesparende faktor. Dette på grunn av det muliggjør endringer i elementene på byggeplass. Igjen påpeker de at effektiv montasje handler mest om logistikk, hvor effektiv leveringen er, hvor effektive kranene er og at alt nødvendig utstyr er på plass under montasjen. Når det gjelder fremdrift nevnes det også at uttørkingstiden for bygger er svært kort, og man får ett tett bygg veldig raskt. Noe som var tilfelle for begge case prosjektene.

NORSK MASSIVTRE, SIER FØLGENDE:

Norsk Massivtre påpeker at montering av bæresystem i massivtre trolig er raskere enn stål og prefabrikkert betong. Årsakene til den raske montasjen kan skyldes lette elementer og færre arbeidsoperasjoner frem til ferdig produkt. Videre effektiviseres transporten, fordi man kan transportere flere elementer på grunn av den lave vekten. Dette medfører også lavere kostnader til kran da man trenger mindre løftekapasitet.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ÅS, SIER FØLGENDE:

Studentsamskipnaden påpeker at den raske byggetiden var et av kriteriene for valg av bæresystem i massivtre. De erfarte også at dette stemte i praksis. Dette var også en av grunnene til at man benyttet massivtre også i byggetrinn to.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ØSTFOLD, SIER FØLGENDE:

Byggetiden er ifølge byggherren over all forventning. Han har fått tilbakemelding om at VVS og elkraft gikk raskere enn normalt. Grunnen til dette var at massivtreet var enkelt å jobbe med og bedret arbeidsmiljø som en følge av massivtre. Her nevnes mindre støv, fukt og støy som faktorene som har påvirket arbeidsmiljøet. Elementmontasjen var også effektiv og man regner med å ferdigstille prosjektet i god tid før kontraktfestet dato.

5.4 LIVSSYKLUSKOSTNADER

Her vil informasjonen om livssyklus kostnader som har kommet frem gjennom intervjuene av entreprenørene, byggherrene og leverandørene bli presentert.

VEIDEKKE, SIER FØLGENDE:

På spørsmål om livssyklus kostnader og særlig vedlikehold og utskiftningskostnader påpekes det at man har lite informasjon om langtidseffekten ved bruk av massivtre, da det er relativt liten erfaring med denne bruken av tre i Norge. Konkret til dette prosjektet forventes det noe vedlikehold og utskiftninger i forhold til krymp og utviding på grunn av temperatur og fukt. I denne sammenheng forventer man noe oppsprekking av treverket der hvor tre er kombinert med andre materialer med andre egenskaper som strekkstålet i heissjakten og utvendige kledningsplater.

OVE SKÅR AS, SIER FØLGENDE:

På spørsmål om de tror man må forvente ekstra kostnader til utskiftninger og vedlikehold er svaret at det ikke tror det er noen forskjell. Man har erfaring med tre, men ikke med bruk av massivtre på denne måten, men påpeker at man ikke har noen grunn til å tro at det vil være noe høyere ved bruk massivtre.

WOODCON, SIER FØLGENDE:

Woodcon sier at det trolig ikke er noen forskjeller i kostnad knyttet til utskiftninger og vedlikehold av massivtre kontra stål og betong. De påpeker at man ikke har erfaring med langtidseffekt ved bruk av massivtreelementer. De nevner at man må være klar over egenskapene til treverket som for eksempel at det vil bli sprekker mellom lamellene i elementene og det er slik treverket er. Videre sier de at en positiv egenskap ved massivtre er

gjenbruksverdien. Elementene kan brukes på nytt, eller for eksempel brennes. Kostnader knyttet til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling mener de er det samme som for stål og betong og forventer ingen økte kostnader til dette.

NORSK MASSIVTRE, SIER FØLGENDE:

Norsk Massivtre påpeker også at det er lite erfaring med langtidseffektene ved bruk av massivtre i Norge. En negativ side er at det er vanskelig å gjøre utskiftninger av elementer. Det er positive sider ved rivning. Konstruksjonsmaterialet kan gjenbrukes, gjøres om til flis, eller brennes. Den diffusjonsåpne konstruksjonen er trolig positivt med hensyn på fuktproblematikk.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ÅS, SIER FØLGENDE:

Studentsamskipnaden tror ikke kostnadene til forvaltning drift og vedlikehold blir større ved bruk av massivtre, men påpeker at man har lite erfaring. De har prosjektert gode holdbare løsninger og har samme forventning til kostnader knyttet til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling som for alle andre bygninger de eier og drifter.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ØSTFOLD, SIER FØLGENDE:

Det er ikke forventet at kostnadene til vedlikehold og utskiftninger blir høyere enn ved andre bygg de eier. De har hatt fokus på å velge løsninger med lavt vedlikeholdsbehov.

5.5 ERFARINGER

Her vil informasjonen om erfaringer som er gjort i prosjektene og generelt som kan ha betydning for videre arbeid med massivtrekonstruksjoner bli presentert.

VEIDEKKE, SIER FØLGENDE:

Det påpekes at de hadde utfordringer i forhold til brann, lyd og stabilitet i første byggetrinn. Dette påvirket fremdriften negativt i første etappe. Kunnskapen de skaffet seg i denne perioden fikk de god nytte av i andre byggetrinn. Fremdriften var raskere i andre bygge trinn. Det påpekes effekt av gjentagelse og gjenbruk av kunnskap. I byggeprosessen har de skaffet seg erfaring og kunnskap som vil være svært nyttig og effektivisere nye prosjekter i massivtre. Videre sier de at erfaringen med massivtre har vært veldig positiv, og at de er komfortable med nye prosjekter i massivtre. Informanten fra Veidekke sier også at en positiv effekt ved

bruk av massivtre er miljøet på byggeplassen. Det var en merkbar positiv effekt på arbeidsmiljøet grunnet mindre støy fra arbeider, mindre fukt og generelt triveligere miljø.

OVE SKÅR AS, SIER FØLGENDE:

Erfaringen er at massivtre var egnet til bruk på dette prosjektet. På grunn av blant annet korte spenn. Det var noen utfordringer med lyd, men disse ble løst og kan være en fordel ved nye prosjekter. Siden prosjektet ikke er ferdigstilt er det vanskelig å måle om de vil få noen effekt av erfaring i de neste byggetrinnene.

WOODCON, SIER FØLGENDE:

Erfaringer fra case prosjektene er at man må ha stort fokus på logistikk i produksjonsfasen på byggeplass. Når det gjelder effektivitet på byggeplass er det litt og hente med hensyn på transport og levering av elementene. Generelt nevnes det at interessen for massivtre i er sterkt økende og at flere ser muligheter ved bruk av massivtre. Noe av skepsisen i markedet kan motvirkes ved å skape trygghet i markedet ved kunnskap om massivtre.

NORSK MASSIVTRE, SIER FØLGENDE:

Norsk Massivtre påpeker at byggherrer og entreprenører gjerne er skeptiske til bruk av massivtre når det gjelder pris og teknologi, men at dette ofte endrer seg til en positiv innstilling med praktisk bruk av materialet.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ÅS, SIER FØLGENDE:

Studentsamskipnadens erfaring er at bæresystem i massivtre er lønnsomt med hensyn på kostnader, miljø og tidsbruk. De vil helt klart vurdere massivtre ved neste prosjekt. De ser også at andre har sett prosjektet deres og ønsker å bygge i massivtre.

STUDENTSAMSKIPNADEN I ØSTFOLD, SIER FØLGENDE:

Det var noe usikkerhet knyttet til valget av bæresystemet, da entreprenøren ikke hadde bygget med dette før og det ikke var bygget mye med massivtre. Erfaringen har vært at det har vært så godt som uproblematisk å bygge i massivtre og at de vil velge dette også i fremtiden.

6 DISKUSJON

I dette kapitlet vil informasjonen som er gjengitt i resultatdelen, oppsummeres og drøftes opp mot problemstillingen og mot relevant teori fra teoridelen. Videre vil troverdigheten til resultatene bli vurdert.

6.1 PROSJEKTERING

Det er delte meninger om bruk av massivtrekonstruksjon som bæresystem medfører noen ekstra prosjekteringskostnad. Entreprenøren i case-1, ser på prosjekteringen som ekstra krevende for dette prosjektet. De fikk støtte til testing av løsninger for lydisolering på byggeplassen, og det ble derfor trolig ikke noen ekstra kostnad sammenlignet med om de hadde hatt bæresystem i stål og betong. Videre kunne de gjenbruke kunnskapen fra denne prosessen i neste byggetrinn og ved andre prosjekter, noe som kan gi besparelser. Entreprenøren i case-2 opplever også prosjekteringen som ekstra krevende på grunn av bruk av massivtre, og de forventer økt prosjekteringskostnad sammenlignet med den om de hadde valgt stål og betong. Samtidig ser ikke byggherre og leverandør at det er noe ekstra arbeid knyttet til prosjektering. Leverandøren peker på at kunnskapen som er nødvendig for en effektiv prosjektering er der, og man må bare hente den på rett sted. Muligens er ikke kunnskapen spredd godt nok. De påpeker at man må kjenne massivtre som materiale å bruke det der det er egnet og ha stort fokus i hele prosessen på velge løsninger som passer til bruk av massivtre. Hvis man gjør dette, medfører ikke bæresystem i massivtre noen ekstra prosjekteringskostnad sammenlignet med stål og betong. Ifølge Norsk Massivtre er det nødvendig å starte prosjekteringen tidligere enn ved bruk av stål og betong, fordi det er lengre produksjons- og leveringstid på elementene.

Det er vanskelig å si noe konkret om prosjekteringskostnadene knyttet til bruk av bæresystem i massivtre da det ikke har vært tilgang til informasjon om kostnaden knyttet til prosjektering i de ulike case, eller erfaringstall. Å konkludere med det ene eller det andre vil derfor bare basere seg på det informantene mine generelt tror og kan ikke bevises med tallmateriale. Det kan også settes spørsmålstegn ved om det ikke er naturlig at prosjektet på Ås fikk noe høyere prosjekteringskostnad på grunn av byggets høyde. Det er Nord - Europas høyeste bygg utført med bærekonstruksjon i tre, og det vil være naturlig å tro at man derfor ikke har mye erfaring

med slike bygg og derfor nødvendigvis enn krevende prosjektering. Det nevnes også av Veidekke at det kreves noe ekstra prosjektering når man prosjekter studentboliger da kravet til å utnytte arealet er høyt. Dette kan ha medvirket til en høyere prosjekteringskostnad. Denne medvirkningen hadde man trolig også fått om man bygget i stål og betong og forskjellen mellom dem ville vært den samme.

Skal man komme med en konklusjon basert på informasjonen fra leverandører og byggherre, vil den være at bruk av massivtre ikke medfører noen ekstra prosjekteringskostnad hvis man planlegger bygget ut ifra at man bruker massivtre og velger løsninger tekniske, planmessige som gir effektiv bruk av massivtre. Kunnskapen om massivtre finnes, og det gjelder og hente den på rett sted. Muligens vil tidsbruken og kostnadene i prosjekteringsfasen minske med entreprenørenes økende erfaring med materialet.

6.2 ØKONOMI/KOSTNADER

Informantene tror ikke det er vesentlig dyrere å bygge med bæresystem i massivtre og at totaløkonomien i prosjektet blir omtrent lik ved å benytte stål og betong. Det må påpekes at ingen av informantene i denne studien har kalkulert alternativet med stål og prefabrikkert betong for case prosjektene. Slike antagelser er derfor kun basert på erfaring om kostnadsnivå fra tidligere prosjekter. I prosjektene trekkes det frem av entreprenørene at byggetiden for massivtre er kortere enn ved å bygge i stål og betong, og at det derfor er besparelser på blant annet rigg og drift. Videre tror entreprenører og leverandører at arbeidet etter at råbygget er oppført, koster det samme som ved bygg med bæresystem i stål og betong. Det vil si kostnader knyttet til VVS, elkraft, hjelpearbeider og så videre.

Det blir også her vanskelig å trekke noen konklusjoner om likheter og ulikheter mellom bæresystemene, da det ikke har vært tilgang til detaljert kostnadsinformasjon om prosjektene. I en sammenligning av kostnader på fagkapitel (ref. tabell 4) av de faktiske kostnadene fra case-1 og erfaringstall fra Norsk Prisbok 2013 ville huskostnaden for case-1 blitt ca. 4% dyrere om man hadde valgt å bygge i stål og prefabrikkert betong. Denne beregningen er basert på mange antagelser og usikkerheten er derfor for stor til å trekke en konklusjon om det ene er billigere enn det andre. I tillegg er kanskje ikke prosjektet i Ås med sine ni etasjer generelt nok. Hvis noe skal trekkes ut av denne sammenligningen må det være at det ligger forholdsvis likt i pris alt tatt i betraktning. Leverandøren Woodcon sier at

massivtre trolig ikke vil kunne utkonkurrere stål og betong på pris. Likevel er det med bakgrunn i utsagnene til alle informantene ingen grunn til å tro at å bygge i massivtre nødvendigvis er dyrere enn stål og betong. Når det er sagt, så er alle prosjekter unike og case- prosjektene som entreprenørene hadde ansvar for var begge studentboliger. Dette medfører enn risiko for at det som gjelder disse prosjektene ikke kan generaliseres til å gjelde bygg med andre bruksområder. Leverandøren snakket generelt når det gjaldt pris på massivtre og ut fra den informasjon og fra entreprenørene, kan man si at massivtre ikke nødvendigvis blir dyrere enn stål og betong.

AS Bygganalyse som kalkulerer mange prosjekter og deltar i utgivelsen av Norsk Prisbok hadde ingen kalkyler eller tall for bygg med bæresystem i massivtre. Når Studentsamskipnaden i Halden ba om pris fra entreprenører, var det flere som ikke ga tilbud fordi det skulle bygges i massivtre. Det skyldtes at usikkerheten med bygging med et ukjent materiale var for stor. Dette kan si noe om usikkerheten om økonomi når det gjelder valg av massivtre. Dette kan føre til at entreprenører med lite erfaring priser bygg med bæresystem i massivtre for høyt.

Alle informantene mener miljø er en av de viktigste grunnene til at massivtre ble valgt i case-prosjektene. Det kan også være at byggherrene er villige til å ta en ekstra kostnad av miljøhensyn, hvis kostnaden ved å bygge i massivtre er høyere enn ved stål og betong.

6.3 FREMDRIFT/GJENOMFØRING

Når det gjelder fremdriften og gjennomføringen i prosjektet så trekkes den korte byggetiden frem som et positivt aspekt ved bæresystem i massivtre og prefabrikkerte elementer i massivtre generelt. Informantene er klare på at de tror særlig montasje av massivtre elementer slår prefabrikkert betong og stål på tidsbruk i gjennomføringsfasen. Årsakene som nevnes er i hovedsak elementenes lave vekt. Dette medfører at de er lette å jobbe med, både når det gjelder å håndtere de under montasjen, men også med hensyn på transport. I tillegg nevnes kort uttørkingstid for bygget som en faktor som er viktig når det gjelder fremdrift. Når det gjelder de resterende arbeidsoperasjonene ser ikke informantene at det er noen deler av bygget som blir ekstra arbeidskrevende som en direkte konsekvens av bæresystem i massivtre. De påpeker at dette er så godt som likt som når man bygger i stål og betong. Entreprenørene sier at arbeid med VVS og elkraft gjennomføres raskere ved bruk av massivtre. I tillegg nevner alle informantene at de ser effekt av bedre miljø for håndverkerne

på byggeplassen. Med bedre miljø mener de, mindre støy, støv, fukt enn om de hadde bygget med stål og betong.

Ingen av informantene mener det ikke er nødvendig med noen økt administrativ oppfølging på byggeplassen sammenlignet med bruk av bæresystem i stål og betong. Veidekke opplevde noe økt arbeidsmengde, men ingen behov for økt bemanning. Når det gjelder prosjekteringsfasen mener Norsk Massivtre og entreprenørene at det er økt behov for prosjektering, og at det stilles større krav til detaljplanlegging enn om man hadde valgt bæresystem i stål og betong.

Det ser ut til at massivtre slår stål og betong på effektivitet i gjennomføringsfasen der hvor massivtre og stål/betong kan brukes om hverandre. Det blir riktig nok en konklusjon med flere forbehold. Den effektive fremdriften er avhengig av en god og trolig arbeidskrevende prosjektering, det kan hende at denne fasen effektiviseres med entreprenørenes økende erfaring med materialet. Det har ikke vært mulighet å sammenligne konkret informasjon om tidsbruk, arbeidstimer opp mot ett bygg med bæresystem i stål og betong. Det vil derfor være en risiko for at informasjonen innhentet i studien kan være farget av idealisme rundt materialet.

6.4 LIVSSYKLUSKOSTNAD

Informantene er enige om at man ikke kjenner langtidseffektene ved bruk av massivtre, men man har erfaring med tre. Informantene tror ikke at bruk av massivtre medfører noen ekstra kostnad knyttet til forvaltning, drift og vedlikehold sammenlignet med stål og betong. Byggherrene har samme forventning til bygg i massivtre og i stål og betong og de har hatt fokus på å velge holdbare løsninger. En fordel ved massivtre er gjenbruksverdien. Elementene kan for eksempel brukes på nytt eller gjøres om til flis.

Informasjonen som har vært tilgjengelig i denne studien er ikke tilstrekkelig til å gi noe godt svar på om massivtre har et fortrinn når det gjelder livssyklus kostnader i forhold til stål og betong. Kanskje er det for tidlig med tanke på at man ikke kjenner langtidseffektene. Om man kan realisere noen økonomisk gevinst av gjenbruksverdi er også vanskelig å si noe om. Trolig kan man redusere kostnader til avfallshåndtering. Om ikke annet vil gjenbruksmuligheten trolig gi en miljøgevinst.

6.5 ERFARINGER

Entreprenørene tror erfaringene fra caseprosjektene vil effektivisere fremtidige prosjekter, og at de vil merke effekten av gjentakelse ved neste prosjekt. Dette gjelder særlig prosjekteringsfasen ved at de har skaffet seg kunnskap om lyd og brann. Trolig vil det at man har gjennomført ett prosjekt i massivtre uten store uforutsette problemer senke listen for å sette i gang ett nytt prosjekt, fordi man fjerner usikkerheten ved bruk av materialet. Dette med bakgrunn i at leverandørene merker økt interesse for massivtre ved erfaring med materialet og at noen entreprenører velger å ikke gi tilbud når man ikke har bygget i massivtre. Alle informantene svarte at de ville bygge i massivtre igjen hvis de fikk muligheten.

Videre påpeker alle informantene at de har en merkbar effekt på produktiviteten fra forbedret arbeidsmiljø, da med tanke på mindre støy, fukt, støv og triveligere omgivelser. Dette har det ikke vært mulig å måle i dette studiet.

6.6 OPPSUMMERING

Resultatene oppsummert og opplistet kan gi følgende liste med fordeler og ulemper ved bæresystem i massivtre sammenlignet med stål og prefabrikkert betong.

- Prosjektering
 - Entreprenørene ser økt behov for detaljprosjektering
 - Utfordringer rundt løsninger knyttet til brannsikkerhet og lydisolasjon
 - + Økt prosjektering og planlegging gir gode løsninger og bidrar til kortere produksjonstid
 - + Kunnskap om løsninger er tilgjengelig.
- Økonomi/Kostnader
 - + Byggherre kan være villig til å betale ekstra på grunn av miljøvennlighet
 - + Reduserte kostnader til rigg og drift på grunn av kort byggetid
 - Økte kostnader til prosjektering for entreprenør
 - Usikkerhet rundt økonomi
- Fremdrift/gjennomføring
 - + Rask montasje av elementer
 - + Rask uttørkingstid for bygget
- Livsykluskostnader
 - + Gjenbruksverdi
 - Lite erfaring med langtidseffekter
- Erfaringer
 - + Bedret arbeidsmiljø på byggeplass
 - + Trygghet fra erfaring med materialet

Alle parametere som informantene vurderer som like ved massivtre og stål og betong er utelatt fra listen. Disse er selvfølgelig ikke uten betydning og kommer inn i helhetsbetraktningen. Det er ikke mulig og gi et fullgodt svar på når det vil lønne seg og velge massivtre med bakgrunn i informasjonen som har vært tilgjengelig i denne studien. Man må velge tekniske og planmessige løsninger som optimaliserer bruk av massivtre og velge massivtre i bygg med utforming som egner seg for massivtrekonstruksjon for at det skal være lønnsomt. Ut fra dette kan man kanskje si at betong og stål konstruksjon har større fleksibilitet.

Byggene i case-studiene vil ifølge informantene ikke blitt mye billigere ved bruk av stål og prefabrikkert betong. De tror det ville kostet omtrent det samme.

Alle informantene nevner miljøvennlighet som en av de viktigste grunnene til at det ble bæresystem i massivtre i case-prosjektene. Da vil det bli et spørsmål om hvor mye byggherren er villig til å betale for dette dersom massivtre ikke kan konkurrere på pris med stål og prefabrikkert betong. Ut i fra informasjonen som har kommet frem under studien kan det ikke konkluderes med at massivtre har vært dyrere, og da blir miljøvennligheten eventuelt ren gevinst.

Massivtre har trolig utviklingspotensial som kan øke lønnsomheten. Det viser seg at begge prosjektene blir fullført før planlagt tid. Dette kan medføre at entreprenører med økt erfaring med gjennomføring av bygg med bæresystem i massivtre kan redusere ressursene i prosjektet eller starte nye prosjekter tidligere. Det kan igjen medføre redusert pris for byggherren. Videre ser man at noen entreprenører velger å ikke gi tilbud på bygg med massivtre, fordi usikkerheten om hva det koster å bygge er for stor. Hvis kunnskapen om massivtre blir bedre kjent vil kanskje flere gi tilbud og konkurransen om jobbene bli større og der i gjennom lavere priser. Økt kjennskap til massivtre kan også gi en positiv effekt på prosjekteringen.

Mange av de samme personene var involvert i case-prosjektene. Det medfører en risiko for at man har fått samme svar fra informantene, fordi de har vært påvirket av samme personer med kunnskap om massivtre. Dette kan føre til at svarene i denne oppgaven ikke kan generaliseres til å gjelde alle massivtrebygg. Videre var begge case-prosjektene studenthybler og prosjektet i Ås var på 9.etasjer. Kanskje burde det vært valgt andre bygg av en mer generell karakter som for eksempel en boligblokk på 4-5 etasjer og en annentype bygg. Tilgjengelighet på case-prosjekt av nyere dato førte til at disse ble valgt.

Metodene som har vært benyttet har gitt den informasjonen man kan forvente i en hovedsakelig kvalitativ studie. Dessverre har ikke detaljert informasjon om kostnader og tidsbruk vært tilgjengelig for begge case prosjekter. Konklusjonene blir derfor mindre sikker enn om man kunne dokumentert de med konkret kostnadsinformasjon. Siden dette ikke var tilgjengelig burde man kanskje benyttet kvantitativ metode i økt grad. Dette gjennom å kontakte et større antall informanter med erfaring fra andre massivtre-prosjekter med økt fokus på innhenting av konkret spesifikk kostnadsinformasjon og mindre fokus på årsaker og

erfaringer. På denne måten kunne man kanskje klart og svare mer generelt på kostnadsforskjellene mellom bæresystem i massivtre og stål/prefabrikkert betong.

7 KONKLUSJON

Det er delte meninger om behov før økt prosjektering ved valg av massivtre. Entreprenørene ser økt behov for sin prosjektering. Byggherre og leverandør ser ikke behov for økt prosjektering. Nødvendig kunnskap er på plass ifølge leverandør. Når det gjelder fremdrift og gjennomføring er informantene enige om at montasje av bæresystem i massivtre går raskere sammenlignet med stål og prefabrikkert betong. Livssyklus kostnadene tror ingen av informantene er høyere ved massivtre og tar ikke høyde for dette, selv om man er enige om at man ikke kjenner langtidseffektene ved bruk av massivtrekonstruksjon. Gjenbruk av konstruksjonen trekkes fram som en positiv side. Informantene ser merkbart positiv effekt på arbeidsmiljø ved bruk av massivtre.

Resultatene peker mot at bæresystem i massivtre kan være lønnsomt der hvor en slik konstruksjon er egnet. Fravær av kostnadsinformasjon i denne studien gjør det vanskelig å gi en konklusjon på problemstillingen med tilstrekkelig sikkerhet. Det er derfor i denne studien ikke mulig å konkludere med at det er lønnsomt å bygge bæresystem i massivtre i stedet for prefabrikkert betong og stål. Det er heller ikke mulig å konkludere at det ikke er lønnsomt.

8 VEIEN VIDERE

For å svare godt på denne problemstillingen kreves det informasjon om kalkyler og detaljert økonomisk informasjon om prosjektet. Dette har det ikke vært tilgang til av forskjellige grunner. Blant annet av konkurransehensyn hos entreprenørene. Da denne informasjonen ikke har vært tilgjengelig blir det vanskelig å gi en troverdig konklusjon på oppgaven. Konklusjonen vil kun basere seg på data hentet inn gjennom intervjuer.

Veien videre er trolig å studere et videre spekter av bygg for å kunne si noe generelt om kostnadene knyttet til bæresystem i massivtre. Kanskje vil også flere oppgaver av samme karakter som denne kunne svare på problemstillingen. At det her kun er studert studentboliger begrenser generaliteten til resultatene. Et kvantitativt studie hvor man studerer kostnadsinformasjon til et videre spekter av gjennomsnitts bygg vil trolig egne seg bedre til å svare på problemstillingen. Kanskje egner studien seg bedre når flere bygg av flere entreprenører er oppført. Da med vurdering om oppgaven fortsatt er relevant. Kanskje må bransjen som sitter på kostnadsinformasjonen gjennomføre dette studiet selv.

9 REFERANSER

Aarstad, J., Treteteknisk., Holz100 Norge AS., Moelven MassivTre AS., Norsk Massivtre AS.

(2009). Veiledning - bygge med Massivtreelementer. (Online). Tilgjengelig fra:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zrjISVcdWGoJ:www.treteteknisk.no/Veiledning_massiv-09_3y7vL.pdf.file+&cd=1&hl=no&ct=clnk&gl=no (Lest: 02.02.2014)

Betongelementforeningen. Betongelementer Boliger. (Online). Tilgjengelig fra:

<http://www.betongelement.no/media/9416/Boligspublikasjonen.pdf>

Bjørberg, S., Larsen, A., Øiseth, H. (2007). Livssyklus kostnader fra bygninger. 3. utg. (Online).

Tilgjengelig fra:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:92XFpKM6pPIJ:www.dibk.no/Documents/Eksisterende%2520bygg/Publikasjoner/Livssyklus kostnader%2520for%2520bygninger.pdf+&cd=2&hl=no&ct=clnk&gl=no> (Lest: 05.02.2014)

Dalen, M. (2008). Validitet og reliabilitet i kvalitativ forskning. (Online). Tilgjengelig fra:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zLlOsEumTXQJ:www.uio.no/studier/emner/uv/isp/SPED4010/h08/undervisningsmateriale/ValiditetReliabilitetKvalitativForskning.ppt+&cd=1&hl=no&ct=clnk&gl=no> (Lest: 20.02.2014)

De Nasjonale Forskningsetiske Komiteene. (2010). Kvalitative og kvantitative

forskningsmetoder – likheter og forskjeller. (Online). Tilgjengelig fra:

<https://www.etikkom.no/Forskningsetikk/Etiske-retningslinjer/Medisin-og-helse/Kvalitativ-forskning/1-Kvalitative-og-kvantitative-forskningsmetoder--likheter-og-forskjeller/>

Direktoratet for forvaltning og IKT. Hvorfor LCC? – BAE. (Online). Tilgjengelig fra:

<http://anskaffelser.no/art/bygg-anlegg-eiendom/artikler/2012/01/hvorfor-lcc-bae>

Gjerp, P. (2011). Elementmontasje. (Online). Tilgjengelig fra:

[http://www.tekna.no/ikbViewer/Content/809791/\(7\)_AFG_n200697_v1_Kursdagene_2011__NS-EN_13670__\(07\)_Elementmontasje__03_01_11.pdf](http://www.tekna.no/ikbViewer/Content/809791/(7)_AFG_n200697_v1_Kursdagene_2011__NS-EN_13670__(07)_Elementmontasje__03_01_11.pdf)

Godejord, P. (2007). Kjapp innføring i samfunnsvitenskapelig metode. (Online). Tilgjengelig

fra: <http://in209.blogspot.no/2007/09/kjapp-innfring-i-samfunnsvitenskapelig.html>

Grønmo, S. (2004). Datakvalitet, reliabilitet og validitet. (Online). Tilgjengelig fra:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RHcHSNFFW0cJ:fagbokforlaget.n>

o/boker/svmetode/download/Presentasjon%2520kapittel%252012.ppt+&cd=1&hl=no&ct=clnk&gl=no (Lest: 21.02.2014)

Helseth, S. (2002). Innføring i kvalitativ/kvantitativ metode. (Online). Tilgjengelig fra: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JJyUujiVJzMJ:www.su.hio.no/sufag/forelesninger/kval_kvant.ppt+&cd=1&hl=no&ct=clnk&gl=no (Lest:19.02.2014)

Hjernebark. Case Study. (Online). Tilgjengelig fra: http://hjernebark.wikispot.org/case_study

Holm, F. (1990). *Byggeøkonomi*. Oslo: Universitetsforlaget.

Hurum Kommune. Begreper og definisjoner. (Online). Tilgjengelig fra: <http://www.hurum.kommune.no/begreper-og-definisjoner.html>

Husbanken. Hva er passivhus?. (Online). Tilgjengelig fra: http://www.husbanken.no/miljo-energi/hva_er_et_passivhus/

Jacobsen, D.(2005). Kvalitative intervjuer og observasjon. (Online).Tilgjengelig fra: http://www.uio.no/studier/emner/jus/afin/FINF4002/v09/undervisningsmateriale/metodefcorelesning2_tranvik.pdf

Norconsult, informasjonssystemer AS., AS Bygganalyse. (2013). Norsk Prisbok 2013.

Norges Takserings Forbund. Mål og definisjoner. (Online).Tilgjengelig fra: <http://www.ntf.no/page1323637.aspx>

Nærings- og fiskeridepartement. Bygg, anlegg og materialer. (Online).Tilgjengelig fra: http://www.regjeringen.no/nb/dep/nfd/dok/veiledninger_brosjyrer/2005/Faktahefte-om-norsk-naringsliv/12.html?id=275584

Morseth, L. (2003). Kvalitativ intervju. (Online). Tilgjengelig fra: <http://www.svt.ntnu.no/psy/studiet/forelesninger/host-2001/psy200/lea.morseth-200-3.pdf>

Standard Norge. (2000). NS 3454, Livssykluskostnad er for byggverk, prinsipper og struktur. 2.utg. Standard Norge og Pronorm AS.

Store Norske Leksikon. Hus. (Online). Tilgjengelig fra: <http://snl.no/hus>

Store Norske Leksikon. Byggherre. (Online). Tilgjengelig fra: <http://snl.no/byggherre>

Store Norske Leksikon. Underentreprenøren. (Online). Tilgjengelig fra:

<http://snl.no/underentrepren%C3%B8r>

Sæther, B. (2003). Forskningsdesign. (Online). Tilgjengelig fra:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mQ_fl7tlu4MJ:www.uio.no/studier/emner/sv/iss/SGO4001/h04/undervisningsmateriale/forskndesignCase.ppt+&cd=1&hl=no&ct=clnk&gl=no (Lest: 10.02.2014)

Tekna. (2001). Konstruksjoners virkemåte – Bæresystem. (Online). Tilgjengelig fra:

<http://www.tekna.no/ikbViewer/Content/808379/konvirkem%E5te.ppt>. (Lest:12.02.2014)

Trefokus. Hva er Massivtre. (online). Tilgjengelig fra:

<http://www.trefokus.no/fullstory.aspx?m=22>

Trefokus. Miljø. (online). Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/fullstory.aspx?m=1130>

Wigen, R. (1992). Bygningsadministrasjon. 2.opplag. Trondheim: Tapir forlag.

Kolltveit, B. J., Reve, T. & Lereim, J. (2009). Prosjekt : strategi, organisering, ledelse og gjennomføring. 3. utg. Oslo: Universitetsforlaget

Wikipedia. Entreprenøren. (Online). Tilgjengelig fra:

<http://no.wikipedia.org/wiki/Totalentreprise>

10 TABELLISTE

<i>Tabell 1: Fasene i prosjektet (Holm,1990, s.94)</i>	12
Tabell 2: Hovedkonto i Kontoplan	15
Tabell 3: Grader av strukturerte intervju (Lea Morseth, 2003).....	25
Tabell 4: Sammenligning av case 1 og erfaringstall fra boligblokk i Norsk Prisbok 2013 av kostnader på fagkapitel.	38

11 FIGURLISTE

<i>Figur 1: Innflytelse på kostnader (Kolltveit, 2009, s.42, figur 2.6)</i>	14
Figur 2: Levetidskostnad fordelt på kapital FDV kostnader (7% kalkylerente over 60 års horisont) (<i>Bjørberg, 2007</i>).....	18
Figur 3: Bæresystem med betong elementer (<i>Tekna 2001</i>).....	19
Figur 4: Massivtre element (http://bks.byggforsk.no/News.aspx?sectionId=2&newsId=100)	20
Figur 5: Illustrasjonsbilde av case 1 (<i>kilde:veidekke.no</i>).....	28
Figur 6: Illustrasjonsfoto av case 2 (<i>Kilde:http://www.boligtorget.no/siost/Housing/Boligomrade/10</i>)	29
Figur 7: Grafisk fremstilling av priser i kr pr m2 BTA av Kostnadselementer.....	39

12 VEDLEGG

12.1 INTERVJUSPØRSMÅL

12.1.1 Spørsmål til entreprenør

Generelt

Hvem er du? Hva er din rolle i prosjektet? Erfaring/bakgrunn/arbeidsplasser/roller

Hva legger du i begrepet, bygg i massivtre?

Hva var motivasjonen for å benytte massivtre kontra prefabrikkert betong/stål i dette prosjektet?

Hvor stort er dette prosjektet med hensyn på kvadratmeter, antall hybler og kostnad?

Prosjektering

Opplevde dere noen vesentlig forskjell i kostnader knyttet til rådgivere/konsulenter?

- Omtrent hvor stor forskjell? (Tidsbruk og kroner)
- Evt. hva er det som krever ekstra prosjektering?

Var det noen ekstra dokumentasjonskrav for akustikk, brann, fukt eller andre, ved bruk av massivtre?

Kalkulerer dere med et høyere risikotillegg/større risikopåslag ved å bruke bæresystem i massivtre kontra bæresystem i stål og betong?

- Evt. Hvor stort er dette påslaget?
- Hvilke poster er det som gir størst påslag?
- Er det noen deler av prosjektet som gikk bedre enn forventet?

Økonomi (kostnader)

Var det deler av prosjektet/poster dere forventet skulle bli billigere ved bruk av bæresystem i massivtre, f.eks. grunnarbeider?

- Evt. Gikk det som forventet?

Var det noe som ble dyrere enn forventet?

- Evt. Hva var det som ble dyrere?

Kan du nevne noen kostnader som oppstod som en direkte konsekvens av bruk av massivtre f.eks. knyttet til overflater, drift, Infrastruktur, ventilasjon, VVS, elkraft, UE?

Kan du si noe om materialkostnaden for bæresystemet? Evt. hvordan dette er i forhold til stål/prefabrikkert betong?

Fremdrift/gjennomføring

Hvordan er byggetiden for massivtre i forhold til stål/betong?

- Kreves det mer administrativ oppfølging?
- Hvilke elementer tar kortere/lengre tid ved bruk av massivtre?
- Er det noen arbeidsoppgaver som oppstår som en direkte konsekvens av bæresystem i massivtre?
- Ca. hvor mange arbeidstimer går det med til oppføring av bæresystemet?
- Hvilke elementer tar kortere/lengre tid i byggeprosessen ved bruk av massivtre?

Livsløpskostnader

Spørsmål om livsløpskostnader?

- drift og vedlikehold, forskjeller?

Erfaringer

Har dere gjort noen erfaringer som kan gi raskere fremdrift/gjennomføring ved nye prosjekter, billigere prosjektering?

Hvordan har den økonomiske, tekniske og fremdriftsmessige utviklingen vært gjennom prosjektet?

Er det noe annet du vil du vil tilføye?

12.1.2 Spørsmål til leverandør

Generelt

Hvem er du? Erfaring/bakgrunn/arbeidsplasser/roller

Om bedriften, markedsandel, kjernevirksomhet, geografisk tilknytting?

Hva legger du i begrepet, bygg i massivtre?

Hva tror du/dere ofte er motivasjonen for å benytte bæresystem i massiv tre kontra betong/stål?

Hvordan opplever du stemningen/innstillingen til bruk av bæresystemer i massivtre er i bransjen?

Prosjektering

Opplever dere at det er nødvendig med ekstra prosjektering (sammenlignet med bæresystem i stål og betong) og evt. hvilke elementer er det som krever ekstra prosjektering?

Var det noen ekstra dokumentasjonskrav for akustikk, brann, fukt eller andre, ved bruk av massivtre i prosjektet i ÅS og Halden?

Fremdrift/gjennomføring

Hvilke faser i byggeprosjektet tar kortere/lengre tid ved bruk av massivtre kontra stål/prefabrikkert betong? (Prosjektering utførelse osv.)

- Hvordan var er dette i prosjektet i ÅS og Halden?

-

Hvordan er byggetiden for massivtre i forhold til stål/betong?

Kan dere si noe om tidsbruken for montasje av bæresystem for prosjektet i ÅS og Halden? (Totalt tid og antall kvm)

Økonomi/kostnader

Kan du nevne noen kostnader som oppstod som en direkte konsekvens av bruk av massivtre f.eks. knyttet til overflater, drift, Infrastruktur, ventilasjon, VVS, Elkraft? (For prosjektene i Ås og Halden)

Var det deler av prosjektet/poster som normalt blir billigere ved bruk av bæresystem i massivtre, f.eks. grunnarbeider, fundamentering, hjelpearbeider?

Kan dere si noe om størrelsen på leveransen til Ås og Halden? Materialkostnad?

Livssyklus kostnader

Kan du si noe om forventede kostnader for vedlikehold/utskiftninger ved bruk av bæresystem i massivtre? Langtidseffekter?

Overslag på kostnad knyttet FDVU?

Erfaringer

Har dere gjort noen erfaringer som kan gi raskere fremdrift/gjennomføring ved nye prosjekter, billigere prosjektering?

Hvordan har den økonomiske, tekniske og fremdriftsmessige utviklingen vært gjennom prosjektene?

Er det noe annet du vil du vil tilføye?

12.1.3 Spørsmål til tiltakshaver/byggherre

Hvem er du? Hva er din rolle i prosjektet? Erfaring/bakgrunn/arbeidsplasser/roller

Hvem er dere? Hva er deres hovedoppgaver og hvor store er dere?

Hva var motivasjonen for å benytte bæresystem i massiv tre kontra betong/stål?

Ville dere valgt dette i et nytt prosjekt?

Fremdrift/gjennomføring

Hvordan opplevde dere byggeprosessen var det noen uforutsette hendelser/ekstraarbeider eller annet som var ekstra arbeidskrevende?

Økonomi (kostnader)

Var det deler av prosjektet/poster dere forventet skulle bli billigere ved bruk av bæresystem i massivtre, f.eks. grunnarbeider?

Livssyklus kostnader

Har dere gjort overslag på levetidskostnad?

- Evt. kan du spesifisere hvor stor denne er, kapitalkostnad og FDVU?
- Kan du si noe om hvordan dett står i forhold til andre bygg dere eier/forvalter?

Er det noe annet du vil du vil tilføye?



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no