

Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

## Byggeprosjekter i massivtre:

En kasusstudie om ressursbruk som følge av bæresystem i massivtre, sett gjennom et utvalg Veidekke-prosjekter

Bacheloroppgave i ingeniørfag - bygg

Veileder: Jan Steinar Egenes

Mai 2019



Moholt 50150. Kilde: Veidekke Entreprenør





Kunnskap for en bedre verden

## Byggeprosjekter i massivtre:

*En kasusstudie om ressursbruk som følge av bæresystem i massivtre, sett gjennom et utvalg Veidekke-prosjekter*

Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

Gradering: Åpen

Bachelor i ingeniørfag – bygg  
Innlevert: Mai 2019  
Veileder: Jan Steinar Egenes

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

Oppgavens tittel:	Dato:	15.5.2019	
Byggeprosjekter i massivtre: En kassstudie om ressursbruk som følge av bæresystem i massivtre, sett gjennom et utvalg Veidekke-prosjekter	Antall sider:	82	
	Antall sider vedlegg:	77	
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	X
Navn:			
Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen			
Veileder:			
Jan Steinar Egenes			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere:			
Håvard Kirkebøen, Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Øst, Buskerud			

Oppgaven er en kassstudie og tar utgangspunkt i karakteristikken av massivtre som «raskt å bygge». Vår målsetning har vært å bidra til nyansering av forestillingen om massivtre som en rask byggemåte, gjennom å se på prosjekter som varierer i bygningstype, størrelse og lokasjon. Vi har vært i kontakt med seks prosjekter, samt tre ressurspersoner for å innhente informasjon.

Oppgaven har følgende problemstilling: *Hvordan påvirkes ressursbruken i et byggeprosjekt som følge av å velge massivtre som bæresystem fremfor mer tradisjonelle byggemetoder, sett gjennom et utvalg av Veidekkes prosjekter?*

Følgende tre forskningsspørsmål ble brukt for å styre informasjonen tematisk: *1) Hva er motivasjonen for å velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemetoder? 2) Hvilke erfaringer er gjort vedrørende tidsbruken, sammenliknet med mer tradisjonelle byggemetoder? 3) Hvilke kostnadmessige ringvirkninger er erfart eller estimert, som følge av massivtre?*

I studien anvendes kvalitativ metode. Gjennom fokuserte intervju har vi kunnet innhente førstehånds erfaringer og kunnskap fra nøkkelpersoner i prosjektene, leverandører og rådgivere.

Miljøbetraktninger og ønske om redusert CO<sub>2</sub>-avtrykk fremstår som en utløsende faktor for å velge massivtre. På samme tid er økonomi den styrende faktoren, hvor massivtreets fordeler sees i forhold til merkostnaden. Bygging i massivtre er relativt nytt, og mangelen på preaksepterte løsninger og erfaring har vesentlig betydning for ressursbruken under prosjektering. Prosjektene som er erfart raskt å bygge, er i stor grad planlagt effektive og enkle utfra massivtreets forutsetninger. Slik at muligheten for tidsbesparelse under montasjen, og dermed økonomisk besparelse, er til stede, men ikke i det omfang som fremsettes generelt. Bygging i tre, per nå i Norge, medfører store arbeider med komplettering av bygg med strenge brann- og lydkrav. Her spiller preaksepterte løsninger inn, hvor effekten av redusert montasjetid vil øke dersom omfanget av gode løsninger for å imøtekomme brann- og lydkrav øker. På samme tid kan de spesifikke forutsetningene som vi finner i de ulike prosjektene, påvirke ressursbruken. Massivtreets forutsetninger samsvarer i noen tilfeller ikke med den gitte bygningstypen eller andre aspekter ved prosjektet, og dermed påvirkes ressursbruken negativt.

Stikkord:

Massivtre
Byggeprosjekt
Veidekke
Ressursbruk



# Abstract

This project is a case study and springs from the characteristic of mass timber construction as being a fast building method. Our aim has been to nuance this notion, by looking at projects that vary in building type, size and location. We have obtained our information by contacting six projects, in addition to three representatives from various suppliers and consulting firms.

The bachelor thesis is built around the following issue: *How will choosing mass timber construction, as opposed to more traditional methods, affect the use of resources in a building project, based on a selection of Veidekke-projects?* In order to obtain information systematically we have used the following research questions: 1) *What is the motivation for choosing mass timber construction rather than traditional building methods?* 2) *Compared to more traditional building methods, what experiences have been made regarding time expenditure?* 3) *Which cost-related ripple effects are experienced or estimated, as a result of mass timber construction?* We have used qualitative method, and through focused interviews, we have been able to obtain first-hand experience and knowledge from key persons in the projects, as well as from suppliers and advisors.

Environmental considerations and a desire for a reduced carbon footprint appear as a trigger for choosing mass timber. At the same time, economics is the controlling factor, where the benefits of mass timber are seen in relation to the additional cost. The use of mass timber in construction is a relatively new method, and the lack of pre-accepted solutions and experience has a significant impact on the use of resources during the design phase. The projects that are experienced as being a quick build, are largely simple and effective based on the preconditions of mass timber. As a result, the possibility of saving time during the assembly, and thus financial saving, is present, but not to the extent that is generally stated. Currently in Norway, construction in wood entails major work on the completion of buildings with stringent fire and sound requirements. Pre-accepted solutions play a big part in this where the effect of reduced assembly time will increase if the number of good solutions to meet fire and sound requirements increases. At the same time, specific aspects in the various projects can affect the use of resources, where the preconditions of mass timber are in some cases not compatible with the building type or other aspects of the project.

# Forord

Denne bacheloroppgaven er en besvarelse i emnet BIBYG39 – Bacheloroppgave Bygg. Emnet markerer vår avslutning på bachelorstudiet byggingeniør, studieretning konstruksjonsteknikk, ved institutt for vareproduksjon og byggteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Studien er gjennomført på bestilling av, og i samarbeid med Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Øst, Buskerud. Oppgaven omfatter 20 studiepoeng og er skrevet vårsemesteret 2019.

Samarbeidet vårt startet ved en ren tilfeldighet, og har dratt mye nytte av at vi stiller med svært forskjellig bakgrunn og tidligere erfaring. Lise har i tidligere masterstudie, ved Universitetet i Oslo, tatt for seg tre som byggemateriale, men da sett i lys av kunst- og arkitekturhistoriske linjer. Gjennom sommerjobb i Veidekke Entreprenør – Buskerud i 2017 fikk Audun deltatt i anbudsarbeidet på Flå barnehage som skulle settes opp med bæresystem i massivtre. Veidekke vant denne konkurransen, og Audun fikk da følge dette prosjektet, frem til overlevering våren 2018.

Vi har begge stor interesse for tre som byggemateriale, og ønsket derfor å bruke denne muligheten for å gjøre et dypdykk ned i denne verdenen. Gjennom å lese artikler og studier av massivtre, ble en nysgjerrighet vekket og et ønske om å lære mer om bæresystem i dette materialet – og hvilke muligheter og begrensninger byggemetoden har.

Vi vil takke Entreprenørforeningen – Bygg og Anlegg ved Kari Sandberg, og Tresenteret ved Aasmund Bunkholt for økonomisk støtte til reiseutgiftene i denne studien. Samt grafisk designer Audun Moen, for hjelp med utformingen av plakaten. Videre vil vi få takke vår interne veileder Jan Steinar Egenes, for veiledning og stort engasjement rundt studien, og foreleser Anders Björnfort, for gode innspill rundt oppgavens oppbygning.

Vi vil rette en stor takk til prosjektgruppene i de aktuelle prosjektene vi har tatt for oss, som har tatt oss godt imot, funnet tid til oss og delt av sine erfaringer. Vi vil også rette en stor takk til Nicole Kunkel-Torgersen, Kristine Nore og Odd Grøthe, for at de har tatt seg tid til å sette seg inn i arbeidet vårt, stilt til intervju og bidratt med deres kunnskap og erfaringer.

Vi vil spesielt få takke Håvard Kirkebøen ved Veidekke Entreprenørs avdeling i Drammen. Han har gjennom hele studien gitt oss mye av sin tid, bidratt med mye kunnskap og erfaringer, samt vært en god samtalepartner og støtte. Samarbeidet med Håvard har vært helt avgjørende for at vi har fått så stort utbytte av studien og glede av arbeidet.

Vi vil få takke hverandre for et innholdsrikt og svært godt samarbeid gjennom denne studien, til tross for stor geografisk avstand. Og ikke minst en hjertelig takk til våre bedre halvdel, Thor Henrik og Kaia, for motiverende ord og støtte gjennom studietiden ved NTNU.

Uten dere ville vi ikke klart oss!

Måselv og Ål, mai 2019



Lise-Mari Valle Olsen



Audun Flaget Aasen

# Innholdsfortegnelse

Abstract .....	iii
Forord .....	iv
Innholdsfortegnelse .....	vi
<b>Figurliste</b> .....	ix
<b>Tabelliste</b> .....	x
1 Introduksjon .....	1
1.1 Bakgrunn .....	2
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål .....	5
1.3 Definisjoner, avklaring og forkortelser .....	6
1.4 Oppgavens oppbygging og avgrensning.....	7
1.4.1 IMRoD .....	7
1.4.2 Avgrensning av oppgaven.....	9
2 Teoretisk bakgrunn.....	11
2.1 Massivtre – elementer, produksjon og montasje .....	11
2.1.1 Elementer .....	11
2.1.2 Brann og lyd .....	12
2.1.3 Produksjon.....	13
2.1.4 Montasje .....	13
2.2 Byggeprosessen .....	16
2.2.1 Delprosesser og forløp .....	16
2.2.2 Byggeprosessen – fase for fase .....	18
2.2.3 Digitale byggeprosesser .....	20
2.2.4 Gjennomføringsmodeller – Entreprisereformer .....	23
2.2.5 Kontraktstrategi – valg av entreprisereform.....	24
2.3 Tidligere funn i publikasjoner .....	25
2.3.1 «Mass timber: evaluating construction performance» .....	25
2.3.2 «Understanding Cost and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the “Total Cost of Project”».....	27
2.4 Studentoppgaver .....	29
2.5 Vårt bidrag .....	31
3 Metode.....	33

3.1	Kvalitativ eller kvantitativ metode .....	33
3.2	Vitenskapelig tilnærming .....	33
3.3	Litteraturstudie.....	34
3.4	Kasusstudie.....	35
3.5	Fokusert intervju.....	35
3.5.1	Intervjuguide .....	36
3.5.2	Forskningsetikk .....	36
3.6	Gjennomføring og videre behandling.....	37
3.7	Kildekritikk.....	38
3.7.1	Validitet og reliabilitet.....	39
3.7.2	Triangulering.....	39
4	Resultater.....	41
4.1	Presentasjon av ressurspersoner og kasus-prosjekter .....	41
4.2	Informasjon fra intervjurunder .....	48
4.2.1	Valg av massivtre .....	48
4.2.2	Anbudsprosessen.....	51
4.2.3	Prosjektering.....	53
4.2.4	Utførelse .....	57
4.2.5	Økonomi.....	62
5	Diskusjon.....	65
6	Konklusjon .....	73
6.1	Sammendrag og konklusjon .....	73
6.2	Vurdering av metode og resultater .....	75
7	Videre arbeid .....	77
	Referanseliste .....	78
	Vedlegg .....	82
A	Plakat.....	82
B	Norsk Senter for forskningsdata.....	84
C	Invitasjonsbrev til intervjupersoner.....	89
D	Intervjuguider .....	91
D.1	Intervjuguide for prosjekt .....	91
D.2	Intervjuguide for Splitkon AS .....	95
D.3	Intervjuguide for Odd Grøthe .....	99

E	Sammendrag av intervjuer .....	101
E.1	Moholt 50 50.....	101
E.2	Maskinparken TRE.....	109
E.2.1	Sammenstilling av fremdriftsplan – Maskinparken TRE.....	115
E.3	Nordre Ål skole .....	118
E.4	Nordre Gate 20-22, Grünerløkka.....	125
E.5	SiO Kringsjø .....	133
E.6	Flå barnehage.....	140
E.7	Kristine Nore og Nicole Kunkel-Torgersen, Splitkon AS.....	147
E.9	Odd Grøthe, WSP/Woodcon .....	155

# Figurliste

Figur 1 – T.v.: Heddal stavkirke. T.h.: Vennesla bibliotek. Kilde: Flickr, Creative Commons	2
Figur 2 – Fotavtrykk fra konstruksjons- og utbyggingsaktiviteter i Norge. Kilde: Asplan Viak, u.å. ....	4
Figur 3 – Klimagassutslipp til en boligblokk sett over et livsløp på 60 år. Kilde: Veidekke Entreprenør.....	4
Figur 4 – Krysslagte element, kantstilt element og hulromselement. Kilde: Norsk Treteknisk Institutt .....	12
Figur 5 – Til venstre; montasje av veggelement i trappesjakt på Moholt 50 50. Til høyre; montasje av dekkeelement på Nordre Ål skole. Kilde: Veidekke Entreprenør .....	14
Figur 6 – Sammenføyningsmetoder og skjøtebord i elementskjøter. Kilde: Gagnon og Pirvu, 2011 .....	15
Figur 7 – Sammenføyningsmetode av veggellemer på Moholt 50 50. Kilde: Veidekke Entreprenør.....	15
Figur 8 – Byggeprosess fra idé til utrangering. Kilde: Meland, 2000.....	16
Figur 9 – Byggeprosessens kjerneprosesser. Kilde: Eikeland, 1998.....	17
Figur 10 – Den digitale byggeprosessen starter på den digitale byggeplassen. Kilde: BNL, u.å .....	20
Figur 11 – Snitt av bygget som viser teknisk anlegg og fundamentering. Kilde: Veidekke Entreprenør.....	22
Figur 12 – Massivt og komplekst teknisk anlegg på Nordre Ål skole. Kilde: Veidekke Entreprenør.....	22
Figur 13 – De fire faktorer som er innbyrdes avhengige. Kilde: Lædre, 2006 .....	24
Figur 14 – Oversettelse av resultater fra "Mass timber: evaluating construction performance". Tilvirket av Audun Flaget Aasen .....	26
Figur 15 – Oversettelse av resultater fra "Mass timber: evaluating construction performance". Tilvirket av Audun Flaget Aasen .....	26
Figur 16 – Prosjektors forskjeller i tidsbruk – tradisjonelle- og massivtrebæresystem. Kilde: Kremer og Ritchie, 2018 .....	28
Figur 17 – Vitenskapssirkelen. Kilde: Wallance, 1971 .....	34
Figur 18 – Kilde: Veidekke Entreprenør.....	42
Figur 19 – Kilde: Veidekke Entreprenør.....	43
Figur 20 – Kilde: Veidekke Entreprenør.....	44
Figur 21 – Kilde: Veidekke Entreprenør.....	45
Figur 22 – Kilde: Veidekke Entreprenør.....	46
Figur 23 – Kilde: Veidekke Entreprenør.....	47

Bilder og figurer er gjengitt med tillatelse fra oppgitte kilder.

# Tabelliste

Tabell 1 – Definisjoner.....	6
Tabell 2 – Oppgavens kapitteinndeling.....	8



# 1 Introduksjon

Denne studien springer ut av idémyldring rundt massivtre som oppgavens forfattere hadde på starten av høsten 2018. Idéene ble tatt med videre inn i en workshop med Håvard Kirkebøen fra Veidekkes avdeling i Drammen i september. Her ble det over flere kopper kaffe diskutert i det vide og brede om massivtre. Ut av denne samtalen krystalliserte det seg en tanke om å utforske tidsaspektet i massivtreprosjekter.

Med et økende trykk på bærekraft og miljøvennlige løsninger i byggebransjen får massivtre mye omtale i bransjens og øvrige tidsskrifter. Omtalen som massivtre får i media bidrar til å synliggjøre dette som et alternativ under voldsom utvikling, samtidig som både de negative og positive aspektene fremheves. På samme tid kan dette også komme skjevt ut, hvor aspekter ved ett prosjekt fremstår som allmenngyldige.

I mange publikasjoner, studentoppgaver og i flere omtaler av massivtre i media, fremheves følgende karakteristikkk om massivtre: «raskt å bygge»<sup>1</sup>. Men hva innebærer det? Ved nærmere ettersyn viser de fleste betraktningene rundt tidsbruken i liten grad å inkludere hele byggeprosessen, eller kun dreie seg om én bygningstype. I tillegg fremstår bildet mer sammensatt enn det som gjenspeiles i karakteristikken, hvor blant annet økonomi følger tidsbruken tett.

Her så vi en mulighet til å bidra med å frembringe et bredere spekter av erfaringer. Ved å se på et utvalg massivtreprosjekter, som varierer i bygningstype, størrelse og lokasjon, er målsetningen å kunne bidra til å nyansere forestillingen om massivtre som en rask byggemåte. Vår eksterne veileder fra Veidekke, Håvard Kirkebøen, fremsatte ønske fra Veidekkes side om behov for å undersøke tidsbruk og økonomi, sett ut fra flere typer bygg.

I arbeidet med oppgaven har vi vært i kontakt med seks prosjekter for å innhente informasjon, samt tre ressurspersoner som har kunnet bistå med å se informasjonen fra en annen vinkel enn fra entreprenørsiden. Vi har reist til Trondheim, Lillehammer, Flå, Åmot og Oslo for å samle inn data til vår studie. Arbeidet har vært svært givende, men også krevende grunnet mye reising, forberedelser og etterarbeid av materialet, deriblant transkribering av åtte intervjuer.

---

<sup>1</sup> Vi vil poengtere at dette ikke er et sitat, men nevnes i artikler fra blant annet Teknisk Ukeblad og Byggeindustrien.

## 1.1 Bakgrunn



Figur 1 – T.v.: Heddal stavkirke. T.h.: Vennesla bibliotek. Kilde: Flickr, Creative Commons

I Norge har tre vært brukt som byggemateriale fra langt tilbake i tid. For de fleste vil for eksempel laftede tømmerhus og stavkirker være tydelige kulturbærere i den norske byggetradisjonen og en sentral del av norsk kulturarv. Men bygging i tre har hatt sine utfordringer, særlig på grunn av brann. Nasjonale krav om murtvang for bygg i sentrale bystrøk på begynnelsen av forrige århundre, gjør at sentrale bygg i flere norske byer er oppført i mur og betong (Hoel og Rimstad, 2017). De siste 20-25 årene har derimot flere større bygg blitt realisert i tre, og utviklingen av limtre- og massivtreelementer har gitt trehus-byggingen nye muligheter.

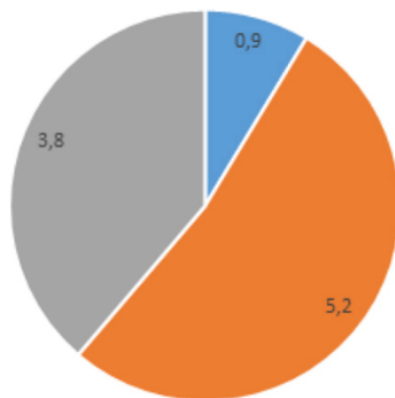
*Right now, we are facing a man-made disaster of global scale. Our greatest threat in thousands of years. Climate change. If we don't take action, the collapse of our civilizations and extinction of much of the natural world is on the horizon (Attenborough, 2018).*

Med det kraftfulle sitatet gjengitt over, åpnet naturhistoriker Sir David Attenborough FNs klimakonferanse i Polen 3. desember 2018. Nærmere 200 land ble samlet under klimatoppmøtet der de forsøker å bli enige om en global regelbok for hvordan løftene i Parisavtalen skal oppfylles. Det er lagt politiske føringer for å fremme bruken av trevirke i Norge, som et ledd i å redusere utslipp av klimagasser. Norge signerte Parisavtalen, som trådte i kraft november 2016, hvor tograders-målet vies stor oppmerksomhet. Målet går ut på å holde den globale oppvarmingen under 2 grader – og aller helst 1,5 grader (FN-sambandet, 2017). For å nå målet, må klimagassutslippene reduseres med 40-50 prosent innen 2030 sammenliknet med 2010-nivå. (Aamaas og Jensen, 2018).

Et eksempel på politiske føringer er å finne i *Stortingsmelding 28, Gode bygg for eit betre samfunn – Ein framtidsretta bygningspolitikk*. Her fremsettes målsetningen om å tilrettelegge for at byggenæringen kan levere bærekraftige og tidsriktige byggverk med lang levetid, med lavest mulig ressursbruk. I tillegg fremheves bruken av trematerialer i norsk byggenæring spesielt, og massivtre nevnes som en god og fremtidig løsning (Meld. St. 28 (2011-2012), s. 57-58). I Granavollen-plattformen fra 17. januar 2019, finnes følgende punkter: «Føre en næringspolitikk som også kommer norsk treforedlingsindustri til gode» og «Stimulere byggebransjen til nyskaping og bruk av tre som byggemateriale» (Granavollen-plattformen, 2019, s. 45). Slike holdninger bidrar til å styrke trevirkets posisjon i norsk byggebransje, samt utnytte trevirke som ressurs for å imøtekomme klimakravene. I lys av dette åpnet klima- og miljøminister Ola Elvestuen verdens største massivtrefabrikk, Splitkon, på Åmot 30. april i år. Utviklingen åpner for at en større del av fremtidens monumentale arkitektur kan bygges i tre.

Byggenæringen blir kalt «40 prosent-næringen». Dette skyldes at næringen står for 40 prosent av Norges energiforbruk, 40 prosent av materialbruken og 40 prosent av avfallsproduksjonen (Norsk Treteknisk Institutt, 2006). Costa *et al.* (2013) skriver at bygninger forbruker 40 prosent av den globale primærenergien, og at bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE-næringen) bidrar til over 30 prosent av verdens CO<sub>2</sub>-utslipp. Næringen står nå ovenfor store utfordringer med å skulle redusere disse tallene, og samtidig være en pådriver for en bærekraftig utvikling.

Et viktig ledd i denne prosessen er mer bevisste materialvalg. Gjennom større fokus, økt kunnskap og strengere krav, er nybygg i dag stadig mer energieffektive. Resultatet er at materialbruken står for den største delen av utslippene. Figuren øverst på neste side er hentet fra en artikkel på hjemmesiden til Asplan Viak (u.å.), hvor det hevdes følgende: «Bare produksjonen av materialer som brukes til utbygging har et fotavtrykk i samme størrelsesorden som alle de direkte personbilutslippene fra husholdningene». Av fottrykket på 10 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, bidrar direkteutslipp (blå) med 0,9 millioner tonn, materialinnsats (oransje) med 5,2 millioner tonn, og 3,8 millioner tonn fra andre innsatsfaktorer (grå).

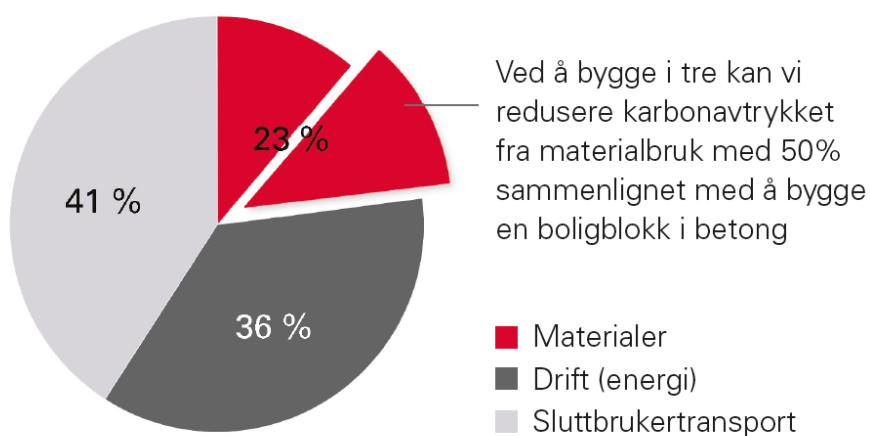


Figur 2 – Fotavtrykk fra konstruksjons- og utbyggingsaktiviteter i Norge. Kilde: Asplan Viak, u.å.

I Treindustriens publikasjon *Lille grønne* (2013) argumenteres det for en utstrakt bruk av tre som byggemateriale, da trematerialets egenskaper sammenliknet med andre byggematerialer, vil kunne bidra til en betydelig reduksjon i klimagassutslipp. Ved å velge tre fremfor andre materialer er det beregnet en gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-reduksjon på 3,9 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr tonn trevirke. Dette skyldes trevirkes egenskap til å ta opp og lagre store mengder karbon som igjen regnes om til CO<sub>2</sub>. Dersom Norge øker trelastforbruket med 10 prosent, vil det resultere i mer enn 400 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i redusert klimagassutslipp.

Figuren under er hentet fra Veidekke og viser klimagassutslippet til en boligblokk gjennom et livsløp på 60 år. Her står materialer for 23 prosent, hvor det å velge tre fremfor betong vil få en svært stor betydning for det totale utslippet over byggets livsløp.

**Klimagassutslippet til en boligblokk sett over et livsløp på 60 år**



Figur 3 – Klimagassutslipp til en boligblokk sett over et livsløp på 60 år. Kilde: Veidekke Entreprenør

## 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Som nevnt innledningsvis utgjør karakteristikken om at «massivtre er raskt å bygge» utgangspunktet for oppgaven. Målsetningen er ikke å motbevise dette, men heller bruke denne beskrivelsen som grunnlag for å finne en mer nyansert fremstilling. Økonomi er en svært viktig faktor her og det blir problematisk å se tidsbruken som uavhengig av kostandene i et prosjekt. Derfor vinkles problemstillingen ut fra ressursbruk, for å kunne belyse forholdet mellom tid og kostnader.

Dette leder til formuleringen av oppgavens problemstilling:

*Hvordan påvirkes ressursbruken i et byggeprosjekt som følge av å velge massivtre som bæresystem fremfor mer tradisjonelle byggemetoder, sett gjennom et utvalg av Veidekkes prosjekter?*

For å konkretisere dette og systematisere informasjonen er følgende forskningsspørsmål benyttet:

- 1. Hva er motivasjonen for å velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemetoder?*
- 2. Hvilke erfaringer er gjort vedrørende tidsbruken, sammenliknet med mer tradisjonelle byggemetoder?*
- 3. Hvilke kostnadmessige ringvirkninger er erfart eller estimert, som følge av massivtre?*

Problemstillingen og de tre forskningsspørsmålene blir tatt opp igjen i kapittel 6.1. Hensikten er å forsøke å besvare disse utfra de resultatene innhentet i intervjuene, sett i lys av det teoretiske grunnlaget bestående av funn som er gjort tidligere.

## 1.3 Definisjoner, avklaring og forkortelser

Under følger en liste over forkortelser og begreper som anvendes i denne oppgaven, og deres definisjoner slik de anvendes i oppgaven.

Tabell 1 – Definisjoner

BREEAM	BREEAM (British Research Establishment Environmental Assessment Method) er verdens eldste og Europas ledende system for miljøklassifisering av bygg (How BREEAM Certification Works, 2018).
Massivtre	Massivtre er et vidt begrep, og kan omhandle laftet tømmer og limtre. I heftet Fokus på tre, nr. 20, defineres massivtre som «lameller satt sammen til elementer ved bruk av spiker, skruer, tredybler, lim eller stålstag.» (Aarstad, Glasø og Bunkholt, 2008, s. 2). I denne oppgaven blir begrepet massivtre brukt av intervjupersonene og forfatterne, og med det menes nærmest entydig krysslagte, limte elementer.
Miljø	I denne oppgaven brukes begreper som «miljømessig», «miljøbetraktninger», «miljøvennlig» og liknende. I oppslagsverk finnes ulike definisjoner av hva som menes med ordet miljø, og i denne oppgaven gis ordet en noe vid betydning. Der begrepet benyttes henvises det til menneskelige omgivelser, både på mikro- og makronivå. Miljø brukes ofte i en sammenheng for å beskrive påvirkningen et objekt eller en handling har, særlig på klima og utslipp av klimagasser.
Oppgave/studie	I teksten benyttes begge disse grepene, men med ulike meninger. Der hvor «oppgave» benyttes henvises det til selve tekstdokumentet. «Studie» brukes for å omtale arbeidet som er gjennomført og som har ledet til utformingen av oppgaven.
Prosjekt	Med prosjekt menes et tiltak med begrenset omfang, som utføres etter en gitt organisering og etter fastsatte ressurser (Rolstadås, 2018). Der begrepet anvendes i oppgaven henvises det utelukkende til byggeprosjekter.

Ressurs	I Store Norske Leksikon finnes følgende definisjon: «En ressurs er noe som kan utnyttes økonomisk eller som er til nytte på annen måte.» (Persvold, 2019). Begrepet brukes i oppgaven for å vise til bruk av tid og penger i et byggeprosjekt. I det ligger tiden de som er ansatt i prosjektet bruker, og den kostnaden som opparbeides i prosjektet.
RIB	Forkortelse for rådgivende ingeniør bygg.
Risiko	Risiko vil si opptreden av hendelser som har konsekvenser og tilhørende usikkerhet (Aven, 2016). I oppgaven berøres kun aspekter som omhandler økonomisk risiko.
Tradisjonelle byggemetoder	I denne oppgaven brukes begrepet «tradisjonelle byggemetoder». Dette refererer til bæresystem i betong, stål og hulldekker, eller bindingsverk og bjelkelag i trevirke. Begrepet brukes som en forkortelse, for å unngå detaljerte utledninger om standardiserte byggemetoder.

## 1.4 Oppgavens oppbygging og avgrensning

### 1.4.1 IMRoD

Oppgaven er løst bygd opp etter IMRoD-prinsippet. Med «løst bygd opp» menes at kapittelinnndelingen ikke følger prinsippet direkte. Oppgaven avviker fra strukturen i kapittel 2, hvor teoretisk bakgrunn er plassert. Grunnen til dette er at under innhenting av resultatene var det ulike aspekter som måtte forklares, samt et behov for å belyse hvilke funn som tidligere er gjort rundt temaet. I tillegg formuleres sammendrag og konklusjon i eget kapittel, nummer 6, og behovet for videre arbeid belyses i kapittel 7.

Oppgavens kapittelinnndeling er beskrevet i tabellen på neste side.

Tabell 2 – Oppgavens kapitteinndeling

<b>Kapittel</b>	<b>Innhold</b>
1. Introduksjon	Dette er kapitlet som gir en introduksjon til oppgaven. I tillegg settes bygging med massivtre inn i en større kontekst, og derfor skisseres kort både historiske linjer, samt politiske og miljømessige motivasjoner.
2. Teoretisk bakgrunn	Det er behov for bakgrunnsstoff og teori i den videre lesningen av oppgaven, derfor er dette plassert i et eget kapittel. Her omtales tidligere funn, som vil hentes opp igjen i diskusjonen av funnene fra studien.
3. Metode	Kapittel 3 gir en gjennomgang av metodevalg, samt en diskusjon om metodens validitet og reliabilitet. Her beskrives også fremgangsmåten for innhenting av informasjon i studien.
4. Resultater	Resultatkapitlet starter med en presentasjon av prosjektene og ressurspersonene, som er studiens primærkilder. Videre gis en konsentrert fremstilling av resultatene fra intervjuene, organisert tematisk.
5. Diskusjon	Funnene fra intervjuene vil i dette kapitlet diskuteres i lys av teorigrunnlaget for oppgaven.
6. Konklusjon	I oppgavens nest siste kapittel hentes problemstillingen og forskningsspørsmålene frem, for å forsøke å besvare disse i lys av oppgavens funn. I tillegg vil arbeidet vurderes med et kritisk blikk.
7. Videre arbeid	I dette kapitlet vil ulike aspekter beskrives, som gjennom arbeidet med denne studien har vist seg å behøve mer oppmerksomhet og forskning.
Vedlegg	I vedlegget til denne oppgaven er invitasjonsbrevet til intervjupersonene og intervjuguidene, samt sammendragene fra intervjuene inkludert. Det er også vedlagt prosjekt-godkjenning fra Norsk Senter for Forskningsdata, samt en grafisk poster/plakat. Dette utgjør en betydelig mengde, men tas med da det danner det sentrale kildematerialet for oppgaven.



## 1.4.2 Avgrensning av oppgaven

Oppgaven begrenser seg kun til prosjekter som ligger under Veidekke ASA, slik at prosjektene er sammenliknbare med hensyn til blant annet gjennomføring og avkastning. Dersom utvalget hadde inkludert eksterne prosjekter ville grunnlaget i prosjektene variert og dermed skapt større utfordringer i sammenfatningen av den innhentede informasjonen.

Oppgaven konsentrerer seg om å studere prosjektene kvalitativt, altså ikke gå inn på spesifikke tallverdier i prosjektene. Fokuset har vært å innhente erfaringer, og gjennom dem belyse aspekter ved prosjektene som er relevant for oppgavens problemstilling. Samtlige prosjekter i utvalget er på god vei eller gjennomført slik at det skapes ikke data, men hentes inn erfaringer fra nøkkelpersoner i prosjektene.

Metoden for datainnsamling, som utdypes nærmere i kapittel 3, er intervju som er utført kun én gang for hvert prosjekt. Ved å utføre intervjuene kun én gang, betyr det at studien ikke ser på utviklingen av aspektene som påpekes, men belyser de kun på ett tidspunkt i prosessen.



## 2 Teoretisk bakgrunn

I dette kapitlet belyses den teoretiske bakgrunnen for studien. Da forskningsfeltet på massivtre er relativt ungt finnes stort sett alle kilder tilgjengelig på internett. Litteratursøk er utført i Oria, Google og Google Scholar, for å finne oppdaterte og aktuelle publikasjoner, artikler og studentoppgaver. Spesielt to databaser, Oria – Science Direct, samt den mer ingeniør-rettete databasen Compendex, har vært sentrale.

Artikler og studentoppgaver som berører oppgavens problemstilling fremheves særlig, samt at det beskrives hvordan vårt arbeid kan bidra til å utfylle kunnskapen her. Aller først gis en kort innføring i massivtre, dets egenskaper, produksjon og montasje. Videre vil det redegjøres for hvordan byggeprosesser normalt sett forløper. Til tross for at dette er grunnleggende kunnskap, danner det et viktig fundament for den videre lesningen av oppgaven.

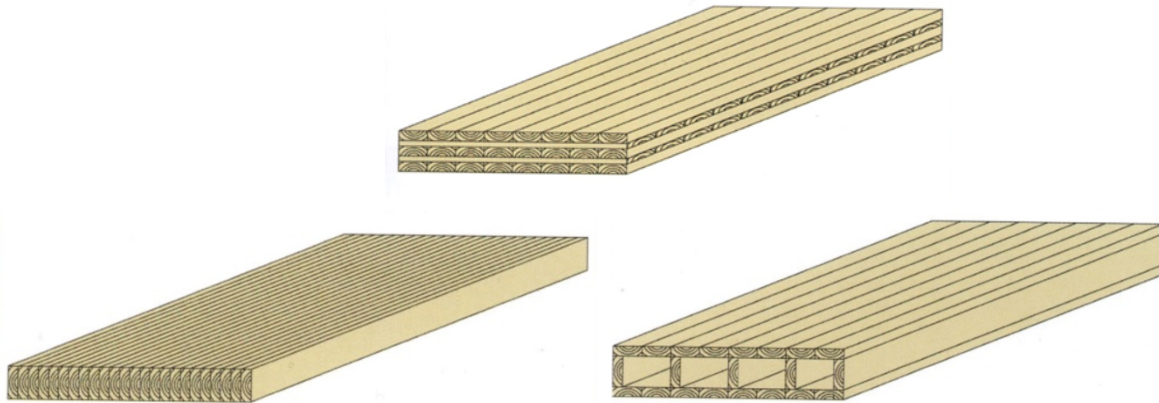
### 2.1 Massivtre – elementer, produksjon og montasje

#### 2.1.1 Elementer

Massivtreelementer deles inn i tre ulike kategorier. Felles for de er at elementene består av planker, også kalt lameller, som er sammenføyd med spiker, skruer, tredybler, lim eller strekkstag i stål. Ulikt er hvordan lamellene er satt sammen. Kategoriene er kantstilte elementer, krysslagte/krysslaminerte elementer og hulromselementer. I kantstilte elementer er lamellene satt sammen stående, hvor lamellene vanligvis har samme fasthetsklasse. Hulromselementer skiller seg ut, da de ikke danner et massivt tverrsnitt. Her settes lamellene sammen enten kryssende eller parallelle og sammenføydes med lim (Norsk Treteknisk Institutt, 2006).

Den tredje kategorien er krysslagte/krysslaminerte elementer, forkortet til KL-tre. Denne typen elementer består av flere lag av lameller stablet på tvers og limt sammen på lamellens flatside. Derfor må et tverrsnitt av et element ha minst tre limte lag av lameller, oftest plassert i ortogonalt vekslende orientering til nabolamellene (Mestek, Kreuzinger, og Winter, 2008). De ytterste lagene er rettet i den dominerende lastretningen – i ett veggelement vil de ytterste lagene stå vertikalt. Påkjenninger på grunn av endring i fuktnivå unngås i stor grad når lamellene krysslimes og blir dermed mer dimensjonsstabil. Det er vanlig at de ytterste lamellene har en

høyere fasthetsklasse enn lamellene i innersjiktene. I motsetning til kantstilte elementer, tar KL-tre opp krefter i alle akseretninger – både i og på planet (Gagnon og Pirvu, 2011). Denne typen element er den mest dominerende og vanligst til bruk som vegg- og dekkeelement, noe som også er tilfellet for de prosjektene denne studien tar utgangspunkt i. Derfor, som nevnt i tabell 1 – Definisjoner – anvendes begrepet massivtre i denne oppgaven, men da henvises det nærmest utelukkende til krysslagte elementer.



*Figur 4 – Krysslagte element, kantstilt element og hulromselement. Kilde: Norsk Treteknisk Institutt*

## **2.1.2 Brann og lyd**

Trevirke har et forutsigbart brannforløp hvor innbrenningshastigheten er tidsavhengig. Etter hvert som treverket forbrenner, vil det dannes et forkullende sjikt som beskytter det bakenforliggende og upåvirkede treverket. Dette medfører at den videre forbrenningen går saktere enn i starten. Kullsjiktet har cirka halvparten så stor varmeledningsevne som treverket og påvirker dermed temperaturstigningen samt oksygentilgangen i de bakenforliggende sjikt. Trevirke, og spesielt massive tverrsnitt, har dermed stor evne til å beholde sine styrke- og stivhetsegenskaper ved brannpåkjenning (Skogstad, 2009) (Glasø, 2012). Men på samme tid medfører bruken av tre en stor mengde brennbare flater, som under brannpåkjenning vil produsere røyk og aske. Bruken av tre kompliseres derfor ved tilfredsstillende av strenge brannkrav, og av den grunn er det ofte behov for passiv beskyttelse av materialet. Ved å gipse inn treverk, skjermer dette til en viss grad fra varmpåkjenningen.

Tettheten til materialet er avgjørende for forplantningshastigheten for lyd. Det at tre er lett, kan gi mange store fordeler når det gjelder konstruksjonen i seg selv. Men lette materialer som massivtre vil enklere kunne settes i svingninger enn tyngre materialer som betong, spesielt i de lave frekvensene. Både for lydisolering og brannsikkerhet vil tettheten til konstruksjonen, i knutepunkter og rundt gjennomføringer, ofte til slutt avgjøre hvor god isolering en oppnår i bygget. For massivtre er trinnlyd og flanketransmisjon det mest utfordrende, og som må tas særlig hensyn til under prosjekteringen av løsninger for å tilfredsstille lydtekniske krav (Norsk Treteknisk Institutt, 2006).

### **2.1.3 Produksjon**

Krysslaminerte elementer blir produsert i henhold til NS-EN 16351:2015, hvor det kommer frem krav og anbefalinger om alt fra valg av tresort til dimensjoner på lamellene. Brander (2013) skriver i sin rapport at råstoffet blir kunstig tørket ned til et fuktighetsnivå på  $12 \pm 2$  prosent, før det behandles videre. Tørt råstoff blir styrkesortert før de fingerskjøtes til optimale produksjonslengder. Videre blir lamellene høvlet, og i visse tilfeller, også kantlimt, før de stables lagvis med påført lim mellom lagene. Ved endt stable- og limeprosess, settes hele elementet under hydraulisk press. Når limet er fullstendig herdet blir elementet tilpasset i form og størrelse. Utsparinger til tekniske føringer, vindu- og døråpninger, utfresing av not og fjær i elementskjøter utføres, før elementet til slutt får slipt overflate dersom denne skal eksponeres.

### **2.1.4 Montasje**

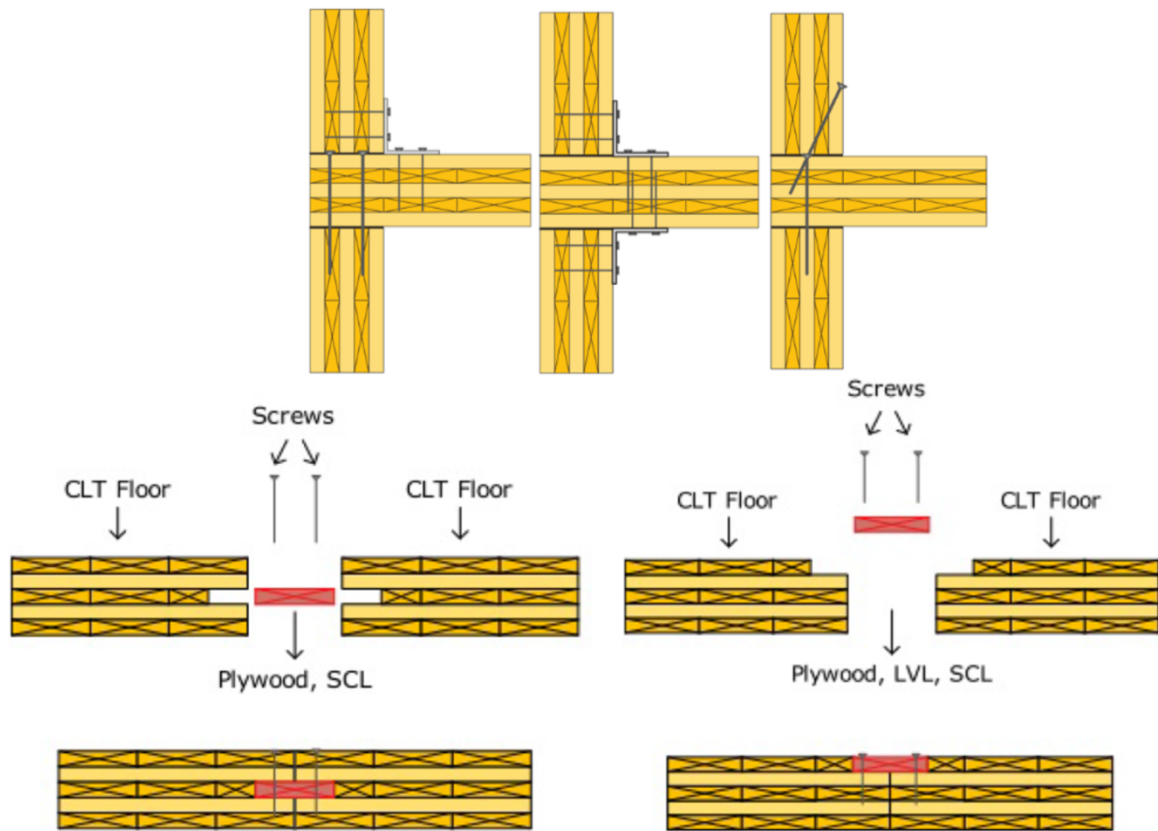
Bygninger med bæresystem av tre får vesentlig lavere vekt enn bygninger med bæresystem i for eksempel betong. Dette representerer i seg selv en rekke fordeler. Beregninger viser at belastningen på grunnen reduseres til cirka  $1/3$  i forhold til betongbygg. Spesielt gunstig er det der grunnforholdene er dårlige, hvor en kan benytte enklere og rimeligere fundamenteringsløsninger. For fleretasjes trehus bør en ha økt fokus på vind og stabilitet i bygningen (Aarstad, Glasø og Bunkholt, 2008).



*Figur 5 – Til venstre; montasje av veggelement i trappesjakt på Moholt 50|50. Til høyre; montasje av dekkeelement på Nordre Ål skole. Kilde: Veidekke Entreprenør*

Gagnon og Pirvu (2011) sammenlikner montasje av massivtre med betongelementmontasje. Siden montering av massivtre er en relativ ny prosess, er løft- og montasjeteknikken inspirert av prefabrikkerte elementer fra betongindustrien. Ideelt sett gir dette en svært tidseffektiv prosess siden elementene monteres fortløpende med selvborede skruer og stålbeslag. Under monteringen av bygget, vil elementene være eksponert for nedbør. Selv med tett tak, vil det ta tid å ferdigstille ytterveggene med isolasjon og klimaskjerm. Med treets evne til å ta opp fuktighet, vil det være fare for at eksponerte overflater vil kunne bli skjoldete og i verste fall få fuktskader. Tidligere har montasjetelt blitt brukt. Kirkebøen (2015) konkluderer i sin masteroppgave at ved rask montasje og supplerende bruk av presenninger, forårsaker ikke nedbør store problemer.

Figurene på neste side viser sammenføyningsmetoder av henholdsvis selvborede skruer og braketter, samt en kombinasjon av disse. Stålbraketter benyttes også i overgang element og fundament. I sammenføyning av elementer kan det også benyttes skjøtebord som elementskjøt.



Figur 6 – Sammenføyningsmetoder og skjøtebord i elementskjøter. Kilde: Gagnon og Pirvu, 2011



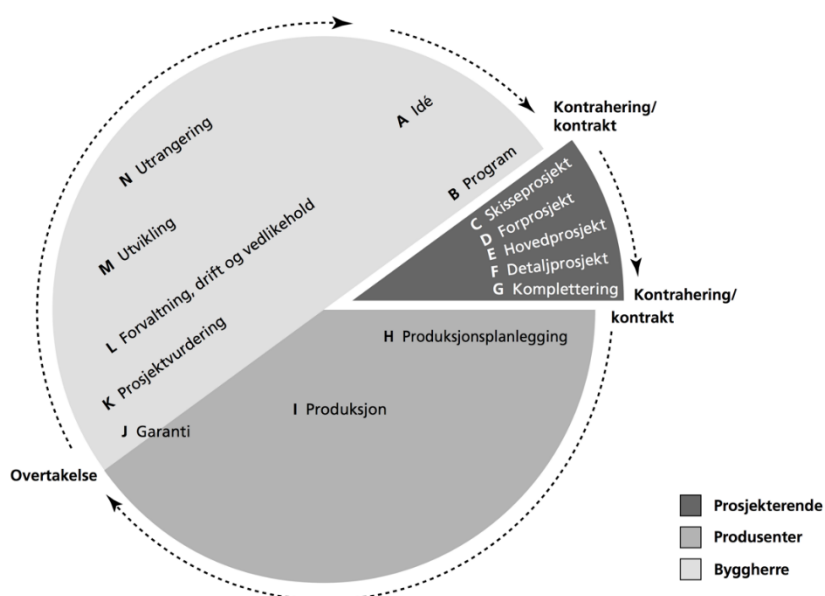
Figur 7 – Sammenføyningsmetode av veggellemer på Moholt 50|50. Kilde: Veidekke Entreprenør

## 2.2 Byggeprosessen

I dette delkapitlet vil det gis en beskrivelse av hvordan en byggeprosess normalt forløper. I tillegg vil de ulike delene av prosessen omtales kort. Med «normalt» menes det bygging med standardiserte byggemetoder, som i første kapittel ble omtalt som tradisjonelle byggemetoder. Bakgrunnen for å gjøre en slik beskrivelse er at det danner grunnlaget for mye av informasjonen som videre innhentes i intervjuene, og sammen med forrige delkapittel danner dette fundamentet i teorien. I resultatdelen av oppgaven gis opplysningene ofte i form av en sammenlikning mellom massivtre og tradisjonelle byggeprosesser, og derfor det er viktig å først få plassert hva et tradisjonelt forløp innebærer.

### 2.2.1 Delprosesser og forløp

En byggeprosess kan forstås som en «lineær prosess med klare sekvensielle aktiviteter» (Meland, 2000, s. 9). Figuren under viser typiske faser i et byggeprosjekt – fra idé til utrangering. Flere av delfasene vil finne sted parallelt, hvor spesielt delfasene A-H vil opptre som et kretsløp med koblinger mellom fasene. Men til tross for dette gir figuren et overordnet bilde av fasene i en byggeprosess.

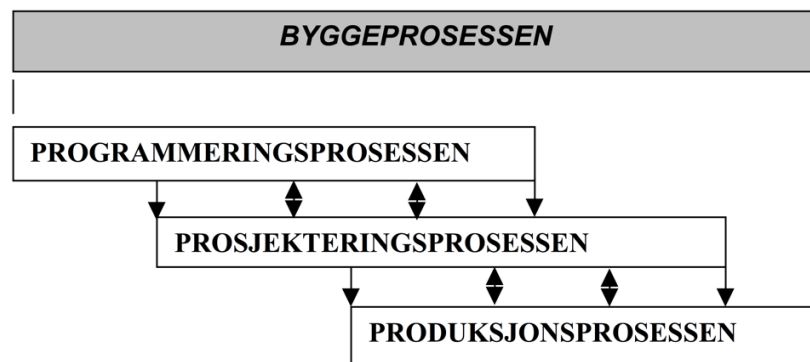


Figur 8 – Byggeprosess fra idé til utrangering. Kilde: Meland, 2000



En byggeprosess kan deles inn i ulike delprosesser, hvor hver prosess må gjennomføres på veien mot fullføring av prosjektet. Hver delprosess kan deles ytterligere inn i ulike faser, som bidrar til overordnet og helhetlig kontroll over prosjektets stadier (Eikeland, 1998). Selve byggeprosjektet kan deles inn i administrative prosesser, kjerneprosesser og offentlige prosesser. Byggeprosessen er en av kjerneprosessene i prosjektet, og defineres slik: «...de prosesser som har beskrivelse eller produksjon av det planlagte byggverk som resultat» (Eikeland, 1998, s. 26).

Delprosessene i en byggeprosess kan deles inn som følger: programmerings-, prosjekterings- og produksjonsprosesser. Figuren under viser hvordan disse fordeler seg over byggeprosessens forløp, i en bestemt rekkefølge. Figuren illustrerer også tydelig hvordan delprosessene overlapper hverandre i tid gjennom forløpet (Eikeland, 1998).



Figur 9 – Byggeprosessens kjerneprosesser. Kilde: Eikeland, 1998

Prosessene starter med en programmeringsprosess, hvor en identifiserer hvilke behov og krav bygget skal tilfredsstillere. Her blir det kartlagt krav til funksjoner, tekniske løsninger og kostnadsramme for prosjektet. I prosjekteringsprosessen blir bygget planlagt og utformet med konkrete løsninger og egenskaper for å imøtekomme kravene. Under produksjonsprosessen realiseres planene og løsningene, og bygget finner sin fysiske form (Eikeland, 1998). Som figuren viser er det med tradisjonelle byggemetoder overlapp mellom de ulike prosessene, hvor for eksempel deler av prosjekteringen gjennomføres etter at en har begynt å reise råbygget. For at prosessene skal kunne gå som planlagt, er det helt avgjørende at det foreligger et godt samspill mellom de involverte aktørene – alt fra brukere, byggherre, rådgivere, entreprenører til leverandører.

## **2.2.2 Byggeprosessen – fase for fase**

Avdelingen for offentlige anskaffelser i Direktoratet for forvaltning og ikt (Difi), har laget en standard prosessmodell og veileder som beskriver gjennomføring av en offentlig byggeprosess (Direktoratet for forvaltning og ikt, 2013). Her gis en kort beskrivelse av denne prosessmodellen, som er delt inn i fem faser: Tidligfase, Anskaffe arkitekt og rådgivere, Prosjektering, Anskaffe entreprenør, og Utførelse. Fasene er avgjørende for å utvikle og gjennomføre et byggeprosjekt. En fase kan defineres som en sekvens av prosjektutviklingen, nivået på modning av resultatet, og som en tidsperiode i en overordnet fremdriftsplan.

### **Tidligfase**

Tidligfase starter med å identifisere behov i et byggeprosjekt. Gjennom en behovsanalyse avklares det hvilke overordnede rammer prosjektet trenger. Videre må det utredes og vurderes ulike løsninger og konsepter som kan tilfredsstille behovene. Her lages en prosjektplan med kostnadsvurderinger, og dersom det foreligger energiambisjoner, bør dette avklares i tidligfasen. Det bør også gjøres en konsekvensvurdering av ulike alternativer og beregning av livssyklus kostnadene. Alt dette vil gjøre beslutningsarbeidet tydeligere, og gi et godt grunnlag for å fastsette prosjektrammen som senere gir forutsetninger for et eventuelt konkurransegrunnlag. Til slutt i tidligfasen må det tas stilling til valg av gjennomføringsmodell, og kontraktstrategi som skal bidra til riktig kompetanse og involvering frem mot anskaffelsesprosessen.

### **Anskaffe arkitekt og rådgivere**

Anskaffelse av arkitekt og rådgivere gjøres på bakgrunn av valgt konsept og gjennomføringsmodell i tidligfasen. I en totalentreprise er det entreprenøren som har ansvaret for detaljprosjekteringen, og henter dermed inn arkitekter og rådgivere. Her stilles det kompetansekrav, hvor arkitektenes og rådgivernes kompetanse og erfaring veier tungt. Hvilket betyr ofte at pris, som er et viktig aspekt, ikke alltid er avgjørende. Ved konkurranse i en samspillsentreprise kan en dialog i forkant av prosessen være avgjørende, gjerne etter en prekvalifisering. Her vil også kompetanse og erfaring veie tungt, spesielt siden prosjektet ikke er detaljplanlagt, og prosjektgrunnlaget vil endre seg gjennom samspillsfasen.

## **Prosjektering**

Grunnlaget for selve produksjonen av bygget gjøres i prosjekteringsfasen. En kan dele prosjekteringsfasen i tre steg: skisseprosjekt, forprosjekt og detaljprosjektering. I skisseprosjektet blir det utarbeidet beregninger og tegninger som danner grunnlaget for arkitektur og design. Videre skal det utvikles et forprosjekt der det jobbes med å få en fysisk struktur, hvor det tas hensyn til brukerkrav, tekniske krav, budsjetter og kvaliteter. Ved et godt utført prosjekteringsgrunnlag i forprosjektet sikrer en større effektivitet av detaljprosjekteringen, og forebygger uforutsette omprosjekteringer som automatisk er både kostbart og tidkrevende. Siste steg i denne fasen er detaljprosjekteringen, hvor flere dokumenter og planer blir utarbeidet. Dersom prosjektet skal ha en digital bygningsinformasjonsmodell (BIM), er det i denne fasen viktig å få alle de tekniske fag inn i BIM for koordinering.

## **Anskaffe entreprenør**

En anskaffelsesprosess er en omfattende prosess der det foreligger et klart lovverk. For offentlige anskaffelser over kr 100 000 eksklusiv merverdiavgift, stilles det flere krav til prosessen og det er nedsatt grunnleggende prinsipper. Men til tross for dette vil en slik prosess variere ut fra valgt entreprisform. I prosessen med å anskaffe entreprenør vil også tildelingskriteriene være sentrale. En endelig tilbudssum er ikke avgjørende – timepriser, påslagsprosjenter for tilleggsarbeider og mulige opsjoner må også vurderes. Fokuset på kvalitet, oppdragsforståelse, tidligere erfaring og hvilket nøkkelpersonell entreprenøren stiller med, må tas stilling til. Og sist, men ikke minst, kan byggetiden være avgjørende. Det kan, isolert sett for entreprenøren, være fordyrende å korte ned på byggetiden. Hvordan disse kriteriene vektas opp mot hverandre, vil være unikt for hvert enkelt prosjekt.

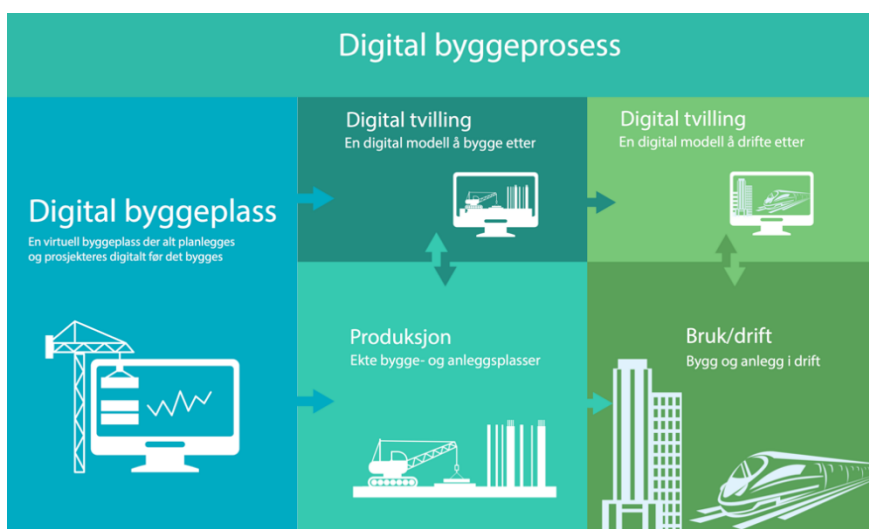
## **Utførelse**

Utførelsesfasen består av fire steg. Den første er byggeperiode, der selve byggearbeidet blir gjennomført. Dersom det er regulert i kontrakten, skal det etterpå gjennomføres prøvedrift. Videre vil det være overtakelse av bygget med befaring og signering av overtakelsesprotokoll. Det avsluttende steget er reklamasjonsperiode, der leveransene blir fulgt opp og eventuelle mangler og avvik blir avdekt. Kontrakten følges gjennom hele utførelsesfasen. Under oppfølging er det viktig å ha kontroll på eventuelle endringer – både med tanke på kostnader rundt et sluttoppgjør, men også at disse faktisk er i tråd med anskaffelsesregelverket. Et

nøyaktig og godt arbeid i tidligfasen vil tilrettelegge for god kontraktsoppfølging i denne fasen av byggeprosjektet.

### 2.2.3 Digitale byggeprosesser

Samtidig som Norge har fått sin første digitaliseringsminister, har den digitale verden innen byggebransjen åpnet seg. Dette har skjedd etter massiv satsing og økt fokus hos de ulike aktørene og byggherrene, men også fra de større entreprenørene. BIM er allerede godt kjent og velbrukt i prosjekteringsfasen. I produksjon på byggeplass blir BIM brukt i økende grad, hvor BIM-kiosker blir et mer og mer vanlig syn på byggeplass. Den digitale byggeprosessen gir gjennom bruken av BIM, en «digital tvilling» av prosjektet (Bygg21, 2019). Dette er noe alle må gjennomføre om en skal nå visjonen om en heldigital næring innen 2025 (BNL, u.å.).



Figur 10 – Den digitale byggeprosessen starter på den digitale byggeplassen. Kilde: BNL, u.å

Figuren over viser hvordan den digitale byggeplassen blir en arena for testing, simulering og analysering før produksjonsfasen starter. Gevinsten er redusert risiko i utførelsesfasen, samtidig som sannsynligheten for et vellykket prosjekt øker.

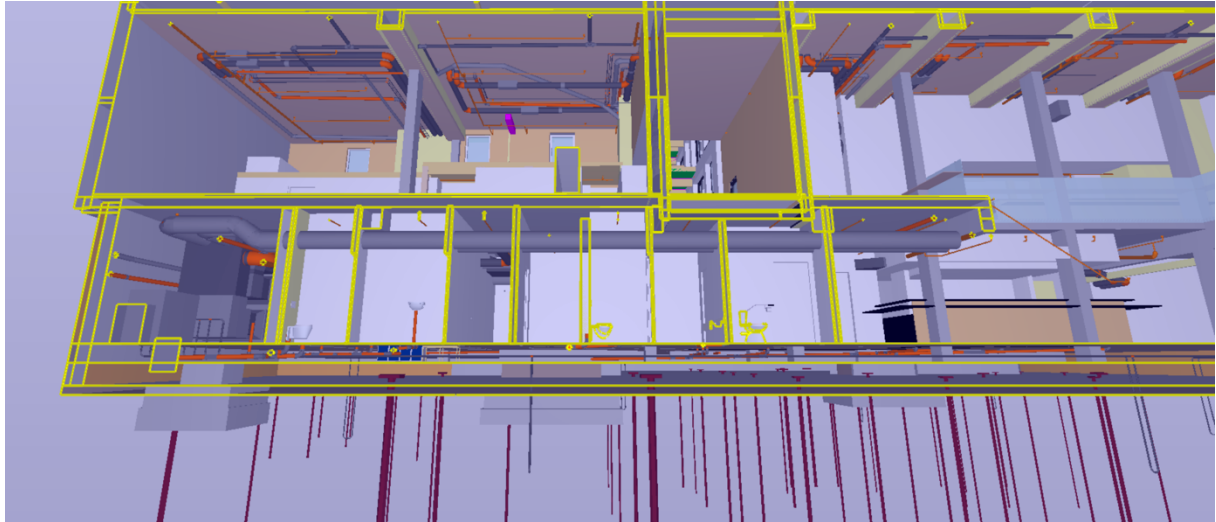
## Digital tvilling

En digital tvilling kan defineres som «en digital representasjon av bygget som skal inneholde nødvendig informasjon som dekker alle behov gjennom byggets levetid» (Bygg21, 2019). I motsetning til en ren BIM-modell, er en digital tvilling en helomfattende informasjonsplattform av bygget. Der hvor en BIM-modell er, kort sagt, kun en digital tredimensjonal versjon av tegningene, inneholder en digital tvilling langt flere opplysninger om bygget. Her skjer en samordning av informasjon slik at det kan tilgjengeliggjøres for de som trenger det, der de trenger det, når de trenger det. Den digitale tvillingen er ett sentralt verktøy for kontroll og gjennomføring av hele byggeprosessen – fra prosjekteringen og materialbestillinger, til vedlikehold, drift, og riveprosessen når bygget har kommet til enden av sin livssyklus.

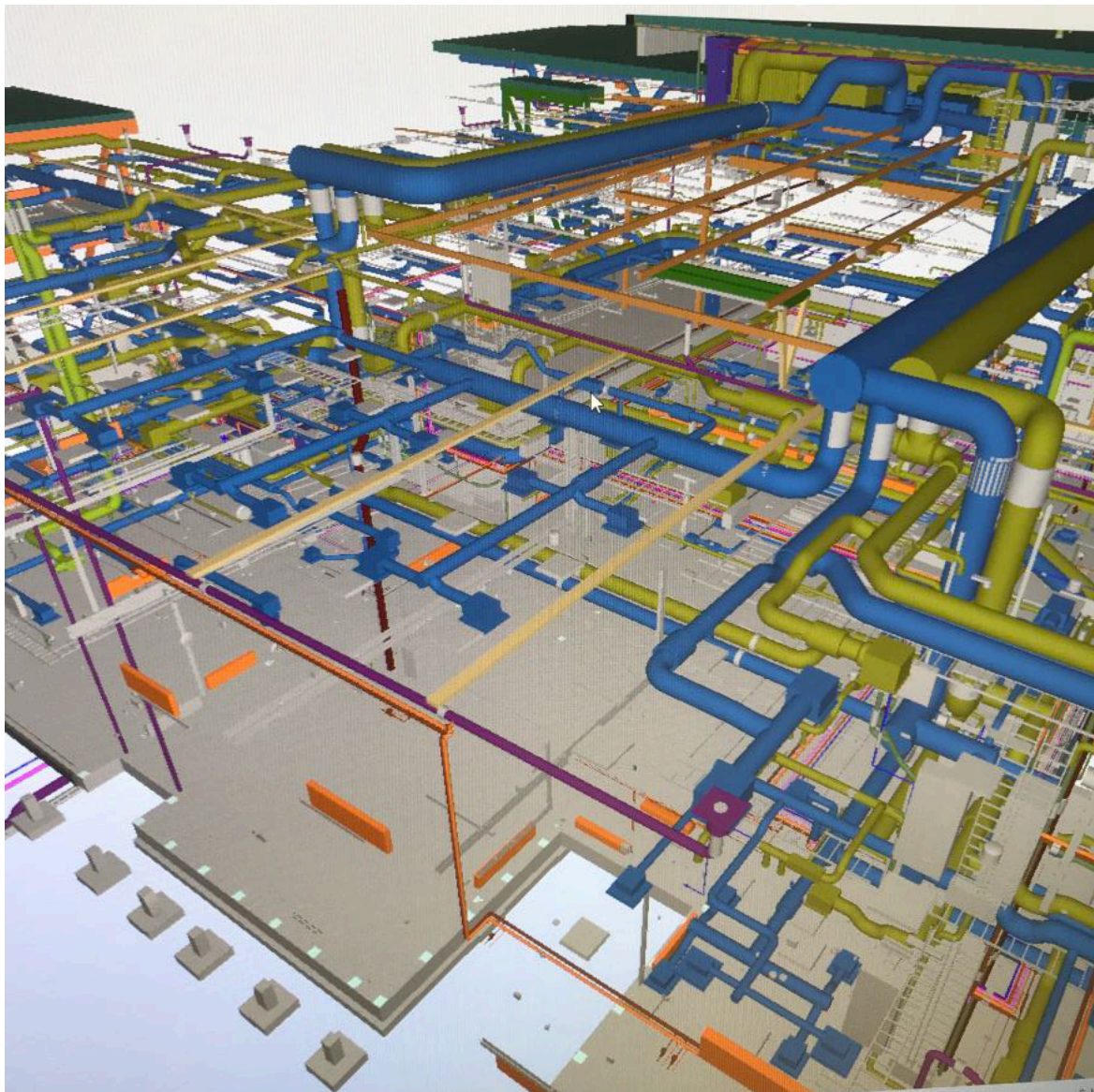
## Massivtre – BIM-koordinering i praksis

Ved bygging i massivtre stilles det store krav til godt gjennomarbeidede og nøyaktige modeller. Når bestillingen av elementer sendes til produsenten må en være sikker på at passform, gjennomføringer og utsparinger stemmer. Arkitekten står for produksjon av hovedmodellen som ofte er en Industry Foundation Classes-fil (ifc-fil). Denne modellen blir sendt videre til tekniske underentreprenører som legger sitt anlegg inn i modellen. Videre samler en BIM-koordinator informasjonen til én komplett modell – en sammenstilt modell med smc-filformat. I BIM-modellen gjøres kollisjonstester mellom de tekniske fagene, samtidig som rådgivere kontrollerer statikken etter utsparinger i bærende konstruksjoner. Dette er viktige verktøy, helt fra planleggingsstadiet; til mengdeuttak under kalkulasjonsarbeidet; kollisjonskontroller under prosjekteringen; og til slutt tolkning og måling på detaljnivå under utførelse. Prosjekter effektiviserer byggeprosessen med utstrakt bruk av BIM selv på byggeplass, og ikke minst reduserer det risikoen for feiltolkning av informasjon på arbeidstegninger, samt usikkerheten om de aktuelle tegningene er av gjeldende revisjon (buildingSMART Norge, 2017).

Figurene på neste side viser dette gjennom et utsnitt av den sammensatte modellen til Veidekke-prosjektene i Nordre gate 20-22 på Grünerløkka, og skolen i Nordre Ål.



*Figur 11 – Snitt av bygget som viser teknisk anlegg og fundamentering. Kilde: Veidekke Entreprenør*



*Figur 12 – Massivt og komplekst teknisk anlegg på Nordre Ål skole. Kilde: Veidekke Entreprenør*

## 2.2.4 Gjennomføringsmodeller – Entrepriseformer

Nesten alle prosjektene i studiens utvalg har totalentreprise som gjennomføringsmodell, og derfor gis det her en kort beskrivelse av hva dette innebærer. I tillegg vil samspillskontrakter beskrives, da dette nevnes i flere av prosjektene. I ett av prosjektene benyttes Veidekkes egne modell, HRL-modellen, som også gis en kort beskrivelse her.

Direktoratet for byggkvalitet (u.å.) deler entrepriser inn i to hovedkategorier, *totalentreprise* og *utførelsesentreprise*. En sentral forskjell mellom disse entreprisformene er hvor prosjekteringsansvaret er plassert. Men da ingen av prosjektene i vårt utvalg er utførelsesentrepriser, beskrives ikke denne formen nærmere her.

### Totalentreprise

I totalentrepriser er det entreprenøren selv som sitter med prosjekteringsansvaret. I tillegg kommer utførelsen av byggeprosjektet, noe som dermed fritar byggherren for risiko i større grad. Byggherren utvikler her en funksjonsbeskrivelse som inngår i konkurransegrunnlaget, sammen med konkurranseregler og tegninger (Difi, 2018).

### Samspillsentreprise

I «Veileder om samspillsentreprise» definerer Entreprenørforeningen følgende: «Samspillsentreprise er en samarbeidsform i et bygge- eller anleggsprosjekt som kjennetegnes ved tidlig involvering av partene, dialog, tillitt og åpenhet. Prosjektet gjennomføres under felles målsettinger og felles økonomiske interesser.» (Entreprenørforeningen, 2016, s. 4). Gjennom en slik gjennomføringsmodell vil en samspillsgruppe bestående av de viktigste prosjekterende og utførende stå sammen om prosjekteringsansvaret. Sammenliknet med en tradisjonell gjennomføringsmodell vil prosjekter i samspill ha større muligheter for besparelser, verdiskapning og optimalisering (Difi, 2018).

### HRL-modellen – Veidekke-modellen

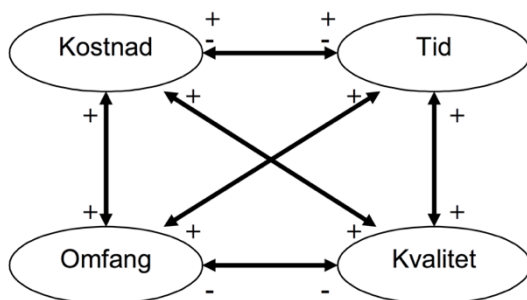
Hovedretningslinjene – HRL-modellen – er en intern samarbeidsmodell som kan bli brukt i Veidekkes egenregiprojekter – mellom Veidekke Eiendom og Veidekke Entreprenør. Selskapene sikrer dermed egeninteressen, men drar samtidig i samme retning. Resultatet blir at Veidekke ASA får hele den samlede verdiskapningen fra det aktuelle prosjektet. Hensikten med



modellen er at virksomhetene kan utrette mer sammen, minimere risiko, og trygge et godt samarbeidsmiljø med færre konflikter mellom byggherre og entreprenør (Alm og Syltern, 2014).

### 2.2.5 Kontraktstrategi – valg av entrepriseform

Som vist i det foregående delkapittelet legger entrepriseformen føringer for hvordan prosjektet blir organisert og ansvarsforholdet mellom partene. Valg av gjennomføringsmetode påvirker flere viktige faktorer. Figuren under viser de fire faktorene kostnad, tid, omfang og kvalitet, og hvordan de forholder seg til og er beroende på hverandre. Til tross for dette må byggherren avgjøre hvordan faktorene skal prioriteres i valget av entrepriseform. Siden prioritering av en faktor går på bekostning av en annen, er det viktig at byggherren vet hvilken av de som har størst betydning for at prosjektet skal oppnå fastsatte resultatmål (Lædre, 2006).



Figur 13 – De fire faktorer som er innbyrdes avhengige. Kilde: Lædre, 2006

Av figuren kan en for eksempel lese at ved å legge inn større timeverk resulterer i økte kostnader, mens en mer defensiv fremdrift kan redusere kostnadene. Gjennom en totalentreprise kommer entreprenøren tidligere inn i prosjektet enn ved de andre entrepriseformene, og kan derfor påvirke prosjektet og dets tidsbruk. Dette kan vises med parallelle gjennomføringer av prosjektering og bygging.



## 2.3 Tidligere funn i publikasjoner

I stor grad er publikasjonene og håndbøkene om massivtre beskrivende og tar for seg grunnleggende informasjon om massivtre, samt produksjons- og konstruksjonsmetoder.

I norsk sammenheng er håndboken *Bygge med massivtreelementer* fra Norsk Treteknisk Institutt (Treteknisk) den største og mest gjennomgående publikasjonen om bygging i massivtre, og har vært grunnleggende for vår introduksjon til temaet. Alle heftene i boken er over ti år gamle, med unntak av temaheftet om lyd som ble oppdatert i 2016. Formålet med håndboka er at den skal være et hjelpemiddel i planleggingen og prosjekteringen av massivtrebygg, publisert med støtte fra Innovasjon Norge. Mye av stoffet er fortsatt svært aktuelt, men på samme tid er feltet i rask utvikling noe som fordrer oppdateringer av stoffet. Den nevnte oppdateringen av Lyd-heftet viser nettopp dette.

En annen utgivelse som ble benyttet for å samle grunnleggende kunnskap, er *CLT handbook: cross-laminated timber*. Dette er en kanadisk forskningsrapport i bokform, forfattet av Sylvain Gagnon og Ciprian Pirvu, utgitt av organisasjonen FPInnovations i 2011. Boka gir en innføring i hvordan bygging med massivtre kan iverksettes og gjennomføres, som en velfungerende alternativ byggemetode.

Treteknisk har de siste årene kommet med flere rapporter hvor aspekter ved massivtre bygging undersøkes. En av disse er «85: Massivtre med integrert akustisk dempning: produktutvikling, skjærkapasitet og erfaringer fra biblioteket i nye Hadeland VGS» forfattet av Kristine Nore, Jan Arne Austnes, Geir Glasø og Jarle Aarstad, fra 2012. Men med hensyn til å skulle finne norske publikasjoner som direkte berører oppgavens tematikk, blir utvalget svært lite. Fra utenlandske kilder finnes en del fagfelleverderte forskningsartikler som berører temaet.

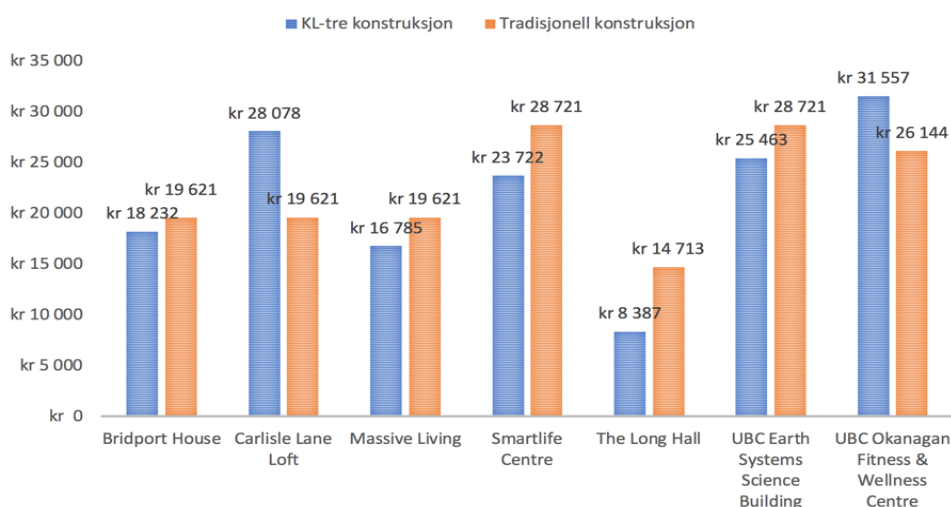
### 2.3.1 «Mass timber: evaluating construction performance»

En artikkel som fremstår som svært relevant i vår sammenheng er «Mass timber: evaluating construction performance», forfattet av Ryan E. Smith, Gentry Griffin, Talbot Rice og Benjamin Hagehofer-Daniell i 2017. Artikkelen ble publisert av tidsskriftet *Architectural Engineering and Design Management* i 2018, og presenterer en kasusstudie hvor informasjon om kostnader og fremdrift ble samlet inn for prosjekter oppført i massivtre. Disse dataene ble så sammenliknet med tilsvarende prosjekter på samme størrelse, oppført med tradisjonelle

byggemetoder uten prefabrikasjon. Prosjektene i denne studien er hentet fra flere land, med Storbritannia, USA, Canada og Østerrike representert.

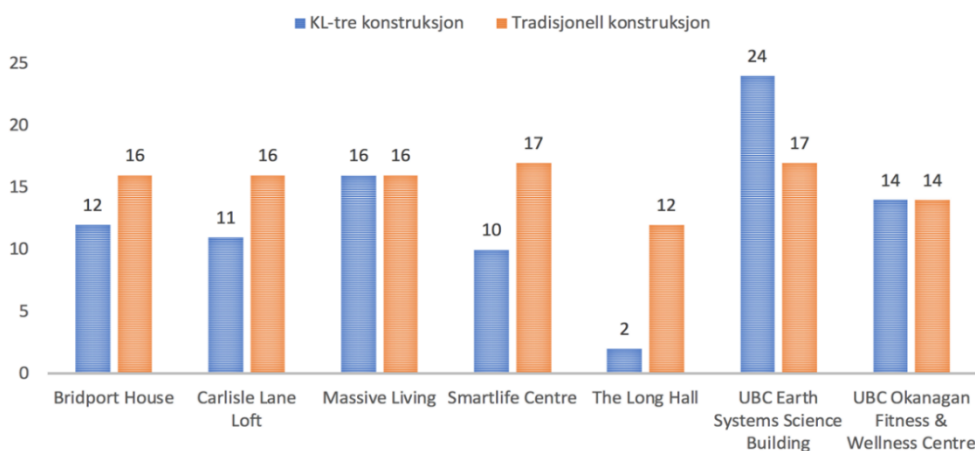
Studien viser en kvantitativ fremstilling av kostnader og tidsbruk, hvor massivtreprosjektene kom svært godt ut, med en reduksjon i byggetid på 20 prosent. Figurene nedenfor er en oversettelse av de figurene studien presenterer, hvor det er benyttet dollarkurs fra 15.januar 2019 (8,54 kroner) og 1 kvadratfot er omregnet til 0,0929 kvadratmeter.

### KOSTNAD PER KVADRATMETER



Figur 14 – Oversettelse av resultater fra "Mass timber: evaluating construction performance". Tilvirket av Audun Flaget Aasen

### BYGGETID I MÅNEDER



Figur 15 – Oversettelse av resultater fra "Mass timber: evaluating construction performance". Tilvirket av Audun Flaget Aasen

Studien innhentet også informasjon om prosjektene kvalitativt, gjennom samtaler og intervjuer med arkitekter, entreprenører og produsenter. Resultatet av dette gir en fremstilling av fordeler og ulemper ved å velge massivtre. Blant de negative aspektene var noen av funnene krevende planlegging, hvordan imøtekomme myndighetskrav, og mangel på kunnskap og erfaring både hos prosjekterende og utførende. Av de positive aspektene ble det fremhevet at montering av massivtreelementene gikk svært raskt, noe som gjorde det mulig i fleretasjesbyggene å få inn andre fag tidligere enn på et tradisjonelt bygg. Som en direkte effekt av prefabrikasjon gikk kostnaden til arbeider på byggeplassen ned. I tillegg førte byggenes lave egenvekt, sammenliknet med tradisjonelle byggemetoder, til mindre tid og kostnader knyttet til grunnarbeider og fundamentering.

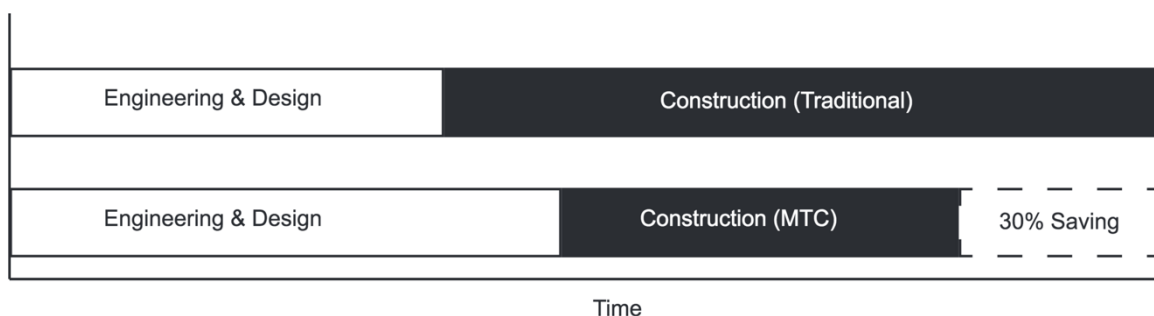
### **2.3.2 «Understanding Cost and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the “Total Cost of Project”»**

En annen relevant artikkel er «Understanding Cost and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the “Total Cost of Project”», som ble utgitt i det vitenskapelige tidsskriftet *Mass Timber Construction Journal* i 2018. Forfatterne Paul D. Kremer og Laurence Ritchie ser i denne artikkelen på forskjellen mellom kostnader og verdi for entreprenøren i byggeprosjekt der bæresystemet er av massivtre. Artikkelen fokuserer på «Total Cost of Project», og prøver å sette en faktisk verdi på de fordeler det gir å velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemetoder. Artikkelen tar utgangspunkt i et bearbeidet eksempel av et leilighetsbygg i Australia. I følgende sitat kan en lese hvilke definisjoner for kostnad og verdi forfatterne anvender: «Whilst cost is the price paid for an item or service and remains fairly constant no matter the stakeholder, value, on the other hand, is actually different depending on the stakeholder’s position in the supply chain» (Kremer og Ritchie, 2018, s. 16).

Kremer og Ritchie definerer at forskjellen mellom kostnad og verdi beror på mottakerens ståsted, når en ser på valg av én løsning fremfor en annen. De fremmer et eksempel; det kan finnes en verdi i lavere egenvekt, eller vektbesparelse – massivtre er lettere enn betong. Dette er lett å kvantifisere, og kostnadsforskjellen mellom valget av massivtre og betong tilsvarer kostnadsbesparelsen. Men, det blir med en gang mer komplisert når det skal kvantifiseres en verdi til mottakeren som ønsker å bygge på områder med dårlig grunnforhold. Med massivtre kan det bygges høyere med et mindre fotavtrykk i motsetning av et betongbygg – og i en tradisjonell kostnadsberegning er det ikke lett å sette en pris på denne verdien.

Denne studien viser at massivtreprosjekt krever mer tid i tidligfase, mens selve byggetiden er kortet ned med cirka 30 prosent. Denne reduksjonen kommer av følgende faktorer;

- Prefabrikasjon i utstrakt omfang
- Tettere oppfølging og bedre koordinering av tjenester
- Høyere nivå på detaljprosjektering
- Forenkling og reduksjon av leveranser
- Færre arbeidstakere på byggeplass
- Økt sikkerhet for arbeidstakere



Figur 16 – Prosjekters forskjeller i tidsbruk – tradisjonelle- og massivtrebæresystem. Kilde: Kremer og Ritchie, 2018

Kostnadsbesparelsen som ble oppnådd av disse faktorene kan skrives tilbake til prosjektet i form av sparte tidsrelaterte kostnader. At prosjekt i massivtre blir tvunget til å ta beslutninger tidligere enn tradisjonelle byggeprosjekt har også en verdi, men de er sjelden avskrevet direkte mot prosjektkostnadene. På bakgrunn av disse verdiene blir det, ifølge Kremer og Ritchie, et vesentlig mer komplisert regnestykke for å komme frem til den faktiske «Total Cost of Project». Forfatterne poengterer at dette er noe som burde vurderes når det sammenliknes kostnader knyttet til byggeprosjekter med bæresystem av massivtre eller tradisjonelle konstruksjoner.

## 2.4 Studentoppgaver

De siste fire-fem årene har det kommet flere masteroppgaver som har tatt for seg ulike tekniske aspekter ved massivtre og vurdering av prosjekter oppført i massivtre.

Blant disse er masteroppgavene til Thomas Finstad fra 2014 og Håvard Kirkebøen fra 2015, som i hovedsak tar for seg økonomiske analyser som sammenlikner bæresystem i massivtre opp mot bæresystem i stål og betong. Finstad (2014) gjør en kassustudie av studentboliger for Studentsamskipnaden på Ås og i Halden. Her tas byggetid opp som et av mange aspekter for å belyse problemstillingen om massivtreets totale lønnsomhet. Finstads resultater konkluderte med at det var delte meninger om massivtre gir behov for økt prosjektering, mens det var bred konsensus om at montasjen gikk raskere enn med stål og betong. Noen av intervjupersonene påpekte at rask montasje reduserte kostnadene til rigging og drift, og med det påvirket prosjektøkonomien positivt. Finstad diskuterer seg frem til at en raskere montasje og kortere byggetid vil redusere ressursbehovet for entreprenøren i prosjektet, eller at entreprenøren kan nytte disse ressursene ved å starte opp nye prosjekter tidligere. Men til forskjell fra vår studie, er resultatene til Finstad angående tidsbruk begrenset til én bygningstype, studentboliger, hvor repetisjonsgraden er høy.

I Kirkebøens studie fra 2015 tar han for seg Pentagon II studentboliger på Ås, og sammenstiller informasjon herfra med en tenkt identisk bygning oppført i stål og betong. Sitat Kirkebøen: «... hvilke konsekvenser valget av massivtre som bærende konstruksjon har for planlegging og utførelse av byggeprosessen, og hvordan det påvirker prosjektøkonomien.» (Kirkebøen, 2015, s. ii) Kirkebøen konkluderer, på lik linje med Finstad, med at å benytte massivtre som bærekonstruksjon i større bygninger gir en positiv effekt på utførelsesfasen. I den prosjektøkonomiske vurderingen viser kalkylene til Kirkebøen at massivtre har en total kostnad 1,4 prosent høyere enn stål og betong.

Gina Marie Schøien Hegles masteroppgave fra 2018 (Hegle, 2018) tar for seg hvordan valget av massivtre som bæresystem har påvirket prosjekteringen og utformingen av et utvalg undervisningsbygg. Hegle konkluderte med at spenn og fleksibilitet, samt mangelen på standardiserte løsninger med hensyn til lyd- og brannkrav, viste seg utfordrende for massivtrebygg. Med hensyn til prosjekteringen nevner hun at sen avgjørelse rundt valg av massivtre skapte utfordringer her. Hegle argumenterer for at det er mindre usikkerhet rundt valg av løsninger, dersom bygget oppføres med tradisjonelle metoder. Mens mangel på preaksepterte

løsninger i massivtreprosjekt fører til økt behov for samarbeid i prosjekteringsprosessen, og dermed en større ressursbruk.

Også fra 2018 er Torstein Østnors masteroppgave, som er en kasusstudie av Maskinparken 2 og TRE på Lilleby i Trondheim. Denne oppgaven er den første av en todelt masteroppgave i regi av Veidekke Entreprenør. Her sammenlikner Østnor massivtre og plasstøpt betong, for å vise hvilke forskjeller det er mellom byggemetodene, samt hvilke erfaringer og forbedringspotensial prosjektene har gitt. Østnor begrenser denne oppgaven til å omhandle design- og prosjekteringsfasen, og bygging av kjeller, før han til slutt sammenlikner råbyggene Maskinparken 2 og TRE. I Østnors sammendrag påpeker han at mye av kjernen i forskjellene mellom metodene ligger i mangelen på preaksepterte løsninger for massivtre. I konklusjonen sier Østnor: «CLT gav bl.a. flere ringvirkninger i form av mer prosjektering, større kostnader og raskere byggetid» (Østnor, 2018, s.84). Videre beskriver han hvordan bruk av massivtre gjorde at hver delprosess ble mer ressurskrevende, sammenliknet med betongbygget. Østnor trekker frem i konklusjonen at mangel på erfaring og kunnskap om akustikk og brann i massivtreprosjekter er hovedgrunnen til at det ble mer ressurskrevende. Dette påvirker både tidsbruken i prosjekteringen, og det økonomiske bildet i denne fasen. Videre i konklusjonen skriver Østnor at entreprenøren har mulighet til å gjøre prosjektøkonomien mer lønnsom dersom de tilegner seg den kunnskap som behøves for å montere massivtreelementene selv. En større konkurranse blant leverandørene, vil også forbedre lønnsomheten.

Den andre del av denne todelt masteroppgaven, leverte Petter Torås Halseth i januar i år. Halseth fortsetter der oppgaven til Østnor ble avsluttet – fra undersøkelser av produksjonsfasen fra oppstart av første etasje, til overlevering av byggene – samt et overordnet blick på prosjektet som helhet. Halseth konkluderer i sin oppgave at Maskinparken TRE fikk 10 prosent høyere totalcost i forhold til Maskinparken 2. Dette kom hovedsakelig av «økt omfang av tiltak som måtte gjennomføres for å tilfredsstille krav til brann og akustikk, både materialkostnader og arbeidskostnader» (Halseth, 2019, s. 101). Konklusjonen fra undersøkelsen fremmer videre at kostnadene til bæresystemet var en betydelig kostnadsdriver til prosjektet. Halseth konkluderer også med at byggetiden til Maskinparken TRE ble redusert med 25 prosent i forhold til Maskinparken 2. Utover dette mener Halseth at økt erfaring og gjentakelse av massivtreprosjekt vil kunne effektivisere byggeprosessen ytterligere og at det blir utviklet bedre løsninger i fremtiden.

## 2.5 Vårt bidrag

Det fremheves i litteraturen og forskningen at et stort pluss ved bygging i massivtre er redusert montasjetid. Samt at flere av studiene påpeker hvilke positive ringvirkninger dette gir. Men i mange av de nevnte studiene dreier det seg om prosjekter med høy grad av repetisjon, altså bygg satt sammen av like enheter. Studentoppgavene beskrevet i forrige delkapittel konsentrerer seg enten om spesifikke prosjekt eller bygningstyper, og diskuterer enkelttilfeller. De to utenlandske studiene som ble vist til, favner et bredere spekter, men belyser prosjekter som har andre forutsetninger enn de en finner ved norske myndighetskrav.

Til tross for dette vil denne studien dra mer i retning av de to utenlandske studiene, i form av at målsetningen er å se på ulike bygningstyper, som i studien til Smith *et al.* (2017). Samt fange opp tidligfasen av prosjektet, i likhet med studien til Kremer og Richie (2018). Ved å velge denne innfallsvinkelen går studien bevisst bredt ut og vektlegger dermed ikke spesifikke verdier og parametre for å besvare problemstillingen. Studien søker heller å belyse hvilke mønstre som kan spores i dagens situasjon.

For at massivtre skal kunne være et konkurransedyktig alternativ, må kunnskap og erfaringer opp i dagen. Målsetningen er at vårt bidrag i denne sammenheng skal belyse et mer sammensatt og komplett bilde på prosjekter i massivtre, som diskuterer funnene på et mer overordnet plan. For å snevre det inn konsentrerer studien seg om ressursbruken i prosjektene, hvilke erfaringer som er gjort, og hvilke aspekter som fremstår som særlig utfordrende og som krever mer forskning. Målsetningen er ikke å svare på alt rundt ressursbruk i massivtreprosjekter, men heller bidra til å skape et mer helhetlig og oversiktlig bilde av dagens situasjon.





# 3 Metode

I dette kapitlet presenteres metodevalg for studien. Videre gis det en begrunnelse for valget, samt at noen av utfordringene metodevalget medfører vil beskrives.

## 3.1 Kvalitativ eller kvantitativ metode

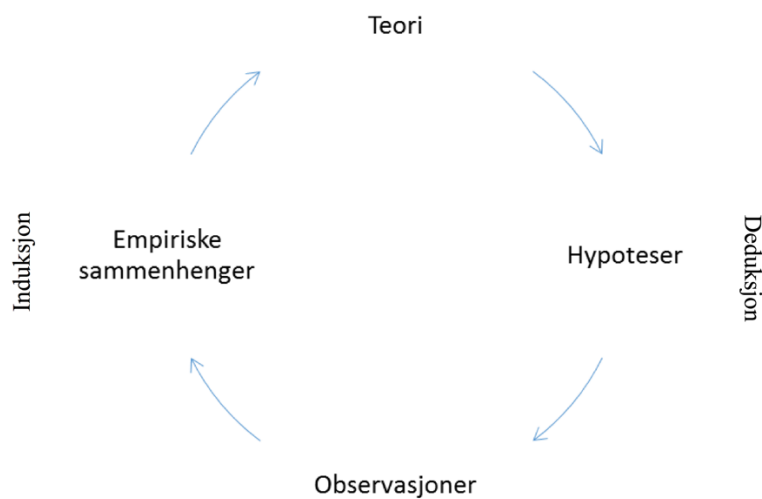
Vitenskapelig metode deles ofte inn i to former, kvalitativ og kvantitativ. Normalt sett velger en ut den ene eller den andre formen, beroende på målsetningen bak forskningsarbeidet og hvilken informasjon en ønsker å hente ut. I beskrivelsen av de to retningene vektlegges de rent praktiske forskjellene mellom dem, og hvordan valg av metode skal underbygge det en ønsker å belyse ved et aktuelt problem. Målsetningen med et bevisst og veloverveid valg av metode, er at metoden skal frembringe mest mulig relevant og pålitelig data for å besvare problemstillingen (Tjora, 2018).

Denne studien har utgangspunkt i kvalitativ metode. Valget er gjort på bakgrunn av ønsket om å belyse problemstillingen utfra førstehånds erfaringer og kunnskap fra nøkkelpersoner i prosjekter oppført med bæresystem i massivtre. Slike data er vanskelig å kvantifisere i sin helhet. De data studien søker å innhente vil være å form av tekst.

## 3.2 Vitenskapelig tilnærming

Den induktive tenkemåten tar utgangspunkt i observasjoner og finner empiriske sammenhenger, som så leder til teorier. Halvorsen (2008) skriver at en slik metode er vanskelig i praksis fordi det nesten alltid er en førforståelse til stedet. En annen tenkemåte er den deduktive, som tar utgangspunkt i teorier og hypoteser, hvor observasjoner benyttes for å etterprøve disse (Halvorsen, 2008). En tredje innfallsvinkel er den abduktive, som i likhet med den induktive, tar utgangspunkt i empirien, men aksepterer at det ligger en førforståelse til grunn. Dette gir mulighet for at de innsamlede data ikke bare benyttes for å etterprøve teorier, men kan danne grunnlaget for nye oppfatninger (Tjora, 2018).

Den sistnevnte metoden fremstår som aktuell for denne studien. Arbeidet starter med en førforståelse, tanken som utkrystalliserte seg under workshop med Kirkebøen i september 2018, om at massivtre er raskt å bygge. Arbeidet ble dermed ledet inn på sporet av hvilke data som burde hentes inn. I analysen av resultatene er det et ønske om å fremheve aspekter som kan bidra til å danne nye oppfatninger og forståelser av tematikken. Målsetningen er ikke å etterprøve om massivtre er raskt å bygge. Studien tar utgangspunkt i dette som en førforståelse, for så å forsøke og finne et mer nyansert bilde av dagens situasjon. I figuren nedenfor gjengis Vitenskapssirkelen der Wallance (1971) fremstiller induktiv og deduktiv tilnærming som en evigvarende syklus.



Figur 17 – Vitenskapssirkelen. Kilde: Wallance, 1971

### 3.3 Litteraturstudie

For å kunne skrive seg inn i et fagfelt vil et av de første stegene på veien ofte være å skaffe seg oversikt over hva som er skrevet tidligere (Dalland, 2017). I arbeidet med studien startet prosessen med brede litteratursøk. Det fremsto som hensiktsmessig å lese oss opp og finne aktuelle kilder om massivtre. Byggforsk-serien og håndbøker om massivtre fra Treteknisk tilgjengeliggjorde mye av breddekunnskapen rundt bæresystemer i massivtre. Videre har en stor del av litteraturstudiet tatt for seg byggeprosesser, og mer spesifikt massivtre og ressursbruk.

## 3.4 Kasusstudie

I en kasusstudie, også kalt case-studie, undersøkes én enhet eller et utvalg enheter. (Vi velger her å bruke det norske begrepet kasus gjennomgående.) Kasusstudie sier kun hvordan undersøkelsesenheter er avgrenset, og gir dermed ingen videre forklaring på hvilke analysemetoder som er anvendt (Tjora, 2018). I samråd med ekstern veileder fra Veidekke, er det gjort et utvalg av Veidekke-prosjekter som undersøkelsesenheter for studien. Utvalget er i stor grad gjort på bakgrunn av følgende kriterier:

- \* Varierte prosjekter. Med dette menes varierende størrelse på prosjektene, samt ulike lokasjoner og bygningstyper
- \* Tilgangen på informasjon. Her har villigheten til mulige intervjupersoner spilt en stor rolle, da innhenting av data primært vil skje gjennom intervjuer

Antall prosjekter i utvalget ble bestemt ut fra oppgavens begrensninger, med hensyn til omfang, tilgjengelig tid og ressurser for reising.

## 3.5 Fokusert intervju

I boken *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*, introduserer Tjora begrepet fokusert intervju, som en kortform av dybdeintervjuet. Gjennomføring av dybdeintervju er tidkrevende for både intervjuperson og forsker. Tjora argumenterer at dersom temaet er sterkt avgrenset og tillit mellom forsker og intervjuperson er relativt lett å etablere, burde en mer effektiv intervjuform prioriteres. Fokusert intervju har en strammere form enn dybdeintervjuet, og begrenser hvor mye tid som «kastes bort» på potensielt unødvendig informasjon. For forskeren betyr dette at mer av arbeidet ligger i forberedelsene til intervjuene, hvor en må utforme avgrensede spørsmål som styrer samtalen inn på et effektivt spor (Tjora, 2018, s. 126-130).

For denne studien er primærkilder i form av intervjupersoner den beste kilden til informasjon. Det benyttes et utvalg av prosjekter som kasus, med intervjuer av sentrale personer fra prosjektene. I tillegg er ressurspersoner uavhengig av Veidekke kontaktet, for å gi informasjonen en annen vinkling. Fokuserte intervju har blitt gjennomført av flere grunner. Intervjupersonene er travle i jobben, og vi ønsket ikke å oppta mer av deres tid enn nødvendig.

I tillegg ble det viktig å sette premisser for arbeidet som passet med våre ressurser, tilgjengelig tid og bacheloroppgavens omfang.

### **3.5.1 Intervjuguide**

Som del av forberedelsene til intervjurunden ble det laget spørsmål, som søkte å lede samtalen innenfor tematikken for studiens problemstilling. På denne måten var håpet å kunne samle informasjon som i størst mulig grad ville være relevant, samtidig som datamaterialet var håndterbart. I tillegg ble det lagt inn spørsmål som åpnet for at intervjupersonene kunne komme med opplysninger de mente var relevant i sammenhengen, men som våre spørsmål ikke berørte.

Det ble satt sammen én intervjuguide for prosjektene (Vedlegg D1), og én for hvert møte med ressurspersonene (Vedlegg D2 og D3). Hensikten var å kunne gi intervjupersonene informasjon på forhånd, slik at selve intervjuet kunne gjennomføres på en mest mulig effektiv måte. Spørsmålene i guiden ble organisert tematisk, for å gjøre både samtalen og den videre behandlingen og presentasjonen av resultatene oversiktlig. Utformingen av spørsmålene ble drøftet med både intern og ekstern veileder før utsending til intervjupersonene. Da flere av våre spørsmål var svært smale ble det lagt inn åpne avsluttende spørsmål for hvert tema hvor intervjupersonene selv kunne trekke frem aspekter de mente var viktige. Formålet var å få innsikt i aspekter ved tematikken vi ikke hadde tenkt på selv.

Spørsmålene ble utviklet i tett samarbeid med vår eksterne veileder, Håvard Kirkebøen, fra Veidekke. Hans veiledning har gitt en bredere forståelse for tematikken og grunnlag til å stille mer funderte spørsmål. Det tette samarbeidet rundt utformingen av spørsmålene til intervjuguiden ble gjort i stedet for en observasjonsstudie. En slik studie, hvor vi hadde fulgt prosjekterings- og byggemøter, ville gitt verdifull innsikt til arbeidet med spørsmålene. Men med begrensede ressurser til reise og tid til rådighet, anså vi en slik studie som urealistisk, og den tette dialogen med Kirkebøen som vel så fruktbar.

### **3.5.2 Forskningsetikk**

For enhver intervjusituasjon må forskeren være bevisst etiske hensyn, både i møtet med intervjupersonen og i etterarbeidet med opplysningene som ble gitt. I møtet med intervjupersonen må det redegjøres for hensikten med studien og på hvilken måte informasjonen som gis skal behandles og formidles. På denne måten vil det være mulig for

intervjupersonen å gi sitt samtykke til å delta på et velinformert grunnlag. I tillegg må forskeren klargjøre at informasjonen som gis kun behandles av det aktuelle studien og ikke gis videre (Halvorsen, 2008).

I denne studien deltar alle intervjupersonene enten som representanter for prosjekter eller bedrifter. For å være sikker på at vi, som studiens ansvarlige, ivaretok deres lovpålagte personvern, ble denne bacheloroppgaven meldt inn til personvernforbundet for forskning ved Norsk Senter for Forskningsdata. Her fikk vi vurdert og godkjent vår planlagte metode for datainnsamling (Vedlegg B).

I oppgaven anonymiseres intervjupersonene fra prosjektene, og her henvises det kun til stillingstittel. Dette gjøres både for å ivareta deres privatliv, men også for at det kun skal fokuseres på deres aktuelle byggeprosjekt. Til tross for slike tiltak vil det være en risiko for at noen kan bli gjenkjent, men samtidig vil ytterligere anonymiserende tiltak kunne redusere formidlingsegenskapene til resultatene. Utover prosjektene har vi hentet inn tre ressurspersoner, som alle har godkjent å stå som navngitte intervjupersoner i oppgaven.

### **3.6 Gjennomføring og videre behandling**

Her gis en punktvis fremstilling av gjennomføringen av intervjurundene:

1. Alle prosjektene og ressurspersonene ble kontaktet på telefon, og tilsendt en epost med informasjon om prosjektet, samt vår prosjektskisse.
2. Et formelt brev ble utformet og oversendt alle intervjupersoner for å invitere de med i prosessen (Vedlegg C).
3. Intervjuguiden ble så sendt ut til alle intervjupersonene, i god tid før avtalt tidspunkt for intervju.
4. Alle unntatt ett intervju ble utført ved personlig oppmøte, og det siste ble gjort over Skype. Samtlige ble gjort lydopptak av.
5. Lydopptakene ble så transkribert, hvor dette gav grunnlaget for å skrive sammendrag av intervjuene. Sammendragene ble så brukt til å utforme resultatkapitlet i oppgaven.
6. Transkribert intervju og sammendrag ble sendt intervjupersonene for godkjenning, samt mulighet for å komme med tilleggskommentarer.

## 3.7 Kildekritikk

I denne studien er primærkildene intervjupersoner, hvor formålet er å innhente deres oppfatninger og erfaringer rundt et utvalg av tema. For noen prosjekter ble det tatt initiativ fra kontaktpersonene selv å ha med flere personer i intervjuene, mens det i andre tilfeller kun var kontaktpersonen som stilte. Resultatet er at tilfanget av informasjon fra de forskjellige prosjektene varierer noe. På samme tid var alle intervjuene presset inn i kontaktpersonenes travle hverdager, hvor stressede omstendigheter eller hendelser den dagen kan ha farget intervjupersonenes utsagn og fokus. I tillegg var det variasjon i intervjupersonenes engasjement og hvilke forberedelser de hadde gjort før avtalt tidspunkt.

Gjennom intervjusituasjonene møter en på ulike typer mennesker, som har ulike erfaringer og holdninger som de tar med inn i møtet. Det samme gjelder oss som forfattere av denne oppgaven. Vi erkjenner at vi også stiller med ulike erfaringer og holdninger, samt at det er lett å la seg farge av både veiledere og intervjupersoner. På samme tid er det svært vanskelig å skulle eliminere alle faktorer som kan påvirke resultatene, fordi her går arbeidet ut på å innhente kvalitative data i form av erfaringer rundt prosjekter i massivtre.

Alle intervjuene ble i etterkant behandlet likt, med transkribering og utforming av sammendrag. Selv om både transkripsjon og sammendrag ble oversendt intervjupersonene, er det rom for feiltolkninger og misforståelser i slutningene våre. I tillegg må det som er mest relevant for studien trekkes ut, uten at viktig informasjon går tapt. Dette stiller krav til vår evne til å destillere informasjonen ned til noe som kan anvendes videre i studien. Intervjuene gav cirka 20 sider med transkribert materiale hver, noe som ble halvert i sammendragene (Vedlegg E), og ytterligere komprimert for å inngå i resultatkapitlet. Dersom tema for intervjuene var snevrere og intervjuene var færre ville råmaterialet vært redusert og gjort mer håndterbart. På samme tid kunne oppgaven ha mistet noe av bredden for å kunne besvare problemstillingen mest mulig nyansert.

### **3.7.1 Validitet og reliabilitet**

Validitet er et forskningsmessig kvalitetskrav, som dreier seg om studiens gyldighet eller relevans. Et annet kvalitetskrav er reliabilitet, som sikter til hvor pålitelig studien er og om den lar seg etterprøve (Halvorsen, 2008). For at en studie skal kunne oppnå høy reliabilitet må målingene og undersøkelsene utføres korrekt, slik at de egner seg til å belyse en vitenskapelig problemstilling.

Begge disse begrepene er utviklet for kvantitativ forskning, og er ikke alltid like overførbare til en kvalitativ metode. En måte å ta stilling til studiens validitet er å presentere resultatet for intervjupersonene (Halvorsen, 2008, s. 72). Intervjupersonene har fått oversendt det transkriberte materialet, samt sammendraget som er vår tolkning av informasjonen. På denne måten styrkes studiens validitet, gjennom at intervjupersonene her gis en mulighet til å godkjenne vår oppfatning av informasjonen som er gitt. I tillegg er vi nødt til å være oppmerksom på om de variablene studien fokuserer på, tid og økonomi, er relevante for studiens problemstilling. Samt om funnene er overførbare til andre kasus.

Med hensyn til reliabilitet er kvalitativt innhentet data noe vanskeligere å etterprøve, men en mulighet her er å stille seg kritisk til den innsamlede informasjonen og være tydelig på hvilke mulige feilkilder som er tilstede (Halvorsen, 2008, s.72). Som nevnt kan informasjonen som er gitt i intervjuene være farget av omstendigheter eller hendelser, og dermed skapt mulige feilkilder. På samme tid vil feilkildene også ligge hos oss, gjennom utformingen av spørsmålene til intervjuene, vår opptreden i intervjuene, og den videre bearbeidingen og fortolkningen av materialet.

### **3.7.2 Triangulering**

Triangulering kommer fra landmåling og navigering, og er en prosess der en finner posisjonen til et ukjent punkt ved hjelp av to kjente punkt. For å kartlegge et større område deles det opp i et nettverk av flere triangler (Grønmo, 2016, s. 67). For å finne posisjonen til et ukjent punkt, kun ved hjelp av ett punkt, ville posisjonen være mye mer usikker.

I boken, *Det kvalitative intervjuet*, skriver professor i sosiologi ved Universitetet i Agder, Anne Ryen, at triangulering er en metode for å forsikre seg om at forskeren har valide data, og at en øker tillitten til dataene. Det argumenteres for at flerbruk av metoder oppveier «skjevheter» en kan få ved kun å bruke én metode. Forskeren kan også triangulere kun ved bruk av kvalitativ

metode for å få en utvidet innsikt og bredere forståelse. Triangulering brukes da til å bekrefte data i større grad, og for å få en dypere forståelse av samme sak fra ulike synspunkt. Forskningen blir gjort mer fullstendig (Ryen, 2002, s. 194-205).

Som nevnt tar studien utgangspunkt i et utvalg kasus, Veidekke-prosjekter, hvor intervju med kontaktpersoner herfra danner primærkildene. For å oppnå trianguleringen som Ryen beskriver har det blitt hentet inn ressurspersoner, som er uavhengig av Veidekke. Ved å få flere synspunkter er målsetningen å se informasjonen fra prosjektene mer nyansert, og dermed kunne gi en mer reflektert besvarelse av studiens problemstilling.



# 4 Resultater

I de neste delkapitlene gis en kort presentasjon av ressurspersonene vi har vært i kontakt med og prosjektene i utvalget. Informasjonen i faktabladene om prosjektene er hentet fra Veidekkes egne hjemmesider eller opplyst av intervjupersonene. Videre gis et kort sammendrag av den informasjonen som ble innhentet gjennom intervjuene.

Som nevnt i kapittel 3 – Metode – er alle intervjuene gjort opptak av. Disse er så blitt transkribert, og ut fra denne transkripsjonen er det laget sammendrag. Den informasjonen som presenteres her er en ytterligere konkretisering av sammendragene.

## 4.1 Presentasjon av ressurspersoner og kasus-prosjekter

Splitkon AS er en produksjonsbedrift på Åmot i Buskerud, som jobber med salg, prosjektering og videreforedling av limtre og massivtre. Her snakket vi med forsknings- og innovasjonssjef Kristine Nore, og prosjekteringssjef Nicole Kunkel-Torgersen. Kunkel-Torgersen er diplomingeniør fra Tyskland. Nore har en doktorgrad i Bygningsfysikk fra NTNU, og har hatt en fartstid som forsker i både SINTEF Byggforsk og Norsk Treteknisk Institutt.

En annen ressursperson vi intervjuet er Odd Grøthe. Grøthe er sivilingeniør fra NTH, og jobber som rådgiver i WSP Engineering AS. Han har også eierinteresser i Woodcon AS.

Over de neste seks sidene vil vi presentere prosjektene som vi har anvendt som kasus i vår studie. Nederst i hver tabell gis en oversikt over hvilke roller som har vært intervjuet, og dermed står som kilder fra hvert prosjekt.

## Moholt 50|50



Figur 18 – Kilde: Veidekke Entreprenør

<b>Type prosjekt</b>	Anlegg for studentskipnaden i Trondheim. 632 studentboliger, diverse næringslokaler, barnehage, parkeringsanlegg og bibliotek
<b>Plassering</b>	Trondheim, Moholt
<b>Byggherre</b>	Studentskipnaden i Trondheim, Ålesund og Gjøvik
<b>Entreprenør</b>	Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Vest, Storbyregion Trondheim
<b>Arkitekt</b>	MDH Arkitekter AS
<b>Entrepriseform og kontraktstype</b>	Totalentreprise med samspillsfase
<b>Kontraktssum</b>	495 MNOK ekskl. mva.
<b>Miljøkrav/-klassifisering</b>	Passivhusstandard
<b>Bæresystem</b>	Massivtre, med kjeller og 1.etasje i betong
<b>Areal</b>	Ca. 23.000 m <sup>2</sup>
<b>Etasjer</b>	9
<b>Risikoklasse</b>	Risikoklasse varierer fra 2 til 5 etter bruken av arealet.
<b>Brannklasse</b>	Studenttårnene har brannklasse 3, barnehagen har brannklasse 2
<b>Dato for ferdigstillelse</b>	Desember 2016
<b>Intervjupersoner</b>	Prosjektleder

## Maskinparken TRE



Figur 19 – Kilde: Veidekke Entreprenør

<b>Prosjekt</b>	Boligblokk for det kommersielle markedet, 47 leiligheter. Tvillingblokk med Maskinparken 2, som er oppført i stål og betong
<b>Plassering</b>	Lade i Trondheim
<b>Byggherre</b>	Lilleby Eiendom
<b>Entreprenør</b>	Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Vest, Storbyregion Trondheim
<b>Arkitekt</b>	HUS Arkitekter AS
<b>Entrepriseform</b>	Totalentreprise, gjennomføringsmodell HRL
<b>Kontraktssum</b>	83 MNOK ekskl. mva.
<b>Miljøkrav/-klassifisering</b>	Passivhusstandard
<b>Bæresystem</b>	Bæresystem i massivtre
<b>Areal</b>	4 200 m <sup>2</sup>
<b>Etasjer</b>	8
<b>Risikoklasse</b>	Risikoklasse 4
<b>Brannklasse</b>	Brannklasse 3
<b>Dato for ferdigstillelse</b>	Uke 51 2018
<b>Intervjupersoner</b>	Prosjektleder

## Nordre Ål skole



Figur 20 – Kilde: Veidekke Entreprenør

<b>Prosjekt</b>	Skole, syv trinn. Ca. 600 elever
<b>Plassering</b>	Gamle Kringsjøvegen 54 i Lillehammer
<b>Byggherre</b>	Lillehammer kommune eiendom
<b>Entreprenør</b>	Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Øst, Indre Østland
<b>Arkitekt</b>	Arkitektene Vis-a-vis AS fra Trondheim
<b>Entrepriseform og kontraktstype</b>	Totalentreprise med samspillsfase og målpris
<b>Kontraktssum</b>	260 MNOK ekskl. mva.
<b>Miljøkrav/-klassifisering</b>	Passivhus-standard, følger TEK10
<b>Bæresystem</b>	Massivtre
<b>Areal</b>	Ca. 8 400 m <sup>2</sup>
<b>Etasjer</b>	3 etasjer pluss teknisk rom på taket
<b>Risikoklasse</b>	Risikoklasse 3, vanlig for en skole
<b>Brannklasse</b>	Brannklasse 2 for hele bygningsmassen
<b>Dato for ferdigstillelse</b>	Juni 2020
<b>Intervjupersoner</b>	Prosjektleder, prosjekteringsleder og anleggsleder



## Nordre Gate 20-22, Grünerløkka



Figur 21 – Kilde: Veidekke Entreprenør

<b>Prosjekt</b>	38 leiligheter, og næring i første etasje
<b>Plassering</b>	Nordre gate, Grünerløkka, Oslo
<b>Byggherre</b>	Infill AS/ Aspelin Ramm Eiendom
<b>Entreprenør</b>	Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Oslo
<b>Arkitekt</b>	Alliance arkitekter AS
<b>Entrepriseform og kontraktstype</b>	Totalentreprise med samspillsfase
<b>Kontraktssum</b>	125 MNOK ekskl. mva.
<b>Miljøkrav/-klassifisering</b>	7 geobrønner, som gir energiklasse A, lavenergiboliger og gråvanns-gjenvinner
<b>Bæresystem</b>	Kjeller i vanntett betong på grunn av grunnvannsstanden. Betong i dekket over næring på grunn av lyd og forskjellige brannklasser. Fire etasjer med bolig over næringen og seks etasjer i bak-bygget der det kun er bolig – dette i massivtre.
<b>Areal</b>	4 000 m <sup>2</sup>
<b>Etasjer</b>	To bygg med seks etasjer i hver
<b>Risikoklasse</b>	Leiligheter i klasse 4, bodene i klasse 2, og næring i klasse 5
<b>Brannklasse</b>	Brannklasse 3
<b>Dato for ferdigstillelse</b>	September 2019
<b>Intervjupersoner</b>	Prosjektleder

## SiO Kringsjå



Figur 22 – Kilde: Veidekke Entreprenør

<b>Prosjekt</b>	Studentboliger, 82 stykk, for studerende familier, voksne og et barn
<b>Plassering</b>	Kringsjå i Oslo
<b>Byggherre</b>	Studentskipnaden i Oslo
<b>Entreprenør</b>	Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Øst, Seby
<b>Arkitekt</b>	LMS arkitektur
<b>Entrepriseform</b>	Totalentreprise
<b>Kontraktssum</b>	186 MNOK inkl. mva.
<b>Miljøkrav/-klassifisering</b>	Energimerke grønn A, Passivhus og plusshus, inngår i Futurebuilt-programmet, Enova-støttet, 16 x 300 meter geobrønner og eksport av overskuddsvarme til studentbyen for øvrig. Innovative solcelleanlegg.
<b>Bæresystem</b>	Alt over bakkenivå er massivtre, kjeller er betong
<b>Areal</b>	5 900 m <sup>2</sup>
<b>Etasjer</b>	3 og 4 etasjer
<b>Risikoklasse</b>	Risikoklasse 4 og 2
<b>Brannklasse</b>	Brannklasse 2
<b>Dato for ferdigstillelse</b>	Overlevering november 2019
<b>Intervjupersoner</b>	Assisterende prosjekteringsleder, anleggsleder og byggherrerepresentant

## Flå barnehage



Figur 23 – Kilde: Veidekke Entreprenør

<b>Prosjekt</b>	Barnehage, tilbygg og rehabilitering av eksisterende bygg
<b>Plassering</b>	Flå
<b>Byggherre</b>	Flå kommune
<b>Entreprenør</b>	Veidekke Entreprenør AS – Forretningsområde Øst, Buskerud
<b>Arkitekt</b>	HR Prosjekt
<b>Entrepriseform</b>	Totalentreprise
<b>Kontraktssum</b>	21,2 MNOK ekskl. mva., hvorav nybygget utgjorde 19,1 MNOK ekskl. mva.
<b>Miljøkrav/-klassifisering</b>	TEK10, miljøklasse B
<b>Bæresystem</b>	Nybygg i massivtre
<b>Areal</b>	550 m <sup>2</sup>
<b>Etasjer</b>	1
<b>Risikoklasse</b>	Risikoklasse 3
<b>Brannklasse</b>	Brannklasse 1
<b>Dato for ferdigstillelse</b>	Nybygg i massivtre ferdig påsken 2018
<b>Intervjupersoner</b>	Prosjektleder og anleggsleder

## **4.2 Informasjon fra intervjuer**

### **4.2.1 Valg av massivtre**

#### **Moholt 50|50**

Byggherren stod for valget av massivtre, hvor hovedmotivet var miljø og et bidrag til reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp, samt miljøprofil i studentkretser. Men dersom massivtre ikke hadde landet innenfor budsjetttrammene, ville et annet bæresystem blitt valgt. I tillegg til miljøhensyn ble det tatt i betraktning at bæresystem i massivtre er gunstig for studentboliger, på grunn av repetisjonen, korte spenn og reduserte lydkrav. Det ble ikke regnet på en alternativ byggemetode, da beslutningen om massivtre ble fattet tidlig.

#### **Maskinparken TRE**

Veidekke Eiendom hadde et ønske om massivtre, samtidig som boligprosjektet skulle selges med en miljøprofil som en grønn bydel. Dette var Veidekkes første prosjekt som gav muligheten for å sette opp to like bygg: ett i massivtre og ett i stål og betong. Målet var at boligblokken i massivtre skulle ende opp med samme kosten som i stål og betong, med redusert CO<sub>2</sub>-utslipp som miljøgevinst. For Veidekke ble dette et læringsprosjekt for å innhente kunnskap om boligblokk i massivtre. Utformingen ble tilpasset massivtre, uten noen kompleks bæring med lange spenn.

#### **Nordre Ål skole**

Massivtre ble valgt på grunn av byggherrens tidligere erfaringer, samt et ønske om å bruke mest mulig tre for å oppnå 40 prosent klimagassreduksjon (sammenliknet med referansebygg). Odd Grøthe var med på å utarbeide konseptet, slik at bygget er utviklet som massivtrebygg og ikke betongbygg. Skolens kompliserte romprogram og ønske om fleksibilitet går til dels på bekostning av materialvalget. Til å være et massivtrebygg er andelen limtre stor, dette for å kunne oppnå lange spenn. I tillegg kan veggene i liten grad endres, uten å gjøre andre konstruktive tiltak.



## **Nordre gate, Grünerløkka**

Massivtre ble valgt av byggherren på bakgrunn av ønske om miljøprofil på bygget, noe som veide tyngre enn å få satt opp et billigere bygg i stål og betong. Bygget ble opprinnelig tegnet som betongbygg, og derfor er flere av løsningene ikke optimalisert for massivtre. For Veidekkes avdeling i Oslo ble dette et prosjekt for læring.

## **SiO, Kringsjå**

Massivtre ble valgt av byggherren på grunn av miljøbetraktninger og raskere montasje av råbygget. Prosjektet er med som forbildeprosjekt i FutureBuilt. Zero Emission Neighborhood (ZEN) er ambisjonen, hvor byggets solceller og energibrønner skal forsyne studentbyen på Kringsjå. Her skal massivtreet i stor grad holdes synlig i hyblene, noe som har både fordeler og ulemper. Fordelen er at hyblene får et lunere uttrykk, men på samme tid ble det påpekt at massivtre er noe ugunstig i studentleiligheter på grunn av slitasjen. I tillegg til miljøbetraktninger er massivtreets lave egenvekt i forhold til betong, fordelaktig her med hensyn til de dårlige grunnforholdene på tomten.

## **Flå barnehage**

Byggherren stod for valget og bygget ble planlagt helt fra starten av med massivtre som bæresystem. Odd Grøthe fra Woodcon/WSP var på seminar i Flå kommune, hvor «massivtre-frøet» ble sådd og ordføreren Tor Egil Buøen ble engasjert i å bruke massivtre. I tillegg gav rask montasje av råbygget mulighet for en fremskyndet fremdriftsplan. Etter at bygget ble tatt i bruk kom det tilbakemeldinger fra brukerne av bygget, som beskrev at massivtreet gav et godt inneklima med lune rom.

## **Kristine Nore og Nicole Kunkel-Torgersen, Splitkon**

Miljømessige betraktninger er salgsveien. Folk begynner å forstå ressursen som ligger i trevirke. Men løsningene må være kostnadseffektive for å bli valgt fremfor andre. Per nå er massivtre anslagsvis 5-15 prosent dyrere, selv om mange sier fire-fem prosent. En viktig drivkraft ligger i miljøfokus både i media og politisk, samt mulighet for å hente ut ressurser fra norske skoger. Et annet aspekt er levetiden, da massivtre kan demonteres og brukes om igjen. Per nå settes levetiden for massivtrebygg til 60 år. Det blir CO<sub>2</sub>-nøytralt etter cirka 30 år, noe som henger sammen med skogproduksjon og gjenvekst.

## **Odd Grøthe, WSP**

Ved valg av massivtre er det miljøprofilen som er drivkraften, enten som krav til BREAAAM eller krav til redusert CO<sub>2</sub>-avtrykk. Det mest utslagsgivende er krav om å redusere CO<sub>2</sub>-avtrykket med 50 prosent. Dette kommer av at med lavkarbon-betong er det mulig med en reduksjon på inntil 40 prosent. Økes kravet over dette, må det bygges i tre. Positiv innvirkning på inneklime er også en gunstig faktor ved massivtre, men i mange tilfeller kles trevirke inn på grunn av brannkrav.

## **4.2.2 Anbudsprosessen**

### **Moholt 50|50**

For prosjektet ble samarbeidet med Woodcon avgjørende, da det reduserte den økonomiske risikoen og forenklet risikobildet. Woodcons kompetanse gav en trygghet til prosjektet gjennom deres prosjektering og utvikling av prosjektet, samt kontakt med fabrikken i Østerrike. På grunn av samarbeidet med Woodcon ble ikke prosessen mer ressurskrevende, sammenliknet med tradisjonelt bygg.

### **Maskinparken TRE**

Her var det ingen tradisjonell anbudsrunde, som kan sammenliknes med de andre prosjektene i studien. Prosjektet var et samarbeid mellom Veidekke Eiendom og Veidekke Entreprenør, gjennom HRL-modellen. Etter en skisseprosess ble det innledet en målpris-fase hvor begge parter samarbeidet for å finne den beste løsningen. Prosjektet kunne så optimaliseres ved å finne velfungerende og lønnsomme løsninger, for å komme i mål med riktig pris for både salg og bygging.

### **Nordre Ål skole**

Anbudsprosessen var noe utradisjonell, prisen utgjorde om lag 20 prosent, og erfaring, arkitekter og planleggere utgjorde resten. Her var det avgjørende at mye var bestemt i forkant, hvor eksempelvis lyd og brann var viktige kvaliteter som måtte inngå. Det ble påpekt at anbudsprosessen ble mer krevende fordi dette var et nytt felt for avdelingen, og det ble søkt noe hjelp og råd gjennom Veidekkes andre avdelinger. I tillegg bidro liten tilgang på erfaringstall og standardiserte løsninger til at prosessen ble mer krevende enn ved tradisjonelle byggemetoder.

### **Nordre gate, Grünerløkka**

Anbudsregningen ble mer krevende fordi det var mer priser som måtte hentes inn, og mindre erfaringstall å bruke, slik at det ble satt inn mer ressurser. I tillegg ble det søkt råd fra andre avdelinger innen Veidekke og det ble delt erfaringer. Prosessen ble mer krevende på grunn av brann- og lydkrav, samt mangelen på preaksepterte løsninger. Samspillfasen gjorde det mulig

å finne alternative løsninger for massivtreet, som kunne fremme funksjonalitet og lønnsomhet. Massivtreet ble videre kalkulert av WSP.

### **SiO, Kringsjø**

Her var prisen viktig, men også oppgaveforståelsen og kjennskap til produktet. Seby har Veidekke i ryggen, i tillegg til at SiO har gode erfaringer med Seby fra tidligere. Risikobildet i prosjektet var større på grunn av flere ukjente faktorer, sammenliknet med et tradisjonelt bygg. I tillegg førte korte frister til at det ble satt inn mer ressurser for å komme i mål med anbudet.

### **Flå barnehage**

Det ble vurdert tradisjonelt bæresystem for barnehagen, som ville gitt et annet kostnadsbilde, men det var uaktuelt for byggherren. Her ble det innhentet hjelp fra andre avdelinger, hvor blant annet Håvard Kirkebøen fra avdelingen i Drammen bistod arbeidet for å finne gode løsninger. Det ble påpekt at det er lite konkurranse fra leverandører, og samarbeid med Woodcon ble inngått. De leverte full pakke – både levering og montering. Men da massivtreet leveres fra Østerrike, gav endringene i valutakursen på Euro større risiko i prosjektet.

### 4.2.3 Prosjektering

#### **Moholt 50|50**

Detaljprosjekteringen måtte foreligge før produksjonen i Østerrike ble satt i gang, noe som industrialiserte prosessen mer, fordi prosjektering og produksjon ikke kan gå parallelt. Det at prosjekteringen kan ta lengre tid, hentes inn igjen av kortere montasjetid. Her ble BIM benyttet fullt ut, hvilket gav en komplett BIM-modell, med alle fag innlemmet på én plattform. Mye av suksessen i prosjektet lå i 40 like etasjer fordelt på hybelbyggene, noe som gjorde det hele ressursbesparende, hvor utformingen ble låst tidlig. Prosjektleder mente ressursbildet ville være likt dersom det ble bygd i stål og hulldekker, men at bruken av massivtre gjorde at prosjekteringen måtte starte tidligere. Den største utfordringen i prosjektet var barnehagen, som i sin helhet ble omprosjektert for å optimaliseres for massivtre og dermed oppnådde bedre lønnsomhet.

#### **Maskinparken TRE**

Hektisk detaljprosjektering på seks måneder, grunnet to bygg (Maskinparken 2 og TRE) som skulle prosjekteres parallelt. Detaljeringsgraden medførte behov for en mer utstrakt bruk av BIM i prosjektet. Sammenliknet med Maskinparken 2, tok detaljprosjekteringen vesentlig lengre tid og kostnaden ble dobbelt så stor. Fordi det ikke finnes preaksepterte løsninger, ble rådgivere en større kostnad, spesielt for brann og lyd – nettopp på grunn av nybrottsarbeidet med boligblokk i massivtre. Bæresystemet er gipset inn, samt at bygget er full-sprinklet, på grunn av strenge myndighetskrav i Norge, sammenliknet med Sverige. For å imøtekomme kravene måtte det brukes store mengder branngips, som først ble klart gjennom detaljprosjekteringen av bygget.

Normalt settes tre måneder av til detaljprosjekteringen, hvorav den ene måneden inngår i byggetiden. For massivtre burde en starte fire måneder før, på grunn av leveransen av massivtreet som et kritisk punkt i prosessen og produksjonen foregår før montasjen. Her hadde Woodcon et krav om at underlaget måtte være klart åtte uker før første leveranse av elementer. Dette betydde at en må starte ytterligere to måneder tidligere, hvilket totalt sett gjør at en tilnærmet gikk i null når en sammenliknet massivtre og tradisjonelt bygg på total tid. Fasen etter monteringen hadde her forbedringspotensial med hensyn til tidsbruk, hvor én måned kunne vært hentet inn. På sikt vil erfaringer med prosjektering og gjentakelseeffekten trolig kunne gi

en forskjell på én til to måneder mellom de to byggesystemene. To måneder betyr mye med hensyn til finanskostnader for utbyggeren, i tillegg har lønns- og prisstigning mye å si for entreprenøren.

### **Nordre Ål skole**

Prosjektet har helt klart en større tidsbruk/kostnad i prosjekteringen, noe som resulterte i en periode med mye trykk, men det er vanskelig å anslå hvor mye dette skiller fra et tradisjonelt bygg. Grunnen til dette var behovet for å detaljere utsparinger og dimensjoneringen av elementene, samt liten tilgang på standardiserte løsninger. I tillegg har prosjektet en mer utstrakt bruk av BIM, som har vært tidkrevende, men trolig ikke gitt en merkostnad, sammenliknet med andre prosjekter som benytter BIM. Dato for byggestart var uavhengig bæresystem, men med tradisjonelt bygg ville prosjekteringen vært mer komfortabel og mer rett frem. En utfordring i prosjektet var god nok kommunikasjon og koordinering mellom svært mange forskjellige rådgivere. I tillegg er dette et stort og komplisert bygg, med mye tekniske installasjoner.

### **Nordre gate, Grünerløkka**

Her ble det brukt mer tid til prosjektering, på grunn av få repetisjoner, og svært mange forskjellige løsninger som måtte detaljprosjekteres. Mange fag skal møtes i modellene, og prosessen ble noe krevende. Men på samme tid er bruken av BIM godt innarbeidet i avdelingen, slik at dette ikke krevde mer ressurser enn normalt. Her ble det påpekt at BIM gjør alt svært nøyaktig, men så monteres det med gitte toleranser. Det er lett og tro at alt er strømlinje-formet, men i praksis er det ikke like perfekt. Et problem med massivtre er feil i produksjon, som blir ressurskrevende å rette opp i under montasjen.

Forståelse fra alle aktører om at planløsninger og høyder blir låst veldig tidlig, ble noe utfordrende. I tillegg ble dimensjonene på massivtreet justert ned oppover i etasjene, som utfra klimaperspektivet gir mening. Men med så høy detaljeringsgrad lagde dette trolig mer trøbbel enn hva det ville kostet å ha samme dimensjoner over hele. Det ble poengtert at det burde standardiseres der det standardiseres kan. Møtet med omkringliggende bygg er utfordrende ved infill-prosjekter, og derfor er det kanskje ikke det mest optimale å bruke massivtre nettopp her. Brann oppleves som håndterbart med gips som legges utenpå konstruksjonene. Lyd, derimot, ble en større utfordring på grunn av lite erfaringer.

## **SiO, Kringsjø**

Sammenliknet med tradisjonelt bæresystem, måtte det her brukes mer ressurser fordi tidsperspektivet er det samme uansett bæresystem og detaljprosjekteringen var særs kompleks. Tett samarbeid med byggherren og utstrakt bruk av BIM, har hjulpet prosessen. Med hensyn til at mye av massivtreet skal være synlig her, ble løsningene for tekniske føringer svært viktige å få på plass, noe som har vært krevende. Det ble påpekt at lydkravene var utfordrende, og konstruksjonen måtte tilføres mer vekt. For dekkeløsningen ble det her planlagt 80 millimeter pukk, 20 millimeter trinnlydsplater og 40 millimeter gulvsparkel, slik at alle gulv er bygd opp med 14 centimeter. Her planlegges alle tekniske føringer å legges i laget med pukk, noe som var krevende under prosjekteringen. Et annet alternativ ville vært å bruke betong, men det ville gitt et større CO<sub>2</sub>-avtrykk og medført en større kostnad.

## **Flå barnehage**

Prosjekteringen ville nok hatt samme utstrekning i tid, som med et tradisjonelt bæresystem, men massivtre gjorde det mer intensivt. Utfordring var at prosjekteringen måtte være ferdig tidlig, med alt av føringsveier og utsparinger, samt kollisjonstester, før massivtreet kunne settes i bestilling. I tillegg ble detaljprosjekteringen av knutepunktene utfordrende. Dette gav en intensiv prosjektering, noe de tekniske fag kanskje ikke var helt forberedt på. BIM ble brukt fullt ut, slik at alle fagene ble samkjørt med modellen til Woodcon. Her ble det lagt ned en del ekstra timer for å samkjøre arbeidet med rørlegger, som fra tidligere er mer vant til at detaljene løses etter hvert.

## **Kristine Nore og Nicole Kunkel-Torgersen, Splitkon**

Prosjekter som utvikles for andre systemer og oversettes til massivtre blir ofte utfordrende. Mangel på kunnskap og standardverk er problemet, noe som trolig fører til større tidsbruk i prosjekteringen. På samme tid er det en utfordring å trekke inn andre fag, særlig lyd og brann. På bakgrunn av dårlige samvirkelsesløsninger er informasjonen som branningeniører kommer med svært forskjellig.

Løftedetaljer burde utvikles mer og standardiseres, hvilket vil gjøre det mer kostnadseffektivt. For å redusere tidsbruken i prosjekteringen trengs standarder og rutiner på den ene siden. På den andre siden trengs bedre beregningsprogrammer, bedre forståelse og ytterligere grensesnitt. Det finnes nøkkelen som sier: det koster 1 krone å rette opp feil i en digital modell, rettes det

opp i produksjonen koster det 10 kroner og rettes feilen på byggeplass koster det 100 kroner. Desto mer planlegging som gjennomføres i tidligfase, desto billigere og bedre blir det.

### **Odd Grøthe, WSP**

Sitat Grøthe: «Suksesskriteriet er større innsats i tidligfase, skal gi en raskere produksjon og mindre feil på byggeplass i produksjonsfase.»

Større ressurser må settes inn i de tidligere fasene av prosjektet. Til sammenlikning: ved bygging i betong, stål og hulldekker prosjekteres først fundamentet og bæresystem. Etter at råbygget er reist, prosjekteres vegger, vinduer, kledninger, osv., samt tekniske anlegg. Men ved bygging i massivtre må alt dette være ferdig prosjektert før systemet for råbygget kan settes i produksjon. Prosjekteringen av bygg i massivtre går i all hovedsak ut på global stabilitet og avstivende skiver. Hvor alle veggskiver benyttes som avstivere og dermed reduserer lastene på enkeltpunkter. Massivtre gir lettere konstruksjoner som påvirkes av vind i større grad, noe som gir strekk i bunn. Konstruksjonene må derfor forankres med strekk-peler, eller fundamentet og kjeller i betong. Dimensjonering av dekker er utfordrende fordi det ikke finnes veiledere i Norge som ivaretar massivtreets egenskap med hensyn til sideveis stivhet.

Prosjekteringen er ofte utfordrende, på grunn av samprosjektering med lyd og brann, sammenliknet med andre byggemetoder. Vanligvis prosjekteres de tekniske fagene underveis i byggingen, mens med massivtre må dette være ferdig før produksjon fordi utsparingene tas på fabrikk. Problemet er ofte at de tekniske fagene ikke er nøye nok. De opererer kanskje med 96 prosent nøyaktighet, og tenker at de siste fire prosentene kan justeres på byggeplassen, men slik er det ikke. Det er helt klart positivt at massivtre er mer nøyaktig, men kanskje noe uheldig i møtet med fag som ikke er det.



## 4.2.4 Utførelse

### Moholt 50|50

Det var opprinnelig satt av fem uker til montasje per hybelbygg, men optimalisering reduserte dette til tre uker. Dersom et prosjekt er optimalisert for stål og hulldekker, vil det kunne bygges omtrent like raskt. Her bruker prosjektlederen Voll studentby som eksempel, hvor byggetiden ble redusert med 20 prosent ved optimalisering for stål og hulldekker. Woodcon stod for montasjen av massivtre, da Veidekke anså sin kompetanse til å være for begrenset til å utføre dette selv.

Tidsgevinsten ved montasjen ligger i stablingene av elementene, samt at innfestingen går raskt. Elementene ble først festet med cirka 1/3 av antallet skruer, før kranføreren gikk av vakt. Så ble alt skrudd sammen i henhold til montasjeplanen. Dette gjorde at kranen ble mer effektivt utnyttet, hvilket igjen påvirket økonomien. Videre ble arbeidsdagene avsluttet med å legge dekke over veggelementer, for å hindre oppsamling av eventuelt nedbør. Med hensyn til arbeidsmiljøet ble det understreket at bruken av massivtre oppleves som svært positiv, da det var redusert støy og støv på byggeplassen.

### Maskinparken TRE

Under montasjen er det et spesielt fokus på fukt og værforhold. Det ble ikke vurdert montasjetelt, men heller tildekking av konstruksjonen underveis ved behov. Innredningsfasen er noe mer krevende på grunn av all gipsen som må tilføres. Antall timer med tømmerarbeider er omtrent dobbelt så mye som for et bygg i stål og betong. Her måtte bæreveggene gipses, innvendige tak isoleres, tilføres branngips og så vanlig gips før maling. Store mengder branngips ble brukt, for å imøtekomme myndighetskrav. Dette var svært ressurskrevende, særlig fordi mengdene først ble klare under detaljprosjekteringen.

Med Woodcons optimale konsept gav det prosjektet RIB-tjeneste av Odd Grøthe, godt samarbeid med fabrikken i Østerrike, samt kompetansen med montasje. Med hensyn til det totale tidsaspektet, viser sammenstillingen av fremdriftsplanen for prosjektet med et tenkt identisk bygg i betong (Maskinparken 2 har færre etasjer) (se vedlegg E.2.1), at massivtre er raskere med én måned. Ved et tradisjonelt bygg vil deler av prosjekteringen gå inn i byggetiden. Et svært positivt trekk ved massivtre er innfestningen, hvor elementene bare skrues sammen. Det

trengs ingen store boremaskiner og det blir mindre støv og støy enn ved betongbygg, noe som har resultert i et bedre arbeidsmiljø.

### **Nordre Ål skole**

Med hensyn til byggetid og fremdrift ville det vært det samme uavhengig bæresystem, fordi dato for ferdigstillelse var gitt. Enten måtte det blitt satt inn mer ressurser eller en måtte gjort ting på en annen måte for å overholde datoen. Gevinsten med massivtre ville vært større dersom prosjektet hadde høyere repetisjonsgrad, slik at bærelinjene blir like over store deler av konstruksjonen. I tillegg høstes lite av de potensielle gevinstene ved montasje av massivtre her, grunnet komplisert romprogram og bruken av store mengder limtre. Det påpekes at bygget kunne vært reist like raskt med stål og hulldekker. I tillegg krever massivtreet mer etterarbeid enn eksempelvis en betongkonstruksjon, for å imøtekomme brann- og lydkrav.

For Veidekke var det aldri et alternativ å stå for montasjen selv, på grunn av lite erfaring samtidig som det ville medført for stor økonomisk risiko. Ferdige overflater i en råbyggfase opplevdes som utfordrende, hvor det for eksempel foregikk betongarbeid like ved. Som tiltak ble det benyttet sperrekjettinger et stykke ut fra veggen. Utover dette ble det erfart at massivtre hadde en positiv effekt på arbeidsmiljøet på byggeplassen.

### **Nordre gate, Grünerløkka**

Med hensyn til at dette er et infill-prosjekt midt på Grünerløkka i Oslo, er byggeplassen trang, hvor deler av gata leies for å kunne ha plass til kran etc. Dette gjør at det trolig er liten forskjell mellom fremdriften sammenliknet med et tradisjonelt bæresystem. Råbygget gikk raskt opp med massivtre, her ble det spart cirka én måned. Men det var mer komplettering etterpå, med utforinger, himlinger og kompliserte dekkekonstruksjoner. Woodcon stod for montasjen, og det var aldri noe alternativ at Veidekke skulle utføre montasjen selv.

I dette prosjektet er det svært mange forskjellige løsninger på for eksempel balkonger og svalganger. Dersom dette hadde blitt forenklet ville montasjen gått fortere. Siden leilighetene ikke er solgt har en sluppet unna utfordringer med hensyn til kundetilvalg, slik at for eksempel alle badene består av like kabiner. Det ble benyttet tårnkran for monteringen av massivtre, samt innheising av materialer og kabiner. På grunn av den svært trange byggeplassen, uten lagringsplass, har pakking av elementer på bil i riktig rekkefølge vært viktig. I tillegg viste det

seg å være noen kritiske punkter i leveransen av vinduer og materialer, for å sikre et tett bygg før jul.

Etter lydtester i bygget har det vist seg at det er mindre støy ved montering av massivtre enn ved betongarbeider, men det var ikke mer enn fem desibel forskjell. For nærmiljøet var dette positivt. Med tanke på arbeidsmiljøet er det flere tunge operasjoner her som følge av massivtreet. Blant annet er det mye gips som skal monteres, samt at sprinkelanlegget, som normalt sett ville vært lagt i dekke, her monteres på undersiden.

### **SiO, Kringsjø**

SiO er en spesiell byggherre, da det eies av studentene og det er de som bestemmer. Hvilket betyr at Seby kun får lov til å jobbe med støyende arbeider mellom klokken 0800 og 1700, noe som er utfordrende med hensyn til fremdriften. Men fordelene med massivtre er at mye av arbeidet kan foregå uten den støyen som et tradisjonelt bygg medfører, som boring i betong osv.

Woodcon var leverandøren av massivtre og montasje. Det ble vurdert å ha med et eget tømmerlag som kunne lære av Woodcons montasjelag, men det ble ikke noe av. Prosjektgruppen mener råbyggfasen og innvendige tømmerarbeider tar like lang tid som om det skulle vært bygd mer tradisjonelt. Med hensyn til arbeidsmiljø, og særlig helse, miljø og sikkerhet, oppleves massivtre som positivt, da en blant annet slipper åpne dekkekanter på byggeplassen.

### **Flå barnehage**

Utførelsen ble hektisk, på grunn av at datoen for ferdigstilling ble fremskyndet. Det ble satt en milepæl ved påske, for at barnehagen kunne flytte over i den nye delen, slik at renoveringen av den gamle delen kunne begynne. Her brakte massivtre en tidsgevinst, som gjorde det mulig å få bygget tett til jul, og dermed klare tidsfristen ved påske. Med faste milepæler ved jul og påske måtte alle aktiviteter plasseres innenfor her, noe som trolig ikke ville vært mulig med et tradisjonelt bæresystem. I dette prosjektet passet det derfor godt å bruke massivtre, med hensyn til fremdriften og tidsbruken.

På grunn av kostnad og erfaring ble montasjen utført av Woodcons montasjelag. Årstiden for monteringen var ikke ideell, og formen på bygget gjorde at fying og opptørking ble svært utfordrende. Fying har medført noen sprekker øverst på de høye veggene. Det var behov for plass til mottak, sortering og lagring av elementene, da disse ikke var pakket i riktig rekkefølge

på bil. Pakkeplanen for elementene var ikke godt nok samkjørt med montasjeplanen, noe som gjorde at alle elementene måtte sorteres før montering. Arbeidsmiljøet oppleves som svært annerledes enn ved tradisjonelle bygg. Her var det mindre støv og støy. Innfestingen av elementene utgjorde den store forskjellen, fordi det kunne utføres med skruer og skrumaskin.

### **Kristine Nore og Nicole Kunkel-Torgersen, Splitkon**

Alle som leverer prefabrikkerte elementer burde ha innsikt i hvor mobilkranen kan stå; hvor lastebilen kan kjøre inn; om det kan monteres direkte fra bilen, eller om det må mellomlagres. Dette burde komme med i lasteplaner og montasjeplaner. Det vil være en fordel dersom entreprenørene stiller med egne montasjelag og standardiseringer, som vil gjøre montasjen lettere og dermed påvirke tids- og kostnadsbruken positivt. Her ble det påpekt at det ville være en tidsgevinst for entreprenøren dersom de spesialiserer seg på et eget system, og kun kjøper elementer hvor de gjør sine egne løsninger og prosjekteringer. En entreprenør vil trolig være mer fleksibel hvis de stod for monteringen selv, og kunne stokke behovet for bemanning utfra prosessen. Da vil det være mulig å optimalisere med hensyn til kostnad og tid.

Sammenliknet med stål og betong som har store toleranser for avvik, har ikke massivtre det, noe som ofte er utfordrende spesielt i grensesnittet med betong. Et mulig verktøy her vil være digital prøvebygging sammen med entreprenøren, hvor hele byggeprosessen gjennomgås.

### **Odd Grøthe, WSP**

En utfordring under produksjonsfasen er å få tørket bygget. Mange tilfører for mye varme for fort, noe som stresser trevirket, og en får tørkeskader. Det beste er å få det til å tørke naturlig. Montasjen er cirka dobbelt så raskt som et bygg med stål og hulldekker, men dette er prosjektavhengig. Et eksempel her er bygging av skoler, med stor grad av fleksibilitet og store spenn som øker bruken av limtre. Limtre er tidkrevende, fordi hvert kranløft tar kun én bjelke, sammenliknet med massivtre hvor hele vegg- eller dekkelementer tas i ett løft. Tiden vil derfor tilsvare bygging med stål og hulldekker. I tillegg har skoler ofte krevende romprogram, og dermed ulik struktur i bygget, og graden av repetisjon reduseres. I bygging av studentboliger vil det være mulig å optimalisere mye av dette med korte spenn og samme struktur oppover i etasjene, som vil gjøre montasjen raskere.

Men, når en gjør sammenlikninger er det viktig å se hva en sammenlikner med; hva som er det realistiske alternativet i det faktiske prosjektet. For noen prosjekter vil det være stål og hulldekker, mens i andre tilfeller er det tradisjonelt bindingsverk.

## 4.2.5 Økonomi

### Moholt 50|50

I byggingen av studentboliger er det mye repetisjon, hvilket gir økonomisk gevinst. På grunn av den enkle innfestingen av massivtre går det raskere. Men det koster mer enn en tradisjonell løsning trolig ville gjort, mellom fem og syv-åtte prosent mer. For å bedre økonomien i dette prosjektet ble barnehagen tegnet om fullstendig og optimalisert med hjelp fra Odd Grøthe (Woodcon/WSP), noe som bedret den totale økonomien. Samarbeidet med Woodcon og WSP har medført færre timer og lavere risiko i prosjektet for Veidekke. En annen fordel var byggetakten, som viste seg å redusere antall arbeidere etter hvert.

### Maskinparken TRE

Dette er et unikt prosjekt, med to nærmest identiske bygg, som gjør det mulig å innhente fakta i stedet for kvalifisert gjetting på pris sammenliknet med tradisjonelle bygg. Konklusjonen er at det koster mer å bygge i massivtre. Erfaringene fra prosjektet gir følgende merkostnader for massivtre: yttervegger: 37 prosent; Skillevegger (lyd): 30 prosent; Innervegger: 15 prosent; Dekker: 50 prosent; Tak: 25 prosent.

Fordelen med massivtre ligger i byggetiden, som gir en besparelse for byggherren. Da må byggherren være villig til å se verdien av denne besparelsen som redusert byggetid gir i form av redusert byggelånskostnader, for å betale for massivtre. Med hensyn til grunnforhold og fundamentering vil et lettere bygg også kunne gi besparelser. Her ble det mulig å legge til tre etasjer, sammenliknet med Maskinparken 2, som følge av massivtreets lave egenvekt. Igjen, det er viktig å få byggherren til å se verdien av denne typen besparelser, og ikke kun se merkostnaden for å bygge massivtre.

### Nordre Ål skole

Etter byggherrens ønske ble prosjektet også kalkulert med tradisjonelt bæresystem, altså betong og stål med gipsvegger, som ville hatt en prislapp på cirka 250 millioner kroner. Ved sammenlikning gir massivtre en merkostnad på cirka 12 millioner kroner. Med fem prosent tilskudd for å bygge i massivtre, hvilket gav en reduksjon på fem millioner kroner, endte det da på syv millioner kroner i merkostnad for å bygge i massivtre sammenliknet med tradisjonelt bæresystem. For å tilfredsstille lydkrav har bygget nesten komplette lydvegger utenpå selve

massivtreveggen, hvilket fordyrer prosessen. Det samme gjelder for gulvoppbyggingen, hvilket også medfører at det går bort en del areal for å imøtekomme lydkravene. Dekkeløsningen utgjør en stor del av kostnaden og er ekstremt dyr sammenliknet med hva den kunne vært i et tradisjonelt bygg.

### **Nordre gate, Grünerløkka**

Dette er et komplisert prosjekt, med tanke på beliggenhet, plassering, plass rundt bygget og nabobygg, som ville kostet mer enn et frittstående bygg, uansett bæresystem. Bygget har en dekkeoppbygging med tre sjikt, der en ellers ville klart seg med ett, som gjør det mer kostbart. Antakelig er massivtre 2-4000 kroner dyrere per kvadrat, enn en tradisjonell løsning. Dersom bygget hadde vært optimalisert for massivtre, ville det nok blitt noe billigere. Prosjektet ble gitt pris kun i massivtre, og byggherren var klar over at dette var et kostbart alternativ.

### **SiO, Kringsjø**

Prosjektleder mener massivtre ligger på 15-20 prosent dyrere enn bygg med tradisjonelle bæresystem. Det legges til at det spares en hel del på grunn av kortere byggetid. Byggene er svært presise i sin utforming som gjør det videre arbeidet enklere, i tillegg heises det inn pakker med alt av vinduer og gips i hver leilighet, noe som også sparer inn ekstra arbeid. På håndverker-siden er det færre arbeidere på plassen. I tillegg gir repetisjoner en gevinst. Tiden entreprenøren har til rådighet er ofte den samme uansett bæresystem, slik at dette går på mengden mannskap som må settes inn.

### **Flå barnehage**

Massivtre antas her å ligge på 1000-1100 kroner mer per kvadratmeter, sammenliknet med å skulle bygge dette tradisjonelt. Dette gir totalt cirka 600 000-700 000 kroner i forskjell av kontraktssummen på 21,2 millioner kroner – altså rundt 3 prosent. Her ble massivtreet montert på underkant av tre uker. Med tradisjonell byggemåte med bindingsverk ville det trolig tatt to og en halv måned, noe som ville kostet mye med hensyn til rigg og drift gjennom den tiden. Det er tydelig at det kan bygges billigere, men det tar lengre tid, noe som resulterer i større kostnad. Så ved å bygge raskere blir det helt klart en besparelse. Byggherren ble orientert om at et tradisjonelt bygg ville bli billigere, men det var ikke noe tema.

## **Kristine Nore og Nicole Kunkel-Torgersen, Splitkon**

Prisen består av flere faktorer som produksjon, konsulenttimer og logistikk. Byggherren aksepterer kanskje fire-fem prosent høyere pris, men ikke så mye mer. Splitkon jobber for å finne løsninger som er mest mulig økonomisk for alle parter, altså elementer som er optimalisert utfra konstruksjonens behov og forutsetninger.

Det er enormt prosjektavhengig om massivtre er et dyrt bæresystem eller ikke. Når elementer kan gå uten mellomlagring rett fra produksjon, opp på lastebil og til bygget, reduseres antall tidstyver og, i forlengelse av det, kostnaden. Forbedringen av standarder og innføring av preaksepterte løsninger vil kunne jevne ut prisforskjellene i bransjen.

## **Odd Grøthe, WSP**

Det er ulike oppfatninger av kostnadsbildet. Veidekke Trondheim konkluderte utfra Maskinparken med at massivtre var dyrere enn tradisjonelt. Andre hevder kostnaden er den samme for å velge massivtre, noe som ofte kommer av liten tilgang på sammenlikningsgrunnlag. Grøthe antar at et bygg med bæresystem i massivtre er opp mot fem-seks prosent dyrere, der bæresystemet utgjør rundt 12-15 prosent av de totale byggekostnadene. Så det er begrenset hvor mye dyrere et massivtreprosjekt kan bli. Sammenliknet med tradisjonelle bæresystem er massivtre i seg selv billigere. Con-Form har priser på 4000-4500 kroner per kvadrat for bæresystem, mens massivtre ligger på 3000-3500 kroner per kvadrat. Det som gjør at massivtre til slutt blir dyrere er krav rundt brann og lyd, særlig påforingene på dekker er kostbare. Bygges det over fire etasjer slik at en får krav til R90 på bæresystemet, så blir massivtre dyrere. Med lave lydkrav og maks fire etasjer er det mindre kostnadsforskjell mellom bæresystem i massivtre kontra tradisjonelt. Utover dette er erfaringene med brannkonsulentene veldig forskjellig. Norge har nesten ingen preaksepterte løsninger for slike byggesystemer. Det er lite Byggforsk-blader, og de som finnes er udaterte og basert på gammel kompetanse om bindingsverk og bjelkelag i tre.

Kort oppsummert er det fem faktorer som er avgjørende for økonomien i massivtreprosjekter: lyd- og brannkrav, korte spenn, lik struktur og unngå behovet for limtre.



## 5 Diskusjon

Massivtre har ord på seg for å være raskt å bygge med. Ved å la dette være utgangspunktet for studien, har ikke målsetningen vært å etterprøve denne karakteristikken for å se om det stemmer. Men heller å finne et mer nyansert bilde av bygging i massivtre. Undersøkelsenheten består av et utvalg av Veidekkes prosjekter, for å belyse ulike aspekter ved prosjektene med hensyn til ressursbruk, med vekt på tid og økonomi. Målsetningen er at aspektene som påpekes her kan bidra til å nyansere forestillingen om bygging i massivtre som raskt, og belyse hvilke forutsetninger som ligger til grunn i vellykkede prosjekter, samt hvilke utfordringer byggemetoden har per nå.

Gjennom samtlige intervjuer er miljøbetraktninger i stor grad en gjenganger, og styrer valget av massivtre fremfor andre bæresystem. Det legges politiske føringer, skissert i innledningen i kapittel 1.1, noe som har bidratt til å gi massivtre en sentral posisjon. Miljø fremstår som en trigger, selv om økonomi i stor grad er den styrende faktoren. På samme tid får miljø en indirekte virkning, ved at utbyggere ønsker å posisjonere seg i markedet ved å vise miljøbevisste byggemetoder og etablere prosjekter med miljøprofil. Et eksempel på det er prosjektet på Grünerløkka, hvor miljøprofilen veide tyngre enn kostnaden for å bygge i massivtre.

I intervjuet med Odd Grøthe ble det nevnt at eksponert massivtre i interiør påvirker innklimaet positivt, men på grunn av særlig brannkrav gipses massivtreet, delvis eller helt, inn, og dermed mister en ofte denne fordelen. Leilighetene i Maskinparken TRE er et eksempel på det. Antall etasjer og bygningstype er utslagsgivende for hvor mye av treflatene som må gipses inn. Slike krav forringer noe av fordelen med å bygge i massivtre hvor overflatene fra massivtreelementene ikke kan oppleves av byggets brukere.

På samme tid har bygningstype stor betydning for hvor suksessfullt bruken av massivtre kan bli. I skoleprosjektet på Nordre Ål var det nødvendig å bruke mye limtre for å kunne gjennomføre romprogrammet med store spenn. Her var valget av massivtre i liten grad kompatibelt med ønsket om fleksibilitet i romstrukturen. Dette er aspekter som Hegle (2018) også påpekte i sin masteroppgave, at det å velge massivtre bringer med seg usikkerheter rundt løsningene ved krevende romprogram.

Ett annet viktig aspekt ved å velge massivtre er når i prosjektet valget tas. Tidspunktet for valget vil få stor betydning for gjennomføringen av prosjektet. Samtidig gjelder ikke dette kun massivtre; suksessen til et hvert prosjekt vil i stor grad være beroende på om prosjektet utvikles for det valgte bæresystemet eller ikke. Det er viktig å være bevisst på at optimalisering innen ethvert bæresystem vil være utslagsgivende for gjennomføringen av det aktuelle prosjektet. Det utgjør en stor forskjell for prosjektet om det utformes utfra massivtreets forutsetninger, eller om prosjektet skal oversettes til massivtre. Det sistnevnte var tilfellet i prosjektet på Grünerløkka, hvor bygget var tegnet med utgangspunkt i tradisjonelle bæresystem og ble oversatt til massivtre. Store deler av løsningene i bygget ble dermed ikke optimalisert for bæresystem i massivtre, og en mister derfor mye av den potensielle effektiviteten massivtre har. I den andre enden av skalaen er prosjektet Maskinparken TRE, som ble optimalisert for massivtre og dermed kunne dra nytte av dets fordeler.

I utviklingsfasen av prosjektene viser en del tilfeller manglende samsvar mellom hvilke erfaringer en sitter på og hvordan prosjektet skal gjennomføres. I mange tilfeller må prosjektene endres og omprosjekteres for at det skal være økonomisk forsvarlig å bygge i massivtre, noe som er en ressurskrevende prosess. Et slikt tilfelle finnes i prosjektet på Moholt, hvor barnehagen i sin helhet ble omprosjektert ved hjelp av Woodcon for å oppnå en mer lønnsom løsning. På samme tid som dette er positivt for prosjektets gjennomføring, er prosessen med omprosjektering både tid- og kostnadskrevende.

Gjennom samtlige seks intervjuer med prosjektene ble det påpekt at særlig prosjekteringen av byggene fremstår som ressurskrevende, eller har behov for ekstern rådgivning. Mangelen på preaksepterte løsninger og erfaringer, sammenliknet med prosjektering av tradisjonelle bæresystemer, fremstår som årsaken til dette. Her utpeker brann og lyd seg som særlig krevende. Dette er en faktor som er under utvikling, og antageligvis vil forskjellene mellom massivtre og tradisjonelle byggemetoder utjevnes. I intervjuet med Splitkon ble det vektlagt at mangelen på kunnskap og standardverk gjør prosessen ressurskrevende og omstendelig. Funnene fra studien til Smith *et al.* (2017) understøtter dette. Her ble det påpekt at et av de negative aspektene ved massivtre er mangelen på erfaring, noe som medfører at planleggingen blir krevende. Også Halseth (2019) påpekte dette i sin studie. Økt erfaring og gjentakelse vil bidra til mer effektivisering og utvikling av bedre løsninger for massivtre.

Et annet aspekt som ble tatt opp i flere av intervjuene, er viktigheten av tidlig detaljprosjektering med høy detaljeringsgrad. I studien til Kremer og Ritchie (2018) omtales dette som en verdi i

prosjektet, men som vanskelig lar seg avskrive direkte i prosjektkostnadene. Noen av prosjektene anerkjente også dette som positivt, da det stiller krav til tidligere involvering av alle fag. Men i flere tilfeller var det krevende å få med alle tekniske fag tidligere enn normalt, for å oppnå et gjennomgående høyt nivå på detaljeringen tidlig i prosessen. Samt at parallellkjøring av prosjektering og produksjon ikke er mulig, noe tekniske fag normalt er vant til. Grøthe påpekte at mye av suksessen kommer av å putte inn større ressurser tidlig i prosessen. Figur 9, i kapittel 2.2.1 viser hvordan prosjektering og produksjon normalt kjøres med overlapp i byggeprosjekter. For massivtre må prosjekteringen i størst mulig grad være ferdig før bæresystemet kan settes i bestilling og produseres på fabrikken. Bransjen er normalt sett ikke vant til en slik prosess, og det kan derfor være utfordrende og få alle aktører med på dette. Noe parallellkjøring av prosjektering og produksjon vil være mulig med massivtre, men på ingen måte i like stor grad som for tradisjonelle byggemetoder.

I flere av prosjektene fremheves repetisjonsgrad som et viktig aspekt. For prosjektet på Moholt var repetisjonsgraden svært høy, noe som bidro til suksessen i prosjektet. I den andre enden av skalaen er prosjektet på Grünerløkka, hvor det er svært lite repetisjoner og derfor krevende å detaljprosjekttere alle de ulike løsningene. Men suksess gjennom høy repetisjonsgrad er ikke unikt for massivtre. Andre bygg som er rasjonelt utformet utfra sitt bæresystem vil også kunne oppnå de samme positive virkningene av høy grad av repetisjon. Samtidig må en være bevisst på sammenlikningsgrunnlaget, da enkelte aspekter ved massivtre går raskere, som innfesting av elementer og mengden materiale som tas i hvert kranløft.

For montasjen vil høyere repetisjon telle positivt, sammen med økt grad av standardiserte løsninger. Montasjen av råbygget gjentas i alle prosjektene som et positivt aspekt ved å bygge i massivtre, da dette går raskere enn ved tradisjonelle byggemetoder. Grøthe mener dette er svært prosjektavhengig, men kan ofte være dobbelt så raskt som ved bygging med stål og hulldekker. Splitkon påpekte at leverandører burde ha innsikt i den aktuelle byggeplassen for å kunne planlegge leveransene bedre. I prosjektet på Grünerløkka var det særs viktig at elementene var pakket i riktig rekkefølge på bilene, da byggeplassen var trang og uten plass for mellomlagring. Leveransene av elementene til barnehagen i Flå ble ikke pakket i rekkefølge, og her måtte alle elementene sorteres før montasjen kunne begynne.

Til tross for behovet for sortering av elementer, ble den raske montasjen likevel utnyttet på barnehagen i Flå. Her kunne brukeren flytte sin virksomhet over i den nye delen tidligere, noe som ikke ville vært mulig med tradisjonelle byggemetoder. Prosjektet på Moholt er et annet

eksempel på rask montasje, hvor det var først satt av fem uker til montasje per hybelbygg, som senere ble optimalisert til tre uker.

Til tross for rask montasje av råbygg, kom det fram i både Maskinparken TRE og i Nordre gate på Grünerløkka at det ble brukt mye tid og penger på komplettering etter råbygget var reist. Særlig bruken av branngips er både tidkrevende og kostbart. Hvor mye etterarbeid massivtreelementene krever, beror på hvilke brann- og lydkrav bygget har, samt at branningeniørene ofte presenterer svært ulike løsninger for de samme utfordringene. Grøthe påpeker at mye av grunnen til det ligger i mangelen på erfaring og standardiserte løsninger. I tillegg har andelen limtre stor betydning for ressursbruken under montasjen. Skoleprosjektet i Nordre Ål hadde stor limtreandel og lav repetisjonsgrad, som følge av romprogrammet for skolen. Grøthe vektla tydelig at når andelen limtre øker, reduseres effektiviteten. Dette kommer av at for hvert kranløft tas da kun én bjelke, mens med massivtre kan hele veggskiver og gulvelement tas i ett løft.

Både i intervjuet med Splitkon og i Østnors masteroppgave (2018) ble det påpekt at entreprenørene burde ha egne montasjelag og spesialisere seg innenfor sitt eget system, og dermed kun kjøpe elementer av leverandøren. Bakgrunnen for holdningen er at det vil kunne effektivisere entreprenørens egen tidsbruk og fordeling av arbeidskraft. Sett fra entreprenørens side er ikke dette realistisk per nå. I prosjektene som ble intervjuet ble samarbeidet med Woodcon/WSP fremhevet som særs viktig for gjennomføringen av prosjektet, og særlig det at Woodcon kunne levere total pakke med elementer og montasje. For entreprenøren minimerer dette risikoen, og fremstår som den mest lønnsomme løsningen per nå. I tillegg har dette sammenheng med entreprenørenes kjerneområde hvor enkelte kun driver administrasjon av byggeplasser, mens andre driver fagarbeider innen betong og tømmer. Veidekke er en entreprenør som, per nå, kjøper inn en «total pakke» i massivtre, i stedet for selv å sitte med all nødvendig kunnskap og utstyr.

Ved å løfte blikket og se på det helhetlige bildet av tidsbruken i prosjektene, er det i grove trekk noe likhet med figur 16, hentet fra Kremer og Richies studie (2018), gjengitt på side 28. Her er det verdt å påpeke at et slikt bilde vil for vår studie være påvirket av norske forhold og myndighetskrav, og en besparelse på 30 prosent i konstruksjonsfasen er nødvendigvis ikke direkte overførbart til norske prosjekter. Studien til Smith *et al.* (2017) viste en reduksjon i byggetiden på 20 prosent. Fra Maskinparken 2 og TRE har Veidekke et grunnlag for sammenlikning av tidsbruken i byggefasen, og satt sammen med erfaringen fra prosjekteringen,

gir det mulighet for å belyse den totale tidsbruken. En sammenstilling av fremdriftsplanen for Maskinparken TRE og et tenkt identisk tradisjonelt bygg (Maskinparken 2 har færre etasjer), viser én måned forskjell i den totale tidsbruken i byggeprosjektet, i favør massivtre. Den reduserte byggetiden, som kan leses ut fra den nevnte fremdriftsplanen, samsvarer med funnet i studien til Smith *et al.*

Med hensyn til økonomi er den generelle trenden at massivtre er dyrere. Men det spriker mye mellom de estimatene som oppgis. Det eneste prosjektet hvor det er mulig å hente sammenliknbare tall mellom massivtre og tradisjonelle byggemetoder fra, er fra Maskinparken TRE. Fra dette prosjektet var dommen svært tydelig: det er dyrere å bygge i massivtre. Men besparelsen i byggetid reduserer det totale kostnadsbildet. I prosjektet i Flå ble det påpekt at bygget kunne vært oppført i bindingsverk, som er langt billigere. Dette ville derimot tatt mye lengre tid, og milepælene i fremdriften ville ikke vært realistiske. Her muliggjorde massivtreets raske montasje at virksomheten kunne flyttes på et tidligere tidspunkt enn først antatt.

Studien til Kremer og Ritchie (2018) fremhever vektingen mellom kostnader og verdier i massivtreprosjekter, og viser at det finnes konkrete faktorer som gir verdier gjennom spart tid. Samt at slike faktorer kan krediteres til den absolutte nødvendigheten med at beslutninger tas tidlig i prosessen. Et eksempel studien bruker er dårlige grunnforhold, hvor massivtreets lave egenvekt fremstår som en fordel. Nettopp dette er å finne i prosjektet på Kringsjø, hvor områdets dårlige grunnforhold ville gjort det mer krevende å bygge i betong og grunnarbeider ville tatt opp mer tid. utfordringen er å sette et konkret tall på en slik fordel eller verdi, noe som bidrar til å komplisere regnestykket for prosjektets totale kostnad, og kvantifisere den mulige verdien ved å velge massivtre. Dersom en løfter blikket ser en at de nevnte faktorene ikke alltid resulterer i verdi, og svært sjelden representerer verdier som er allmenngyldige for prosjekter. Videre kan det diskuteres hvordan den utvidete tiden i prosjekteringsfasen skal plasseres inn i det totale kostnadsbildet.

I tillegg er det viktig å se at verdiene ofte fremstår som ulike, om de sees fra entreprenørens side eller fra byggherrens side. For entreprenøren ligger det en verdi i å gjøre ferdig ett prosjekt fort, for så å komme i gang med et annet. Prosjektet i Flå er et eksempel på dette, hvor hurtigheten fra nybygget i massivtre gjorde det mulig å starte på renoveringen av eksisterende bygg tidligere. Byggherren har som oftest bundet opp kapital i en tomt, men det er først når byggingen starter at det store pådraget av kapitalbruk starter. Tomter som må gjennom en reguleringsprosess gir rom for planlegging og prosjektering parallelt. Dette fører til at en ikke

utsetter byggingen, men bruker planleggings- og prosjekteringskostnadene på et tidligere tidspunkt. På samme tid vil kjøp av tomt gjennom intensjonsavtaler gjøre at tidlig pådrag av kapitalbruk reduseres, noe som var tilfelle for Maskinparken TRE. Disse betraktningene kan sees i sammenheng med Kremer og Ritchie, som påpekte vanskeligheten med å kvantifisere en verdi på en eventuell rask oppføring, og at tid ikke kan koples likt opp mot penger i de ulike fasene av prosjektet.

Gjennom intervjuene fremkommer det en rekke aspekter som virker å fordyre prosjektene, på bakgrunn av at massivtre er valgt. Lyd- og brannkrav nevnes til stadighet, da det her finnes lite preaksepterte løsninger. I skoleprosjektet i Nordre Ål ble lydvegger og dekkeløsningen kostbart. Mye av det samme viste prosjektet på Grünerløkka, som hadde en svært kostbar dekkeløsning. Her ble det påpekt at dersom bygget var optimalisert for massivtre, kunne det resulterte i et rimeligere bygg, men som infill-prosjekt er det en god del utfordringer som er tilstede uansett bæresystem. På samme tid kan denne fremstillingen nyanseres noe. I flere av prosjektene er det første gangen en arbeider med løsninger i massivtre, og da fremstår det som mer krevende enn noe en har gjort utallige ganger tidligere. Enkeltløsninger og kostnader sammenliknes med hva en er kjent med. Fremstilling kan da komme skjevt ut, ved at egenskaper som «krevende» og «kostbart» relateres direkte til massivtreet og ikke til at det er nytt og ukjent.

Studien til Smith *et al.* (2017) og figur 14 (side 26), viser at de fleste prosjektene hadde en kostnad per kvadratmeter som var lavere enn for tradisjonelle byggemetoder. Mens resultatene fra vår studie peker på det motsatte. Her kan det være interessant å spørre seg om myndighetskravene i Norge er en utslagsgivende faktor; bidrar komplettering av massivtreet, for å tilfredsstillte brann- og lydkrav, til å fordyre byggemetoden i Norge?

Andre aspekter som påvirker kostnaden er spennvidder, repetisjonsgrad og andelen limtre. Splitkon påpekte tydelig viktigheten av at prosjekter optimaliseres utfra massivtreets forutsetninger, noe som gjør det svært prosjektavhengig om massivtreet blir dyrt eller ikke. Grøthe nevnte at studentboliger er en optimal arena for bruken av massivtre. Eksempler på dette er prosjektene på Moholt og Kringsjø, hvor høy repetisjonsgrad og konstruksjoner med korte spenn bidrar som suksessfaktorer i prosjektene.

Et viktig poeng fra Grøthe, med hensyn til å skulle gjøre sammenlikninger, er å være bevisst på hva det sammenliknes med; hva er det realistiske alternativet? Gjennomgående i denne oppgaven er begrepet «tradisjonelle byggemetoder» benyttet, men dette kan ha forskjellig betydning for de ulike prosjektene. For noen prosjekter vil bindingsverk være det tradisjonelle

alternativet, mens det for andre er stål og hulldekker, eller plasstøpte bæresystemer i betong. I intervjuet med Splitkon ble det påpekt gjentatte ganger at forbedring av standarder og preaksepterte løsninger vil kunne bidra til å jevne ut prisforskjellene i markedet mellom massivtre og andre byggemetoder.

En annen, men noe mer vag økonomisk betraktning, er massivtreets påvirkning på helse, miljø og sikkerhet på byggeplassen. Samtlige prosjekter påpekte i intervjuene at massivtreet gir en lunere arbeidsplass med mindre støy og støv, sammenliknet med byggeplasser med mye betong. Hvilke økonomiske konsekvenser dette kan ha, er utfra resultatene i denne studien ikke-definerbare. Allikevel kan det finnes ringvirkninger, som gir seg utslag økonomisk, ved for eksempel redusert sykefravær og bedre trivsel.





# 6 Konklusjon

## 6.1 Sammendrag og konklusjon

Som nevnt i kapittel 1 divergerer oppgavens oppsett noe fra IMRoD-strukturen. Dette kapitlet benyttes for å forsøke å gi en konklusjon på oppgaven, gjennom å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene fremsatt i kapittel 1.2.

**Forskningsspørsmål 1:** *Hva er motivasjonen for å velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemetoder?*

Miljøbetraktninger fremstår som den utløsende faktoren for å velge massivtre, fremfor andre og mer velkjente byggemetoder. Her er det snakk om ønske om redusert CO<sub>2</sub>-avtrykk, så vel som utbyggernes ønske om miljøprofilering av bygg. Samtidig er økonomi den styrende faktoren, hvor massivtreets fordeler sees i forhold til merkostnaden.

**Forskningsspørsmål 2:** *Hvilke erfaringer er gjort vedrørende tidsbruken, sammenliknet med mer tradisjonelle byggemetoder?*

De prosjektene som er erfart raskt å bygge, er i stor grad planlagt effektive og enkle utfra massivtreets forutsetninger. Slik at muligheten for tidsbesparelse under montasjen, og dermed økonomisk besparelse, er tilstede, men ikke i det omfang som fremsettes generelt. Det er nødvendigvis ikke massivtreet alene som får prosessen til å gå fort, men kanskje heller prosjektets rasjonalitet og repetisjonsgrad i kombinasjon med et bæresystem som er enkelt å montere. Den tiden som er tjent inn ved at selve bæresystemet reises raskt kan i noen tilfeller gå tapt i tømrertimer i etterkant. Beroende på brann- og lydkrav kan noe av den sparte tiden gå med til komplettering av gulv og vegger i etterkant. Det er lite belegg for å si at tidsbruken totalt sett reduseres på grunn av massivtre. Det eneste prosjektet hvor en kan gjøre en sammenlikning er i Maskinparken TRE, men som til gjengjeld er et optimalisert prosjekt.

**Forskningsspørsmål 3:** *Hvilke kostnadmessige ringvirkninger er erfart eller estimert, som følge av massivtre?*

Jevnt over er konsensusen at å bygge med massivtre er dyrere enn med tradisjonelle bæresystemer. Men hvor mye dyrere kan det ikke konkludere med på bakgrunn av

informasjonen i denne studien. Brann- og lydkrav bidrar i mange tilfeller til å fordyre prosjektene. I tillegg finnes det per i dag få tilbydere på markedet, samt at det er mye uvisshet rundt priser grunnet lite erfaring. Utvikling i preaksepterte løsninger og mer erfaring hos rådgivere vil bidra til å jevne ut prisforskjellene i markedet.

Med hensyn til koplingen mellom tid og økonomi er det positivt at mye av tidsbruken ligger i tidligfase og mindre på byggeplassen. Utfordringen er å skulle kvantifisere verdien av dette. De kostnadmessige ringvirkningene vil være prosjektavhengige, samt bero på hvordan selve prosessen utspiller seg. Fra entreprenørens side er det bred enighet om at egne montasjelag verken vil spare tid eller penger i prosjektene.

**Oppgavens problemstilling:** *Hvordan påvirkes ressursbruken i et byggeprosjekt som følge av å velge massivtre som bæresystem fremfor mer tradisjonelle byggemetoder, sett gjennom et utvalg av Veidekkes prosjekter?*

Særlig planleggingen og prosjekteringen av prosjektene fremstår som krevende og har en økt ressursbruk. Dette skyldes i stor grad mangelen på både erfaring og preaksepterte løsninger, noe som vil være tilfellet med en hvilken som helst ny byggemethode. I tillegg kreves det mer detaljprosjektering og koordinering med tekniske fag på et tidligere tidspunkt enn ved tradisjonelle byggemetoder, da massivtreet må settes i produksjon på fabrikk. Utviklings- og prosjekteringsprosessen vil etter all sannsynlighet utvikles og bli mer kostnadseffektiv. Blant annet vil flere tilbydere på markedet påvirke prisene på levering av massivtre. Ved at prosjekteringen effektiviseres gjennom bruk av «hulle-løsninger» og økt erfaring, vil det kunne bidra til en helhetlig reduksjon av ressursbruken i massivtreprosjekter.

For å lage en oppsummerende konklusjon kan det gjøres en tredeling av aspektene påpekt i diskusjonen. For det første er bygging i massivtre relativt nytt, og dermed er erfaringsgrunnlaget deretter. Det jobbes med nye og ukjente løsninger, samt at det er behov for å detaljprosjektere ekstremt mange løsninger. Hvilket betyr at mangelen på preaksepterte løsninger er en vesentlig faktor i ressursbruken under prosjekteringen. Et annet aspekt er bygging i tre som, per nå i Norge, medfører store arbeider med komplettering av bygg med strenge brann- og lydkrav. Her spiller også dette med preaksepterte løsninger inn, hvor effekten av redusert montasjetid/ redusert ressursbruk under montasjen vil øke dersom omfanget av gode byggbare løsninger for å imøtekomme brann- og lydkrav øker. Det siste aspektet som ble påpekt er de ulike prosjektenes spesifikke forutsetninger. Massivtreets egenskaper har i noen tilfeller ikke

samsvar med den gitte bygningstypen eller andre aspekter ved prosjektet, som dermed gir et økt ressursbruk i enkelte prosjekter.

## 6.2 Vurdering av metode og resultater

Den valgte metoden for studien er erfart som utfordrende, både med hensyn til forberedelser til intervjuene og i etterarbeidet med informasjonen. Metoden har i stor grad gjort det mulig å finne ønsket informasjon. Men ved å velge en kvalitativ innfallsvinkel ligger mye av utfordringene i å skulle behandle dataene på best mulig vis.

Ved å gjøre en kasusstudie vil informasjonen kun være valid for de enhetene i utvalget. Utvalget av prosjekter spenner vidt, men begrenser seg til kun én entreprenør. Noe som gjør at de mønstrene som har blitt påpekt kun fremstår som gyldige ved de samme forutsetningene som studien har hatt. På spørsmål om funnene er overførbare til andre kasus, fremstår enkelte aspekter som allmenngyldige. Men her er det viktig å være forsiktig, da mye virker å være svært prosjektavhengig. Ved å trekke inn ressurspersoner, i tillegg til intervjuer med personer fra prosjektene, styrkes de mønstrene som har blitt påpekt, da disse belyses fra flere perspektiver.

Det er utfordrende å fortolke alle erfaringene og meningene som har blitt presentert. Samt være oppmerksom på hvordan både intervjupersonene, og vi som intervjuere og fortolkere lett blir farget av holdninger og meninger. Slike aspekter påvirker graden av reliabilitet i denne typen studie.

I retrospekt er det klart at utformingen av spørsmålene, særlig de som går direkte inn på tidsbruk og økonomi, burde vært mer presise. Resultatene spriker, og det er vanskelig å lese ut fra svarene hva den enkelte legger i tallene som oppgis og hva det sammenliknes med. Utformingen av spørsmålene påvirker dermed direkte validiteten i resultatene, og hvor relevante dataene er. I tillegg er det stor forskjell på hvor grundig informasjon intervjupersonene sitter på, eller er villig til å gi fra seg, noe som også påvirker dataenes relevans i stor grad.



## 7 Videre arbeid

I denne studien er det gjort ulike avgrensninger, deriblant består utvalget kun av Veidekke-prosjekter. For et videre arbeid rundt den samme tematikken vil det være verdifullt å se på prosjekter som har andre forutsetninger. Prosjekter fra andre entreprenører, og eventuelt med andre gjennomføringsmodeller, vil kunne gi en studie med ulikt grunnlag av forutsetninger.

Da prosjektet begrenser seg til å være en kvalitativ studie ligger det et potensiale her i å utforske de samme aspektene som er påpekt, men utfra en kvantitativ metode. I store trekk skisserer studien kun hvilke mønstre informasjonen antyder sett gjennom et utvalg prosjekter, uten å tallfeste dette konkret og komparativt. Et mulig videre steg i arbeidet ville vært å innhente tallmessige data for å gi informasjonen mer håndfaste parametre. En mulighet er å studere prosjektene utfra verdi/kostnads-tankegangen fra studien til Kremer og Ritchie. Samt å etterstrebe en grafisk fremstilling av den totale byggeprosessens tidsbruk, lik den vist i nevnte studie (figur 16).

Videre fremstår selve driftsfasen i prosjekter ofte som dårlig belyst. I en verdi/kostnads-analyse vil det være interessant å kunne inkludere fasen etter ferdigstilling for å se hvordan både bygget oppleves av brukere, samt hvordan ressursbruken er med hensyn til oppvarming, vedlikehold osv. For så og tatt med disse opplysningene inn i en helhetlig diskusjon rundt verdi og kostnad knyttet til å velge massivtre fremfor andre byggemetoder.

# Referanseliste

- Aamaas, B. og Jensen, E. S. (2018) *Hva sier spesialrapporten om 1,5 °C om lavutslippsomstilling for Oslo?* (REPORT 2018:13). Oslo: CICERO. Tilgjengelig fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2573246/CICERO%20Rapport%2013%20%20til%20web.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet 5. desember 2018).
- Aarstad, J., Glasø, G. og Bunkholt, A. (2008) *Fokus på tre nr. 20, Massivtre*. Oslo: Treteknisk og TreFokus AS.
- Alm, A. og Syltern, L. G. (2014) *Veidekkemodellen – nøkkelen til suksess?* Masteroppgave. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Asplan Viak (u.å.) *Utredninger og miljøbudsjett*. Tilgjengelig fra: <https://www.asplanviak.no/utredninger%20og%20miljobudsjett/> (Hentet: 10. desember 2018).
- Attenborough, D. (2018) *The People's Address, COP24*. Polen, 03.-14. desember 2018. Tilgjengelig fra: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/The%20People%27s%20Address%202.11.18\\_FIFIN.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/The%20People%27s%20Address%202.11.18_FIFIN.pdf) (Hentet 4. desember 2018).
- Aven, T. (2016) *Risiko, Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/risiko> (Hentet: 24. april 2019).
- BNL (u.å) *Digitalt veikart for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen*. Tilgjengelig fra: <https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/digitalt-veikart-bae.pdf> (Hentet: 14. januar 2019).
- Brander, R. (2013) *Production and Technology of Cross Laminated Timber (CLT): A state-of-the-art Report*. Graz, Østerrike: Graz University of Technology. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/profile/Reinhard\\_Brandner/publication/261884030\\_Production\\_and\\_Technology\\_of\\_Cross\\_Laminated\\_Timber\\_CLT\\_A\\_state-of-the-art\\_Report/links/0f317535dfd826c0a1000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Reinhard_Brandner/publication/261884030_Production_and_Technology_of_Cross_Laminated_Timber_CLT_A_state-of-the-art_Report/links/0f317535dfd826c0a1000000.pdf) (Hentet: 10. januar 2019).
- buildingSMART Norge (2017) *Hva er åpenBIM?* Tilgjengelig fra: <https://buildingsmart.no/hva-er-apenbim> (Hentet: 24. april 2019).
- Bygg21 (2019) *Tenk nytt – bruk kjente løsninger*. Tilgjengelig fra: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=4&v=hK\\_gkgwFXyo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=hK_gkgwFXyo) (Hentet: 14. januar 2019).

- Costa, A., Keane, M.M., Torrens, J.I. og Corry, E. (2013) Building operation and energy performance: Monitoring, analysis and optimisation toolkit, *Applied Energy*, volum (101), s. 310-316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.10.037>
- Dalland, O. (2017) *Metode og oppgaveskriving*. 6.utg. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Difi (2018) *Gjennomføringsmodeller – BAE*. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/gjennomforingsmodeller> (Hentet: 15. januar 2019).
- Direktoratet for byggkvalitet (u.å.). *Entrepriseformer*. [www.dibk.no](http://www.dibk.no) Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/del-3--vedlegg/vedlegg-3.2/3.2.5.-entrepriseformer/> (Hentet: 15. januar 2019).
- Direktoratet for forvaltning og ikt (2013) *Byggeprosessen steg for steg*. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/anskaffelsesprosessen/byggeprosessen-steg-steg> (Hentet: 12. desember 2018).
- Eikeland, P. T. (1998) *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. Tilgjengelig fra: <http://pte.no/pdf/TeoretiskAnalyse.pdf> (Hentet 12. desember 2018).
- Entreprenørforeningen – Bygg og Anlegg (2016). *Veileder om sasmpillsentreprise*. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/sites/anskaffelser2/files/veileder.pdf> (Hentet: 17. januar 2019).
- Finstad, T. (2014) *Økonomisk lønnsomhet ved bruk av bæresystemer i massivtre*. Masteroppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- FN-sambandet (2017) *Pariseravtalen*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/Avtaler/Miljoe-og-klima/Pariseravtalen> (Hentet: 5. desember 2018).
- Gagnon, S. og Pirvu, C. (2011) *CLT handbook: cross-laminated timber*. (FPInnovations SP-528E). Québec, Canada. Tilgjengelig fra: <https://fpinnovations.ca/Extranet/Pages/AssetDetails.aspx?item=/Extranet/Assets/ResearchReResearch/E4642.pdf#.XDXMTs9KhBw> (Hentet: 9. januar 2019).
- Glasø, G. (2012) *Fokus på tre nr. 37, Tre og brann*. Oslo: Norsk Treteknisk Institutt.
- Granavollen-plattformen (17.1.2019) Politisk plattform for en regjering utgått av Høyre, Fremskrittspartiet, Venstre og Kristelig Folkeparti. Tilgjengelig: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/politisk-plattform/id2626036/> (Hentet: 13. mars 2019).
- Grønmo, S. (2016) *Samfunnsvitenskapelige metoder*. 2. utg. Bergen: Fagbokforlaget.

- Halseth, P. T. (2019) *Boligbygging i massivtre: Sammenligning av boligblokk i massivtre og betong*. Masteroppgave. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Halvorsen, K. (2008) *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: J.W. Cappelens Forlag.
- Hegle, G. M. S. (2018) *Massivtre som byggemateriale – en studie av prosjekteringsprosessen og utformingen av undervisningsarealene i massivtreskoler*. Masteroppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Hoel, O. og Rimstad, N. Ø. (2017) Norske storbranner, *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/norske\\_storbranner](https://snl.no/norske_storbranner) (Hentet: 24. april 2019).
- How BREEAM Certification Works (2018) Tilgjengelig fra: <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/> (Hentet: 3. desember 2018).
- Kirkebøen, H. (2015) *Bruk av massivtre i større bygg*. Masteroppgave. Universitetet i Agder.
- Kremer, P. D. og Ritchie, L. (2018) Understanding Cost and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the “Total Cost of Project”, *Mass Timber Construction Journal*, volum 1, s. 14-18. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/publication/328080594\\_Understanding\\_Costs\\_and\\_Identifying\\_Value\\_in\\_Mass\\_Timber\\_Construction\\_Calculating\\_the\\_'Total\\_Cost\\_of\\_Project'\\_TCP](https://www.researchgate.net/publication/328080594_Understanding_Costs_and_Identifying_Value_in_Mass_Timber_Construction_Calculating_the_'Total_Cost_of_Project'_TCP) (Hentet: 25. april 2019).
- Lædre, O. (2006) *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt*. Doktoravhandling. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Mayr Melnhof Holz (2013) *Cross-laminated timber*. Tilgjengelig fra: [http://www.mm-holz.com/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Folder/Englisch/MM\\_crosslam\\_E\\_web\\_EeinzelsEeinz.pdf](http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Englisch/MM_crosslam_E_web_EeinzelsEeinz.pdf) (Hentet: 14. januar 2019).
- Meland, Ø. H. (2000) *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*. Doktoravhandling. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/231254/125503\\_FULLTEXT01.pdf?sesequen=1](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/231254/125503_FULLTEXT01.pdf?sesequen=1) (Hentet 17. desember 2018).
- Meld. St. 28 (2011-2012) (2012) *Gode bygg for eit betre samfunn – Ein framtidsretta bygningspolitikk*. Oslo: Kommunal- og regionaldepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/608854f3f82b4b4e90d500244ff1d186/nn-no/pdfs/stm201120120028000dddpdfs.pdf> (Hentet: 7. desember 2018).
- Mestek, P., Kreuzinger, H. og Winter, S. (2008) Design of Cross Laminated Timber (CLT), *10th World Conference on Timber Engineering*, Volum 1, s. 156-163. Tilgjengelig fra:



- [http://support.sbcindustry.com/Archive/2008/june/Paper\\_022.pdf](http://support.sbcindustry.com/Archive/2008/june/Paper_022.pdf) (Hentet: 9. januar 2019).
- Norsk Treteknisk Institutt (2006) *Håndbok – bygge med Massivtreelementer*. Oslo: Norsk Treteknisk Institutt.
- Persvold, A. Z. (2019) Ressurs, *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/ressurs> (Hentet: 24. april 2019).
- Ryen, A. (2002) *Det kvalitative intervjuet*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Rolstadås, A. (2018) Prosjekt, *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/prosjekt> (Hentet: 24. april 2019).
- Skogstad, P. (red.) (2009) *Treteknisk håndbok, nr. 4*, 3. utg. Oslo: Norsk Treteknisk Institutt.
- Smith, R.E., Griffin, G., Rice, T. og Hagehofer-Daniell, B. (2017) Mass timber: evaluating construction performance, *Architectural Engineering and Design Management*, 14:1-2, 127-138. doi: 10.1080/17452007.2016.1273089
- Tjora, A. (2018) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. utg. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Treindustrien (2013) *Treindustriens lille grønne*. Oslo: Treindustrien.
- Wallance, W. L. (1971) *The logic of science in sociology*. Chicago: Aldine-Atheron.
- Østnor, T. (2018) *Massivtre og plasstøpt betong: en casestudie – forskjeller, erfaringer og forbedringspotensial*. Masteroppgave. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

# Vedlegg

## A Plakat

Plakaten for vårt prosjekt er vist på den påfølgende siden. Denne er designet med hjelp fra grafisk designer, Audun Moen, med fotografi tatt av Audun Flaget Aasen som bakgrunn.

# BYGGEPROSJEKTER I MASSIVTRE:

## En kasusstudie om ressursbruk som følge av bæresystem i massivtre, sett gjennom et utvalg Veidekke-prosjekter

Lise-Mari Valle Olsen og Audun Flaget Aasen

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet – Institutt for vareproduksjon og byggingsteknikk

### Introduksjon

Med et økende fokus på bærekraft og miljøvennlige løsninger, vies massivtre mye oppmerksomhet. I ulike publikasjoner, studentoppgaver og omtaler i media, fremheves følgende karakteristikk av massivtre: «raskt å bygge». Men hva innebærer det?

Ved nærmere ettersyn oppdaget vi at de fleste betraktningene rundt tidsbruken i liten grad inkluderte hele byggeprosessen, eller kun dreide seg om én bygningstype. I tillegg er bildet langt mer sammensatt, hvor blant annet økonomi følger tidsbruken tett.

Her anså vi en mulighet til å kunne bidra med å frembringe et bredere spekter av erfaringer. Ved å se på prosjekter som varierer i bygningstype, størrelse og lokasjon, mener vi å kunne bidra til å nyansere forestillingen om massivtre som en rask byggemåte. Vi har vært i kontakt med seks prosjekter, samt tre ressurspersoner, for å innhente informasjon.

### Problemstilling og forskningsspørsmål

*Hvordan påvirkes ressursbruken i et byggeprosjekt som følge av å velge massivtre som bæresystem fremfor mer tradisjonelle byggemetoder, sett gjennom et utvalg Veidekkes prosjekter?*

1. Hva er motivasjonen for å velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemetoder?
2. Hvilke erfaringer er gjort vedrørende tidsbruken, sammenliknet med mer tradisjonelle byggemetoder?
3. Hvilke kostnadsmessige ringvirkninger er erfart eller estimert, som følge av massivtre?

### Metode

Vi har anvendt kvalitativ metode i arbeidet med å belyse vår problemstilling. Gjennom fokuserte intervju har vi kunnet innhente førstehånds erfaringer og kunnskap fra nøkkelpersoner i prosjektene, leverandører og rådgivere. Vi har etterstrebet triangulering av informasjonen, ved at aspekter fra prosjektene er belyst fra flere ulike perspektiv.

Alle intervjuene er transkribert, og godkjent av intervjupersonene for å ivareta validiteten. For å ivareta etiske hensyn og personvern, har vi meldt inn prosjektet vårt til Norsk Senter for Forskningsdata.

### Resultater og diskusjon

Vi så at miljøbetraktninger og ønske om redusert CO<sub>2</sub>-avtrykk fremstår som en utløsende faktor for å velge massivtre. På samme tid er økonomi den styrende faktoren, hvor massivtreets fordeler sees i forhold til merkostnaden.

Bygging i massivtre er relativt nytt, og dermed er erfaringsgrunnlaget deretter. Mangelen på preaksepterte løsninger er en vesentlig faktor i ressursbruken under prosjekteringen. Men dette er midlertidig, og videre utvikling vil bidra til å redusere ressursbruken (Halseth, 2019).


Prosjektene som er erfart raskt å bygge, er i stor grad planlagt effektive og enkle utfra massivtreets forutsetninger. Slik at muligheten for tidsbesparelse under montasjen, og dermed økonomisk besparelse, er tilstede, men ikke i det omfang som fremsettes generelt.

Bygging i tre, per nå i Norge, medfører store arbeider med komplettering av bygg med strenge brann- og lydkrav. Her spiller preaksepterte løsninger inn, hvor effekten av redusert montasjetid vil øke dersom omfanget av gode byggbare løsninger, for å imøtekomme brann- og lydkrav, øker. Fra utenlandske studier ser vi at besparelsen på både tid og kostnad kommer bedre ut (Smith et al., 2017) (Kremer og Ritchie, 2018). Her kan det være interessant å spørre seg om myndighetskravene i Norge er en utslagsgivende faktor; bidrar komplettering av massivtre for å tilfredsstille brann- og lydkrav til å fordyre byggemetoden i Norge?

På samme tid kan de spesifikke forutsetningene som vi finner i de ulike prosjektene, påvirke ressursbruken. Massivtreets forutsetninger samsvarer i noen tilfeller ikke med den gitte bygningstypen eller aspekter ved prosjektet.

### Kilder

- Smith, R.E., Griffin, G., Rice, T. og Hagehofer-Daniell, B. (2017) Mass timber: evaluating construction performance, *Architectural Engineering and Design Management*, 14:1-2, 127-138.
- Kremer, P. D. og Ritchie, L. (2018) Understanding Cost and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the "Total Cost of Project", *Mass Timber Construction Journal*, volum 7, s. 14-18.
- Halseth, P.T. (2019) *Boligbygging i massivtre: Sammenligning av boligblokk i massivtre og betong*. Masteroppgave. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

 NTNU



## **B Norsk Senter for Forskningsdata**



### **NSD sin vurdering**

#### **Prosjekttittel**

Byggeprosjekter i massivtre: En kasestudie om ressursbruk som følge av bæresystem i massivtre, sett gjennom et utvalg Veidekke-prosjekter

#### **Referansenummer**

332895

#### **Registrert**

07.01.2019 av Audun Flaget Aasen - audunfa@stud.ntnu.no

#### **Behandlingsansvarlig institusjon**

NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for ingeniørvitenskap / Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

#### **Prosjektansvarlig**

Jan Steinar Egenes, jan.egenes@ntnu.no, tlf: 61135377

#### **Type prosjekt**

Studentprosjekt, bachelorstudium

## **Student**

Audun Flaget Aasen, audunfa@stud.ntnu.no, tlf: 95107317

Lise-Mari Valle Olsen, lmolsen@stud.ntnu.no, tlf: 91826801

## **Prosjektperiode**

03.12.2018 - 31.05.2019

## **Status**

11.01.2019 - Vurdert med vilkår

## **Vurdering (1)**

---

### **11.01.2019 - Vurdert med vilkår**

#### **FORENKLET VURDERING MED VILKÅR**

Etter gjennomgang av opplysningene i meldeskjemaet med vedlegg, vurderer vi at prosjektet har lav personvernulempe fordi det ikke behandler særlige kategorier eller personopplysninger om straffedommer og lovovertridelser, eller inkluderer sårbare grupper. Prosjektet har rimelig varighet og er basert på samtykke. Vi gir derfor prosjektet en forenklet vurdering med vilkår.

Du har et selvstendig ansvar for å følge vilkårene og sette deg inn i veiledningen i denne vurderingen. Dersom du følger vilkårene og prosjektet gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet vil behandlingen av personopplysninger være i samsvar med personvernlovgivningen.

#### **VILKÅR**

Vår vurdering forutsetter:

1. At du gjennomfører prosjektet i tråd med kravene til informert samtykke

2. At du ikke innhenter særlige kategorier eller personopplysninger om straffedommer og lovovertrædelser
3. At du følger behandlingsansvarlig institusjon (institusjonen du studerer/forsker ved) sine retningslinjer for datasikkerhet
4. At du laster opp revidert(e) informasjonsskriv på utvalgssiden(e) i meldeskjemaet og trykker «bekreft innsending», slik at du og behandlingsansvarlig institusjon får korrekt dokumentasjon. NSD foretar ikke en ny vurdering av det reviderte informasjonsskrivet.

## 1. KRAV TIL INFORMERT SAMTYKKE

De registrerte skal få skriftlig og/eller muntlig informasjon om prosjektet og samtykke til deltakelse. Du må påse at informasjonen minst omfatter:

- Prosjektets formål og hva opplysningene skal brukes til
- Hvilken institusjon som er behandlingsansvarlig
- Hvilke opplysninger som innhentes og hvordan opplysningene innhentes
- At det er frivillig å delta og at man kan trekke seg så lenge studien pågår uten at man må oppgi grunn
- Når prosjektet skal avsluttes og hva som skal skje med personopplysningene da: sletting, anonymisering eller videre lagring
- At du/dere behandler opplysninger om den registrerte basert på deres samtykke
- Hvorvidt enkeltpersoner vil kunne kjennes igjen i publikasjonen
- Retten til å be om innsyn, retting, sletting, begrensning og dataportabilitet (kopi)
- Retten til å klage til Datatilsynet
- Kontaktopplysninger til prosjektleder (evt. student og veileder)
- Kontaktopplysninger til institusjonens personvernombud

På nettsidene våre finner du mer informasjon og en veiledende mal for informasjonsskriv:  
[http://www.nsd.uib.no/personvernombud/hjelp/informasjon\\_samtykke/informere\\_om.html](http://www.nsd.uib.no/personvernombud/hjelp/informasjon_samtykke/informere_om.html)

Det er ditt ansvar at informasjonen du gir i informasjonsskrivet samstemmer med dokumentasjonen i meldeskjemaet.

## 2. TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 31.05.2019.

### 3. FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Dersom du benytter en databehandler i prosjektet må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

### NSD SIN VURDERING

NSDs vurdering av lovlig grunnlag, personvernprinsipper og de registrertes rettigheter følger under, men forutsetter at vilkårene nevnt over følges.

### LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Forutsatt at vilkår

1 og 4 følges er det NSD sin vurdering at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake. Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

### PERSONVERNPRINSIPPER

Forutsatt at vilkår 1 til 4 følges vurderer NSD at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål

- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19) og dataportabilitet (art. 20).

Forutsatt at informasjonen oppfyller kravene i vilkår 1 vurderer NSD at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### MELD ENDRINGER

Dersom den planlagte behandlingen av personopplysninger endrer seg, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. På våre nettsider informerer vi om hvilke endringer som må meldes. Vent på svar før endringer gjennomføres.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!



## C Invitasjonsbrev til intervjupersoner

Hei NN!

Etter en liten pustepause i julen, har vi nå fullt trykk på oppgaven. Vi finner dette svært givende, og utrolig spennende!

Vi brukte store deler av høsten 2018 til å utforme prosjektskissen i samarbeid med Håvard Kirkebøen, og sender den her til deg. Med den håper vi at du får et innblikk i hvor vi står og hva vi ønsker å grave i.

Som nevnt når vi kommuniserte tidligere, tar vi for oss flere spennende prosjekter i denne oppgaven. For å få på plass alle intervjuene, ber vi allerede nå om at du tar en titt i kalenderen for å se om det er uker eller dager som er mere ledig enn andre. Vi skjønner at du har travle dager, og vi skal forsøke å tilpasse oss din kalender. Møtested blir ditt aktuelle prosjekt – eller kontoradresse.

Vi vil sende deg en ferdigstilt intervjuguide i løpet av uke 5 for gjennomlesning, for så å gjennomføre intervjuet mellom uke 7 og 10. Selve intervjuet ønsker vi å gjøre opptak, for så å transkribere. I etterkant tenker vi å sende deg en transkribert versjon av intervjuet for godkjenning og mulighet for kommentarer. Har du innvendinger på dette, samt et ønske om anonymitet, ønsker vi snarlig tilbakemelding på dette for å finne frem til en alternativ løsning.

Du som intervjuperson har følgende rettigheter gjennom personvernloven. Du har rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

Siden vi befinner oss i hver vår ende av landet, henholdsvis Indre Troms og Hallingdal, har vi ikke per nå klart for oss om vi begge kommer til å være med på samtlige intervjuer, om vi deler de mellom oss, eller om en av oss tar alle – men dette skal vi ta en avgjørelse på innen du får intervjuguiden tilsendt. Tiden frem mot levering av oppgaven går fort, og vi må prioritere tiden godt.

Vi ber om tilbakemelding på dette, og gjerne med aktuelle datoer for intervju.

Vennlig hilsen

Lise-Mari Valle Olsen

Audun Flaget Aasen

## **Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Bygg i krysslaminert tre – konkurransedyktig på tid?», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

å delta på intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. juni 2019.

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

# D Intervjuguider

## D.1 Intervjuguide for prosjekt

---

### Intervjuguide – Bacheloroppgave

Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

Våren 2019

---

#### Presentasjon av oppgaven og oppgavens problemstilling

Vi er to studenter ved bachelorstudiet byggingeniør ved NTNU Gjøvik. Sammen med ekstern veileder fra Veidekke, Håvard Kirkebøen, og intern veileder fra NTNU, Jan Steinar Egenes, har vi utarbeidet bacheloroppgaven vår.

Oppgaven tar for seg tidsbruk og bygging i massivtre. Dette er en tematikk som i en viss utstrekning har blitt behandlet tidligere, men da med vekt på montasjetiden. Flere steder, både i media og i publikasjoner, fremheves bygg i massivtre som raskt montert sammenliknet med bygg oppført i stål og betong. Men hvordan ser dette ut når en tar for seg prosessen fra anbudsfasen av prosjektet og frem til overlevering? Vi ønsker å se på hvilke utfordringer som ligger i ulike prosjekter med hensyn til tidsbruken totalt sett, og hvilke følger dette får økonomisk.

Dette leder oss til oppgavens (foreløpige) problemstilling og forskningsspørsmål:

*Hvordan er den totale tidsbruken ved bygging i massivtre, sett gjennom et utvalg prosjekter? Og finnes det en reell tidsbesparelse totalt sett ved å bygge i massivtre, sammenliknet med stål og betong?*

- 1. Hvilke erfaringer er gjort rundt fordelingen av tidsbruk på de ulike fasene i massivtreprosjekter?*
- 2. Hvilke økonomiske ringvirkninger er erfart som direkte konsekvens av tidsbruken?*

Den overordnede målsetningen vår er å frembringe erfaringsbasert kunnskap rundt massivtre, og bidra til å styrke massivtre som et konkurransedyktig alternativ. Som problemstillingen sier, ønsker vi å belyse dette gjennom et utvalg av Veidekkes prosjekter. Under følger intervju spørsmål delt i seks kategorier. Første del vil i stor grad danne presentasjon og faktablad for prosjektet i oppgaven vår. Det er svært ønskelig fra vår side å gjøre opptak av intervjuet, slik at dette kan transkriberes og oversendes for godkjenning, samt mulighet for ytterligere kommentarer.

Da flere av spørsmålene favner bredt, ønsker vi og håper dere har anledning til å se over spørsmålene på forhånd og avklare informasjonen i prosjektgruppa, før vi møter dere. Vi ønsker ikke å oppta unødig mye tid fra flere av dere, så derfor er det kanskje naturlig at prosjektleder stiller til intervjuet alene, med nødvendig innhentet informasjon fra andre i prosjektet. I tillegg har vi planer om å transkribere intervjuene og ønsker derfor at informasjonen om prosjektet presenteres av så få personer som mulig. Vi håper dere har forståelse for dette. Dersom det skulle være spørsmål som dere opplever som uklare og ønsker oppklart før vi møter dere, er det bare å ta kontakt.

---

## Del 1 – Prosjektinfo

---

1.1 – Hvilken type bygg er prosjektet, hvem er byggherre, og hvem er arkitekt?

1.2 – Hvilken type kontrakt er prosjektet, og gjennomføringsmodell?

1.3 – Kort info: bæresystem, energikrav, miljøklassifiseringer, etasjer, m<sup>2</sup>.

1.4 – Hvor er prosjektet plassert, geografisk?

1.5 – Hvilken risikoklasse og brannklasse er bygget i?

1.6 – Når fikk dere presentert prosjektet?

1.7 – Dato for byggestart og ferdigstillelse?

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

2.1 – Hvorfor er massivtre valgt (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

2.2 – Ble det valgt av byggherre, entreprenør eller i samråd?

2.3 – Ble bygget utformet og tegnet basert på et bæresystem i massivtre? Eller ble massivtre valgt som bæresystem i ettertid?

2.4 – Er det spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?

---

### Del 3 – Anbudsprosessen

---

3.1 – Hvilke faktorer er avgjørende for at denne delen av prosessen skal gå som planlagt?

3.2 – Er det mer krevende med anbudsregning i massivtre-prosjekter kontra prosjekter med stål og betong?

3.3 – Blir det lagt ned større ressurser, brukt flere timeverk, under anbudsprosessen i dette prosjektet, som er en direkte konsekvens av valget av massivtre?

3.4 – Hvis ja, er dette noe som gjør at prosessen får lengre utstrekning i tid, eller blir det satt inn økt kapasitet for å begrense dette?

3.5 – Var det rom for å komme med alternative løsninger i denne prosessen?

3.6 – Med hensyn til at bygging i massivtre er relativt fersk, har dere erfart det som mer (tid)krevende å komme frem til alternative løsninger, sammenliknet med bygg i stål og betong?

3.7 – Med hensyn til den videre fremdriften og økonomisk resultat, hvordan er/var risikobildet for prosjektet, sammenliknet med hva det trolig hadde vært dersom prosjektet skulle oppføres i stål og betong?

---

### Del 4 – Prosjekteringsprosessen

---

4.1 – Har prosjektet en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

4.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?

4.3 – Klarer du å estimere en tidslinje til denne fasen, som viser hvordan det hadde sett ut om prosjektet hadde benyttet bæresystem i stål og betong?

4.4 – Hvordan ser denne fiktive tidslinjen ut sammenliknet med tidslinjen til den faktiske prosjekteringen?

4.5 – Er det deler av prosjekteringsfasen som har vært særlig krevende, hvilke og hvorfor?

4.6 – Er bygget prosjektert på en annen måte enn et tilsvarende tradisjonelt bygg? Med dette menes større bruk av BIM, mer involverende planlegging mellom aktører, hvilke fag som er involvert og på hvilke stadier osv.

4.7 – Er det noe ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?

4.8 – Er det noen myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjektet? Hvis ja, er dette knyttet til massivtre og hvorfor?

4.9 – Er det mer krevende å komme med alternative løsninger i prosjekteringsfasen?

4.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. prosjektering, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

---

#### Del 5 – Utførelsesprosessen

---

5.1 – Er det spesielle forhold i prosjektet knyttet til tid/fremdrift?

5.2 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en faseoversikt over tidsbruk i prosjektet per måned knyttet til prosjektering, grunnarbeider, råbygg, komplettering og prøvedrift?

5.3 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en estimert faseoversikt over et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem?

5.4 – Er det noen forskjell mellom de to situasjonene?

5.5 – Er det andre aspekter knyttet til utførelse som har vært positive eller negative knyttet til valg av massivtre i prosjektet?

5.6 – Sto Veidekke selv for montasje, eller var det eksterne montaselag? Begrunn hvorfor (tid, kostnad, erfaring, risiko etc.).

5.7 – Hva kan gi en tidsgevinst under monteringen, og hva gjøres for å muliggjøre dette?

5.8 – Er det forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjektet som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt?

5.9 – Har det kommet flere endringsmeldinger i dette prosjektet, enn hva det sannsynligvis kunne kommet om prosjektet hadde vært oppført i stål og betong? I så fall, hvor tidkrevende er dette aspektet?

5.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. utførelse, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

---

#### Del 6 – Økonomi

---

6.1 – Selv om dette kan kategoriseres som «kvalifisert gjetting»; hva ligger et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem på i pris, basert på erfaringstall pr m<sup>2</sup>?

6.2 – Hvordan er dette sammenliknet med prisen på bygget med massivtre-konstruksjon?

6.3 – Hva skyldes eventuelt en slik forskjell?

6.4 – Er det lagt mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?

6.5 – Er det gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum? I så fall, hvilke?

6.6 – Er det konkrete aspekter ved tidsbruken, som kan forbedres og dermed telle positivt for økonomien?

6.7 – Nådde sluttresultatet målsetningen, og kan det trekkes en direkte kobling mellom dette og fremdriften i prosjektet?

## D.2 Intervjuguide for Splitkon AS

---

### Intervjuguide – Bacheloroppgave

Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

Våren 2019

---

#### Presentasjon av oppgaven og oppgavens problemstilling

Vi er to studenter ved bachelorstudiet byggingeniør ved NTNU Gjøvik. Sammen med ekstern veileder fra Veidekke Entreprenør, Håvard Kirkebøen, og intern veileder fra NTNU, Jan Steinar Egenes, har vi utarbeidet bacheloroppgaven vår.

Oppgaven tar for seg tidsbruk og bygging i massivtre. Dette er en tematikk som i en viss utstrekning har blitt behandlet tidligere, men da med vekt på montasjetiden. Flere steder, både i media og i publikasjoner, fremheves bygg i massivtre som raskt montert sammenliknet med bygg oppført i stål og betong. Men hvordan ser dette ut når en tar for seg prosessen fra dere ble introdusert til prosjektet og frem til overlevering? Vi ønsker å se på hvilke utfordringer som ligger i ulike prosjekter med hensyn til tidsbruken totalt sett, og hvilke følger dette får økonomisk.

Dette leder oss til oppgavens (foreløpige) problemstilling og forskningsspørsmål:

*Hvordan er den totale tidsbruken ved bygging i massivtre, sett gjennom et utvalg prosjekter? Og finnes det en reell tidsbesparelse totalt sett ved å bygge i massivtre, sammenliknet med stål og betong?*

- 1. Hvilke erfaringer er gjort rundt fordelingen av tidsbruk på de ulike fasene i massivtreprosjekter?*
- 2. Hvilke økonomiske ringvirkninger er erfart som direkte konsekvens av tidsbruken?*

Den overordnede målsetningen vår er å frembringe erfaringsbasert kunnskap rundt massivtre, og bidra til å styrke massivtre som et konkurransedyktig alternativ. Som problemstillingen sier, ønsker vi å belyse dette gjennom et utvalg prosjekter. Under følger intervju spørsmål delt i seks kategorier. Første del vil i stor grad danne grunnlaget for å presentere deg som intervju person i presentasjonen i oppgaven vår. Det er svært ønskelig fra vår side å gjøre

opptak av intervjuet, slik at dette kan transkriberes og oversendes for godkjenning, samt mulighet for ytterligere kommentarer.

---

### Del 1 – Info om deg

---

- 1.1 – Hvilken rolle har du?
- 1.2 – Hvilke(n) del(er) av byggebransjen har du erfaring fra?
- 1.3 – Hvilke tidligere erfaringer har du/stillinger har du hatt?
- 1.4 – Hva er din nåværende arbeidsplass, stilling og arbeidsoppgaver?
- 1.5 – Hva er det du anser at gjør massivtre til et spennende felt?
- 1.6 – Hvor tett jobber du opp mot entreprenørene og/eller utførende?

---

### Del 2 – Valg av massivtre

---

- 2.1 – Hvilke erfaringer har du med hensyn til hvorfor massivtre velges (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?
- 2.2 – Hvem har du opplevd som oftest er pådriver for at bygget skal oppføres i massivtre?
- 2.3 – Gir bæresystem med massivtre arkitekter like stort handlingsrom med valg av fasader?
- 2.4 – Hvilke erfaringer har du med prosjekter som i starten blir utformet og tegnet basert på et mer tradisjonelt bæresystem (stål og betong), for så å skulle «oversettes» til massivtre?
- 2.5 – Ser du noen spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?
- 2.6 – Har du erfaringer med forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjekter som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt? Hvis ja, hvilke?

---

### Del 3 – Prosjektering

---

- 3.1 – Har du erfaring med at prosjekter i massivtre har en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?
- 3.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?
- 3.3 – Har du erfaring med aspekter ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?
- 3.4 – Kjenner du til myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjekter i massivtre? Hvis ja, hvilke?
- 3.5 – I hvilken grad anser du at myndighetskrav påvirker tidsbruken for et prosjekt i massivtre?



- 3.6 – Ser du noen konkrete tiltak/forbedringspotensialer for prosjektering i massivtre, med hensyn til tidsbruk?
- 3.7 – I en telefonsamtale med oss tidligere, nevnte du at det byggtekniske er et viktig aspekt – kan det trekkes direkte koplinger opp mot tids-aspektet?
- 3.8 – Sammenføyningsmetoder og knutepunktene til elementene er sentrale – er dette løst på en god nok måte, eller vil det være gevinster i form av tidsbesparelse å videreutvikle dette?

---

#### Del 4 – Produksjon og transport

---

- 4.1 – Hvordan er produksjonskapasiteten i Norge i dag?
- 4.2 – Hvor kommer råvarene som Splitkon bruker fra?
- 4.3 – Det sies at mye «skog råtner på rot» her i landet, og det importeres store mengder trevirke – utnytter vi ressursgrunnet godt nok? Vil det være en «tidstyv» å høste de råvarene som trengs innenfor landets grenser?
- 4.4 – Hva er deres geografiske satsingsområde?
- 4.5 – Hvordan transporteres ferdigvarer ut fra fabrikk, og hvordan er dette tidsmessig kontra alternative transportmåter?
- 4.6 – Er det noe å «vinne» klima- og tidsmessig på å produsere nasjonalt, når slike produkter kan bli fraktet på bane fra Europa?
- 4.7 – Hvilken leveringstid er det på større prosjekter?

---

#### Del 5 – Montasje

---

- 5.1 – Er det noen spesielle krav som må være tilfredsstilt før montering av elementene kan starte?
- 5.2 – Hvem er det som står for montasje av massivtreelementer?
- 5.3 – Vil det være en tidsgevinst at entreprenøren selv monterer?
- 5.4 – Sitter du på erfaringstall på montasjetid (minutter pr m<sup>2</sup>)?
- 5.5 – Hva er utfordringene rundt monteringen?
- 5.6 – Ser du noen konkrete tiltak/forbedringspotensialer for monteringen i massivtre, med hensyn til tidsbruk?

---

#### Del 6 – Økonomi

---

- 6.1 – Finnes det «tommelfingerregel» for pris pr m<sup>2</sup> på de forskjellige elementtypene (dekke- og veggelement)?

- 6.2 – Har du erfaring med at det legges mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?
- 6.3 – Har du erfaring med at det gjøres spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum?

---

Til slutt

---

- Er det sentrale aspekter som du mener må belyses, som spørsmålene våre ikke berører? Hvis ja, hvilke?

## D.3 Intervjuguide for Odd Grøthe

---

### Veileder for samtale med ressursperson – Odd Grøthe

Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

Våren 2019

---

---

#### Oppgavens problemstilling

---

Tidligere problemstilling og delspørsmål:

*Hvordan er den totale tidsbruken ved bygging i massivtre, sett gjennom et utvalg prosjekter? Og finnes det en reell tidsbesparelse totalt sett ved å bygge i massivtre, sammenliknet med stål og betong?*

- 1. Hvilke erfaringer er gjort rundt fordelingen av tidsbruk på de ulike fasene i massivtreprosjekter?*
- 2. Hvilke økonomiske ringvirkninger er erfart som direkte konsekvens av tidsbruken?*

Nytt forslag til problemstilling og delspørsmål:

*Hvordan påvirkes ressursbruken i et byggeprosjekt som følge av massivtre som bæresystem, sett gjennom et utvalg av Veidekkes prosjekter?*

- 1. Hvilke erfaringer er gjort vedrørende tidsbruken, sammenliknet med mer tradisjonelle byggemetoder?*
- 2. Hvilke økonomiske ringvirkninger er erfart eller estimert?*

Kommentar:

Oppgavens problemstilling er under arbeid. Det siste forslaget er laget på bakgrunn av resultatene som intervjurundene med de seks prosjektene har gitt.

---

## Spørsmål

---

- Er det aspekter du anser som påvirker ressursbruken i et massivtre-prosjekt, sammenliknet med mer tradisjonelle bygg?
- Hvordan opplever du tidsbruken i massivtre-prosjekter?
- Hvilke erfaringer har du med hvordan økonomien påvirkes av valg av massivtre fremfor stål og betong?
  
- Hvilke faktorer mener du er avgjørende for at massivtre velges?
- Hvordan påvirkes risikobildet av at massivtre er valgt?
- Er det aspekter ved prosjekteringen som du anser som mer utfordrende for massivtre?
- Hvilke positive og negative sider ved massivtre har du erfart under montasjen?
- Samtlige av prosjektene vi har snakket med sier at massivtre er dyrt; hva mener du dette skyldes?
  
- Er det aspekter ved massivtre som du mener er sentrale for vår problemstilling, men som ikke er belyst her?

## E Sammendrag av intervjuer

### E.1 Moholt 50|50

---

#### Sammendrag av intervju – Moholt 50|50

14. februar 2019

Intervju og transkribering av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

#### Del 1 – Prosjektinfo

---

1.1 – Hvilken type bygg er prosjektet, hvem er byggherre, og hvem er arkitekt?

Prosjekt: Anlegg for studentskipnaden i Trondheim. 632 studentboliger, diverse næringslokaler, barnehage, parkeringsanlegg og bibliotek

Byggherre: Studentskipnaden i Trondheim, Ålesund og Gjøvik

Arkitekt: Oslo-baserte MDH Arkitekter, vant arkitektkonkurranse sammen med dansk landskapsarkitektfirma, Masu.

1.2 – Hvilken type kontrakt er prosjektet, og gjennomføringsmodell?

Totalentreprise med samspillsfase – utviklingsfase – hvor prosjektet ble utviklet sammen med byggherren. Veidekke vant prosjektet utfra samspillsmodellen, og ikke pris.

1.3 – Kort info: bæresystem, energikrav, miljøklassifiseringer, etasjer, m<sup>2</sup>.

Bygningene er utformet som tårn på ni etasjer, hvorav åtte er konstruert i massivtre. Dette gir en lett konstruksjon som måtte forankres i bunnen. I beskrivelsen ble det oppgitt at byggene skulle forankres til fjell med fjellbolter. Men med 30 meter ned til fjell, ble dette for kostbart. Dette førte til at første etasje i tillegg til kjeller er konstruert i betong, for å gi byggene en tung sokkel. I tillegg ble grunnplaten utført litt større, for å oppnå en større grunnbelastning. På grunn av den lette konstruksjonen, kunne antallet etasjer økes fra åtte til ni, hvilket øket antall hybler og dermed bedret økonomien. I tillegg til massivtre, er det benyttet noe limtre, som er brukt slik man tradisjonelt bruker limtre. Med hensyn til miljøsertifisering har prosjektet passivhusstandard. Totalt er arealet på cirka 23 000 m<sup>2</sup>.

1.4 – Hvor er prosjektet plassert, geografisk?

Plassering er Moholt Trondheim. Det er i forbindelse med Moholt studentby som var bygd 50 år tidligere. Det er derfor prosjektet heter 50|50.

1.5 – Hvilken risikoklasse og brannklasse er bygget i?

Risikoklasse varierer fra 2 til 5 etter bruken av arealet. For eksempel har Studenttårnene brannklasse 3, mens barnehagen er i brannklasse 2.

1.6 – Når fikk dere presentert prosjektet?

Veidekke ble sammen med tre konkurrenter og studentskipnaden invitert med på befaringsreise av prosjektet med studentboliger i Halden, og videre på prosjektet på Ås. Her var høyblokka på Ås med åtte etasjer en viktig inspirasjonskilde for det videre arbeidet. Dette var i 2014. Tilbudsfasen varte frem til sommeren, så en utviklingsfase gjennom høsten. På grunn av forandringer med hensyn til utviklingen av barnehagen, ble kontrakten først inngått i mars 2015.

1.7 – Dato for byggestart og ferdigstilling?

Kontrakten ble inngått mars 2015 og dermed byggestart, og de tre første studenttårnene og barnehagen ble overlevert juli 2016. Egentlig skulle alt være ferdig til skolestart, men det lot seg ikke gjøre på grunn av tidspresset. Det medførte at de siste to tårnene ble overlevert til jul samme år. Grunnen til forsinkelsen var uklarhet rundt bruken av første etasje til næring, hvilket gav sene beslutninger som førte til endelig avslutning av prosjektet i desember 2016.

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

2.1 – Hvorfor er massivtre valgt (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

Byggherren hadde flere motiver for å velge massivtre. Hovedmotivet var miljø og bidrag til å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp. Miljø er trendy i studentkretser. Valget ble også tatt for å gjøre boligene mest mulig attraktive å bo i samt å skape PR og blest om prosjektet. Hadde ikke prosjektet kommet innenfor budsjettet, kunne det fort ha blitt et annet bæresystem for og fått prosjektet realisert.

2.2 – Ble det valgt av byggherre, entreprenør eller i samråd?

I arkitektkonkurransen var prosjektet tenkt litt som den eksisterende studentbyen, betong og teglforblending. Det var senere i denne fasen at arkitektene utformet prosjektet i massivtre, og byggherren tok valget om at dette skulle gjennomføres. Det ble ikke regnet på en alternativ byggemetode, da beslutningen om massivtre ble fattet tidlig.

2.3 – Ble bygget utformet og tegnet basert på et bæresystem i massivtre? Eller ble massivtre valgt som bæresystem i ettertid?

Prosjektet ble utformet og tegnet basert på massivtre. Bruken av massivtre her stemte godt med bygningstypen, da studentboliger har relativt korte spenn på grunn av små hybler. Samt at lydkravene ikke er like strenge som i et leilighetsbygg. Men det er sentralt for å lykkes med et prosjekt i massivtre at valget om materialet kommer tidlig, og at det da designes utfra massivtreets forutsetninger. Med hensyn til studentboliger, som er kollektiv, ble det lempet på lydkravene og her er en etasje med 15 hybler én branncelle. Det er benyttet gips om utforing for å klare lydkravene. Det er en fordel med studentboliger og massivtre, fordi korte spenn og mindre lydkrav gjør at mer massivtre kan holdes synlig. Men vesentlig for suksessen er at det fra tidlig av designes som massivtrebygg.

- 2.4 – Er det spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?

For dette prosjektet var det ikke spesielle utfordringer, utover brann- og lydkrav. Her ble det hentet inn en brannrådgiver som kunne tenke utradisjonelt. Med hensyn til lyd ble det brukt trinnlydsplate med 40 mm avretningsmasse oppå. Mellom hyblene ble himlingen også foret ned, for å imøtekomme lydkravene. Dette ble ikke gjort i fellesarealene, da disse ikke har like strenge krav.

---

### Del 3 – Anbudsprosessen

---

- 3.1 – Hvilke faktorer er avgjørende for at denne delen av prosessen skal gå som planlagt?

Her var det helt avgjørende for prosjektet at det ble inngått et samarbeid med Woodcon som rådgivere. Woodcons kompetanse gav en trygghet til prosjektet, gjennom deres prosjektering og utvikling av prosjektet. Prosjektet fikk da en sterk avtale og en leveringstid, som ble helt avgjørende. Woodcons erfaring, samt kontakt med fabrikkene i Østerrike utgjorde en stor del av suksessen her.

- 3.2 – Er det mer krevende med anbudsregning i massivtre-prosjekter kontra prosjekter med stål og betong?

På grunn av samarbeidet med Woodcon ble ikke anbudsregningen mer krevende enn for et tradisjonelt prosjekt, tvert imot! Avtalen med Woodcon reduserte risikoen betraktelig.

- 3.3 – Blir det lagt ned større ressurser, brukt flere timeverk, under anbudsprosessen i dette prosjektet, som er en direkte konsekvens av valget av massivtre?

Her gav samarbeidet med Odd Grøthe og Woodcon positiv uttelling. Med et slikt firma på laget, som tar totalansvar og ikke lager «feller» i tilbudsbeskrivelsen, ble ikke denne prosessen mer krevende enn nødvendig.

- 3.4 – Hvis ja, er dette noe som gjør at prosessen får lengre utstrekning i tid, eller blir det satt inn økt kapasitet for å begrense dette?

- 3.5 – Var det rom for å komme med alternative løsninger i denne prosessen?

Det var et visst spillerom for alternative løsninger. For eksempel ble det første utkastet til barnehagen i anlegget forkastet og en ny ble utviklet. Den nye utformingen av barnehagen ble bedre tilpasset bygging i massivtre, mye å grunn av samarbeidet med aktører fra massivtre-feltet.

- 3.6 – Med hensyn til at bygging i massivtre er relativt fersk, har dere erfart det som mer (tid)krevende å komme frem til alternative løsninger, sammenliknet med bygg i stål og betong?

Nei, ikke mer komplisert i anbudsfasen, heller enklere siden byggherren ønsket massivtre. Det ble heller ikke mer tidkrevende på grunn av et arbeidsfellesskap med Veidekke Follo på Ås. På denne måten kunne prosessen nytte erfaringene fra byggingen av studentboliger på Ås, gjennom utviklingsfasen og gjennom montasjen, da prosjektlederen fra Ås bidro.

- 3.7 – Med hensyn til den videre fremdriften og økonomisk resultat, hvordan er/var risikobildet for prosjektet, sammenliknet med hva det trolig hadde vært dersom prosjektet skulle oppføres i stål og betong?

Avtalen med Woodcon forenklet risikobildet, da de stod for ferdig råbygg, hvor åtte etasjer ble montert på tre uker ved hjelp av lange arbeidsdager. Etter dette tok Veidekke over og isolerte yttervegger, tett og isolerte taket. Med hensyn til tidsbruken her gav massivtre muligheten til å få opp råbygget raskt, trolig raskere enn ved bruk av stål og hulldekker.

---

#### Del 4 – Prosjekteringsprosessen

---

- 4.1 – Har prosjektet en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

Nei, i utgangspunktet ikke. Det som er erfart som positivt med massivtre her, er at det må prosjekteres mye tidligere. Altså detaljprosjekteringen må foreligge før produksjonen i Østerrike starter. Sammenliknet med tradisjonelle nybygg, går prosjekteringen der ofte parallelt med selve byggingen, mens for massivtre må dette skje i forkant. Prosessen industrialiseres mer. Det at prosjekteringen kan ta lengre tid, hentes inn igjen av kortere montasjetid.

- 4.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?

- 4.3 – Klarer du å estimere en tidslinje til denne fasen, som viser hvordan det hadde sett ut om prosjektet hadde benyttet bæresystem i stål og betong?

Dersom prosjektet hadde stål, sammen med precut og hulldekker, kunne dette gitt noe av det samme bildet som for massivtre. Men også der måtte det vært ferdig prosjektert tidlig.

- 4.4 – Hvordan ser denne fiktive tidslinjen ut sammenliknet med tidslinjen til den faktiske prosjekteringen?



Den store forskjellen mellom prosjektering av massivtre, og betong og stål, er at for massivtre må prosjekteringen være ferdig mye tidligere. Dette kommer av at for massivtreet blir dette en mer industriell produksjon – samlebåndsproduksjon.

4.5 – Er det deler av prosjekteringsfasen som har vært særlig krevende, hvilke og hvorfor?

4.6 – Er bygget prosjektert på en annen måte enn et tilsvarende tradisjonelt bygg? Med dette menes større bruk av BIM, mer involverende planlegging mellom aktører, hvilke fag som er involvert og på hvilke stadier osv.

Her ble BIM benyttet fullt ut, hvilket har gitt en komplett BIM-modell. For å kunne få til alt av utsparinger i elementene måtte det gjøres slik, alle fag må jobbe i den samme plattformen. Veidekke stod for prosjekteringsledelsen, som så gikk videre til Odd Grøthe, som var rådgiver og formidlet videre til produksjonen. Det betyr at Woodcon og WSP hadde kommunikasjonen til produksjonen i Østerrike.

4.7 – Er det noe ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?

Presisjonen har vist seg å være svært god. Med hensyn til tårn på åtte etasjer er avviket nesten neglisjerbart. Sammenliknet med betongelementer, som ofte krever tilpassing på byggeplassen, er massivtreelementene så å si uten avvik.

4.8 – Er det noen myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjektet? Hvis ja, er dette knyttet til massivtre og hvorfor?

4.9 – Er det mer krevende å komme med alternative løsninger i prosjekteringsfasen?

Ved prosjekteringen låses prosjektet. Ofte sitter en brukergruppe og vil komme med endringer, men det ble det gitt lite rom for, da prosjektet låses under prosjekteringen. I dette prosjektet var det 40 like etasjer, slik at de kunne ikke endres i det uendelige, og måtte dermed låses på et tidspunkt. Men det gav også mye av suksessen i prosjektet, at det var 40 like etasjer.

4.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. prosjektering, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Her er barnehagen et eksempel. Denne ble utviklet fra det første forslaget som ble forkastet, hvor en ny løsning ble jobbet frem sammen med brukergruppen. Denne ble så låst på et tidlig stadium. Dersom dette ikke hadde blitt gjort, ville ikke barnehagen kommet med, på grunn av dens dårlige økonomi. Dette måtte helt klart snus for at barnehagen skulle bli en del av prosjektet. For Veidekke utgjorde dette rundt 70 millioner, hvor den totale kontrakten for prosjektet var på nesten en halv milliard – 495 millioner.

---

## Del 5 – Utførelsesprosessen

---

### 5.1 – Er det spesielle forhold i prosjektet knyttet til tid/fremdrift?

Først var det satt av fem uker til montasje i fremdriftsplanen, men ved optimalisering av dette, ble det redusert til tre uker. Dette førte til at betong-etasjeene også måtte fremskyndes på de to første, slik at montasjen av massivtre kunne starte her mens betongarbeidene på bygg 3, 4 og 5 fortsatte.

### 5.2 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en faseoversikt over tidsbruk i prosjektet per måned knyttet til prosjektering, grunnarbeider, råbygg, komplettering og prøvedrift?

(Se fremdriftsplan)

### 5.3 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en estimert faseoversikt over et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem?

(Her ble det henvist til Maskinparken for en mer realistisk sammenlikning)

### 5.4 – Er det noen forskjell mellom de to situasjonene?

Her kan Voll studentby trekkes inn som eksempel, som er bygg på fire og seks etasjer, som ble ferdigstilt nesten samtidig som Moholt. Her ble det benyttet stål og hulldekker, en rask byggemetode som Veidekke valgte for å redusere den totale byggetiden. Her ble byggetiden redusert med 20 %, noe som gav positive økonomiske ringvirkninger. Slik at dersom et prosjekt er optimalisert for stål og hulldekker, vil det kunne bygges nesten like fort som et bygg i massivtre

### 5.5 – Er det andre aspekter knyttet til utførelse som har vært positive eller negative knyttet til valg av massivtre i prosjektet?

Råbyggfasen har gått fort, hvilket er svært positivt for prosjektet. Et annet aspekt er HMS, hvor det har vært mindre støy og støv i byggeprosessen. I tillegg har de som arbeidet i byggene opplevd et bedre arbeidsmiljø, både med hensyn til støv og støy, men også lukt. Et eksempel på at massivtre gir lettere installasjon er for rørleggeren som skulle montere sprinkler, som kunne utføre dette med drill og treskruer, i stedet for en betongbor.

### 5.6 – Sto Veidekke selv for montasje, eller var det eksterne montasjelag? Begrunn hvorfor (tid, kostnad, erfaring, risiko etc.).

Woodcon stod for montasjen av massivtreet. Veidekke anså sin kompetanse som for begrenset til å utføre dette selv. Det gjøres tiltak for at Veidekkes folk skal lære litt av Woodcon, men Veidekke ønsker å benytte firmaer som Woodcon som har dette som hovedfelt, for å kunne optimalisere montasjen mest mulig. Med hensyn til monteringen, var strategien at en ikke skulle avslutte dagen med en «basseng». Altså det skulle etterstrebes at når vegger var reist, skulle det også legges på dekke på toppen, slik at eventuell nedbør kunne renne fritt av og ikke samles inne i bygget.

5.7 – Hva kan gi en tidsgevinst under monteringen, og hva gjøres for å muliggjøre dette?

Tidsgevinsten ligger i at man stabler skiver på hverandre. Alt går forttere. Innfestingen er også vesentlig raskere i massivtre. Elementene ble først festet med cirka 1/3 av antallet skruer, før kranføreren gikk av vakt. Så ble alt skrudd sammen i henhold til montasjeplanen. Dette gjorde at kranen ble mer effektivt utnyttet, hvilket igjen påvirket økonomien. Det ble benyttet stål for å forankre massivtreet i betongen, ved bruk av laskeplater. Her ble spesielt erfaringene fra Ås utnyttet, for at detaljprosjekteringen skulle ta høyde for møtet mellom ulike typer materialer som oppfører seg ulikt ved temperaturendringer.

5.8 – Er det forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjektet som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt?

For arbeidsmiljøet er massivtre positivt. Riggbehovet er ganske likt. Behovet for mellomagring var til stedet, fordi det var få elementer som ble lastet direkte fra bilen og inn på sin plass i bygget.

5.9 – Har det kommet flere endringsmeldinger i dette prosjektet, enn hva det sannsynligvis kunne kommet om prosjektet hadde vært oppført i stål og betong? I så fall, hvor tidkrevende er dette aspektet?

Nei, ingen forskjell her. Endringsmeldingene kom i stor grad på grunn av at byggherren ikke klarte å ta alt av avgjørelser rundet kvaliteter og overflater med en gang. Dette gav over 200 endringsmeldinger, hvilket utgjorde 47 millioner i tilleggsbestillinger, og krevde ekstra funksjoner som jobbet med kun dette. Det sees på som ikke helt normalt, men var ikke en konsekvens av massivtreet. Sett med hensyn til massivtre, kan dette heller bidra til å begrense antallet, da prosjektet må være nøye planlagt og mye må låses på et tidlig stadium.

5.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. utførelse, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Lite som burde vært gjort annerledes fra Veidekkes side. Byggherresiden var noe utfordrende, på grunn av skifter i organisasjonen, hvilket gjorde kommunikasjonen her utfordrende.

---

## Del 6 – Økonomi

---

6.1 – Selv om dette kan kategoriseres som «kvalifisert gjetting»; hva ligger et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem på i pris, basert på erfaringstall pr m<sup>2</sup>?

Anslagsvis koster et slikt prosjekt kr 25 000 per kvadratmeter, kostpris for Veidekke uten moms. Med studentboliger er det mye repetisjon, ikke på grunn av massivtreet, men på grunn av den samme takten for montasjen, hvilket gir økonomisk gevinst. Antagelig ville det økonomiske bildet for stål og betong ikke vært like positivt, på grunn av den enkle innfestingen av massivtre som går raskere.

6.2 – Hvordan er dette sammenliknet med prisen på bygget med massivtre-konstruksjon?

(Her henvises det til sammenlikning i Maskinparken)

6.3 – Hva skyldes eventuelt en slik forskjell?

6.4 – Er det lagt mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?

Nei, antageligvis ikke. Her er det statsstøtte gjennom Husbanken byggherren forholder seg til. Når prosjektet startet var dette kr 800 000 per bolig. Dette er rammene, som ikke endres på grunn av massivtre er valgt. Men å velge massivtre, koster trolig mer, mellom 5 og 7-8 % mer.

6.5 – Er det gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum? I så fall, hvilke?

Endringen av barnehagen ble et spesielt tiltak, for å bedre økonomien. Med det første alternativet landet økonomien utenfor rammene, og derfor måtte dette gjøres om igjen. Her ble kunnskapen og erfaringen til Odd Grøthe utnyttet for å komme frem til en mer optimalisert løsning.

6.6 – Er det konkrete aspekter ved tidsbruken, som kan forbedres og dermed telle positivt for økonomien?

Nei, ikke med hensyn til massivtre.

6.7 – Nådde sluttresultatet målsetningen, og kan det trekkes en direkte kobling mellom dette og fremdriften i prosjektet?

Her var det til Veidekkes fordel at det ble benyttet en underentreprenør på massivtre. Dette medførte få timer benyttet av Veidekke og dermed lavere risiko, sammenliknet med dersom bygget ble plasstøpt. Når risikoen reduseres, blir økonomistyringen lettere. Her var byggetakten en fordel i prosjektet, hvor det var en uke per fag per etasje, hvilket gjorde det svært oversiktlig. Noe utfordrende å få alle fag med på dette, men det viste seg positivt etter hvert og antall arbeidere ble redusert i forhold til hva som var planlagt. Dette førte igjen til at det ble spart penger. Sett i forhold til startkalkylen, endte det på litt over 2 % over forventet resultat. På en halv milliard utgjør det ganske mye penger. Her henvises det til Porsche-takten, hvor det på samlebandproduksjonen i Tyskland settes opp at en operasjon skal ta en viss tid. Det brukes stoppeklokke, og all tid spart kan settes rett på bunnlinjen til slutt. Det samme prinsippet ble gjennomført på Moholt, hvor det ble hentet inn litt tid hele tiden på grunn av all repetisjonen.

## E.2 Maskinparken TRE

---

### Sammendrag av intervju – Maskinparken TRE

14. februar 2019

Intervju og transkribering av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

#### Del 1 – Prosjektinfo

---

1.1 – Hvilken type bygg er prosjektet, hvem er byggherre, og hvem er arkitekt?

Boligblokk for det kommersielle markedet, hvor utbyggeren er Lilleby Eiendom, et selskap dannet av Veidekke eiendom sammen med andre aksjonærer. Prosjektet er tegnet av HUS arkitekter AS

1.2 – Hvilken type kontrakt er prosjektet, og gjennomføringsmodell?

Totalentreprise. Prosjektet er gjennomført via en modell som heter HRL, en avtaleform som er etablert mellom entreprenør- og eiendomsvirksomheten. Denne avtalen sier noe om hvordan partene skal jobbe og hvordan entreprenør, arkitekt og rådgivere skal involveres, og det etableres en samspillsprosess der man utvikler byggene sammen.

1.3 – Kort info: bæresystem, energikrav, miljøklassifiseringer, etasjer, m<sup>2</sup>.

Bæresystem i massivtre, krysslaminert tre. Passivhusstandard, men ingen klassifisering innen miljøsertifiseringssystem. Bygget har åtte etasjer og BTA på 4200 kvadratmeter, med 47 leiligheter.

1.4 – Hvor er prosjektet plassert, geografisk?

Sentralt på Lade i Trondheim, hvor Lilleby er et gammelt industriområde.

1.5 – Hvilken risikoklasse og brannklasse er bygget i?

1.6 – Når fikk dere presentert prosjektet?

Rivingen av den gamle bygningsmassen ble startet i 2012, og da startet reguleringsprosessen.

1.7 – Dato for byggestart og ferdigstillelse?

Skisseprosjektet starta i juni 2016 og pågikk i 2 måneder – fra juni til august. Og så starta utbyggeren opp salgsprosessen sin, og den pågikk fra høsten. I mars 2017 hadde ble det tilstrekkelig salgsgrad til å bestille prosjektet. Da startet detaljprosjekteringen, og den foregikk fra april 2017 til cirka november 2017. Problemer med

dagslysberegninger førte til at det som først var tenkt som ett bygg, ble omregulert til to separate bygg, og der kom ideen fra Sigbjørn Faanes om å utnytte dette til utføre det ene i massivtre og det andre mer tradisjonelt. Bygget står ferdig i dag, hvor beboere flyttet inn nå på nyåret. Byggingen startet i uke 5 2018, da begynte montasjen av elementene som pågikk frem til uke 8. Bygget stod ferdig i uke 51.

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

### 2.1 – Hvorfor er massivtre valgt (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

Her var det Veidekke Eiendoms ønske om å prøve noe nytt som gav massivtre, samtidig som boligprosjektet selges med en form for miljøprofil som en grønn bydel. Et bygg med redusert klimaavtrykk, stemmer godt overens med bydelens økte fokus på sykkeltilbud, kollektivtransport og god bokvalitet. Men sentralt for å lykkes med dette var krefter innad i Veidekke som løftet dette frem. Målet for prosjektet var at det skulle bygges en boligblokk i massivtre med samme kosten som i stål og betong. Miljøgevinsten skulle være det reduserte CO<sub>2</sub>-utslippet for bygget. Også skulle det være et læringsprosjekt for Veidekke, for å tilegne seg kunnskap om boligblokk i massivtre.

### 2.2 – Ble det valgt av byggherre, entreprenør eller i samråd?

### 2.3 – Ble bygget utformet og tegnet basert på et bæresystem i massivtre? Eller ble massivtre valgt som bæresystem i ettertid?

Under skisseprosjektet ble konseptet med massivtre utformet, som var rundt juni 2016. Utformingen ble det tilpasset massivtre, kvadratisk og enkelt, uten noen kompleks bæring med lange spenn. Med hensyn til at Maskinparken 2 og TRE er tvillingblokker, har de allikevel forskjellig antall etasjer. Dette kommer av at massivtre er lettere enn betong, hvilket gjorde det mulig å legge til tre etasjer ekstra. Byggene er likt fundamentert med en utvidet bunnplate som bygget ligger på. Tidlig i prosjektet var det skisser med betong, men prosjektet ble ansett som en mulighet til å prøve ut massivtre. Her var Woodcon tidlig inne, som underentreprenør for prosjektering, levering og montering av massivtreet. RIB her var Odd Grøthe fra WSP. Dette gav prosjektet en stor fordel og bidro til at massivtre-systemet ble optimalisert i prosjektet, hvilket gav en økonomisk gevinst. Altså et bæresystem som ikke var overdimensjonert, men godt tilpasset prosjektet.

### 2.4 – Er det spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?

Med hensyn til at dette er elementbygg, og alt må heises i luften, innebærer dette risiko med tanke på vind. Dette er HMS-aspekter. Et annet aspekt er nedbør, hvor langtidsvarsler og værstatistikk ble benyttet for å kunne planlegge montasjen. Det ble ikke vurdert montasjetelt, men heller tildekking av konstruksjonen underveis ved behov. De åtte ukene med montasje ble velsignet med kaldt og tørt vær, og nesten nedbørsfritt. Gipsmontasjen var et annet aspekt som var utfordrende, på grunn av mye ting branngips. Dette var utfordringer som ikke er tilstede i et tradisjonelt bygg, det er større mengder

med særlig branngips her for å imøtekomme kravene for brann og lyd. Mengdene her ble først klare detaljprosjekteringen, noe som er et resultat av prosjektet som nybrottsarbeid med lite erfaringer fra boligbygging i massivtre.

---

### Del 3 – Anbudsprosessen

---

Da dette ikke var en konkurranseutsatt anbudsrunde, divergerer denne delen av prosessen fra andre prosjekt.

Etter en skisseprosess blir det innledet en målpris-fase sammen med byggherren. I denne prosessen må det foretas en markedsvurdering, for å kunne estimere hva enhetene skal selges for, før prosjektet kan regnes på og byggekostnaden kan settes. Her ble Veidekkes faste bilag satt opp mot salgsinntekter og byggekostnader. Dersom dette ikke harmonerte ville en måtte foretatt endringer og å omprogrammere løsningene. Her blir det da rom for andre løsninger som kan optimalisere prosjektet, rimeligere fasader, andre typer rekkverk osv. Dette fortøner seg som en samspillfase, hvor prosjektet søker å komme i mål med riktig pris for både salg og bygging.

For Maskinparken TRE ble det lagt et anslag på kr 39 500 per kvadratmeter i byggekost, som Veidekke da forplikter seg å komme innen pluss/minus 5 % i kalkulasjonen av jobben. Dette er en litt annen prosess enn vanlig, og det settes en intensjonsavtale for en skal komme til enighet, hvor begge parter er forpliktet til å bidra til at det oppnås enighet.

Med hensyn til at utbyggingen på Lilleby er stor, kan man utnytte gjentakelseeffekten, både for selve byggingen, men også de innkjøp som må gjøres. Med store volum i innkjøp kan det sikres en del gode avtaler, som har vært en del av forutsetningene her.

Dersom dette var et prosjekt kun for Veidekke Eiendom kunne det kanskje vært rom for å investere mer. Men i Lilleby Eiendom er det mange andre investorer inne også, som kun er opptatt av utbytte, og da må en finne løsninger som oppnår nettopp dette. Så her ble det viktig å velge løsninger som fungerte og som var lønnsomme, altså uten for høy risiko til tross for nybrottsarbeid.

---

### Del 4 – Prosjekteringsprosessen

---

4.1 – Har prosjektet en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

Detaljprosjekteringen ble noe hektisk fordi det skulle prosjekteres to bygg parallelt. Denne delen av prosessen tok seks måneder. Her var det behov for mer tid og det ble brukt større kostnader opp mot detaljprosjekteringen av bygget.

4.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?

Dette kommer av at det er mer komplekst å prosjektere massivtre, fordi alt skal inn i én modell før produksjon kan settes i gang. Rådgivere ble en større kostnad, spesielt for brann og lyd, nettopp på grunn av nybrottsarbeidet med boligblokk i massivtre. Dette resulterte i at det ble brukt 100 % mer kroner og øre i detaljprosjekteringen,

sammenliknet med en normal prosess med preaksepterte løsninger. Prosjekteringen for massivtreblokk tok vesentlig lengre tid enn for den andre, mye på grunn av behovet for avklaringer opp mot leverandører, branntetting, rørsystem, brannskiller, balkonger osv.

Erfaringene som er gjort vil kunne bidra til at prosessen neste gang vil være mindre tidkrevende fordi her er mulige detaljer og grensesnitt nøye vurdert, og godkjent av rådgivere innen både akustikk og brann. Men per i dag er det ikke mulig å bygge en boligblokk i massivtre, uten at bæresystemet gipses inn. I tillegg til gips er bygget fullsprinklet. Strengt myndighetskrav i Norge gjør at skal det godkjennes må det utføres slik. Mens ser vi til Sverige er mange av kravene lempet på for massivtrebygg, noe som bidrar til økt effektivitet og bedre økonomi i massivtre-prosjekter, og særlig med hensyn til reduserte brannkrav vil andelen gips kunne reduseres.

- 4.3 – Klarer du å estimere en tidslinje til denne fasen, som viser hvordan det hadde sett ut om prosjektet hadde benyttet bæresystem i stål og betong?

Med hensyn til tidsaspektet for å bygge to bygg med åtte etasjer, får vi for byggetiden en gevinst på to måneder med massivtre. Ved et tradisjonelt bygg vil deler av prosjekteringen gå inn i byggetiden. Normalt settes det av tre måneder til detaljprosjekteringen, hvorav den ene måneden inngår i byggetiden. For massivtre burde en starte fire måneder før med prosjekteringen, på grunn av leveransen av massivtre som et kritisk punkt i prosessen og produksjonen foregår før montasjen. Her hadde Woodcon er krav om at underlaget måtte være klart åtte uker før første leveranse av elementer. Dette betyr at en må starte ytterligere to måneder tidligere, hvilket totalt sett gjør at en tilnærmet går i null når en sammenlikner massivtre og tradisjonelt bygg på total tid.

Fasen etter monteringen hadde her forbedringspotensial med hensyn til tidsbruk, her kunne nok én måned vært hentet inn gjennom større optimalisering av tidsbruken. På sikt vil erfaringer med prosjektering og gjentakelseeffekten trolig kunne gi en forskjell på én til to måneder mellom de to byggesystemene. To måneder betyr mye med hensyn til finanskostnader for utbyggeren, samt lønns- og prisstigning har mye å si. I tillegg ligger det en risiko i det å handle fra utlandet, med tanke på Euroens kurssvingninger.

- 4.4 – Hvordan ser denne fiktive tidslinjen ut sammenliknet med tidslinjen til den faktiske prosjekteringen?
- 4.5 – Er det deler av prosjekteringsfasen som har vært særlig krevende, hvilke og hvorfor?

Her er det løsningene spesielt opp mot brann og lyd som har vært krevende, kanskje aller mest brannkrav. Det ble et samarbeid med rådgivere og leverandører, for å finne løsninger som fungerte og som var mulig å utføre – optimalisere samtidig som en tenker praktisk. Her ble baser og tømreere også involvert, for å engasjere hele kompetanserekken.



- 4.6 – Er bygget prosjektert på en annen måte enn et tilsvarende tradisjonelt bygg? Med dette menes større bruk av BIM, mer involverende planlegging mellom aktører, hvilke fag som er involvert og på hvilke stadier osv.

Her ble det helt klart benyttet mer BIM enn i et tradisjonelt bygg. Dette kommer av at mye av detaljeringen skal utføres på fabrikk og må derfor være en del av modellen. Utsparinger for tekniske føringer må være på plass, og være 100 % nøyaktig. Detaljeringsgraden på BIM for Maskinparken TRE er betraktelig høyere enn for Maskinparken 2, som er et tradisjonelt bygg. Massivtreveggene ble påforet på den ene siden, noe som gav rom for tekniske føringer. Mens det på den andre siden ble montert gips direkte på massivtreveggen, og her måtte føringsveiene slisses inn.

- 4.7 – Er det noe ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?
- 4.8 – Er det noen myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjektet? Hvis ja, er dette knyttet til massivtre og hvorfor?

Her er det helt klart Norges strenge brannkrav ved massivtre som har vært spesielt utfordrende. Som nevnt tidligere har Sverige snillere krav, noe som har ført til at massivtreet må gipses inn her. Veidekke Entreprenør Sverige var inne i samarbeid her for å diskutere løsninger, og da kom det tydelig fram at kravene er svært forskjellige rett over grensen.

- 4.9 – Er det mer krevende å komme med alternative løsninger i prosjekteringsfasen?
- 4.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. prosjektering, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

---

## Del 5 – Utførelsesprosessen

---

- 5.1 – Er det spesielle forhold i prosjektet knyttet til tid/fremdrift?

Fukt og værforhold er sentralt i bygging med massivtre, mer enn for et tradisjonelt bygg. Innredningsfasen er også noe mer krevende på grunn av all gipsen som må tilføres. Antall timer med tømmerarbeider er omtrent dobbelt så mye som for et bygg i stål og betong. Her må bæreveggene gipses, innvendige tak må isoleres, tilføres branngips og så vanlig gips før maling.

- 5.2 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en faseoversikt over tidsbruk i prosjektet per måned knyttet til prosjektering, grunnarbeider, råbygg, komplettering og prøvedrift?
- 5.3 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en estimert faseoversikt over et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem?
- 5.4 – Er det noen forskjell mellom de to situasjonene?
- 5.5 – Er det andre aspekter knyttet til utførelse som har vært positive eller negative knyttet til valg av massivtre i prosjektet?

Her måtte det legges mer gips på enkelte av veggtypene på grunn av brannkrav, enn det som var prosjektert. Spesielt for sjaktene hadde ikke brannkonsulentene vært nøye nok i skissestadiet. Å rette opp i dette ble mer ressurskrevende både med hensyn til tid og penger.

- 5.6 – Sto Veidekke selv for montasje, eller var det eksterne montasjelag? Begrunn hvorfor (tid, kostnad, erfaring, risiko etc.).

Nei, her var Woodcon inne med sine montasjelag. Med Woodcons optimale konsept gav det prosjektet RIB-tjeneste gjennom Odd Grøthe, deres samarbeid med fabrikken i Østerrike, samt kompetansen med montasje. Denne pakken ble det lønnsomme valget, som reduserte risikoen til et allerede eksperimentelt prosjekt.

- 5.7 – Hva kan gi en tidsgevinst under monteringen, og hva gjøres for å muliggjøre dette?

Tidsbruken på åtte uker er trolig optimal for dette prosjektet, så er vil det kun være snakk om små justeringen som kunne gjort det bedre. Her ble det reist bygg på åtte etasjer på åtte uker, hvor baderskabiner, vinduer og gips ble heist inn i leilighetene samtidig. Logistikken var god, uten store forsinkelser.

- 5.8 – Er det forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjektet som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt?

Et svært positivt trekk er innfestningen, hvor elementene bare skrues sammen. Det trengs ingen store boremaskiner og det blir mindre støv enn ved betongbygg. Dette gir et bedre arbeidsmiljø. For massivtre er det noe mer behov for lagringsplass, men ikke mer plasskrevende enn ved mer tradisjonelle bygg.

- 5.9 – Har det kommet flere endringsmeldinger i dette prosjektet, enn hva det sannsynligvis kunne kommet om prosjektet hadde vært oppført i stål og betong? I så fall, hvor tidkrevende er dette aspektet?

Alt av beslutninger måtte tas tidlig, og det var ikke rom for endringer utover i prosessen. Med hensyn til Lilleby Eiendom er de boligutbygger som selger leiligheter, slik at prosessen med kundetilvalg måtte lukkes tidlig. Dette kommer av at modellen for projektering måtte på plass før produksjonen i Østerrike. Her var nok fremdriften hardere opp mot boligkjøperne, enn ved tradisjonelle boligbygg.

- 5.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. utførelse, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

---

## Del 6 – Økonomi

---

- 6.1 – Selv om dette kan kategoriseres som «kvalifisert gjetting»; hva ligger et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem på i pris, basert på erfaringstall pr m<sup>2</sup>?

- 6.2 – Hvordan er dette sammenliknet med prisen på bygget med massivtre-konstruksjon?

- 6.3 – Hva skyldes eventuelt en slik forskjell?

Med hensyn til at dette er et unikt prosjekt, vil det her være mulig å innhente fakta i stedet for å gjette. Konklusjonen er at det koster mer å bygge i massivtre. Her har Veidekke noen erfaringstall. En ferdig oppsatt yttervegg i massivtre koster cirka kr 1 800 per kvadratmeter mer enn for en tradisjonelt plassbygd vegg med bindingsverk. En skillevegg mellom leiligheter ligger på cirka kr. 1 100 mer per kvadratmeter. En enkel innervegg ligger på kr 400 mer per kvadrat, mens et dekke, en etasjeskiller, koster cirka kr 1 300 mer per kvadrat.

- 6.4 – Er det lagt mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?
- 6.5 – Er det gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum? I så fall, hvilke?
- 6.6 – Er det konkrete aspekter ved tidsbruken, som kan forbedres og dermed telle positivt for økonomien?

Fordelen med massivtre ligger i byggetiden, som gir en besparelse for byggherren. Da må byggherren være villig til å se nytten av denne besparelsen som redusert byggetid gir i form av redusert byggelånskostnader, for å betale for massivtre. Med hensyn til grunnforhold og fundamentering vil et lettere bygg kunne gi besparelser, i enkelte tilfeller, slik som ble mulig her hvor en kunne legge til tre etasjer, som følge av massivtreets lave egenvekt. Men dette er svært prosjektavhengig











- 6.7 – Nådde sluttresultatet målsetningen, og kan det trekkes en direkte kobling mellom dette og fremdriften i prosjektet?

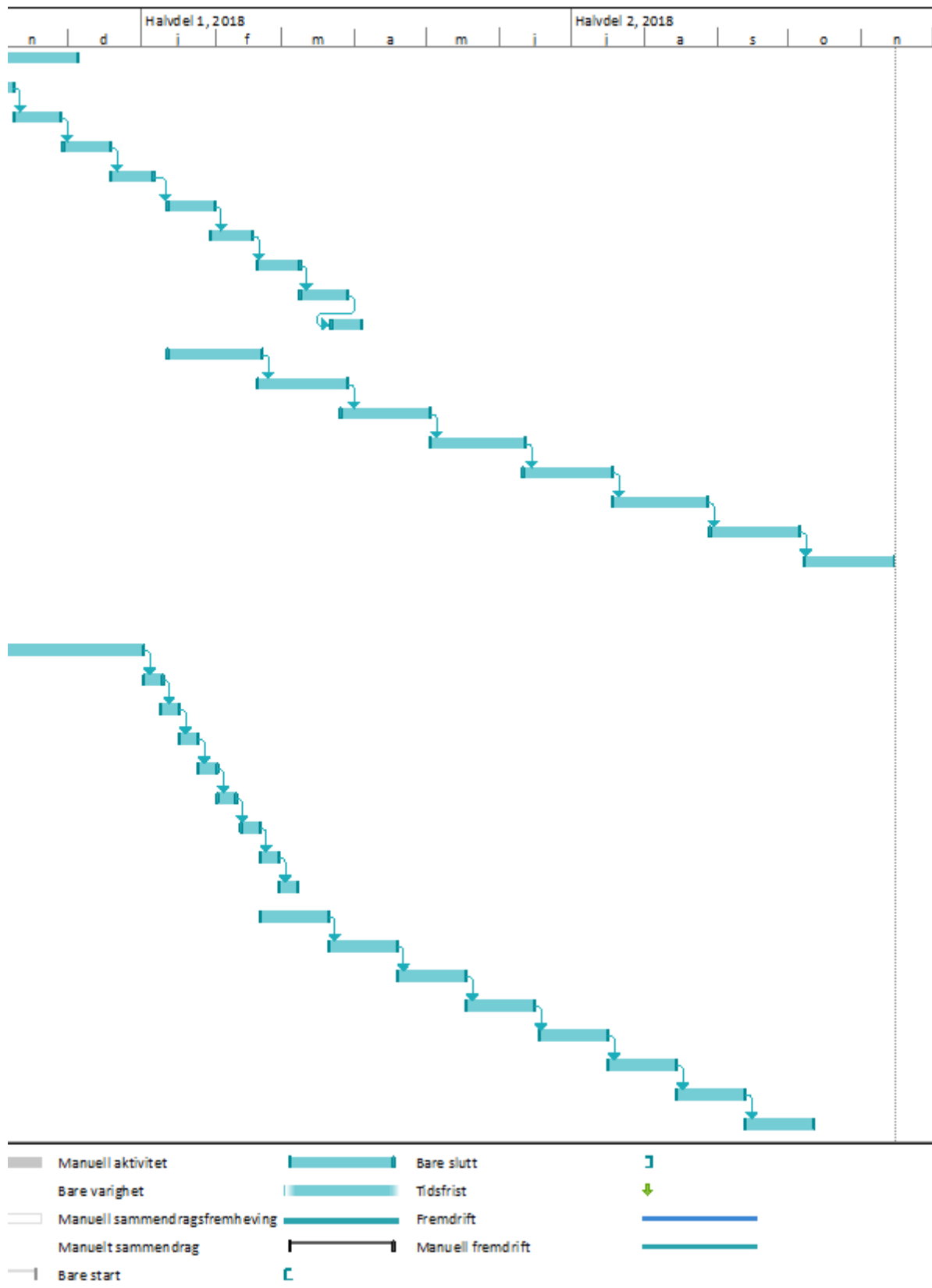
### **E.2.1 Sammenstilling av fremdriftsplan – Maskinparken TRE**

Vises på de to neste sider.

ID	Fag	Aktivitetsnavn	Varighet	Start	Slutt	Foregående aktiviteter	2017			
							a	s	o	
1		Prosjektering	67 dager	fr 01.09.17	ma 04.12.17					
2	Betong	Vegger 1. etg	5 dager	on 01.11.17	ti 07.11.17					
3	Betong	Dekke/vegg 2. e	14 dager	on 08.11.17	ma 27.11.17	2				
4	Betong	Dekke/vegg 3. e	14 dager	on 29.11.17	ma 18.12.17	3				
5	Betong	Dekke/vegg 4. e	14 dager	ti 19.12.17	fr 05.01.18	4				
6	Betong	Dekke/vegg 5. e	14 dager	fr 12.01.18	on 31.01.18	5				
7	Betong	Dekke/vegg 6. e	14 dager	ti 30.01.18	fr 16.02.18	6				
8	Betong	Dekke/vegg 7. e	14 dager	ma 19.02.18	to 08.03.18	7				
9	Betong	Dekke/vegg 8. e	14 dager	fr 09.03.18	on 28.03.18	8				
10	Betong	Tak	9 dager	to 22.03.18	ti 03.04.18	9				
11	Tømmer	1. etg	28 dager	fr 12.01.18	ti 20.02.18					
12	Tømmer	2. etg	28 dager	ma 19.02.18	on 28.03.18	11				
13	Tømmer	3. etg	28 dager	ma 26.03.18	on 02.05.18	12				
14	Tømmer	4. etg	28 dager	to 03.05.18	ma 11.06.18	13				
15	Tømmer	5. etg	28 dager	ma 11.06.18	on 18.07.18	14				
16	Tømmer	6. etg	28 dager	to 19.07.18	ma 27.08.18	15				
17	Tømmer	7. etg	28 dager	on 29.08.18	fr 05.10.18	16				
18	Tømmer	8. etg	28 dager	ma 08.10.18	on 14.11.18	17				
19										
20										
21		Prosjektering	87 dager	fr 01.09.17	ma 01.01.18					
22	Massivtre	1. etg	6 dager	ti 02.01.18	ti 09.01.18	21				
23	Massivtre	2. etg	6 dager	ti 09.01.18	ti 16.01.18	22				
24	Massivtre	3. etg	6 dager	on 17.01.18	on 24.01.18	23				
25	Massivtre	4. etg	6 dager	to 25.01.18	to 01.02.18	24				
26	Massivtre	5. etg	6 dager	fr 02.02.18	fr 09.02.18	25				
27	Massivtre	6. etg	6 dager	ma 12.02.18	ma 19.02.18	26				
28	Massivtre	7. etg	6 dager	ti 20.02.18	ti 27.02.18	27				
29	Massivtre	8. etg	6 dager	on 28.02.18	on 07.03.18	28				
30	Tømmer	1. etg	21 dager	ti 20.02.18	ti 20.03.18					
31	Tømmer	2. etg	21 dager	on 21.03.18	on 18.04.18	30				
32	Tømmer	3. etg	21 dager	to 19.04.18	to 17.05.18	31				
33	Tømmer	4. etg	21 dager	fr 18.05.18	fr 15.06.18	32				
34	Tømmer	5. etg	21 dager	ma 18.06.18	ma 16.07.18	33				
35	Tømmer	6. etg	21 dager	ti 17.07.18	ti 14.08.18	34				
36	Tømmer	7. etg	21 dager	on 15.08.18	on 12.09.18	35				
37	Tømmer	8. etg	21 dager	to 13.09.18	to 11.10.18	36				

Prosjekt: Sammenstilling byggetid Dato: fr 03.05.19	Aktivitet		Eksterne aktiviteter	
	Deling		Ekstern milepæl	
	Milepæl		Inaktiv aktivitet	
	Sammen drag		Inaktiv milepæl	
	Prosjektsammen drag		Inaktivt sammen drag	



## E.3 Nordre Ål skole

---

### Sammendrag av intervju – Nordre Ål skole

11. februar 2019

Intervju og transkribering av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

#### Del 1 – Prosjektinfo

---

1.1 – Hvilken type bygg er prosjektet, hvem er byggherre, og hvem er arkitekt?

Prosjektet: skole for ca. 600 elever.

Byggherre: Lillehammer kommune eiendom.

Arkitekt: Arkitektene Vis-a-vis AS fra Trondheim. Vis-a-vis er kjent for å være veldig erfarne med å tegne skoler.

1.2 – Hvilken type kontrakt er prosjektet, og gjennomføringsmodell?

Samspill og målpris, en totalentreprise.

1.3 – Kort info: bæresystem, energikrav, miljøklassifiseringer, etasjer, m<sup>2</sup>.

Bygget er på drøyt 8400 m<sup>2</sup>, og består av betong, tre og noe stål. Det er 3 etasjer pluss teknisk rom på taket. Bygget oppføres med passivhusstandard, og følger TEK10. Utover dette var det ikke satt krav til klimagassreduksjon, men et ønske om å bygge med tre.

1.4 – Hvor er prosjektet plassert, geografisk?

Gamle Kringsjøvegen 54 på Lillehammer.

1.5 – Hvilken risikoklasse og brannklasse er bygget i?

Risikoklasse 3, vanlig for en skole. Brannklasse 2 for hele bygningsmassen.

1.6 – Når fikk dere presentert prosjektet?

Det var Lillehammer kommune annonserte ønske samspillskontrakt for å bygge skole, og fremsatte sine arealbehov for netto arealer og et romprogram. Pris ble levert i januar 2017, og Veidekke fikk tilslag i midten av februar. Da begynte prosjektutviklingen.

1.7 – Dato for byggestart og ferdigstillelse?

Byggestart var februar 2018, og ferdigstillelse er i august 2019.

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

### 2.1 – Hvorfor er massivtre valgt (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

Massivtre ble valgt på grunn av byggherrens tidligere erfaringer og ønske om å bruke mest mulig tre.

### 2.2 – Ble det valgt av byggherre, entreprenør eller i samråd?

Her hadde kommunen ønsker om å bygge skolen i massivtre og mest mulig bruk av tre, da de hadde flere prosjekter i massivtre gående og ville fortsette med det her.

### 2.3 – Ble bygget utformet og tegnet basert på et bæresystem i massivtre? Eller ble massivtre valgt som bæresystem i ettertid?

Odd Grøthe var med på å utarbeide konseptet, slik at bygget er utviklet som massivtrebygg og ikke betongbygg. Arkitektene tenkte mer i retning tradisjonelt bygg, men dette løste seg ved hjelp av lyd- og brannkonsulent. Elementer som egentlig var tiltenkt utført i betong ble til slutt utført i massivtre. Bygget har en stor andel limtre, til å være et massivtre-bygg, hvor limtreet erstatter mye av det som i et tradisjonelt bygg ville vært stål. Dette gjør at andelen stål er sterkt redusert her.

### 2.4 – Er det spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?

Den største utfordringen er at detaljprosjekteringen må foreligge svært tidlig i prosessen. Det er ikke rom for overordnede vurderinger som senere spesifiseres. Her må alle utsparinger i elementene tas før de ankommer byggeplassen, hvilket betyr at alle tekniske fag må inn i prosessen på et svært tidlig tidspunkt. Utover dette er bruk av massivtre i et skolebygg noe vanskelig, fordi det er utfordrende å gjøre endringer i ferdig bygg. Ønsket om fleksibilitet går på bekostning av materialvalget her. Det er lite mulighet til å endre noe, og bygningen sitter med en nokså fastlåst planløsning. Veggene kan i liten grad endres uten at det må gjøres andre konstruktive tiltak for å få det til. Eneste erfaring med lønnsomhet er at montasjen går fryktelig fort. Men i dette prosjektet var det ingen gevinst som følge av repetisjon. I tillegg er det konstruksjoner som krever mer etterarbeid enn eksempelvis betongkonstruksjon.

---

## Del 3 – Anbudsprosessen

---

### 3.1 – Hvilke faktorer er avgjørende for at denne delen av prosessen skal gå som planlagt?

Anbudsprosessen er her noe utradisjonell, prisen utgjør om lag 20 % og erfaring, arkitekter og planleggere utgjør resten. Her er det avgjørende at mye er bestemt i forkant, med hensyn til bygging i massivtre, må så mye som mulig være bestemt i utgangspunktet for at dette så kan prises. Her er eksempelvis lyd og brann viktige kvaliteter som må inngå.

### 3.2 – Er det mer krevende med anbudsregning i massivtre-prosjekter kontra prosjekter med stål og betong?

Så lenge en er kjent med løsningene vil ikke denne fasen være mer krevende, men som ny og uerfaren innen massivtre-feltet vil det være krevende. Et meget stort pluss her for Veidekke er at organisasjonen er stor og erfaringer deles flittig innad. For dette prosjektet ble det gjennomført besøk rundt om i Oslo, hvor erfaringer ble samlet inn for å gi et best mulig startgrunnlag for prosjektet.

- 3.3 – Blir det lagt ned større ressurser, brukt flere timeverk, under anbudsprosessen i dette prosjektet, som er en direkte konsekvens av valget av massivtre?
- 3.4 – Hvis ja, er dette noe som gjør at prosessen får lengre utstrekning i tid, eller blir det satt inn økt kapasitet for å begrense dette?
- 3.5 – Var det rom for å komme med alternative løsninger i denne prosessen?

Her var det ikke rom for å komme med spesielt mye.

- 3.6 – Med hensyn til at bygging i massivtre er relativt fersk, har dere erfart det som mer (tid)krevende å komme frem til alternative løsninger, sammenliknet med bygg i stål og betong?
- 3.7 – Med hensyn til den videre fremdriften og økonomisk resultat, hvordan er/var risikobildet for prosjektet, sammenliknet med hva det trolig hadde vært dersom prosjektet skulle oppføres i stål og betong?

---

#### Del 4 – Prosjekteringsprosessen

---

- 4.1 – Har prosjektet en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

Ja, prosjektet har helt klart en større tidsbruk/kostnad i prosjekteringen, men det er vanskelig å anslå hvor mye dette skiller fra et tradisjonelt bygg.

- 4.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?

Dette knyttes i stor grad til behovet for å detaljere utsparinger, og dimensjoneringen av elementene. I tillegg har prosjektet en mer utstrakt bruk av BIM, som har vært tidkrevende med hensyn til hvor eksakt modellen må være. Men dette har kanskje ikke nødvendigvis gitt en merkostnad, sammenliknet med andre prosjekter som benytter BIM.

- 4.3 – Klarer du å estimere en tidslinje til denne fasen, som viser hvordan det hadde sett ut om prosjektet hadde benyttet bæresystem i stål og betong?

Dette er det vanskelig å sette en tidslinje på. Detaljprosjekteringen startet i begynnelsen av november 2017, så ble spaden satt i jorda februar 2018, og slik ville det vært uavhengig av valg av bæresystem. Dersom det var et tradisjonelt bygg ville denne prosessen vært mer komfortabel og mer rett frem. Med massivtre er det mye detaljer som må på plass, hvilket har resultert i en periode med mye trykk, og prosjektering av



et tradisjonelt bygg ville kanskje vært ferdig tidligere. Men dette er vanskelig å si for sikkert. Med hensyn til fundamentering er det med massivtre mulig å gjøre besparelser på grunn av lette konstruksjoner. Men siden prosjektet her hadde en byggegrop, hvor løsmassene ble skrapet bort ned til fjell, var det lite å hente her. Dersom bygget skulle vært plassert på en myr, ville situasjonen vært gunstigere.

4.4 – Hvordan ser denne fiktive tidslinjen ut sammenliknet med tidslinjen til den faktiske prosjekteringen?

4.5 – Er det deler av prosjekteringsfasen som har vært særlig krevende, hvilke og hvorfor?

For dette prosjektet ble prosjekteringen av tre en fase med svært mange aktører. Prosjektets egen RIB tegnet først opp systemet. Så hadde Woodcon sammen med Sweco prosjekteringen av limtre og massivtre. Videre ble dette sammenstilt og oversendt Østerrike for tegning av produksjonsmodellen. Med så mange ledd ble kommunikasjonen her utfordrende og krevende. Erfaringen her er at for fremtidige prosjekter vil det tilstrebes å ha én RIB på tre-prosjekteringen.

4.6 – Er bygget prosjektert på en annen måte enn et tilsvarende tradisjonelt bygg? Med dette menes større bruk av BIM, mer involverende planlegging mellom aktører, hvilke fag som er involvert og på hvilke stadier osv.

Ja, BIM ble benyttet hele tiden, og det er lite som gjøres uten dette. Prosjektet har en detaljert modell som er bygd opp av mange filer, hvilket gjør det utfordrende å få alt til å passe sammen. BIM fremstår som helt nødvendig for et massivtreprosjekt, særlig med hensyn til prosjektering i 3D. Med dette verktøyet unngås en god del feil, og prosjekteringen av utsparinger kan i større grad gjøres feilfritt én gang. Konflikter mellom elementer og tekniske installasjoner tydeliggjøres, hvilket ikke ville vært tilfelle på en vanlig plantegning. En videre fordel med dette digitale verktøyet er at håndverkere og baser har da med seg tegningene på en iPad, hvor de da kan slå opp og zoome inn der de ønsker.

4.7 – Er det noe ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?

4.8 – Er det noen myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjektet? Hvis ja, er dette knyttet til massivtre og hvorfor?

Skolen bygge som passivhus, hvilket i seg selv er krevende. Det mest utfordrende her har vært kravene til U-verdi for dører og vinduer. Dette kommer av at en skole har mange innganger og det har vært utfordrende å redusere antall dører. I tillegg kommer idrettshallen med rømningsdører.

4.9 – Er det mer krevende å komme med alternative løsninger i prosjekteringsfasen?

Nei, men alternative løsninger må foreligge tidligere, enn for et bygg i stål og betong. Med bærende vegger i massivtre blir det vanskelig å fjerne vegger eller endre på

planløsningen. Det er avgjørende for prosjekteringen at den satte planløsningen er den som skal gjennomføres.

- 4.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. prosjektering, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Som tidligere nevnt var antall rådgivere for tre-prosjekteringen utfordrende. Dersom det hadde vært mulig å bruke mer tid, ville det nok blitt etterstrebet å kunne hatt flere identiske bærelinjer, altså fått mer repetisjon hvilket det var lite av her. Bygget er i svært stor grad komprimert med en brutto-netto-faktor på 1,2, hvilket betyr at lagerarealet her er svært lite. Nærmest all lagerplass vil være i form av skap plassert rundt i bygget. Men til tross for dette er romvirkningen svært åpen i «hjerterommet» av bygget, mens det i basene rundt er trangere og lite unødvendig plass.

---

## Del 5 – Utførelsesprosessen

---

- 5.1 – Er det spesielle forhold i prosjektet knyttet til tid/fremdrift?

Dato for igangsettelse var klart fra starten. Det ble laget faseplaner og bygget ble sonedelt. Dette ble viet mye tid og det var utfordrende å få alle aktører til å jobbe etter dette. Men det har vist seg å være svært positivt i etterkant. Her er det snakk om involverende planlegging – LEAN-construction – som ble implementert helt fra starten. Alle underleverandører har der vært med i planleggingen. Med hensyn til byggetid og fremdrift var disse lik for de beregningen med massivtre og den med tradisjonelt bæresystem. Dette kommer av at dato for ferdigstillelse var gitt, hvilket gav byggetiden. Enten måtte det blitt satt inn mer ressurser eller en måtte gjort ting på en annen måte for å overholde ferdigstillelsesdatoen. Forskjellen mellom betong og massivtre blir i dette tilfellet svært liten. Gevinsten ville vært større dersom prosjektet hadde høyere repetisjonsgrad, slik at bærelinjene er like over store deler av konstruksjonen. Men for dette prosjektet er det ingenting å hente med hensyn til fremdriften ved å velge massivtre fremfor betong og stål.

- 5.2 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en faseoversikt over tidsbruk i prosjektet per måned knyttet til prosjektering, grunnarbeider, råbygg, komplettering og prøvedrift?

(Fremdriftsplanen skal oversendes)

- 5.3 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en estimert faseoversikt over et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem?

Nei, dette vil ikke være mulig, og dette ble heller ikke etterspurt fra byggherrens side.

- 5.4 – Er det noen forskjell mellom de to situasjonene?

- 5.5 – Er det andre aspekter knyttet til utførelse som har vært positive eller negative knyttet til valg av massivtre i prosjektet?

De synlige massivtre-overflatene gav utfordringer som en ikke har i et tradisjonelt bygg. Overflatene er ømfintlige for riper, sol, skitt osv. Noe som også betyr at det å tegne og

skrive på veggene, som det vanligvis gjøres i tradisjonelle prosjekter, kan man ikke gjøre her. Det er utfordrende med ferdige overflater i en råbygg-fase, og det er fort å glemme i en prosess hvor det foregår andre fag som betongarbeid like ved. Tiltak her var å henge sperrekjettinger 30-40 cm ut fra veggen for å markere overflater som skulle holdes synlig. På den positive siden bidrar massivtreet til et svært godt arbeidsmiljø. Det oppleves som stille og godt.

- 5.6 – Sto Veidekke selv for montasje, eller var det eksterne montasjelag? Begrunn hvorfor (tid, kostnad, erfaring, risiko etc.).

På grunn av tid, kostnad, erfaring og risiko stod ikke Veidekke selv for montasjen. Dette er noe som det ikke er erfaring med, så det var aldri et alternativ at dette skulle utføres av Veidekke.

- 5.7 – Hva kan gi en tidsgevinst under monteringen, og hva gjøres for å muliggjøre dette?

Monteringen bør i større grad standardiseres. De som driver med monteringen gjør kun dette, og er derfor erfarne og dyktige på nettopp det, hvilket er svært gunstig for tidsbruken.

- 5.8 – Er det forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjektet som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt?

Vedrørende arbeidsmiljø har massivtre en positiv effekt. Med hensyn til arealbruk og riggbehov er forholdene relativt like som for tradisjonelle bygg. Ut fra logistikk og lagring er god plass en stor fordel, og med mindre plass kommer mer planlegging.

- 5.9 – Har det kommet flere endringsmeldinger i dette prosjektet, enn hva det sannsynligvis kunne kommet om prosjektet hadde vært oppført i stål og betong? I så fall, hvor tidkrevende er dette aspektet?

- 5.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. utførelse, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Kranen som ble brukt kunne med fordel vært større og dermed gitt en mer effektiv montasje, og redusert bruken av mobilkran. Dette hadde nok forenklet forholdene, men ikke nødvendigvis gjort det billigere.

---

## Del 6 – Økonomi

---

- 6.1 – Selv om dette kan kategoriseres som «kvalifisert gjetting»; hva ligger et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem på i pris, basert på erfaringstall pr m<sup>2</sup>?

Byggherren la inn ønske om at det skulle gjøres en beregning av bygget med tradisjonelt bæresystem, altså betong og stål med gipsvegger. Dette ville hatt en prislapp på ca. 250 millioner.

- 6.2 – Hvordan er dette sammenliknet med prisen på bygget med massivtre-konstruksjon?

Ved sammenlikning ville prisen for å bygge i massivtre gi en merkostnad på cirka 12 millioner. Med 5 % tilskudd for å bygge i massivtre, hvilket gav en reduksjon på 5 millioner, endte det da på 7 millioner i merkostnad for å bygge i massivtre sammenliknet med tradisjonelt bæresystem.

6.3 – Hva skyldes eventuelt en slik forskjell?

Massivtre i seg selv er kostbart, og ved å bygge i stål og betong ville det vært behov for færre søyler, bjelker og bærende vegger; altså et mindre bæresystem. I tillegg trengs det flere vegger for å stabilisere bygget. For å tilfredsstille lydkrav har bygget nesten komplette lydvegger utenpå selve massivtreveggen, hvilket også fordyrer prosessen. Det samme gjelder for gulvoppbyggingen, hvilket medfører også at det går bort en del areal for å imøtekomme lydkravene. Dekkeløsningen utgjør en stor del av kostnaden og er ekstremt dyr sammenliknet med hva den kunne vært i et tradisjonelt bygg. I tillegg ble det ikke tatt med i kalkylen at det med massivtre trengs doble himlinger i enkelte fag, noe en kunne unngått med tradisjonelt bæresystem.

6.4 – Er det lagt mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?

Nei, her ble det ikke lagt noe ekstra i potten for å bygge i massivtre. I utgangspunktet var budsjettet for lite, selv for et tradisjonelt bygg. Slik at merkostnaden på 7 millioner ville de nok spart seg ved å velge tradisjonelt, men de var villige til å koste på seg det for å oppnå et bygg i massivtre.

6.5 – Er det gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum? I så fall, hvilke?

6.6 – Er det konkrete aspekter ved tidsbruken, som kan forbedres og dermed telle positivt for økonomien?

Nei, prosjektet ansees som svært vellykket med hensyn til fremdriften. Bygget er komplisert, men bygges raskt til tross for det.

6.7 – Nådde sluttresultatet målsetningen, og kan det trekkes en direkte kobling mellom dette og fremdriften i prosjektet?

## E.4 Nordre Gate 20-22, Grünerløkka

---

### Sammendrag av intervju – Nordre gate Grünerløkka

21. februar 2019

Intervju av Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

Transkribering av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

#### Del 1 – Prosjektinfo

---

1.1 – Hvilken type bygg er prosjektet, hvem er byggherre, og hvem er arkitekt?

Bolig med næring i første etasje mot gaten. Litt næring, boder og tekniske rom i kjeller. Byggherre er Infill AS som er eid av Aspelin Ramm. Arkitekten er Alliance Arkitekter AS.

1.2 – Hvilken type kontrakt er prosjektet, og gjennomføringsmodell?

Totalentreprise og samspillskontrakt. Veidekke har utviklet prosjektet sammen med Aspelin Ramm, hvor Woodcon også kom inn.

1.3 – Kort info: bæresystem, energikrav, miljøklassifiseringer, etasjer, m<sup>2</sup>.

Bæresystem; pelet til fjell. Kjeller i vanntett betong på grunn av grunnvannsstanden. Betong i dekket over næring, på grunn av lyd og forskjellige brannklasser. Fire etasjer med bolig over næringen og seks etasjer i bak-bygget der det kun er bolig – dette i massivtre. Her er det boret syv geobrønner, som gir energiklasse A, lavenergiboliger og gråvannsgjenvinner. BRA 4 000 m<sup>2</sup>.

1.4 – Hvor er prosjektet plassert, geografisk?

Nordre gate, Oslo

1.5 – Hvilken risikoklasse og brannklasse er bygget i?

Det er 3 forskjellige risikoklasser; leilighetene i risikoklasse 4, bodene i klasse 2, og næring i klasse 5. Brannklasse 3.

1.6 – Når fikk dere presentert prosjektet?

Høsten 2016.

1.7 – Dato for byggestart og ferdigstillelse?

Høsten 2017 ble riving av eksisterende bygg påbegynt. Byggingen startet februar 2018, og ferdigstillelse er i september 2019.

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

### 2.1 – Hvorfor er massivtre valgt (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

Massivtre ble valgt av byggherren. Dette var det første massivtre-prosjektet for Veidekke Oslo. Normalt sett er Veidekkes prosjekter i Oslo mye større enn dette, men dette ble sett på som et læringsprosjekt. Massivtre ble valgt på grunn av byggherrens ønske om miljøfokus, noe som veide tyngre enn å få satt opp et billigere bygg i stål og betong.

### 2.2 – Ble det valgt av byggherre, entreprenør eller i samråd?

### 2.3 – Ble bygget utformet og tegnet basert på et bæresystem i massivtre? Eller ble massivtre valgt som bæresystem i ettertid?

Prosjektet har blitt tegnet flere ganger og er i utgangspunktet tegnet som betongbygg. Derfor er flere av løsningen ikke optimaliserte utfra massivtreets forutsetninger. Trolig kunne prosjektet blitt billigere, dersom utformingen hadde vært tenkt i massivtre fra starten av, siden planløsningen i leilighetene ikke er optimal for massivtre. I hver leilighet er det én vegg med eksponert massivtre, unntatt i de minste leilighetene som er på 40 m<sup>2</sup>. Den eksponerte veggene i de andre leilighetene er kun dimensjonert for nedbøyning, slik at den i en brannsituasjon kan brenne ned uten at bygget klapper sammen.

### 2.4 – Er det spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?

Kryp var her en utfordring, spesielt for REI 120 veggene. Det ble forsøkt å lage hybridvegger som kunne ta opp kryp fra tak, men det ble ingen gode løsninger. Det ble anvendt limtreskiver for å ta samme kryp som dekkene. Dette var vanskelige beregninger fordi det her er møte mellom ulike materialers egenskaper – massivtre, limtre og betong. Dette ble beregnet av RIB fra Woodcon.

Møte mellom ulike materialer er utfordrende ved infill-prosjekter, og derfor er det kanskje ikke det mest optimale å bruke massivtre nettopp her. Kryp i fasader er også en utfordring her. Det var opprinnelig tenkt en murfasade, men det endte med trekledning. I tillegg er dette med tørking av bygget utfordrende, fordi det skulle lite regn til før fuktinnholdet i trevirket gikk over grensen på 15 %.

Himlingen er lektet ned 15 cm – 10 cm luft, 5 cm med isolasjon med lyd-bøylere, og gips. På oversiden av etasjeskillet, ligger det 5 cm isolasjon, 8 cm sparkel, pluss parkett. Så det er nesten halvmetert tykt etasjeskillet. Det så veldig lyst og fint ut ved starten – med 15 cm på gulvet og 15 cm i himlingen. Men etter ferdig oppbygginger, er vi kommet innunder 250 cm i etasjehøyde. Hadde dette prosjektet vært tegnet som massivtre i utgangspunktet, ville dette kanskje blitt gjort noe med – for det var tenkt 270 cm takhøyde her. Men på grunn av massivtreet, gikk 25 cm bort.

Brann og lyd, er jo også helt klart utfordrende. Brann oppleves som håndterbart med gips som legges utenpå konstruksjonene. Lyd er derimot vanskeligere. Dette kommer av at det ikke er bygd nok til at løsningene har gode nok erfaringsgrunnlag.

Synlige overflater, må det tas hensyn til tidlig i prosessen. Det er jo en utfordring. Her dekkes det ikke til, men settes opp sperrebånd. Det viser seg å fungere, selv om det enkelte steder må slipes til slutt.

Som en rask og billig løsning ble det satt inn baderomskabiner i bygget. Siden leilighetene ikke er solgt gav ikke dette noen utfordringer med hensyn til kundetilvalg, slik at alle badene er like. Det er benyttet tårnkran som har montert massivtre og heist inn alt av materialer og kabiner. På grunn av en svært trang byggeplass uten lagringsplass har pakking av elementer på bil i riktig rekkefølge vært viktig. Prosessen her har vist at for eksempel en mulig forsinkelse i vindusleveranser kunne satt tilbake hele fremdriften med tekking av bygget før jul. Hadde prosjektet vært bygd i stål og hulldekker ville det ikke vært de samme utfordringene med hensyn til leveringsfrister.

---

### Del 3 – Anbudsprosessen

---

#### 3.1 – Hvilke faktorer er avgjørende for at denne delen av prosessen skal gå som planlagt?

I anbudsregningen er det avgjørende med riktig input. For regning med stål og betong går det mye på erfaringstall. Det finnes for eksempel mange løsninger for brann og lyd for massivtre, hvilket gjør prosessen vanskeligere. Mangelen på standardiserte løsninger gjør at en må forhøre seg med mange for å finne riktig input, noe som gjør denne jobben utfordrende. Erfaringene herfra vil gjøre at prosessen neste gang vil kunne være mindre utfordrende. Her ble massivtreet dimensjonert av WSP, hvor Woodcon hadde levering og montasje.

#### 3.2 – Er det mer krevende med anbudsregning i massivtre-prosjekter kontra prosjekter med stål og betong?

Anbudsregning med massivtre er mer krevende fordi det er mer priser som må hentes inn, det er mindre erfaringstall å bruke. Det blir som å finne løsninger på problemstillinger før problemstillingene er definert. I anbudsperioden til dette prosjektet, ble det satt inn noe mer resurser. Denne fasen går jo også litt inn i prosjekteringsfasen, fordi her må det tas med en del av de mange «hovedlinjene» som prosjekteringen gir.

#### 3.3 – Blir det lagt ned større ressurser, brukt flere timeverk, under anbudsprosessen i dette prosjektet, som er en direkte konsekvens av valget av massivtre?

#### 3.4 – Hvis ja, er dette noe som gjør at prosessen får lengre utstrekning i tid, eller blir det satt inn økt kapasitet for å begrense dette?

Trolig brukt mer tid på denne prosessen for å finne løsninger. Det kunne nok gått raskere hadde det vært en tydelig beskrivelse, men på dette stadiet var ikke alt løst. Hele samspillfasen gjør at anbudsfasen blir en annerledes prosess.

#### 3.5 – Var det rom for å komme med alternative løsninger i denne prosessen?

Samspillsfasen gjorde det mulig å komme med alternative løsninger. Her gjaldt det å finne løsninger rundt massivtreet, som var låst.

- 3.6 – Med hensyn til at bygging i massivtre er relativt fersk, har dere erfart det som mer (tid)krevende å komme frem til alternative løsninger, sammenliknet med bygg i stål og betong?

Prosesen blir mer krevende på grunn av brann, lyd og en hel del kontroll opp mot RIB. Det er flere faktorer enn i et tradisjonelt prosjekt. Dette fordi det ikke er preaksepterte løsninger å bruke. En del av løsningene for lyd er noe usikre, siden det ikke er godt nok testet og standardisert. For eksempel er det bjelker til svalgangene som går gjennom fasaden og leilighetene.

- 3.7 – Med hensyn til den videre fremdriften og økonomisk resultat, hvordan er/var risikobildet for prosjektet, sammenliknet med hva det trolig hadde vært dersom prosjektet skulle oppføres i stål og betong?

I dette prosjektet ble det ikke lagt inn noe ekstra risiko, fordi det var et sterkt ønske om å være med i prosjektet. Dersom det var mer kontroll på løsningene, som i et tradisjonelt bygg, reduseres risikoen. Prosjektet har ikke mer enn 38 leiligheter som gjør at blemmer og røde tall på enkelte komponenter vil være levelig pengemessig, og erfaringen som avdelingen får veier tyngre her. Det har vært hjelp å få fra andre avdelinger, men det er umulig å spørre om alt hele tiden. Og så er det aspekter som ikke har vært prøvd før, slik som møtet med veggene på nabobyggene, det er en utfordring.

---

#### Del 4 – Prosjekteringsprosessen

---

- 4.1 – Har prosjektet en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

I prosjektet ble det brukt mer tid til prosjektering, siden dette var nytt. Det er nesten ingen repetisjoner her, det er ekstremt mye forskjellige løsninger som må detaljprosjekteres. Mange detaljer her måtte blir løst for første gang, altså mindre standarder å ty til. Og for hver løsning må lyd og brann inn – så går tiden. På slutten ble det intensivt, fordi mens det foregikk peling og betongarbeider, ble det prosjektert massivtre og løsninger.

- 4.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?

- 4.3 – Klarer du å estimere en tidslinje til denne fasen, som viser hvordan det hadde sett ut om prosjektet hadde benyttet bæresystem i stål og betong?

Med tradisjonelt bæresystem ville råbyggfasen tatt lengre tid, men i overgangen fra betong til massivtre blir det en stopp. Her er det nok spart cirka én måned med massivtre. Men det er mer komplettering med massivtre, med himlinger overalt. Gulvet er også mer omfattende med massivtre. Det er mange kompliserte arbeidsoperasjoner her som tar tid, og som ikke ville vært til stede i like stor grad i et tradisjonelt bygg. I dette



prosjektet er det mange faktorer som gjør at massivtre-potensialet ikke kan hentes ut for fullt.

- 4.4 – Hvordan ser denne fiktive tidslinjen ut sammenliknet med tidslinjen til den faktiske prosjekteringen?

Proessen startet i desember 2016, med avdelingsleder og kalkulator for å gi pris til mars 2017. I september fikk Veidekke bestillingen på jobben, hvor kontrakt og rammeprosjektering som fikk fokus først. Selv om rammetillatelsene ikke var på plass, ble rivningen av det eksisterende bygget en egen prosess. Det skulle bort uansett. Det pågikk da frem til februar 2018 – eller rivningen ble vel ferdig rett etter jul, men i februar 18 kom rammetillatelse og etterhvert IG, og begynte da med grunnarbeider, peler og spunt. Etter hvert utlastingen av tomten. Dette pågikk frem til juni, omtrent. Da begynte betongarbeidene i deler av tomten mens vi gravde ut det siste. Da var det betong frem til 3. oktober, før massivtreet på bak-bygget begynte. Det pågikk frem til jul, med protekking av taket siste uken før jul. Det var en viktig milepel. En uke forsinkelse her, ville vært helt krise. Så begynte de tekniske fag i bak-bygget, med installasjoner som tåler noe fukt. Februar 2019 starter permanent tekking av tak og bygging av gesimser. Så innredninger og fasader frem til august, før en «test-fase». Om fremdriften går helt som den skal vil det er en periode i august og september til rådighet til å bli ferdig med alt. Det er jo også utomhus-arbeider.

- 4.5 – Er det deler av prosjekteringsfasen som har vært særlig krevende, hvilke og hvorfor?

Massivtre-modellen lages ut fra ARK-modellen, som er et noe uheldig grensesnitt. For eksempel kan RIB si at i første, andre og tredje etasje skal den veggen være 140 mm, mens i fjerde, femte og skjette kan den være 110 mm. Arkitekten har bygget dette i en IFC-modell som har blitt speila i Østerrike for produksjon. Ventilasjon, rør og elektriker, har lagt inn sine ting på modellen. Men for å få det til, har det blitt tegnet en helt egen massivtre-modell med alt av utsparinger. Mange fag skulle møtes her, og prosessen ble noe krevende. Modellen skal være riktig og passe.

- 4.6 – Er bygget prosjektert på en annen måte enn et tilsvarende tradisjonelt bygg? Med dette menes større bruk av BIM, mer involverende planlegging mellom aktører, hvilke fag som er involvert og på hvilke stadier osv.

Arkitekten har tegna for RIB, noe som er en litt rar løsning. Men det som er bra med det, er sikkerheten rundt plassering av utsparinger, vindu- og døråpninger. Modellen er kontrollert opp mot skive- og dimensjoneringsplan. Også har den gått til Østerrike der den har blitt speilet. Der har også elementinndelinger og sammenføyninger lagt til, slik at det skal være rett. Altså, RIB har gjort arbeidet etterpå, men da har de ett utgangspunkt fra arkitekten.

Avdelingen bruker BIM aktivt i alle prosjekter. BIM er et så fint verktøy om man bruker det riktig – det er helt alfa omega.

- 4.7 – Er det noe ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?

Ved bruk av BIM blir alt svært nøyaktig, men så monteres det med gitte toleranser. Det er kanskje det negative, at en legger inn ting og tenker det er perfekt. Det er lett og tro at alt er strømlinje-formet – det ser jo så flott ut i modellen, men når personer skal gjøre jobben og faktisk montere det tekniske, kan det vises at ikke er like perfekt i virkeligheten. Et problem med massivtre er at feil ikke kan rettes opp i etter at det er blitt produsert. Her er for eksempel alle vindusåpninger 15 mm for store, det ville vært unngått med en vanlig bindingsverksvegg. Et viktig poeng er å ha nok detaljeringer tidlig nok. Det bør man jo uansett i et prosjekt, men kanskje ekstra viktig i et massivtre-prosjekt. Forståelse fra alle aktører om at planløsninger og høyder blir låst veldig tidlig, kan også være litt utfordrende. Det finnes ikke rom for å justere eller endre. Men her kommer nok erfaringen til å gjøre noe med forståelsen blant folk.

- 4.8 – Er det noen myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjektet? Hvis ja, er dette knyttet til massivtre og hvorfor?

Ingen myndighetskrav nevnes som utfordrende.

- 4.9 – Er det mer krevende å komme med alternative løsninger i prosjekteringsfasen?

Det er mer krevende å komme med alternative løsninger.

- 4.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. prosjektering, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Her er det spart på konstruksjonene, altså det er gått ned på dimensjonene oppover i etasjene. Med så høyt detaljeringsnivå lager dette trolig mer trøbbel enn hva det ville kostet å ha samme dimensjoner over hele. Med hensyn til klimaperspektivet gir det nok mening, men kostnadmessig er det en dårlig løsning. Det må standardisere der det standardiseres kan. På grunn av svært store vindusflater burde ytterveggene her vært bygd i bindingsverk, det kunne gitt bedre økonomi.

---

## Del 5 – Utførelsesprosessen

---

- 5.1 – Er det spesielle forhold i prosjektet knyttet til tid/fremdrift?

Her er byggeplassen svært trang, hvor deler av gata leies for å kunne ha plass til kran etc. Etter at Bymiljøetaten har lagt om kjøremønsteret vil det ikke være mulig for prosjektet å leie plassen i gata lengre.

- 5.2 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en faseoversikt over tidsbruk i prosjektet per måned knyttet til prosjektering, grunnarbeider, råbygg, komplettering og prøvedrift?

Henviser til skisse av tidslinje.

- 5.3 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en estimert faseoversikt over et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem?

- 5.4 – Er det noen forskjell mellom de to situasjonene?

Antagelig liten forskjell mellom fremdriften sammenliknet med tradisjonelt bæresystem.

- 5.5 – Er det andre aspekter knyttet til utførelse som har vært positive eller negative knyttet til valg av massivtre i prosjektet?

Råbygget går raskt opp, men så er det merarbeid etterpå som tar igjen den tiden som råbyggfasen sparte inn. Her var det lite å hente med hensyn til gevinsten av lette konstruksjoner og grunnforhold, fordi det var behov om peling til fjell.

- 5.6 – Sto Veidekke selv for montasje, eller var det eksterne montasjelag? Begrunn hvorfor (tid, kostnad, erfaring, risiko etc.).

Woodcon stod for montasjen, og det var aldri noe alternativ at Veidekke skulle utføre montasjen selv. Det ble foreslått fra Woodcon at Veidekkes arbeidere kunne være med for å lære, men dette ble det ikke sett verdien av.

- 5.7 – Hva kan gi en tidsgevinst under monteringen, og hva gjøres for å muliggjøre dette?

Montasjen vil kunne gå raskere dersom det er færre faktorer som skal koordineres, da med tanke på badekabiner og materialepakker til hver leilighet. Men på samme tid var det aldri et alternativ å kunne heise vinduer inn i etterkant eller bære inn gipsen.

- 5.8 – Er det forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringingende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjektet som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt?

Etter lydtester i bygget har det vist seg at det er mindre støy ved montering av massivtre enn ved betongarbeider, men det var ikke mer enn 5 dB forskjell. For nærmiljøet er det positivt, fordi råbyggfasen er kortere. Med tanke på arbeidsmiljøet er det flere tunge operasjoner her som følge av massivtreet. Blant annet er det mye gips som skal monteres, samt at sprinkelanlegget som normalt sett ville vært lagt i dekke her monteres på undersiden. De trange forholdene på Grünerløkka gir minimal riggplass, men med god planlegging har dette løst seg greit. Trolig ville ikke dette vært annerledes dersom det ble bygd i stål og betong.

- 5.9 – Har det kommet flere endringsmeldinger i dette prosjektet, enn hva det sannsynligvis kunne kommet om prosjektet hadde vært oppført i stål og betong? I så fall, hvor tidkrevende er dette aspektet?

Mulig noe mer endringsmeldinger, noe som kommer av lite standardiseringer og preaksepterte løsninger.

- 5.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. utførelse, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

I dette prosjektet er det svært mange forskjellige løsninger på for eksempel balkonger og svalganger. Dersom dette hadde blitt forenklet ville montasjen gått fortere. I tillegg til utfordringene med selve massivtreet, gjør alle disse forskjellige løsningene at prosjektet blir svært komplekst og utfordrende.

---

## Del 6 – Økonomi

---

- 6.1 – Selv om dette kan kategoriseres som «kvalifisert gjetting»; hva ligger et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem på i pris, basert på erfaringstall pr m<sup>2</sup>?

Dette er et komplisert prosjekt, som ville kostet mer enn et frittstående bygg, uansett bæresystem. Med tanke på beliggenhet, plassering, plass rundt bygget og nabobygg – uansett ville dette blitt et dyrt bygg. Men det er i tillegg noen tusen kroner per kvadrat dyrere siden det settes opp i massivtre, det er det helt klart. Det er klart, med en dekkeoppbygging med tre sjikt, der en ellers ville klart seg med ett, vil det bli mer kostbart. Det er mange flere prosesser, og det er mye flere fag som skal inn – alt i flere etapper. Massivtredekket kommer på en måte i tillegg til kostnadene rundt de andre sjiktene. Sjiktene som kommer i tillegg, koster like mye som det vi ville betalt for et betongdekke. Antakelig er massivtre 2-3-4000 dyrere per kvadrat. Dersom bygget hadde vært optimalisert for massivtre, ville det nok blitt noe billigere.

- 6.2 – Hvordan er dette sammenliknet med prisen på bygget med massivtre-konstruksjon?

- 6.3 – Hva skyldes eventuelt en slik forskjell?

- 6.4 – Er det lagt mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?

Prosjektet ble gitt pris på i massivtre, og byggherren var klar over at dette var et kostbart alternativ. Så de har lagt mer penger i potten for å oppnå det de ville ha.

- 6.5 – Er det gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum? I så fall, hvilke?

Det er ikke gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris. Byggherren har vært med for at de skulle få de løsningene de ville ha.

- 6.6 – Er det konkrete aspekter ved tidsbruken, som kan forbedres og dermed telle positivt for økonomien?

For byggherren vil valg av bæresystem spille inn, spares det totalt én måned med byggetid, er det penger spart for både byggherre og entreprenør. Men fremdriften her var lagt opp ut fra massivtre, slik at det var ingenting å hente her.

- 6.7 – Nådde sluttresultatet målsetningen, og kan det trekkes en direkte kobling mellom dette og fremdriften i prosjektet?

## E.5 SiO Kringsjø

---

### Sammendrag av intervju – SiO Kringsjø

21. februar 2019

Intervju av Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

Transkribering av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

#### Del 1 – Prosjektinfo

---

1.1 – Hvilken type bygg er prosjektet, hvem er byggherre, og hvem er arkitekt?

Studentboliger for studerende familier, voksne og et barn. Studentskipnaden i Oslo er byggherre og LMS arkitektur er arkitekt.

1.2 – Hvilken type kontrakt er prosjektet, og gjennomføringsmodell?

Dette er en totalentreprise etter NS 8407 – med en litt ekstra detaljert beskrivelse.

1.3 – Kort info: bæresystem, energikrav, miljøklassifiseringer, etasjer, m<sup>2</sup>.

BRA 5900 m<sup>2</sup> – 82 leiligheter fordelt på tre blokker på 3- og 4 etasjer.

Alt over bakkenivå er massivtre, kjeller er betong. Ambisjon om minimum 50% reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp sammenliknet med et referansebygg. Energimerke grønn A, Passivhus og pluss hus, inngår i Futurebuilt-programmet, Enova-støttet, 16 x 300 meter geobrønner og eksport av overskuddsvarme til studentbyen for øvrig. Innovative solcelleanlegg. Ambisjon om Zeb-com klassifisering og inngår i større overordnede ambisjoner om Kringsjø som et ZEN-område.

1.4 – Hvor er prosjektet plassert, geografisk?

Kringsjø – Oslo.

1.5 – Hvilken risikoklasse og brannklasse er bygget i?

Risikoklasse 4 og 2, og brannklasse 2.

1.6 – Når fikk dere presentert prosjektet?

Åpent anbud med innlevering våren 2018.

1.7 – Dato for byggestart og ferdigstillelse?

IG (igangsettingstillatelse) 18.09.18 – overlevering november 2019.

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

### 2.1 – Hvorfor er massivtre valgt (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

Massivtre ble valgt på grunn av miljøbetraktninger, og prosjektet er med som forbildeprosjekt i FutureBuilt. På samme tid har SiO en miljøprofil og prøver å bygge mest mulig miljøvennlig. I tillegg er dette prosjektet en del av en studentby på Kringsjø, hvor blant annet solceller og energibrønnene i dette prosjektet skal forsyne de andre bygningene med varme og energi. Zero Emission Neighborhood (ZEN) er ambisjonen. Valget kommer nok også av at det er noe besparelse tidsmessig med massivtre, montasjen er raskere og det er svært få innervegger som må settes opp i etterkant.

Her holdes svært mye massivtre synlig, hvor kun én vegg per leilighet blir kledd med gips, hvor himlingen har synlig massivtre. Med synlig massivtre kan en få flere positive effekter, på samme tid som det byr på noen utfordringer på grunn av at dette er studentboliger. Svært mange av SiOs leiligheter må pusses opp når studenter flytter ut, noe som vil være lettere dersom bygget var av betong enn massivtre på grunn av slitastjen.

Grunnundersøkelser viste dårlige grunnforhold, slik at bygget er fundamenter med peler ned til fjell, 5-10 meter. Grunnforholdene kommer av tilsig av vann fra Nordmarka. Valg av massivtre her er gunstig fordi det er lettere enn betong.

### 2.2 – Ble det valgt av byggherre, entreprenør eller i samråd?

Massivtre ble valgt av byggherre.

### 2.3 – Ble bygget utformet og tegnet basert på et bæresystem i massivtre? Eller ble massivtre valgt som bæresystem i ettertid?

Anbudsgrunnlaget var med massivtre, slik at det ble aldri tenkt som noe annet.

### 2.4 – Er det spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?

Lyd er utfordrende her, og finishen på overflatene siden mye skal holdes synlig. Sprekker i overflaten er en utfordring, slik at oppvarmingen av det ene bygget har begynt, men veldig sakte. Tekniske føringer er også utfordrende når vegger skal være eksponert på begge sider. Alt av hull må være tatt på fabrikk og derfor ligge inne i prosjekteringen. Med hensyn til lydkravene måtte det tilføres mer vekt. Her ble det benyttet 80 millimeter pukk, 20 millimeter trinnlydsplater og 40 millimeter gulvsparkel, slik at alle gulv er bygd opp med 14 centimeter. Det kunne vært brukt betong, men det ville gitt et større CO<sub>2</sub>-avtrykk og kostet mer. Med denne løsningen blir alle tekniske føringer lagt på gulvet før oppbyggingen kommer på. Under prosjekteringen var denne løsningen krevende. I første etasje var det ekstra krevende på grunn av betongdekke, hvor det skulde anlegget komme opp i veggene og krevde millimeter-precisjon for å treffe oppstikkene.

---

## Del 3 – Anbudsprosessen

---

3.1 – Hvilke faktorer er avgjørende for at denne delen av prosessen skal gå som planlagt?

Her var prisen viktig, men også oppgaveforståelsen og kjennskap til produktet. Seby har Veidekke i ryggen, noe som gav dem en fordel, i tillegg til at SiO har gode erfaringer med Seby fra tidligere.

3.2 – Er det mer krevende med anbudsregning i massivtre-prosjekter kontra prosjekter med stål og betong?

Dette var for Seby nytt og spennende. Siden Seby er et datterselskap under Veidekke (eid 70 % av Veidekke), kunne man her støtte seg til ressurser i Veidekke.

3.3 – Blir det lagt ned større ressurser, brukt flere timeverk, under anbudsprosessen i dette prosjektet, som er en direkte konsekvens av valget av massivtre?

På grunn av korte frister ble det satt inn mer ressurser her, fordi her var det flere ukjente faktorer enn det normalt er. Dette økte risikoen i prosjektet, uten at risikoposten i anbudet ble satt for høyt for å fortsatt være konkurransedyktige. Mange av de nye faktorene i prosjektet kommer av miljøhensynet.

3.4 – Hvis ja, er dette noe som gjør at prosessen får lengre utstrekning i tid, eller blir det satt inn økt kapasitet for å begrense dette?

3.5 – Var det rom for å komme med alternative løsninger i denne prosessen?

I anbudsprosessen forelå det en omfattende kravspesifikasjon, som ikke gav rom for alternative løsninger. Det har vært en del usikkerheter rundt tekniske anlegg, for her det vært veldig omfattende. Det er masse, masse solceller. Tre forskjellige typer solceller – det er nærmest som et forskningsprosjekt.

3.6 – Med hensyn til at bygging i massivtre er relativt fersk, har dere erfart det som mer (tid)krevende å komme frem til alternative løsninger, sammenliknet med bygg i stål og betong?

3.7 – Med hensyn til den videre fremdriften og økonomisk resultat, hvordan er/var risikobildet for prosjektet, sammenliknet med hva det trolig hadde vært dersom prosjektet skulle oppføres i stål og betong?

---

## Del 4 – Prosjekteringsprosessen

---

4.1 – Har prosjektet en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

Massivtre-prosjekter er mer tidkrevende, fordi her er det mange steiner som må snus – og de må snus mange ganger. I det kontrakten ble inngått startet prosjekteringen med det samme. Det ble benyttet konsulenter innen brann, lyd og bæreevne som har jobbet med dette før. Sammenliknet med tradisjonelt bæresystem, måtte prosessen her settes i gang tidligere og det ble brukt mer ressurser fordi tidsperspektivet er det samme uansett

bæresystem. Ved IG var massivtreet i stor grad ferdig prosjektert og ble levert i rett tid etter betongstøpen var ferdig. Mye tid gikk med til å få det tekniske på plass, som var krevende fordi leverandøren måtte ha underlaget ferdig 9-11 uker før montasjen kunne begynne. Tekniske fag er ikke vant til å levere så tidlig i et prosjekt. Tett samarbeid med byggherren, som har representanter tilstede daglig, har hjulpet prosessen.

4.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?

4.3 – Klarer du å estimere en tidslinje til denne fasen, som viser hvordan det hadde sett ut om prosjektet hadde benyttet bæresystem i stål og betong?

Tidsperspektivet er det samme, men mengden ressurser som ble puttet inn som følge av massivtre, ble trolig større.

4.4 – Hvordan ser denne fiktive tidslinjen ut sammenliknet med tidslinjen til den faktiske prosjekteringen?

4.5 – Er det deler av prosjekteringsfasen som har vært særlig krevende, hvilke og hvorfor?

4.6 – Er bygget prosjektert på en annen måte enn et tilsvarende tradisjonelt bygg? Med dette menes større bruk av BIM, mer involverende planlegging mellom aktører, hvilke fag som er involvert og på hvilke stadier osv.

Utstrakt brukt av BIM. Viktig i et slikt prosjekt, hvor mye må bestemmes tidlig i prosessen. Modellen angir hvordan bygget blir, slik at den må stemme. Med hensyn til at mye av massivtreet skal være synlig her, ble løsningene for tekniske føringer svært viktige å få på plass. Det har krevd mye prosjektering og bruk av BIM. Alt bygges digitalt først.

4.7 – Er det noe ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?

Til tross for frister fra leverandør, har ikke prosjekteringen blitt gjort helt ferdig. For de mer komplekse delene, som baderomsgulvene, har dette vist seg utfordrende men tanke på fremdriften fordi det er mange aktører som skal inn uten at prosjekteringen har vært helt ferdig. På grunn av spesifikasjonene fra byggherren ble det ikke benyttet baderomskabiner her. Dette hadde trolig også noe med leveringstid å gjøre, samt at det ville krevd mer av arealet i hver leilighet som allerede er presset til maksimal utnyttelse.

4.8 – Er det noen myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjektet? Hvis ja, er dette knyttet til massivtre og hvorfor?

For massivtre er dette typisk lydkrav, men siden TEK ikke må oppfylles her kan det lempes på kravene.

4.9 – Er det mer krevende å komme med alternative løsninger i prosjekteringsfasen?

Noe mer krevende å komme med alternative løsninger for massivtre, fordi det er mange ukjente ting her. Spesielt i et bygg for SiO, som har klare retningslinjer og standarder for hvordan bygget skal være.



- 4.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. prosjektering, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Entreprenør ville nok helst ha forenklet en del ting, samtidig som funksjonskrav ble ivare tatt. Et eksempel er det skjulte anlegget, dersom entreprenøren kunne bestemt, ville veggene blitt lektet ut over alt for å huse det elektriske anlegget.

---

## Del 5 – Utførelsesprosessen

---

- 5.1 – Er det spesielle forhold i prosjektet knyttet til tid/fremdrift?

I forhold til tid og fremdrift; det som er utfordrende for Seby her, er studentene som bor her. Seby får kun lov til å jobbe med støyende arbeider mellom klokka 0800 og 1700. Det er jo noe som er utfordrende – finne underentreprenører som er villige til å være med på en slik arbeidstid. Det er et krav i fra SiO, og det koster jo litt ekstra at det ikke kan jobbes fra tidlig til seint. Fordelen med massivtre her er at mye av arbeidet kan foregå uten den støyen som et tradisjonelt bygg medfører ved boring i betong osv. Men på dette punktet er SiO en spesiell byggherre, da det eies av studentene og det er de som bestemmer.

- 5.2 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en faseoversikt over tidsbruk i prosjektet per måned knyttet til prosjektering, grunnarbeider, råbygg, komplettering og prøvedrift?

Her henvises det til fremdriftsplaner i Dalux

- 5.3 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en estimert faseoversikt over et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem?

Et tradisjonelt prosjekt vil ha bedre tid til prosjekteringen, men utførelsen ellers vil være ganske lik med hensyn til råbyggfase og innvendige arbeider. Tiden fra kontraktinngåelse til oppstart, varierer veldig. Noen ganger er det et halvt år, noen ganger kan det ta lang tid i forbindelse med møter og å skrive kontrakter, slik at det begynner å komme veldig tett opp til oppstart. Men fra oppstart og frem til ferdigstillelse, så vil man klare å bygge litt fortere.

- 5.4 – Er det noen forskjell mellom de to situasjonene?

- 5.5 – Er det andre aspekter knyttet til utførelse som har vært positive eller negative knyttet til valg av massivtre i prosjektet?

HMS-aspekter gjør massivtre til et «snillere» bygg, det skiller seg veldig fra betong. En slipper dekkekanter fordi veggene settes opp med en gang. I tillegg er det i massivtre-prosjekter lov å starte arbeid i etasjene under når etasjeskiller er lagt på, noe som ikke er lov med stål og hulldekker.

- 5.6 – Sto Veidekke selv for montasje, eller var det eksterne montasjelag? Begrunn hvorfor (tid, kostnad, erfaring, risiko etc.).

Her er Woodcon leverandøren, som stod for RIB, levering av massivtre og montasje. Det ble vurdert å ha med et eget tømmer-lag som kunne lære av Woodcons montasje lag, men det ble ikke noe av.

5.7 – Hva kan gi en tidsgevinst under monteringen, og hva gjøres for å muliggjøre dette?

5.8 – Er det forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjektet som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt?

Antagelig ikke mer riggbehov enn ved andre prosjekter med prefabrikkerte elementer.

5.9 – Har det kommet flere endringsmeldinger i dette prosjektet, enn hva det sannsynligvis kunne kommet om prosjektet hadde vært oppført i stål og betong? I så fall, hvor tidkrevende er dette aspektet?

Endringsmeldingene knytter seg mest opp til de tekniske løsningene, som her er et ganske sammensatt system i og med at det her er solceller, solceller kombinert med solfanger og geobrønner. Sammenstillingen her skulle nok vært gjennomtenkt i større grad. Dette gav mange revisjoner av systemskjemaer. Men endringsmeldingene kom ikke som følge av massivtre, men mer den tekniske biten.

5.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. utførelse, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Entreprenøren ville valgt å rasjonalisere en del løsninger for å få ned kostnaden, men samtidig oppfylle funksjonen. Men god dialog mellom byggherren og entreprenøren har gjort at gode løsninger er fremkommet som er lønnsomme for begge parter.

---

## Del 6 – Økonomi

---

6.1 – Selv om dette kan kategoriseres som «kvalifisert gjetting»; hva ligger et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem på i pris, basert på erfaringstall pr m<sup>2</sup>?

Prosjektleder her mener massivtre ligger på 15-20 % dyrere enn bygg med tradisjonelle bæresystem, men dette er veldig prosjektavhengig. Det legges til at det spares en hel del på grunn av kortere byggetid. Byggene er svært presise i sin utforming som gjør det videre arbeidet enklere, i tillegg heises det inn pakker med alt av vinduer og gips i hver leilighet, noe som også sparer inn ekstra arbeid. På håndverker-siden er det færre arbeidere på plassen. I tillegg gir repetisjoner en gevinst. Tiden entreprenøren har til rådighet er ofte den samme uansett bæresystem, slik at dette går på mengden mannskap som må settes inn.

6.2 – Hvordan er dette sammenliknet med prisen på bygget med massivtre-konstruksjon?

6.3 – Hva skyldes eventuelt en slik forskjell?

6.4 – Er det lagt mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?

Byggherren ser langsiktig på dette prosjektet, og har derfor lagt mer i potten for å kunne realisere et miljøbygg.

6.5 – Er det gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum? I så fall, hvilke?

Her mottar SiO støtte fra Enova, samt støtte fra Husbanken med krav om at hver bolig skal bygges for inntil en gitt sum.

6.6 – Er det konkrete aspekter ved tidsbruken, som kan forbedres og dermed telle positivt for økonomien?

Bygge raskere vil gjøre at prosjektene kan leveres raskere og nye prosjekter kan på begynnes.

6.7 – Nådde sluttresultatet målsetningen, og kan det trekkes en direkte kobling mellom dette og fremdriften i prosjektet?

Dette er uvisst på grunn av at prosjektet er under byggefasen nå.

## E.6 Flå barnehage

---

### Sammendrag av intervju – Flå barnehage

18. februar 2019

Intervju og transkribering av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

#### Del 1 – Prosjektinfo

---

1.1 – Hvilken type bygg er prosjektet, hvem er byggherre, og hvem er arkitekt?

Byggherre er Flå kommune og arkitekten er HR Prosjekt.

1.2 – Hvilken type kontrakt er prosjektet, og gjennomføringsmodell?

Tradisjonell totalentreprise og gjennomføring.

1.3 – Kort info: bæresystem, energikrav, miljøklassifiseringer, etasjer, m<sup>2</sup>.

To-delt prosjekt. Hvor den ene delen var et tilbygg oppført med massivtre som bæresystem, på 550 kvadratmeter over én etasje i miljøklasse B. Den andre delen var rehabilitering og ombygging av eksisterende bygg, som ble gjort om til personalavdeling. Her var det ingen passivhusstandard, bygget følger energikravene i TEK10.

1.4 – Hvor er prosjektet plassert, geografisk?

Flå kommune

1.5 – Hvilken risikoklasse og brannklasse er bygget i?

Risikoklasse 3 og brannklasse 1.

1.6 – Når fikk dere presentert prosjektet?

Slutten av juni 2017.

1.7 – Dato for byggestart og ferdigstillelse?

Byggestart var i september 2017, og tilbygget stod ferdig i slutten av mars 2017. Rehabiliteringen av det eksisterende bygget og uteområdene stod ferdig til fellesferien 2018. Opprinnelig i anbudet, skulle tilbygget være ferdig til august 2018, for så at rehabiliteringen skulle starte med avslutning ved årsskifte. Men ble det ansett som hensiktsmessig, både for Veidekke og for fremdriften i prosjektet å ha tilbygget ferdig til påske, slik at barnehagen kunne flytte inn her i løpet av påsken. Og rehabiliteringen kunne starte etter ferien. Dette gav effektiv drift i prosjektet, men også en svært intensiv periode rett før påsken.

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

2.1 – Hvorfor er massivtre valgt (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

Byggherrens ønske

2.2 – Ble det valgt av byggherre, entreprenør eller i samråd?

Byggherre.

2.3 – Ble bygget utformet og tegnet basert på et bæresystem i massivtre? Eller ble massivtre valgt som bæresystem i ettertid?

Ja, det var det.

2.4 – Er det spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?

Her var prosjekteringen en utfordring på grunn av at denne måtte være ferdig tidlig, før massivtreet kunne settes i bestilling. All detaljering måtte på plass, føringsveier og utsparinger, og kollisjonstester mellom fag. Dette gav en intensiv start på prosjekteringen, hvor ting måtte falle på plass, noe de tekniske fag kanskje ikke var helt forberedt på. Denne delen av prosessen ble tidkrevende. Store åpninger for ventilasjon og føringsveier ble tatt på fabrikk. På byggeplassen ble det tatt hull til ledninger og små vannrør.

---

## Del 3 – Anbudsprosessen

---

3.1 – Hvilke faktorer er avgjørende for at denne delen av prosessen skal gå som planlagt?

Ingen krevende forhold utenom vanlig. Eneste som var utfordrende var å få respons fra en leverandør, her var det bare Woodcon som responderte. Odd Grøthe fra Woodcon/WSP var på seminar i Flå kommune, hvor «massivtre-frøet» ble sådd og ordføreren Tor Egil Buøen ble engasjert i å bruke massivtre.

3.2 – Er det mer krevende med anbudsregning i massivtre-prosjekter kontra prosjekter med stål og betong?

3.3 – Blir det lagt ned større ressurser, brukt flere timeverk, under anbudsprosessen i dette prosjektet, som er en direkte konsekvens av valget av massivtre?

Nei, det ble det ikke.

3.4 – Hvis ja, er dette noe som gjør at prosessen får lengre utstrekning i tid, eller blir det satt inn økt kapasitet for å begrense dette?

3.5 – Var det rom for å komme med alternative løsninger i denne prosessen?

Nei, det var ikke det. Her ble det vurdert at en tradisjonell løsning ville gitt et annet kostnadsbilde, men det var tydelig i anbudspapirene at andre alternativer enn massivtre ville ikke blitt vurdert.

- 3.6 – Med hensyn til at bygging i massivtre er relativt fersk, har dere erfart det som mer (tid)krevende å komme frem til alternative løsninger, sammenliknet med bygg i stål og betong?

Her ble det sett på løsninger med tradisjonelt bæresystem, men det var ikke mulig siden dette var låst i anbudsforespørselen.

- 3.7 – Med hensyn til den videre fremdriften og økonomisk resultat, hvordan er/var risikobildet for prosjektet, sammenliknet med hva det trolig hadde vært dersom prosjektet skulle oppføres i stål og betong?

Woodcon leverte full pakke – både levering og montering. Lett-tak Larvik utførte lett-tak på bygget. Håvard Kirkebøen fra avdelingen i Drammen ble hentet inn med hensyn til råd om utvendig isolering. Her ble Rockwool Redair-systemet brukt, med stående utvendig panel – MøreRoyal. Her var lyd den eneste store utfordringen. Det ble utført en del tillegg i påforingen på veggene for å greie lydkravene i spesifikke rom. Det ble lagt akustikkdempere på vegger og i tak. Med hensyn til risikoen lå denne stort sett i valutakursene, siden massivtreet ble levert fra utlandet og er påvirket av Euro-kursen. En annen utfordring var en kuldebro, som kom som resultat av manglende detaljprosjektering. For å løse dette ble kunnskap innad i organisasjonen utnyttet, særlig fra Kirkebøen, noe som gjorde at tilfredsstillende løsninger ble funnet. Her ble det benyttet en arkitekt uten tidligere erfaringer med massivtre.

---

#### Del 4 – Prosjekteringsprosessen

---

- 4.1 – Har prosjektet en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

Nei, ikke for Veidekke. De tekniske fagene hadde trolig det, på grunn av at prosessen ble intensiv og tidspresset var annerledes enn det ville vært på et tradisjonelt bygg. Men med hensyn til RIB-tjenestene, var det Woodcon som leverte det.

- 4.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?

- 4.3 – Klarer du å estimere en tidslinje til denne fasen, som viser hvordan det hadde sett ut om prosjektet hadde benyttet bæresystem i stål og betong?

Trolig ville utstrekningen i tid vært den samme, om det ble prosjektert et tradisjonelt bygg. Men for massivtre ble prosessen langt mer intensiv.

- 4.4 – Hvordan ser denne fiktive tidslinjen ut sammenliknet med tidslinjen til den faktiske prosjekteringen?

- 4.5 – Er det deler av prosjekteringsfasen som har vært særlig krevende, hvilke og hvorfor?

Knutepunkter, utsparinger og en del av bæringene var utfordrende. Samt innkassing av taknedløpene, som går innvendig for massivtreet. En annen utfordring var innfestingen og plasseringen av elementene. Her ble det frest ut for vinkelbelag i elementene, og beslagene ble så gjemt bak oppbretten på gulvbelegget. Rørene for gulvvarme ble lagt

mellom rommene i døråpningene, ikke under vegger, for å forhindre at disse ble truffet av skruer.

- 4.6 – Er bygget prosjektert på en annen måte enn et tilsvarende tradisjonelt bygg? Med dette menes større bruk av BIM, mer involverende planlegging mellom aktører, hvilke fag som er involvert og på hvilke stadier osv.

Her ble BIM brukt fullt ut, og IP i fremdriftsplanleggingen. Alt ble lagt inn i modellen, slik at alle fagene ble samkjørt med modellen til Woodcon. Her ble det nok lagt ned en del ekstra timer for å samkjøre arbeidet med rørlegger, som fra tidligere er mer vant til at detaljene løses etter hvert.

- 4.7 – Er det noe ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?

Her ble utførelser og lister til dører og vinduer ikke tatt med. Det ble heller valgt fugemasse i riktig farge, og fuget innvendig, i stedet for å skulle fore ut og beliste alt sammen. Byggherren ble svært fornøyd med resultatet.

- 4.8 – Er det noen myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjektet? Hvis ja, er dette knyttet til massivtre og hvorfor?

Med tanke på brannkravene, særlig for et av vinduene som er svært stort, ble det valgt en branngardin som alternativ til brannglass. Dette ble en god og rimeligere løsning. Dette ble en god alternativ løsning, som entreprisformen muliggjorde å få frem. Hadde alt vært beskrevet i detalj fra byggherren kan slike løsninger gå tapt.

- 4.9 – Er det mer krevende å komme med alternative løsninger i prosjekteringsfasen?

Så lenge dette ble godt begrunnet, ble det godtatt av byggherren.

- 4.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. prosjektering, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

---

## Del 5 – Utførelsesprosessen

---

- 5.1 – Er det spesielle forhold i prosjektet knyttet til tid/fremdrift?

Dette var helt klart en hektisk prosess, på grunn av at datoen for ferdigstilling ble fremskyndet. Men det var nødvendig for at arbeidet skulle ha kontinuitet, med hensyn til at barnehagen ble flyttet over til nybygget. Prosessen ble godt planlagt og det ble arrangert dugnad med foreldrene, noe som muliggjorde å få tømt det eksisterende bygget til rett over påsken. Her brakte massivtre en tidsgevinst, som gjorde det mulig å få bygget tett til jul, og dermed klare tidsfristen ved påske. Trolig ville ikke dette vært mulig dersom det ble benyttet et tradisjonelt bæresystem.

- 5.2 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en faseoversikt over tidsbruk i prosjektet per måned knyttet til prosjektering, grunnarbeider, råbygg, komplettering og prøvedrift?

Her ble det satt opp en fremdriftsplan, som ble satt i gang i IP-fasen, der alle oppgaver estimert tidsforbruk. Med faste milepæler ved jul og påske, måtte alle aktiviteter plasseres innenfor her.

5.3 – Kan du skissere opp (i forkant av intervju) en estimert faseoversikt over et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem?

5.4 – Er det noen forskjell mellom de to situasjonene?

Med et tradisjonelt bæresystem ville ikke milepælene blitt overholdt. Mulig sluttdatoene hadde vært mulig, men det hadde krevd mye ressurser. Montasjen av bygget hadde ikke vært like rask med tradisjonelt bygg. Da ville ikke Veidekke selv ha fremskyndet ferdigstilling til påsken, som igjen hadde påvirket samdriften opp mot arbeidet i den eksisterende delen av bygget. Så konklusjonen er at byggherrens valg av bæresystem passet prosjektet godt.

5.5 – Er det andre aspekter knyttet til utførelse som har vært positive eller negative knyttet til valg av massivtre i prosjektet?

I grunnen ikke. Fra massivtreet kom, Woodcons montasje, og til lett-taket ble montert, var det ingen utfordrende aspekter, utenom å få inn nok varme i bygget.

5.6 – Sto Veidekke selv for montasje, eller var det eksterne montasjelag? Begrunn hvorfor (tid, kostnad, erfaring, risiko etc.).

Nei, på grunn av kostnad og erfaring ble dette utført av Woodcon. Det var et montasjelag fra Trøndelag som stod for jobben. For Veidekke hadde dette blitt en for stor utfordring på grunn av lite kunnskap.

5.7 – Hva kan gi en tidsgevinst under monteringen, og hva gjøres for å muliggjøre dette?

Her jobbet montasjelaget lange dager. Alt av vinkelbelag ble montert først, så ble elementene heist inn, festet og avstivet. Dekket ble støpt under et snøfall, noe som gjorde at det måtte en del sparkel til for å få en god overflate i møtet med massivtreelementene. Elementene ble montert utfra det høyeste punktet på gulvet.

5.8 – Er det forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjektet som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt?

Arbeidsmiljøet oppleves som svært annerledes enn ved tradisjonelle bygg. Her var det mindre støv og støy. Innfestingen av elementene utgjør den store forskjellen, fordi det gjøres med skruer og skrumaskin. Til gjengjeld var det behov for større rigg-plass, på grunn av leveransene av massivtreet. Det var behov for plass for mottak og lagring, da elementene ikke ble montert rett fra bilen. Pakkeplanen for elementene var ikke godt nok samkjørt med montasjeplanen, noe som gjorde at elementene måtte stokkes om. Massivtreet ble kjørt fra fabrikken i Østerrike på lastebiler, for å unngå omlasting i Drammen fra jernbane. Logistikken med leveransen var det Woodcon som stod for.



- 5.9 – Har det kommet flere endringsmeldinger i dette prosjektet, enn hva det sannsynligvis kunne kommet om prosjektet hadde vært oppført i stål og betong? I så fall, hvor tidkrevende er dette aspektet?

Ingen endringsmeldinger i prosjektet kom som resultat av massivtreet.

- 5.10 – Om du hadde mulighet til å gjøre endringer her, mht. utførelse, hva kunne det hvert, og hvilke konsekvenser ville det fått?

Det å kutte utføring og belisting, og heller ha helomsluttende karmen med veggykkelsen, var positivt og besparende for Veidekke. Årstiden for monteringen var ikke ideell, og formen på bygget gjorde at fyring og opptørking ble veldig utfordrende. Her måtte det til et varmeverk fyrt med diesel for å kunne få tørket bygget til malerarbeidene. Alle veggene skulle Osmo-behandles, hvilket gjorde at det var viktig med varme i bygget. Det ideelle ville vært å få opp bygget ved påske, og utnytte høyere utetemperaturer. Fyringen har medført noen sprekker øverst, hvor det er en innvendig takhøyde på 5-6 meter. Utfordringene rundt fyring var kjent fra erfaringene til Kirkebøen. Med høye himlingshøyder er det en fordel å utnytte våren og la sola stå for oppvarmingen. Men så er dette med oppvarming et konfliktpunkt, fordi ved store tilførte varmemengder krymper det raskere høyere opp.

---

## Del 6 – Økonomi

---

- 6.1 – Selv om dette kan kategoriseres som «kvalifisert gjetting»; hva ligger et tenkt identisk prosjekt med tradisjonelt bæresystem på i pris, basert på erfaringstall pr m<sup>2</sup>?

Massivtre antas her å ligge på kr. 1000-1100 mer per kvadratmeter, sammenliknet med å skulle bygge dette tradisjonelt. Dette gir totalt cirka kr 600 000-700 000 i forskjell. I tillegg ville prosjektet krevd lengre tid. Her ble massivtreet montert på underkant av tre uker, med tradisjonell byggemåte med reisverk ville det trolig tatt to og en halv måned, noe som ville kostet mye med hensyn til rigg og drift gjennom den tiden. Det er tydelig at det kan bygges billigere, men det tar lengre tid – og tidsaspektet koster penger. Så ved å bygge raskere blir det helt klart en besparelse. Her ble det tatt et fornuftig valg av byggherren med hensyn til bæresystem.

- 6.2 – Hvordan er dette sammenliknet med prisen på bygget med massivtre-konstruksjon?

- 6.3 – Hva skyldes eventuelt en slik forskjell?

- 6.4 – Er det lagt mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?

Uvisst. Byggherren ble orientert om at det tradisjonelt bygg ville bli billigere, men det var ikke noe tema. Så byggherrens budsjett må nok ha tatt høyde for at massivtre er mer kostbart.

- 6.5 – Er det gjort spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum? I så fall, hvilke?  
Nei.

6.6 – Er det konkrete aspekter ved tidsbruken, som kan forbedres og dermed telle positivt for økonomien?

Nei, her ble tiden spart inn så mye som mulig for å treffe datoen for ferdigstilling. Eventuelt måtte det vært og lagt byggetiden til vår og sommer – altså tidspunktet på året.

6.7 – Nådde sluttresultatet målsetningen, og kan det trekkes en direkte kobling mellom dette og fremdriften i prosjektet?

For byggherren var det positivt at datoen for ferdigstilling ble som det ble. Tilbakemeldingene fra barnehagen er at massivtre oppleves som positivt, fordi det tilfører bygget et annet type innelima. Rommene oppleves som lune. Med hensyn til energi, magasinerer massivtre varme, noe som teller positivt for driften av massivtrebygg og med det driftskostnadene.

## E.7 Kristine Nore og Nicole Kunkel-Torgersen,

### Splitkon AS

---

#### Sammendrag intervju – Kristine Nore og Nicole Kunkel-Torgersen

##### Splitkon

20. februar 2019

Intervju av Audun Flaget Aasen og Lise-Mari Valle Olsen

Transkribert av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

#### Del 1 – Info om dere

##### 1.1 – Hvilken rolle har du?

Kristine Nore, forsknings- og innovasjonssjef.

Nicole Kunkel-Torgersen, prosjekteringssjef.

##### 1.2 – Hvilke(n) del(er) av byggebransjen har du erfaring fra?

Kristine Nore: tidligere vært i akademia som stipendiat og forsker, og instituttsektoren (Treteknisk). Tidligere jobbet i Moelven massivtre, og i prosjekteringen av stavlaft og laft i et lite firma som heter Tømregutta. Altså fra forskning og hele veien ut til montasje.

Nicole Kunkel-Torgersen: tysk, bodd i Norge i 13 år. Bakgrunn som konstruktør, prosjektleder og ingeniør. Jobbet i Loe Betong i syv år, god kjennskap til bransjen innen prefabrikasjon. Jobbet en periode i kommunen, før muligheten på Splitkon åpnet seg.

##### 1.3 – Hvilke tidligere erfaringer har du/stillinger har du hatt?

##### 1.4 – Hva er din nåværende arbeidsplass, stilling og arbeidsoppgaver?

##### 1.5 – Hva er det du anser at gjør massivtre til et spennende felt?

Det positive med limtre i forhold til heltre, er at det består av lameller som er limt sammen. Det gjør at feilandelen reduseres, og dermed reduseres standardavviket til materialet. Med massivtre, krysslimt tre, CLT, limtre-plater, så utnyttes potensialet videre – med å lage hele elementer. Disse konkurrerer da med store andre vesentlige materialer som stål-sandwich og betongelementer.

##### 1.6 – Hvor tett jobber du opp mot entreprenørene og/eller utførende?

Veldig tett, men ikke tett nok. I noen tilfeller er interaksjonen sømløs, mens i andre tilfeller oppleves det som en tung prosess, hvor en står fast i én problemstilling uten å kunne lande et svar. Når det kommer en forespørsel, jobbes det svært tett på med entreprenøren for å finne løsninger. Der det er lite kunnskap om massivtre og mye skepsis, ender det ofte med at entreprenøren velger stål og betong – og da har ikke interaksjonen vært tett nok. Men egentlig starter ikke prosjektet ved forespørsel til Splitkon, det starter ved at en kunde har et behov. Derfor beror mye på hva arkitekter sitter med av kunnskap om massivtre, samt evnen til å ikke kun tenke tradisjonelt. Massivtre-bransjen må bli flinkere til å nå ut med kunnskap til arkitektene, slik at dette kan komme inn i skissestadiet. Forespørsler som har skisseprosjekt bygd på betong, som ønskes å omgjøres til massivtre, er en utfordring.

---

## Del 2 – Valg av massivtre

---

### 2.1 – Hvilke erfaringer har du med hensyn til hvorfor massivtre velges (tid, miljøkrav, kundepreferanser, spesielle brukerkrav e.l.)?

Her er det primært miljømessige betraktninger som er salgsveien. Men på samme tid må løsningene for massivtre være kostnadseffektive mot det eksisterende markedet. Per nå er massivtre kanskje 5-10-15 % dyrere, selv om mange sier 4-5 %. En fordel med massivtre er at det er mer effektivt å bygge videre når en har et skall av massivtre, men det er mange tekniske fag som ikke har kunnskap nok om dette nå. Enkelte skjønner dette og tilpasser sine tilbud til bygging i massivtre. Her er det noen entreprenører som spesialisierer seg på dette og har blitt svært flinke på å prise rett, for eksempel Ove Skår AS og AF gruppen.

En annen betraktning er den politiske interessen og media, hvor miljøfokus har rettet et større søkelys mot massivtre som klimavennlig løsning. Dette ligger i Granavollen-plattformen, hvor det fremsettes at studentboliger skal vurderes på klimakrav i større grad enn andre prosjekter, i tillegg skal alle offentlige bygninger vurderes minst 30 % på klima. I tillegg er det snakk om utnyttning av ressurser. Norge er nummer to på listen over nasjoner som eksporterer mest tømmer, slik at her er det ressurser som heller burde anvendes her hjemme. Muligheten med massivtre, som ikke utnyttes i stor nok grad, er at dårlig virke kan benyttes i midten siden det der ikke trengs særlig stor kapasitet. Men alt trevirke er styrkesorter og få leverer lave kvaliteter.

### 2.2 – Hvem har du opplevd som oftest er pådriver for at bygget skal oppføres i massivtre?

Det offentlige fremstår som størst pådriver av massivtre. Innovasjon Norge har Treprogrammet, hvor det skal ha blitt brukt en milliard kroner de siste 12 årene. Slike investeringer er store, men de fungerer. Arkitektene har begynt å få opp øynene for massivtre, hvordan overflaten kan brukes og hvilke kvaliteter det gir. Men det treng mer forskning for å drive dette fremover.

### 2.3 – Gir bæresystem med massivtre arkitekter like stort handlingsrom med valg av fasader?

Fasader er egentlig enkelt, det er en dimensjoneringsak. Ofte benyttes bæresystem i massivtre, limtre og klimavegger. Da trengs det ikke innstøpningsgods som fasaden kan festes på, som ved betong og stål.

- 2.4 – Hvilke erfaringer har du med prosjekter som i starten blir utformet og tegnet basert på et mer tradisjonelt bæresystem (stål og betong), for så å skulle «oversettes» til massivtre?

Dette skjer hele tiden, og det er en uting! Ved å utforme prosjekter utfra andre systemer, for så å oversette det til massivtre blir feil. Her er det mangel på kunnskap og standardverk, og ikke minst tabellverk, som er problemet.

- 2.5 – Ser du noen spesifikke utfordringer ved bruk av massivtre i prosjektet utover at det er nytt, ukjent og få preaksepterte løsninger?
- 2.6 – Har du erfaringer med forskjeller knyttet til arbeidsmiljø, omkringliggende miljø/bebyggelse, arealbruk og riggbehov i prosjekter som et resultat av massivtre kontra tradisjonelt? Hvis ja, hvilke?

Arbeidsmiljøet i byggefasen er ubetinget positivt. Nore hadde vært i samtale med en som jobbet på Moholt 50|50 og som skulle videre til Lilleby, som hadde opplevd å ikke trenge astmamedisinen sin når han jobbet på tre-prosjekter. Noe av de samme erfaringene kommer fra fabrikken på Åmot. Det er en trehall, som ikke føles som en fabrikk. Under byggingen av fabrikken på Åmot, var det kun en eneste skade hvor en finger ble klemt. Slik at skadepotensialet og risikobildet er mindre enn i et typisk betongprosjekt. Rigg er ofte enklere, fordi elementene ikke er like store og tunge som betongelementer. Det kreves enklere kraner, som er lettere å flytte og som gir økonomiske besparelser.

---

### Del 3 – Prosjektering

---

- 3.1 – Har du erfaring med at prosjekter i massivtre har en større tidsbruk/kostnad knyttet til prosjektering enn et tradisjonelt tilsvarende bygg?

I tidligfase, trolig større tidsbruk knyttet til prosjekteringen. Her er utfordringen at modellen ikke er låst; burde bli flinkere på å sette en ferdigdato til arkitekt og RIB, slik at prosjektering kan begynne. Jobbes det parallelt hele tiden så løper tiden. Et annet aspekt er hvor detaljert modellen skal være, hvor mye og hvor god informasjon. Det som er ekstra innen prosjektering av massivtre er knutepunkter, som må defineres spesielt og lages. Det er få «hylle»-løsninger for knutepunkter. Her trengs det standardisering, som både arkitekter og produsenter er fortrolig med. Mer standardisering vil effektivisere prosessen.

- 3.2 – Hvis ja, hvilke aspekter knyttes dette til?
- 3.3 – Har du erfaring med aspekter ved prosjekteringen som har vist seg positivt eller negativt utslagsgivende under utførelse?

Den største utfordringen er å trekke inn andre fag, og når kompleksiteten øker fordi da må løsningene tenkes ut fra start. Lyd og brann er utfordrende, og løses med lag på lag. Her er det ikke gode samvirke-løsninger. Løftedetaljer er noe som burde utvikles mer. Stål og betong har standardløsning for løft, men det har ikke massivtre. Det finnes løsninger, men ingen som er standardiserte. Her er det også spørsmål om hva kunden selv ønsker: skal dyblene være synlige eller ikke, skal det være gjennomgående hull for løftestropper. Klare rutiner og standarder vil kunne gjøre dette mer kostnadseffektivt, men dette kommer fra erfaring og kunnskap og per nå er det ikke erfaring med dette fra produksjon i Norge. Et annet aspekt er det at treet lever. Det er følsomt overfor luftfuktighet og da er spørsmålet hvordan det skal tas best hensyn til. Det utsettes som høyere luftfuktighet under bygging, men tørkes igjen etterpå. Dette gjør at en kan høre høye smell fra elementene. Smellene har vist seg å virke urovekkende på personer som har opplevd krig for eksempel, hvilket er veldig uheldig.

- 3.4 – Kjenner du til myndighetskrav som har vist seg spesielt utfordrende eller kostbare for prosjekter i massivtre? Hvis ja, hvilke?

Brann og lyd. Lyd er jo veldig subjektivt og norske ører er ofte vant til «dumpe» konstruksjoner som leder lite lyd. Massivtre er lettere og her tar det tid å skulle komme opp på samme komfortnivå som betong. Med hensyn til brann, så førte brannen i Grenfell Tower i London 21. desember 2018 til at bærekonstruksjon og fasader i tre over 18 meter ble forbudt i England, til tross for at brannen ikke hadde med tre å gjøre. Det samme har vært en sak hos Direktoratet for byggkvalitet, det var en høring som gikk ut i mai i fjor, den er ikke landa enda, men det ser ut som det blir innskrenkninger av regelverket her også. Med hensyn til hva branningeniører kommer med, er det veldig forskjellig. På grunn av brannkapasitet bruker Splitkon kun melamin-lim, i stedet for polyuretan-lim. Dette er fordi polyuretan blir elastisk under brannpåkjenning og slipper sjikt, og en ny brannflate eksponeres. Melamin-lim opptrer mer som trevirke, noe som gjør at elementene blir mer homogene, og forkulling foregår slik at brannen bremses.

- 3.5 – I hvilken grad anser du at myndighetskrav påvirker tidsbruken for et prosjekt i massivtre?

- 3.6 – Ser du noen konkrete tiltak/forbedringspotensialer for prosjektering i massivtre, med hensyn til tidsbruk?

Med hensyn til tiltak for å redusere tidsbruken i prosjekteringen, er håpet at bedre beregningsprogrammer, bedre forståelse og bedre grensesnitt vil kunne hjelpe. På den ene siden er det forbedringer med hensyn til standarder og rutiner, på den andre er det programvare som optimaliseres. Det burde ikke være nødvendig at alle konstruktører finner opp sine egne løsninger, dette burde være standard. Forbedringen av standarder og innføring av preaksepterte løsninger vil kunne jevne ut prisforskjellene i bransjen.

Ønske om å sette fokus på tidligfasen, altså planleggingen og prosjekteringen. Det finnes nøkkelen som sier: det koster 1 krone å rette opp feil i en digital modell, rettes det opp i produksjonen koster det 10 kroner og rettes feilen på byggeplass koster det

100 kroner. Desto mer planlegging som gjennomføres i tidligfase, desto billigere og bedre blir det.

- 3.7 – I en telefonsamtale med oss tidligere, nevnte du at det byggetekniske er et viktig aspekt – kan det trekkes direkte koplinger opp mot tids-aspektet?

Her var det snakk om sammenføyningsmetoder. I forhold til potensialet ligger massivtre etter nå, hvis vi tenker at LEGO-prinsippet kan oppnås. Standardløsninger vil kunne påvirke tidsbruken positivt, ved at det vil frigjøre mange personer som må sitte og tegne dette i detalj hver gang. Og med ingeniører frigjort fra «slavearbeid» vil det være mer ressurser til utvikling.

- 3.8 – Sammenføyningsmetoder og knutepunktene til elementene er sentrale – er dette løst på en god nok måte, eller vil det være gevinster i form av tidsbesparelse å videreutvikle dette?

Dette må videreutvikles i form av standardiserte løsninger, med programmer som gjør mye av jobben. Det vil gi enklere produksjon, montasje og demontering. Med hensyn til mengder vil dette kunne være svært positivt. I stedet for at det designes og bestilles ett belag om gangen, slik som nå, noe som er svært kostbart og tidkrevende, så vil standardisering gjøre denne prosessen mye bedre.

---

#### Del 4 – Produksjon og transport

---

- 4.1 – Hvordan er produksjonskapasiteten i Norge i dag?

Utenom Splitkon er det kun Nordisk Massivtre i Kongsvinger, som har en liten produksjon. Målet for Splitkon er at om fem år skal produksjonen ligge på 60 -90 000 kubikk i året. Til sammenlikning har Mjøståret om lag 8 000 kubikk. En annen målsetning som nevnes er at alt over bakken burde bygges i tre, som utgjør cirka 30 % av bransjen.

- 4.2 – Hvor kommer råvarene som Splitkon bruker fra?

Råvarene er selvfølgelig norske og kommer fra sagbruk på Østlandet, samt noe fra Trøndelag også.

- 4.3 – Det sies at mye «skog råtner på rot» her i landet, og det importeres store mengder trevirke – utnytter vi ressursgrunnlaget godt nok? Vil det være en «tidstyv» å høste de råvarene som trengs innenfor landets grenser?

Her importeres ikke sagtømmer, slik at ressursgrunnlaget utnyttes. Om lag 30 % av det som hentes inn fjernes når prosessen går fra skurlast til ferdig element. Dette blir det da lagd briketter av, som enten brennes selv eller selges.

- 4.4 – Hva er deres geografiske satsingsområde?

- 4.5 – Hvordan transporteres ferdigvarer ut fra fabrikk, og hvordan er dette tidsmessig kontra alternative transportmåter?

Transporten foregår på lastebiler, jernbanen er ikke noe alternativ fordi den er i for liten grad utbygd i Norge, i tillegg vil ikke lass kunne sendes ut fortløpende. Her er det likt som for stål og betong. Men massivtre er lettere enn stål og betong, hvilket gjør at volumet på lastebilene kan utnyttes i større grad, som gir færre biler og mindre utslipp. Sammenliknet med elementer produsert i Europa, har Splitkons cirka 30 % lavere klimaavtrykk i Norge på grunn av redusert transport.

4.6 – Er det noe å «vinne» klima- og tidsmessig på å produsere nasjonalt, når slike produkter kan bli fraktet på bane fra Europa?

4.7 – Hvilken leveringstid er det på større prosjekter?

Leveringstiden varierer veldig fra prosjekt til prosjekt.

---

## Del 5 – Montasje

---

5.1 – Er det noen spesielle krav som må være tilfredsstilt før montering av elementene kan starte?

Her nevnes standarden NS 3516, som er en utførelsesstandard for lastbærende trekonstruksjoner. Men her trekkes det også fram at alle som leverer prefabrikkerte elementer, burde ta turen til byggeplassen for å få innsikt i hvor mobilkranen kan stå; hvor lastebilen kan kjøre inn; kan det monteres direkte fra bilen, eller må det mellomlagres. Dette burde komme med i lasteplaner og montasjeplaner

5.2 – Hvem er det som står for montasje av massivtreelementer?

Splitkon bruker montasjesjef som veileder, ellers leies det inn montaselag. På sikt er håpet at entreprenørene skal bli flinkere på dette seg. Men det er ønskelig at Splitkon kan levere en mer komplett pakke, med montasje. Dette er noe som vil utvikles utfra hva etterspørselen er, dersom entreprenører ikke velger Splitkon fordi de ikke monterer, må det tas grep. Fordelen med egne montaselag er at de kontinuerlig bygger opp erfaring, men hadde løsningene vært standardiserte ville også montasjen vært lettere, og påvirket tidsbruken positivt.

5.3 – Vil det være en tidsgevinst at entreprenøren selv monterer?

Det vil være en tidsgevinst dersom entreprenøren spesialisere seg gjennom sitt eget system, med økt erfaring og planlegging. Det vil da være rimeligere for dem å kun kjøpe elementer hvor de gjør sine egne løsninger og prosjekteringer. For en første- eller annengangs entreprenør vil det være tidskrevende å montere selv. En entreprenør vil trolig være mer fleksibel hvis de stod for monteringen selv, og kunne stokke behovet for bemanning utfra prosessen. Da vil det være mulig å optimalisere med hensyn til kostnad og tid.

5.4 – Sitter du på erfaringstall på montasjetid (minutter pr m<sup>2</sup>)?

Her refereres det til montasjemannen, Arvid, som har mye kunnskap om dette.

5.5 – Hva er utfordringene rundt monteringen?



Utfordringer ved montering er dette med fukt, montere raskt, holde fukten unna. Tidligere var det montasjetelt, slik er det ikke nå lenger. Nå skal konstruksjonen fort opp og dekket med egne elementer oppover, og blir da delvis beskyttet. Her er effektiviteten og logistikken på byggeplassen avgjørende, samt hvilken kunnskap og erfaring som entreprenøren selv sitter med.

- 5.6 – Ser du noen konkrete tiltak/forbedringspotensialer for monteringen i massivtre, med hensyn til tidsbruk?

Standardiserte løsninger, i stedet for et utall varianter, vil kunne gjøre prosessen raskere fordi montørene da kjenner løsningene som brukes.

---

## Del 6 – Økonomi

---

- 6.1 – Finnes det «tommelfingerregel» for pris pr m<sup>2</sup> på de forskjellige elementtypene (dekke- og veggelement)?

Splitkon har ingen nøkkeltall for priser. Her snakkes det gjerne om kubikk, noe som også henger sammen med logistikken og montasjen. Det er satt i gang arbeid for å hente inn erfaringstall, men igjen er det kompleksiteten i prosjektet som vil gjenspeile seg i prisen. Produksjonene er én faktor, og så har konsulenttimer og logistikk stor betydning også.

- 6.2 – Har du erfaring med at det legges mer penger i potten fra byggherres side for å realisere bygg i massivtre kontra tradisjonelt?

Ikke i Norge. Byggherren aksepterer kanskje 4-5% høyere pris, men ikke så mye mer.

- 6.3 – Har du erfaring med at det gjøres spesielle tiltak for å komme innenfor en bestemt pris/sum?

Her er det alltid med en konstruktør for å finne de beste løsningene og dermed gi det mest økonomiske alternativet. Det er ikke spesielt tiltak, men noe som gjøres hele tiden. Dette er viktig slik at en ikke selger ting en ikke kan levere, noe som har direkte kobling opp mot pris. Splitkon jobber for å finne løsninger som er mest mulig økonomisk for alle parter, altså elementer som er optimalisert utfra konstruksjonens behov og forutsetninger.

Det er enormt prosjektavhengig om massivtre er et dyrt bæresystem eller ikke. Den viktigste jobben for Splitkon her er å optimalisere fabrikken, med store nok elementer som kan sammenføres på en effektiv måte. Når elementer kan gå rett fra produksjon, opp på lastebil og til bygget, uten mellomlagring, reduseres antall tidstyver. For Splitkon er det også viktig å optimalisere konstruksjonsavdelingen, slik at ikke det brukes unødvendig mye timer der og programmene server den informasjonen som trengs. Det er både en fordel og en ulempe at det med massivtre jobbes på millimeter-presisjon. Sammenliknet med stål og betong som har store toleranser for avvik, har ikke massivtre det, noe som ofte er utfordrende spesielt i møtet med betong. Et mulig verktøy her vil

være digital prøvebygging sammen med entreprenøren. Der hele byggeprosessen gjennomgås, helt konkret.

---

## Til slutt

---

- Er det sentrale aspekter som du mener må belyses, som spørsmålene våre ikke berører? Hvis ja, hvilke?

Her nevnes den grønne trenden – det grønne skiftet – hvor folk begynner å forstå hva trevirke er og hvilke ressurser Norge har. Det er en holdningsendring, eller påvirkning som må gjøres hele veien. Aasmund Bunkholt reiser mye rundt og snakker om tre, og han sier at trevirke er «kondensert sollys». Ved det klarer han virkelig å få frem at trevirket er unikt, og at det bygger seg selv. Om alle forstår at det er mekanismene bak, blir de mer positiv til bruk av tre.

Et annet aspekt er levetiden til massivtrebygg. Massivtre kan demonteres og brukes om igjen, noe som ikke er mulig med stål- og betongbygg. Per nå settes levetiden for massivtrebygg til 60 år. Det blir CO<sub>2</sub>-nøytralt etter cirka 30 år, noe som henger sammen med skogproduksjon og gjenvekst. Det nye klimagassregnskapet for bygg, 3720, kom i fjor. Trevirke har biogent karbon, som kan puttes inn i en vegg – og egentlig brukes som et lager. Men dette blir det ikke kreditert for i regnskapet. Når det fokuseres på energibalansen, og hvor mye energi som lagres i bygget, slår trevirke veldig feil ut fordi det lagres mye energi i form av karbon i bygget. Ut fra dette perspektivet blir det å bygge i tre helt feil.

I dag er rundt 3 % av det som bygges i Norge, i massivtre. Dersom siktemålet er 40 %, er det tydelig at det må legges ned arbeid før det kan nås. Et poeng her er å bygge opp kompetansen til entreprenørene og arkitektene, for eksempel ved å kurse dem om brann og lyd. Det hjelper ikke at Splitkon sitter på kompetanse hvis den ikke når ut.

## E.9 Odd Grøthe, WSP/Woodcon

---

### Sammendrag av intervju – Odd Grøthe

19. mars 2019

Intervju og transkribering av Audun Flaget Aasen

Sammendrag av Lise-Mari Valle Olsen

---

- Er det aspekter du anser som påvirker ressursbruken i et massivtre-prosjekt, sammenliknet med mer tradisjonelle bygg?

Det brukes mer tid i den tidlige fasen, da et massivtre-prosjekt må prosjekteres mer enn et tradisjonelt prosjekt og dette krever større ressurser i en tidlig fase. Dette er avgjørende for å oppnå et vellykket prosjekt. Til sammenlikning: ved bygging i betong, stål og hulldekker, prosjekteres først fundamenter og bæresystem. Etter at råbygget er reist, prosjekteres veggtyper, vinduer, kledninger, osv., samt tekniske anlegg. Men ved bygging i massivtre må alt dette være ferdig prosjektert før systemet for råbygget kan settes i produksjon.

Sitat Odd: «Suksesskriteriet er større innsats i tidligfase skal gi en raskere produksjon og mindre feil på byggeplass i produksjonsfase.»

Fokuset i tidlig fase, og suksess her, gjør at arbeidet på byggeplassen også vil gå raskere. Montasjen av et massivtrebygg vil være cirka dobbelt så raskt som et bygg med stål og hulldekker.

Men på samme tid er dette prosjektavhengig. Et eksempel her er skole, med stor grad av fleksibilitet, hvor det derfor benyttes mye limtre. Om det lages et limtreprosjekt med massivtre-dekker, så vil det tilsvare tiden det tar å bygge med stål og hulldekker. Skoler er nok mer krevende, nettopp på grunn av behovet for mer fleksible løsninger, og derfor brukes det mye limtre her (som Nordre Ål skole er et eksempel på).

Med barnehagen på Flå gikk byggingen noe raskere. Men her blir det viktig å se hva en sammenlikner med. Her ville ikke det ikke blitt bygd i stål og hulldekker uansett. Alternativet til massivtre her ville vært tradisjonelt bindingsverk. Det ville vært et billigere alternativ, og tatt noe lengre tid. Men om alternativet hadde vært stål og hulldekker (noe som ikke er reelt i et slikt bygg), ville tidsbesparelsen vært enda større.

Et annet suksesskriterium er repetisjon. Som på Moholt-prosjektet, hvor det er lik struktur i alle etasjer, og blokkene er like. I slike studentboligprosjekter er det nesten ikke limtre. Ved bruk av limtre går det mer tid, fordi for hvert kranløft er det kun en bjelke, sammenliknet med massivtre hvor hele vegg- eller dekkelementer tas i ett løft. I tillegg har limtre ofte kompliserte knutepunkter som det tar tid å prosjektere og montere.

I skoleprosjekter kommer limtre ofte inn, på grunn av at det er vanskelig å få til en lik struktur for alle etasjene. Det er ofte et krevende romprogram i skolebygg – verkstedhaller, bibliotek, kantiner, store fellesarealer – som bygges over flere etasjer, noe som vanskeliggjør å få samme struktur over det hele. Særlig med store spenn, som ved fellesarealer er det nesten umulig å unngå limtre.

Et bæresystem i massivtre gir et utrolig sammensatt bilde av flere faktorer. God struktur i bygg med flere etasjer og relativt korte spenn gir bedre løsninger når det skal bygges med massivtre.

- Hvordan opplever du tidsbruken i massivtre-prosjekter?
- Hvilke erfaringer har du med hvordan økonomien påvirkes av valg av massivtre fremfor stål og betong?

Her er det ulike oppfatninger av kostnadsbildet. Grøthe antar at massivtre er opp mot 5-6 % dyrere. Veidekke Trondheim konkluderte utfra Maskinparken med at massivtre var dyrere enn tradisjonelt. Mens andre hevder kostnaden er den samme for å velge massivtre – ofte er nok dette et produkt av at en ikke har et godt sammenlikningsgrunnlag klart i form av et identisk bygg. Prosentanslaget på 5-6 % er for det totale prosjektet, der bæresystemet utgjør rundt 12-15 %. Så det er begrenset hvor mye dyrere et massivtre-prosjekt kan bli. Massivtre i seg selv er billigere. Con-Form har priser på 4000-4500 kroner pr kvadrat for bæresystem, mens massivtre ligger på 3000-3500 kroner pr kvadrat. Så det er cirka en tusenlapp billigere. Men det er alt det som kommer rundt dette som gjør det dyrere – altså lyd, brann og alle påforinger. Spesielt dekke-påforinger er kostbare – det er disse som i hovedsak gjør at det blir mye dyrere. Men, at det skal bli mere enn 5 % dyrere, er utenkelig – da kalkuleres det ikke helt rett.

Bygges det over 4 etasjer slik at du får krav til R90 på bæresystemet, så blir massivtre dyrere. Lave lydkrav og maks fire etasjer, så er det mindre kostnadsforskjell mellom bæresystem i massivtre kontra tradisjonelt. Erfaringene med brannkonsultanter er veldig forskjellig. Det skyldes i stor grad at forskriftene er funksjonsbaserte, og det åpner opp for flere måter å gjøre disse analysene av sikkerhetsnivået på. Det er ingen enkel oppskrift på dette med massivtre og brann.

Da studentboliger har lavere lydkrav, vil det betyr litt mindre for økonomien. Med lik struktur i alle etasjer, og små enheter med korte spenn, kan en oppnå gode systemer med massivtre. Dette gjør også at dekketykkelsen reduseres – og mye av kostnadsforskjellen mellom massivtre og tradisjonelt ligger i dekket, cirka 70-75 %. Så dekker påvirker spesielt det økonomiske bildet med massivtre. Samme gjelder system med lange spenn. Lyd og brann påvirker også det økonomiske bildet i stor grad. Kort oppsummert er det fem faktorer som er avgjørende: lyd, brann, korte spenn, lik struktur og unngå limtre.

- Hvilke faktorer mener du er avgjørende for at massivtre velges?  
Ved valg av massivtre er det miljøprofilen som er drivkraften, gjennom politiske føringer for klima og miljø. Det settes da blant annet krav enten til BREAAAM-

sertifisering eller krav til redusert CO<sub>2</sub>-avtrykk. Det mest utslagsgivende er krav om å redusere CO<sub>2</sub>-avtrykket med 50 %. Dette kommer av at med lavkarbon-betong er det mulig med en reduksjon på inntil 40 %, mens økes kravet til 50 % eller mer, må det bygges helt eller delvis i tre.

En annen faktor som kan dras inn er godt innemiljø. Men i mange tilfeller kles alt av massivtre inn, slik som i Maskinparken TRE. Dette kommer av vurderinger fra brannkonsulenter. Ved å fjerne de eksponerte flatene med tre, reduseres brannutviklingen, fordi mengden tre påvirker brannintensiteten. Sammenliknet med Sverige, som har lempet på brannkravene, vil det der være mulig å bygge både åtte og ni etasjer i massivtre, fordi det legges inn sprinkler. Kravene som ligger til grunn i Norge bygger på statistikk, og ut av det vurderingen av disse. Dersom det lempes på kravene også i Norge, vil det gi positiv uttelling for økonomien i slike prosjekter.

- Hvordan påvirkes risikobildet av at massivtre er valgt?
- Er det aspekter ved prosjekteringen som du anser som mer utfordrende for massivtre? Prosjekteringen av bygg i massivtre er annerledes enn med tradisjonelle bygg. Dette går i all hovedsak ut på global stabilitet og avstivende skiver. Altså ivaretagelse av vind- og seismiske laster, som skal føres ned i fundamentet. I et betong- og stålbygg lokaliseres lastene til noen få kryss eller trapperom – som avstivende elementer. Men med massivtre fordeles lastene utover i alle veggskiver, og mindre last på den enkelte skive gjør at den får mindre påkjenning og beveger seg derfor mindre. Ved å redusere lastene i de enkelte punkt, blir innfestingen lettere, mindre skruer og mindre bevegelighet. På Moholt er alle delevegger og yttervegger benyttet som avstivere. Massivtre gir lettere konstruksjoner som påvirkes av vind i større grad, dette gir strekk i bunn. Ved å bruke alle veggene som avstivere gir det bedre stabilitet i bærekonstruksjonen. I tillegg er kjelleren og første etasje utført i betong, slik at her ble det unngått å bruke strekk-peler.

Med hensyn til dimensjonering av dekker, finnes det ingen representative veiledere i Norge. Det finnes ingen veiledere som ivaretar massivtreets egenskap når det gjelder sideveis stivhet, på grunn av krysslamineringen. Her benyttes det en østerisk programvare, slik at en her stoler på leverandørens kunnskap om dette. For eksempel dette med å dempe svingningene i massivtre-dekker, er utfordrende og beror mye på valg av gulv oppå dekkene.

På SiO-prosjektet på Kringsjø ble det nevnt at pukke skulle brukes i dekket hvor alt av føringer legges her, som gir mulighet for synlig himling under. Men dersom pukken fjernes og legger himling på undersiden, gir det en helt annen statisk løsning hvor dekket kan være kontinuerlig over flere spenn. Dette gjør igjen at dekketykkelsen kan reduseres, som igjen fører til lavere kostnad og raskere oppbygging. Så med andre ord, dette er svært sammensatt! Å skulle beholde visuelt massivtre, gjør det dyrere.

Prosjektering med massivtre er utfordrende fordi det krever mye mer samprosjektering med lyd og brann, sammenliknet med andre byggemetoder.

En annen ting som må ivaretas under prosjekteringen er krymp. For eksempel kan ikke stående panel gå over for mange etasjer, da kan en risikere at det buler ut siden bygget krymper. Og så er det fuktighet, spesielt fra betongen som trekkes opp i massivtreet, og er vannet skittent blir det lett skjolder.

- Hvilke positive og negative sider ved massivtre har du erfart under montasjen?  
Det positive er i aller høyeste grad arbeidsmiljøet.

Vanligvis prosjekterer de tekniske fagene underveis i byggingen, mens med massivtre må dette være ferdig før produksjon fordi hullene tas på fabrikken. Problemet blir ofte at de tekniske fagene ikke er nøye nok, de opererer kanskje med 96 % nøyaktighet, og tenker at de siste 4 % kan justeres på byggeplassen, men slik er det ikke. Det er helt klart positivt at massivtre er mer nøyaktig, men kanskje noe uheldig i møtet med fag som ikke er det.

En utfordring under produksjonsfasen er å få tørket bygget. Mange tilfører for mye varme for fort, noe som stresser trevirket, og en får tørkeskader. Det beste er å få det til å tørke naturlig. Få vekk alt vannet og start med å åpne vinduer og dører, så kan det tilføres varme, sakte, men sikkert.

- Samtlige av prosjektene vi har snakket med sier at massivtre er dyrt; hva mener du dette skyldes?  
Dette skyldes i hovedsak krav rundt lyd og brann, bæresystemet i seg selv er litt billigere, men det fordyres av kravene som legges på. Å kunne tilby den komplette «pakken» fra Woodcon/WSP gjør at entreprenøren får en trygghet om at de mottar en kvalitetsvare. Men kompetansesiden av bransjen innen lyd og brann er ikke god nok på massivtre. Norge har nesten ingen preaksepterte løsninger for slike byggesystemer. Det er for eksempel lite Byggforsk-blader på det, og de som finnes er udaterte og basert på gammel kompetanse som er rettet mot bindingsverk og bjelkelag i tre.
- Er det aspekter ved massivtre som du mener er sentrale for vår problemstilling, men som ikke er belyst her?



