



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp
Fakultet for realfag og teknologi

Erfaringer med montering av tekniske installasjoner i massivtrebygg

Experiences with Assembling Building Services in
Mass Timber Constructions

Bente Bjelland Melkevik
Industriell økonomi, byggkonstruksjon

Forord

Oppgaven er skrevet av Bente Bjelland Melkevik og representerer avslutningen på det femårige studieløpet, industriell økonomi med fordypning i byggkonstruksjon, ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Rapporten har et omfang på 30 studiepoeng og er et resultat av arbeid utført våren 2022.

Som student ved NMBU har bærekraft vært en fundamental del av utdanningen, og det var viktig for meg at arbeidet skulle gi bidrag til den bærekraftige utviklingen i byggebransjen. Massivtre er én av løsningene som brukes i dag og siden jeg flyttet ut fra mitt barndomshjem for fem år siden, har jeg bodd i studentboliger av massivtre. Da jeg skulle velge tema for masteroppgaven, var massivtre derfor et åpenlyst valg. Tema ble videre bestemt etter at det viste seg gjennom samtaler og enkle Google-søk at montering av tekniske installasjoner var enklere, samt at det fantes lite forskning på området. Jeg ville finne ut hvilken effekt det gir – er det et argument som kan benyttes for å bygge mer i massivtre?

Arbeidet med masteroppgaven har vist at byggebransjen kryr av imøtekommende og vennlige fagfolk som har gjort at jeg gleder meg til overgangen fra studentlivet til arbeidslivet. Tusen takk til dere som har tatt meg imot med åpne armer i en ellers travel arbeidshverdag. Dere har gjort det mulig å skrive denne oppgaven ved å gi meg innblikk i deres hverdager og det har vært svært lærerikt å høre om deres erfaringer.

Jeg vil også takke min veileder, Leif Daniel Houck, fra Fakultet for Realfag og Teknologi ved NMBU. Takk for god hjelp, nyttige innspill og motiverende samtaler. Takk også til fakultetet for økonomisk støtte. En ekstra takk til samboer, venninne og medstudent, Birgitte Johansen, for godt samarbeid i oppstarten av prosjektet og god støtte gjennom hele perioden. Takk til mamma og pappa for støtte og oppmuntring gjennom både prosjektperioden og hele studieløpet. Til slutt vil jeg takke min kjæreste, Simen Wiulsrød, for gjennomlesing og gode innspill fra start til slutt. Takk til deg for beroligende og motiverende ord og for en uendelig tålmodighet i stressende perioder.

Ås, mai 2022

Bente B. Melkevik

Bente Bjelland Melkevik

Sammendrag

Hensikten med oppgaven er å belyse erfaringer med å montere tekniske installasjoner i massivtre- istedenfor betongbygg. Oppgaven er interessant fordi det finnes lite tilgjengelig forskning på temaet. Likevel er det mange i bransjen som har meninger om temaet. Både massivtreprodusenter og entreprenør- og rådgiverfirma opplyser om at massivtre medfører enklere og raskere montering og bedre arbeidsmiljø for håndverkeren. Oppgaven søker å belyse temaet gjennom følgende forskningsspørsmål

- 1. Er montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter tidsbesparende?*
- 2. Gir montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter en økonomisk gevinst?*
- 3. Hvilken påvirkning av massivtreprosjekter på arbeidsmiljøet for den tekniske håndverkeren?*

Forskningsspørsmålene besvares gjennom totalt 17 dybdeintervjuer, hvorav 11 av intervjuene er knyttet til en komparativ case-studie. Prosjektene i case-studien er de norske massivtreskolene Bamble Ungdomsskole, Horten VGS, Voldsløkka Ungdomsskole og Eikeli VGS. Intervjuene er gjort av 7 hovedentreprenører, til sammen 7 tekniske håndverkere fra elektro, VVS og ventilasjon og 3 personer med ekspertise i massivtrefaget.

Studien har vist at det er stor enighet blant informantene om at det er enklere og tidsbesparende å montere de tekniske installasjonene i massivtrebygg. Tidsbesparelsen gjenspeiles ikke i fremdriften i prosjektene og heller ikke i prisen på de tekniske entreprisene. Mulige årsaker drøftes, og det gjøres en vurdering av hvilke muligheter massivtre gir for økonomiske besparelser. Til slutt konkluderes det med at arbeidsmiljøet for håndverkeren bedres i massivtrebygg, blant annet på grunn av mindre støv og støy og mindre arbeidsslitasje som følger av mer kortvarig arbeid og enklere verktøy.

Abstract

The purpose of this study is to reveal experiences with assembling building services in mass timber instead of concrete constructions. The study is interesting because there are limited research existing about the theme. Nevertheless, there are many in the industry who have opinions on the topic. Both construction and engineering companies and manufacturers of mass timber, states that mass timber constructions cause both easier and faster assembling and improved work environment for the craftsmen. The report will clarify the topic through the following research questions

- 1. Is it timesaving to assemble building services in mass timber constructions?*
- 2. Does assembling of building services in mass timber construction give economical profit?*
- 3. What impact does mass timber construction give to the craftsmen's work environment?*

The research questions will be answered through 17 in-depth interviews, of which 11 of them is related to a comparative case study. The projects included in the case-study are Bamble Ungdomsskole, Horten VGS, Voldsløkka Ungdomsskole and Eikeli VGS which are all Norwegian schools in mass timber. The interviews within this research are conducted with 7 main contractors, 7 craftsmen from electrical, plumbing and ventilation and 3 with expertise from the mass timber industry.

The study has shown an agreement among the informants that the assembling-process of building services is both easier and timesaving in mass timber constructions. However, the timesaving does not reflect in the projects' schedule, nor in the price of the craftsmanship's contracts. Possible causes are discussed and an evaluation of what other possibilities mass timber construction gives for financial savings are carried out. Finally, it is concluded that the work environment in mass timber constructions is improved for the craftsmen. This is partly due to less dust and noise in the work environment. In addition, the effect of using mass timber construction leads to less physical stress for the craftsmen as they are working faster with lighter tools.

1. Innhold

Forord	iii
Sammendrag	iv
Abstract	v
Tabelliste	ix
Figurliste	xi
2. Introduksjon	1
3. Teori	3
2.1 <i>Grunnleggende begreper og prosjektteori</i>	3
2.2 <i>Faser i et byggeprosjekt</i>	5
2.3 <i>Fremdriftsplanlegging</i>	8
2.4 <i>Prefabrikkering</i>	10
2.5 <i>Stål og betong som byggemateriale</i>	12
2.6 <i>Massivtre som byggemateriale</i>	13
2.8 <i>Tidsperspektivet og økonomiske betraktninger</i>	15
2.9 <i>Arbeidsmiljø</i>	18
4. Metode	20
3.1 <i>Forskningsdesign</i>	20
3.2 <i>Tidsplan</i>	21
3.3 <i>Valg av metode</i>	22
3.4 <i>Komparativ case-studie</i>	24
3.4.1 <i>Utvelgelse av case-prosjekter</i>	25
3.5 <i>Intervju</i>	27
3.5.1 <i>Valg av intervjuobjekter og oversikt over intervjuer</i>	27
3.5.2 <i>Åpne intervjuer i utforskningsfasen</i>	31

3.5.3	Semi-strukturerte intervjuer i case-studien	32
3.5.4	Refleksjoner rundt intervjuene	35
3.6	Litteratursøk	38
3.6.1	Refleksjoner rundt litteratursøket	42
3.7	Tolkning og analyse	43
5.	Beskrivelse av case-prosjektene	47
4.1	Presentasjon av case	47
4.1.1	Bamble ungdomsskole	48
4.1.2	Horten VGS	50
4.1.3	Voldsløkka ungdomsskole	51
4.1.4	Eikeli VGS	52
4.2	Relevant bakgrunnsinformasjon	54
6.	Resultater	56
5.1	Tid	56
5.1.1	Oppsummert funn fra case-prosjekter	56
5.1.2	Resultater på tvers av case-prosjekter	59
5.2	Økonomi	67
5.2.1	Resultater på tvers av case-prosjekter	67
5.2.2	Pris på tekniske fag i case-prosjektene	70
5.3	Arbeidsmiljø	71
5.3.1	Oppsummert funn fra case-prosjektene	72
5.3.2	Resultater på tvers av case-prosjekter	74
5.4	Andre forhold	76
5.4.1	Prosjektering, endringsmeldinger og feil	76
5.4.2	Forhold rundt fremdrift	78
5.4.4	Informantenes holdning	79
7.	Diskusjon	81
6.1	Tid	81
6.2	Økonomi	85

6.3 Arbeidsmiljø.....	88
6.4 Styrker og begrensninger med studien	91
8. Konklusjon.....	94
9. Videre arbeid	97
10. Referanser	98
Vedlegg 1: Tid.....	105
Vedlegg 2: Økonomi.....	111
Vedlegg 3: Arbeidsmiljø	114

Tabelliste

Tabell 1. Definisjon av rollene i et byggeprosjekt, som er relevant for oppgaven. Definisjoner fra Hansen (2019).....	4
Tabell 2. Tabellen viser oversikt over studiens case-prosjekter med tilhørende representanter	26
Tabell 3. Informantenes roller sortert etter relevans	27
Tabell 4: Oversikt over intervjuene som er gjort i prosjektet, sortert etter case. Tabellen inneholder informasjon om hvem som var til stede, hvorvidt lydopptak ble tatt, hvor og når intervjuene ble gjort og en kort tilleggsinformasjon om forholdene i intervjuene.....	29
Tabell 5. Prosjektinformasjon Bamble Ungdomsskole.....	48
Tabell 6. Prosjektinformasjon Horten VGS	50
Tabell 7: Generell prosjektinformasjon om Voldsløkka VGS	51
Tabell 8. Generell prosjektinformasjon om Eikeli VGS	53
Tabell 9: Funn fra informantene fra Bamble Ungdomsskole, tidskonsekvens	57
Tabell 10: Erfaringer fra informantene fra Horten VGS om tid.....	57
Tabell 11: Erfaringer fra informantene fra Voldsløkka skole om tid.....	58
Tabell 12: Erfaringer fra informantene fra Eikeli VGS om tid	58
Tabell 13: Sammenligning av erfaringer gjort i case-prosjektene om tid	59
Tabell 14: Sammenligning av erfaringer fra de ulike rollene om tid	60
Tabell 15: oversikt over hyppigst nevnte svar omkring tidseffekt.....	60
Tabell 16. Oppsummert fordeler med massivtre og ulemper med betong	63
Tabell 17: Estimert antall skruer og innspart tid på innfesting per skrue.....	66
Tabell 18. oversikt over erfaringene som ble hyppigst nevnt angående økonomiske forhold. 68	
Tabell 19. Oppsummerer fordeler med massivtre og ulemper med betong som er funnet om temaet økonomi	69
Tabell 20. Prisen på tekniske fag i case-prosjektene basert på informasjon fra entreprenørene	70
Tabell 21. Oppsummert erfaringer fra case-prosjektene om økonomiske forhold	71
Tabell 22. Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Bamble Ungdomsskole.....	72
Tabell 23. Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Horten VGS	73

Tabell 24: Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Voldsløkka ungdomsskole.....	73
Tabell 25: Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Eikeli VGS	74
Tabell 26: Fordeling av det som ble nevnt om arbeidsmiljøet i massivtrebygg	75
Tabell 27. Oppsummering av funn om arbeidsmiljøet i massivtrebygg	76

Figurliste

Figur 1. De åtte fasene i Neste Steg. Tilgjengelig fra: https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/nestesteg_kortversjon-1.pdf (lest 01.04.2022)	5
Figur 2. Hansen, G.K. (2019) «Kjerneprosessene og ulike faser i byggeprosessen». Samspillet i byggeprosessen, s. 107. Bergen: Fagbokforlaget.	6
Figur 3. Kolltveit, B.J., Lereim, J. & Reve, T. (2009). «Et prosjekts livssyklus». Prosjekt – strategi, organisering, ledelse og gjennomføring. 3. utg., s. 13. Oslo: Universitetsforlaget.	6
Figur 4. Figuren viser spekteret fra tradisjonell byggemetode hvor all produksjon gjøres på byggeplass, til modulbasert konstruksjon hvor mesteparten av produksjonen gjøres på fabrikk. WoodWorks. (2014).”Traditional to Modular Construction – a Continuum”. Prefabricated and Modular Construction, s. 3. Tilgjengelig fra: https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/prefab-modular_case_study.pdf (lest 18.04.2022)	11
Figur 5. «Overflatebehandling og korrosjon: Armeringsjern med striper av rust», av Erichsen, J. F., NTB scanpix. (https://ndla.no/article/9569). CC BY-NC-SA 4.0.....	12
Figur 6. Illustrasjon av hulldekkeelement av betong. Illustrasjon av Bente Melkevik	12
Figur 7. Kontinuerlig massivtredekke, illustrert av Bente Melkevik.....	13
Figur 8. Viser en sammenligning av prosjekterings- og byggefasen i et tradisjonelt prosjekt (øverst) med et massivtreprosjekt (nederst). Kremer, P.D. & Ritchie, L. (2018). “Differences in Programs for Traditional and MTC Constructions Methods”. Understanding Costs and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the ‘Total Cost of Project’ (TCP), s. 16). Tilgjengelig fra: http://www.journalmtc.com/index.php/mtcj/article/view/8/3 (lest 15.01.2022).....	14
Figur 9. Forskningsplanen brukt i prosjektet, for å belyse erfaringer med å montere tekniske installasjoner i massivtrebygg	20
Figur 10. Forskningsprosjektets fremdriftsplan	21
Figur 11. Eksempel på søkematrikse brukt i litteratursøket.....	39
Figur 12. Illustrasjon av metoden for utvelgelse av litteratur i litteratursøket.....	40
Figur 13. Evalueringskriterier basert på TONE-prinsippet.....	41
Figur 14. Fargekoder brukt for å analysere datagrunnlaget	44
Figur 15. Bamble ungdomsskole. Foto: Jiri Havran	48
Figur 16. Bildet viser Bamble Ungdomsskole under bygging. Både vegger og dekker er i massivtre, og elementene heises på plass med ferdige utsparinger til åpninger og tekniske føringer. Foto: Backe Vestfold Telemark AS og Spinn Arkitekter AS v/ James Dodson	49

Figur 17. Bildet viser Horten VGS i råbyggsfasen med ferdige utsparinger til teknisk utstyr og montert rørsystem før veggene er oppe. Foto: Tom André Gustavsen// Gran VVS AS.....	51
Figur 18. Hovedinngangen til det nye massivtrebygget ved Eikeli VGS. Foto: Bente Melkevik	52
Figur 19. Tekniske installasjoner i taket. Foto: Bente Melkevik	54
Figur 20. I figuren gjøres en sammenligning av resultatene i studien med forfatterens forståelse av informantenes holdninger. Det ser ikke ut til å være en sammenheng mellom positive/ negative holdninger og antall poeng på positive resultater	80

2. Introduksjon

Med FNs mål om å stoppe klimaendringene innen 2030 må klimagassutslipp reduseres (FN-sambandet, 2022). Ifølge UNEP (2003) står byggebransjen for omtrent 40% av verdens klimagassutslipp og byggebransjen er den største kilden til klimagassutslipp i Europa (UNEP, 2003). Det største bidraget av klimagasser er CO₂ (Miljødirektoratet, 2021), og en nyere undersøkelse gjort av Huang et al. (2018) viser at byggebransjen står for omtrent 23% av verdens CO₂-utslipp. Samtidig har man en stadig økende befolkningsvekst og urbanisering (du Plessis, 2001). Byggebransjen har derfor store muligheter til å påvirke og samtidig et ansvar til å utvikle mer bærekraftige bygg og byggemetoder. Dette kan gjøres på flere måter, blant annet ved å utvikle mer miljøeffektive konstruksjonssystemer. For at løsningene skal få gjennomslag må byggene i tillegg til å tilfredsstille bygningsfysiske krav, være økonomisk konkurransedyktige med tradisjonelle løsninger.

Som en av løsningene har bygging med massivtre utviklet seg til å bli av global interesse og det bygges stadig flere høybygg i massivtre (Brandner et al., 2016). Betong er ifølge Calkins (2009) det mest brukte konstruksjonsmaterialet i verden på grunn av de gode materialeegenskapene, men består av sement som bidrar til et betydelig CO₂-utslipp. Selv om betong- og stålbygg har blitt mer miljøeffektive de siste årene, har bygging med tre mange miljømessige fordeler i seg selv (Calkins, 2009). Flere byggherrer velger å bygge i massivtre som følger av at miljø og bærekraft får et høyere fokus (Fure et al., 2020).

I tillegg til massivtreets positive miljøegenskaper, er det listet flere fordeler i Norsk Treteknisk Institutt (2006a) sin *Håndbok – bygge med Massivtreelementer*. Blant annet skal massivtre skape et godt arbeidsmiljø og en ryddig arbeidsplass for håndverkeren og «[...] innfesting og selve fremføringen av de tekniske installasjonene er enklere og raskere å utføre i trehus» (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a). Dette er grunnlaget for temaet i oppgaven, som er

Å belyse erfaringer med montering av tekniske installasjoner i massivtrebygg

Det ble tidlig i prosessen klart at mange i bransjen deler oppfattelse, etter å ha hatt samtaler med personer fra bransjen og undersøkt nettsider til entreprenør- og rådgiverfirma samt massivtreprodusenter. Flere hevder at massivtre medfører enklere montering av tekniske installasjoner og gir bedre arbeidsmiljø. Likevel finnes lite forskning på temaet og det er få som kan henvise til studier eller forskningsprosjekter. Med utgangspunkt i dette ble det klart

at temaet er relevant. Forskningens formål er å bidra til kunnskap i bransjen, ved å dokumentere erfaringene knyttet til å bygge med massivtre. Studien bygger videre på følgende forskningsspørsmål

- 1. Er montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter tidsbesparende?*
- 2. Gir montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter en økonomisk gevinst?*
- 3. Hvilken påvirkning har massivtreprosjekter på arbeidsmiljøet for den tekniske håndverkeren?*

Forskingsspørsmålene vil besvares med en komparativ case-studie med totalt 17 dybdeintervjuer. Prosjektene i studien er Bamble Ungdomsskole, Horten VGS, Voldsløkka Ungdomsskole og Eikeli VGS. 11 av intervjuene er knyttet til disse prosjektene, mens resten blir brukt som supplement. Skolebyggene har massivtre som bærende konstruksjon, bæresystem med søyle- og bjelkesystem eller en kombinasjon av disse.

For de tekniske fagene er det flere forhold som vil kunne påvirkes av materialvalget, men denne oppgaven begrenses til hovedsakelig å gjelde selve monteringsprosessen som gjøres på byggeplass. Administrative prosessene slik som prosjektering og planlegging, vil kun berøres i den grad det påvirker håndverkernes jobb eller dersom det vurderes å ha betydning for resultatene i studien. Elektro, ventilasjon og VVS er de største tekniske fagene i norske byggeprosjekter og oppgaven vil derfor kun se på disse. Oppgavens konklusjon forenkles ved å se på de tekniske fagene som én gruppe, men siden fagene har ulike jobber og ulikt utstyr som skal monteres, vil resultatene i realiteten avhenge av det tekniske faget.

3. Teori

I dette kapittelet vil forskningen funnet i litteratursøket presenteres, i tillegg til at grunnleggende teori og teori nødvendig for drøfting av forskningsspørsmålene kort defineres. Det er gjort tilsynelatende lite forskning på montering av tekniske installasjoner i massivtre. Norske forskningsartikler ble i utgangspunktet vurdert som mer relevant enn utenlandske på grunn av ulike krav og standarder til hvordan det tekniske utstyret skal fungere. Siden temaet er lite forsket på i Norge henvises det til en del norske masteroppgaver og utenlandske forskningsartikler.

2.1 Grunnleggende begreper og prosjektteori

Teorien bygger hovedsakelig på bøkene *Prosjekt* av Kolltveit et al. (2009), *Samspillet i byggeprosessen* av Hansen (2019) og *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter* av Lædre (2009).

Et prosjekt defineres av Kolltveit et al. (2009, s. 12) som «en oppgave som har eget mål, lav frekvens, gitte tids- og ressursrammer og som er en del av en innovasjonsprosess, samt oftest knyttet til en økonomisk transaksjon». Målet med et byggeprosjekt er forenklet sagt å sette opp et bygg som dekker et behov definert av byggherren. En entreprenør er ifølge Hansen (2019, s. 218) «en person eller firma som utfører arbeid for andre». Lædre (2009) deler kontraktstrategi for gjennomføringen av byggeprosjekter inn i de to hovedgruppene, delte entrepriser og totalentrepriser. Forskjellen på de to er først og fremst hvor mye av ansvaret for gjennomføringen som overføres fra byggherren til entreprenør. Kontraktsmessig er forskjellen at en totalentreprise har én kontrakt for både prosjektering og utførelse mens en delt entreprise har disse i separate kontrakter (Lædre, 2009, s. 71-72).

I en totalentreprise er det altså totalentreprenøren som har ansvar for både utførelse og prosjektering. Dette innebærer at det er entreprenøren som i hovedsak velger underleverandører og som har ansvar for å koordinere å følge opp underleverandørene (Lædre, 2009, s. 75-76). Videre i oppgaven vil totalentreprenørene betegnes som «hovedentreprenør» siden de sitter med det overordnede ansvaret for prosjektering og utførelse. De tekniske fagene vil begrenses til å gjelde de største fagene som er elektro, VVS (rør) og ventilasjon. Disse fagene kontraheres av hovedentreprenøren gjennom

totalunderentrepriser, som innebærer at de prosjekterer sitt eget arbeid (Codex Advokat & Entrepriserettadvokater.no, 2022).

De ulike rollene i et byggeprosjekt er definert i tabell 1, basert på definisjoner av Hansen (2019, s. 217-222).

Tabell 1. Definisjon av rollene i et byggeprosjekt, som er relevant for oppgaven. Definisjoner fra Hansen (2019)

<i>Rolle</i>	<i>Beskrivelse</i>
Prosjektleder	Prosjektlederen er den overordnede lederen av prosjektet og «har ansvar for prosjektets totale gjennomføring, og ivaretar organisering, tilrettelegging og koordinering av prosjektet som helhet» (Hansen, 2019, s. 221). I tillegg til hovedentreprenørens prosjektleder, har underentreprenørene sine egne prosjektledere som har overordnet ansvar for blant annet prosjektering og fremdrift.
Prosjekteringsleder	Prosjekteringslederen er leder av prosjekteringen og «omfatter ledelse og samordning av de ulike fagene som utfører prosjekteringsarbeidet, både med hensyn til prosjekteringsløsninger og når det gjelder framdriften av prosjekteringen» (Hansen, 2019, s. 221).
Anleggsleder/ bas	«Anleggsleder er øverste leder på byggeplassen. Administrativ funksjon med hovedvekt på ledelse, styring og kvalitetssikring av byggearbeidet» (Hansen, 2019, s. 217). Håndverkernes tilnærming til anleggsleder omtales ofte som en bas. Basen er en håndverker som er utpekt som leder for arbeidslaget på byggeplassen og har ansvar for den daglige, detaljerte styringen.

Store bygg, slik som skoler, inneholder mange forskjellige fag som ifølge Lædre (2009, s. 36) ofte gjør prosjekter komplekse på grunn av mange grensesnitt. Dessuten står kostnadene knyttet til de tekniske installasjonene i et byggeprosjekt for en voksende andel av de totale entreprisekostnadene (RIF, 2018). Dette er bakgrunnen for NS 3935, ITB-standarden, som skal sikre forpliktete samspill og koordinering mellom de ulike aktørene (Standard Norge, 2020). ITB står for integrerte tekniske bygningsinstallasjoner, og standarden «fastsetter detaljerte føringer for de prosessene en ITB-ansvarlig skal ivareta» (Standard Norge, 2019). I prosjektene brukes altså en ITB-ansvarlig som skal sikre et godt samspill mellom de tekniske installasjonene. I store prosjekter med mange grensesnitt, kan i tillegg en solidaritetsavtale være en måte å ivareta grensesnittene på. Hensikten er ifølge Codex Advokat og Entrepriserettsadvokater.no (2018) at «de sidestilte entreprenørene solidarisk overtar risikoen

for at de ulike entreprisene kompletterer hverandre og til sammen er komplett» Det innebærer at de tekniske fagene og hovedentreprenørene sammen påtar seg ansvaret for eventuelle feil og mangler (Codex Advokat & Entrepriserettsadvokater.no, 2018).

2.2 Faser i et byggeprosjekt

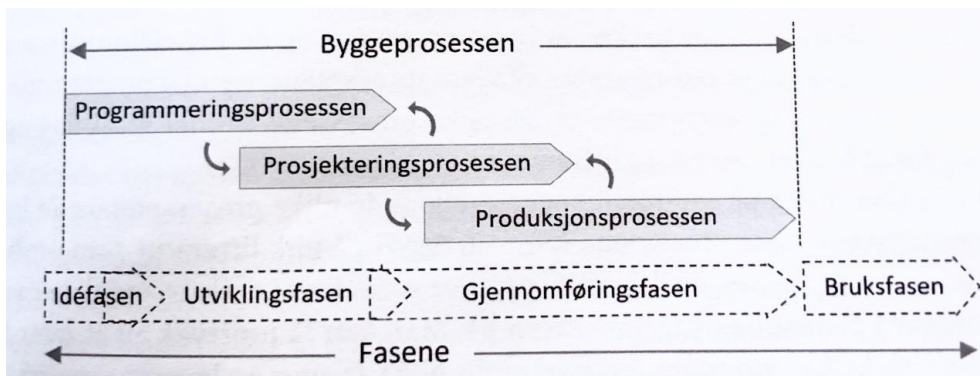
Et byggeprosjekt kan deles inn i faser, men det er mange varianter og rammeverk på hvordan dette gjøres. Bygg21 har beskrevet byggeprosessen over tid i *Neste Steg* hvor hensikten var å utvikle en felles norm for faseinndeling i byggeprosjekter (Bygg21, 2016). Figur 1 viser de åtte stegene fra oppstart til avvikling.



Figur 1. De åtte fasene i Neste Steg. Tilgjengelig fra: https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/nestesteg_kortversjon-1.pdf (lest 01.04.2022)

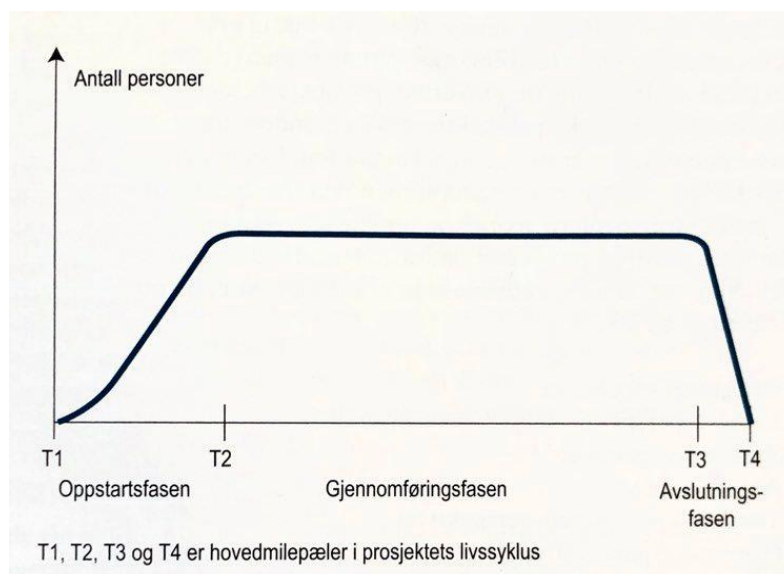
Første steg starter med at eier eller en bruker har et behov, og ender med at ideen er avklart at er ønskelig å forfølge. Videre analyseres muligheter og alternativer for den beste løsningen, basert på foreløpige anslag på omfang, pris og kvalitet. Dette er konseptutviklingsfasen hvor det blant annet utarbeides funksjonsprogram og konseptskisser. Fasen etterfølges av konseptbearbeiding hvor skisseprosjekt og forprosjektet blir utarbeidet. Steg 4 er detaljprosjekteringen som innebærer at rådgiverne og leverandørene utvikler en detaljert plan for gjennomføring og underlag for produksjonen. Neste steg er produksjonsfasen hvor selve byggingen gjennomføres, som gjennomføres i henhold til de detaljerte planene. Videre defineres steg 6, 7 og 8 til å være henholdsvis overlevering, bruk og avvikling (Bygg21, 2016).

Selv om det finnes flere måter å definere faser i prosjekter, er det de samme prosessene som går igjen. Hansen (2019) definerer de tre kjerneprosessene programmerings-, prosjekterings- og produksjonsprosessen, som vises i figur 2. Han definerer i tillegg anskaffelsesprosessen, som løper parallellt med kjerneprosessene og består av kontraheringsprosessen, kontrakts-etablering og kontrakts-oppfølging. Formålet er å skaffe ressursene som er nødvendig for å gjennomføre byggeprosjektet (Hansen, 2019, s. 136-138).



Figur 2. Hansen, G.K. (2019) «Kjerneprosessene og ulike faser i byggeprosessen». *Samspillet i byggeprosessen*, s. 107. Bergen: Fagbokforlaget.

Figur 3 illustrerer hvordan Kolltveit et al. (2009, s.13) definerer hvordan antall personer i et prosjekt varierer fra oppstart- til avslutningsfasen. I oppstarten av byggeprosjektet, steg 1-3 i Neste Steg, samles prosjektteamet. Det kontraheres, etableres kontrakter og kontraktene oppfølges fra start. I steg 4, detaljeringsfasen, etableres produksjons- og leveranseteamet.



Figur 3. Kolltveit, B.J., Lereim, J. & Reve, T. (2009). «Et prosjekts livssyklus». *Prosjekt – strategi, organisering, ledelse og gjennomføring*. 3. utg., s. 13. Oslo: Universitetsforlaget.

Ifølge Hansen (2019) er det vanlig at kjerneprosessene overlapper hverandre slik som illustrert i figur 2. For eksempel kan råbygget settes opp før innredningsplanene er bestemt. Dette er mulig ved å ta valg som gir fleksible og tilpasningsdyktige strukturer som kan benyttes med ulike tekniske løsninger. Hovedgrunnen til at man gjør dette er for å spare tid. En annen begrunnelse er at det kan være nyttig å ha med byggekompetansen til leverandørene

inn i prosjekteringen, for å gi en effektiv byggeprosess (Hansen, 2019, s. 105). Ved å prosjektere og bygge parallelt kan man ifølge Lædre (2009) forkorte tiden fra detaljprosjekteringen starter til utførelsen på byggeplass kan starte.

Dersom fasene foregår parallellt kan man ifølge Hansen (2019, s. 106) få økt usikkerhet, siden man kanskje ikke har «[...] godt nok beslutningsgrunnlag og at en ikke har tatt de rette valgene før ting blir prosjektert og satt i produksjon». Usikkerhet defineres av Kolltveit et al. (2009, s. 20) som «differansen mellom nødvendig informasjon og tilgjengelig informasjon». Usikkerhet innebærer både risiko og muligheter, men uansett vil redusert risiko være knyttet til mer forutsigbarhet og bedre kostnadsestimat noe som skaper trygghet. Jo mer prosjektering man gjør på forhånd av et prosjekt, desto mer informasjon får man og desto mer reduseres usikkerheten i prosjektet (Kolltveit et al., 2009). Ifølge Kolltveit et al. (2009, s. 42) kan man akseptere større overlapping av konseptutviklings- og gjennomføringsfasen i prosjekter med høyere frekvens siden det da vil være mindre risiko.

Å flytte prosjekteringsfasen tidligere er noe som ifølge Kristiansen og Kalsaas (2011) kan bidra til at muligheter, feil og mangler oppdages tidligere. Dermed kan kostnadene forbundet til endringer i et prosjekt reduseres. Kostnadene knyttet til en forandring er ifølge Kolltveit (2009) lavere i oppstarten av prosjektet sammenlignet med i gjennomføringsfasen. Samtidig har man ved oppstarten av et prosjekt full innflytelse på kostnadene i et prosjekt. Underveis som anskaffelsene gjøres og kontrakter og avtaler inngås, så reduseres muligheten man har til å styre kostnadene (Kolltveit et al., 2009, s. 43-45). Dette understreker at god planlegging på et tidlig tidspunkt kan være besparende.

Bygg21 (2016) definerer formålet med steg 4, detaljprosjektering, til å «utvikle tilstrekkelig detaljert og kvalitetssikret arbeidsunderlag slik at sikker og rett utførelse er mulig».

Detaljprosjekteringen gjøres av rådgivere og leverandører. Produksjonsplanen skal etableres og når fasen er fullført så skal underlaget være detaljert nok til at prosjektet kan gjennomføres (Bygg21, 2016). Dette gjøres som regel ved bruk av BIM-modellering, hvor du kan koordinere fagene sammen, kjøre kollisjonstester på tvers av ulike fag og bruke som utgangspunkt for fremdriftsplanleggingen (Lu & Korman, 2010). Studien til Lu og Korman (2010) viser at bruken av BIM-modellering var effektiv spesielt for koordinering av de tekniske installasjonene. Nøye detaljprosjektering gir også, ifølge Norsk Treteknisk Institutt redusert risiko for feil på byggeplass (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a, s.11).

2.3 Fremdriftsplanlegging

Ulike entreprenører bruker ulike metoder for å optimalisere fremdriften i byggeprosjektene. I dette kapitlet defineres planleggingsmetodene som er relevant til studien, med utgangspunkt i boken til Kalsaas, *Lean Construction – Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*.

Last Planner er et planleggingssystem som ifølge Kalsaas (2017, s.35) innebærer at «håndverkerne skal involveres i planleggingen av sin egen hverdag». Hansen (2019) beskriver at hovedelementene er å gjøre planleggingen i fellesskap, slik at alle involverte er med å fastsette plansystemet, identifisere hindringer og avklare grensesnitt mellom fagene. Dette gjøres for å skape en felles forståelse av prosessen og hvordan den bør organiseres (Hansen, 2019, s. 210). Veidekkes innføring av tilsvarende system betegnes ifølge Kalsaas (2017) som Involverende Planlegging (IP). De enkelte bedrifter tolker og anvender Last Planner på hver sine måter, og det finnes ingen offisiell versjon eller sertifisering for systemet. Hensikten med Last Planner er å skape god flyt mellom de ulike fagene i produksjonen, og Kalsaas (2017) bruker mange begreper fra Lean-filosofien til å forklare planleggingssystemet. Uten at denne oppgaven går dypere i Lean-begrepet, innebærer det blant annet å eliminere sløs og ikke-verdiskapende aktiviteter, slik som venting og feil samt å utføre aktivitetene i riktig rekkefølge (Kalsaas, 2017).

Last Planner handler altså om å planlegge sammen med de som utfører arbeidet siden det er de som har kunnskap om hva som skal til for å skape god flyt. Videre utdyper Kalsaas (2017) de fem prinsippene Last Planner bygger på, presentert av Ballard et al. (2009) i en konferanse. Disse er

- «
1. *Planlegg mer detaljert jo nærmere du kommer den konkrete utførelsen*
 2. *Planlegg sammen med dem som skal utføre arbeidet*
 3. *Identifiser og fjern hindringer for planlagte oppgaver i team/ grupper*
 4. *Utarbeid pålitelige forpliktelser for at arbeid utføres som avtalt, og vedlikehold forpliktelsene*
 5. *Ta lærdom av tilfeller hvor problemer med gjennomføringen oppstår*
- »

(Primærkilde Ballard et al. (2009, s. 5), oversatt av Kalsaas (2017, s. 39))

Ifølge Kalsaas (2017) tar Last Planner utgangspunkt i definerte milepæler, deler prosjektet inn i faser og benytter bakover-planlegging. Milepælene er et viktig styringsredskap og det bør legges stor vekt på å holde tidsfristene for å bringe stabilitet og forutsigbarhet i prosjektet. Bakover-planlegging innebærer å ta utgangspunkt i milepælene og planlegge produksjonen ut fra denne tidsfristen. Dette gjør at rekkefølger og avhengigheter mellom fagene defineres tidlig, siden planleggingen går ut fra hva som må være på plass for at hver oppgave kan starte. En viktig del av denne planleggingen er å diskutere hvilke aktiviteter som er kritisk for fremdriften i prosjektet. Ofte er prosessen kompleks, og i store prosjekter kan det derfor være en fordel å dele prosjektet inn i soner eller kontrollområder. Samtaler og befaringer med involverte fag gjennomføres for å håndtere rekkefølge-avhengigheter (Kalsaas, 2017).

«En viktig del av framdriftsplanleggingen er å beregne hvor lenge de ulike aktivitetene skal vare, og ikke minst rekkefølgen av aktivitetene» (Hansen, 2019, s. 132). Selve planleggingen er visuell og gjøres ved oppstarten i prosjektet, i det som ofte kalles lappemøte. Kalsaas (2017) forklarer at de enkelte fagene skriver sine hovedaktiviteter på post-it lapper som plasseres på en stor vegg eller bord. I møtet plasseres alle lappene med utgangspunkt i milepælene og de avhengighetene som kommer fram fra fagenes representanter. De detaljerte aktivitetene planlegges på et seinere tidspunkt i samarbeid med lagets bas og håndverkerne (Kalsaas, 2017).

Et annet begrep som er sentralt i oppgaven, er taktplanlegging. Seppänen (2017, s. 107) definerer målet med taktbasert planlegging som «å finne soner med minst mulig variasjon i arbeidstetthet, eller arbeidsmengde». Videre defineres begrepet takttid som en parameter som forblir konstant i byggefasen. Alle fag må ferdigstille arbeidet i den gitte sonen innenfor takttiden (Seppänen, 2017). Fagene skal kunne arbeide uforstyrret i sin sone i den bestemte takttiden. Deretter overlates sonen til neste lag (Kristensen, 2016).

Taktplanlegging er altså, i likhet med Last Planner, i tråd med prinsippene i Lean. Denne gangen handler det om standardisering av arbeidet. Fremdriften sammenlignes ofte med et «tog», hvor de ulike fagene forflytter seg fra sone til sone i en gitt rekkefølge. Hvis ett av vognene stopper opp, kolliderer resten av «toget». I taktplanlegging benyttes kapasitetsbuffer istedenfor tidsbuffer (Seppänen, 2017). Dette innebærer at istedenfor å utvide tidsfristen hvis produksjonen ligger bak fremdriften, så kan bemanningen justeres opp siden det kun er planlagt med for eksempel 70-80% av maksimal kapasitet.

Ifølge Baldwin og Bordoli (2014) er planlegging en essensiell del av prosjektet og et hjelpemiddel til prosjektsuksess. Planlegging innebærer å ta beslutninger, og krever tid og personer med erfaring noe som gir kostnad. Til gjengjeld gir planlegging mye informasjon om blant annet fremdrift og når materialer kreves levert samt muligheten til vurdere risiko og muligheter (Baldwin & Bordoli, 2014).

God kommunikasjon, godt og nært samarbeid og involvering av underentreprenører og leverandører viktig for prosjekters suksess (Aarseth et al., 2015, s. 61-63). Dette stemmer med et av funnene til Eriksson og Westerberg (2011) som er at et godt samarbeid er nødvendig for et prosjekts suksess. Suksesskriteriene er da definert som kostnad, tid, kvalitet, miljøpåvirkning, arbeidsmiljø og innovasjon (Eriksson & Westerberg, 2011). God kommunikasjon, tillit til hverandre og tilgang på hverandres informasjon, kan redusere sjansene for suboptimalisering (Bråthen et al., 2020). Suboptimalisering innebærer at de involverte i prosjektet jobber med å oppnå egne delmål istedenfor prosjektets hovedmål. En av de fem store ideene til en prosjektleder er ifølge Lichtig (2005) å optimalisere prosjektet istedenfor delene i prosjektet. Hvis prosjektleder presser hver av aktivitetslederne på tid og pris, kan det optimalisere prosjektet lokalt. På den andre siden kan det blant annet komplisere koordinering mellom fagene og øke prosjektets totale varighet (Lichtig, 2005).

Tidlig involvering er i tillegg til å gi fordeler som økt kvalitet på tegninger, materialforsyning og informasjonsflyt, vist å redusere prosjektets varighet og timer på byggeplass (Song et al., 2009). Tidlig involvering og involverende planlegging med lappeteknikk hjelper å skape eierskap til planen. Alle deltar i utarbeidelse av planen noe som bidrar til å skape en god og realistisk plan som alle føler seg forpliktet til (Vi i Veidekke, 2016). Eierskap kan gjøre arbeiderne mer motiverte, engasjerte og villige til å bidra og dele kunnskap (Wang et al., 2019).

2.4 Prefabrikking

Varigheten av prosjektfasene varierer fra prosjekt til prosjekt og er blant annet avhengig av byggemetode. Et bygg kan settes opp med ulik grad av prefabrikking, slik figur 4 fra WoodWorks (2014) illustrerer. På den ene siden har man tradisjonell byggemetode hvor alt produseres på byggeplass, mens man på andre siden har modulbasert bygging som innebærer at 80-95% er ferdigprodusert på fabrikk. Da er det tekniske utstyret fra elektrisk, VVS og

ventilasjon allerede montert på fabrikk, og det er stort sett bare montering av modulene som gjøres på byggeplass (WoodWorks, 2014).



Figur 4. Figuren viser spekteret fra tradisjonell byggemetode hvor all produksjon gjøres på byggeplass, til modulbasert konstruksjon hvor mesteparten av produksjonen gjøres på fabrikk. WoodWorks. (2014). "Traditional to Modular Construction – a Continuum". *Prefabricated and Modular Construction*, s. 3. Tilgjengelig fra: https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/prefab-modular_case_study.pdf (lest 18.04.2022)

Å bygge med prefabrikkerte elementer kan medføre raskere konstruksjon på grunn av høyere effektivitet på byggeplass, høy kvalitet på det ferdige bygget og mer effektiv materialbruk (Mayo, 2015, s. 336-337; WoodWorks, 2014). En studie gjort av Shahzad et al. (2015) viste at å flytte så mye som mulig av bygge-komponentene til fabrikk istedenfor tradisjonell bygging på byggeplass gav 34% reduksjon i byggetid og 19% reduksjon i kostnad (Shahzad et al., 2015). Ifølge Bertram et al. (2019) kan modulbasert konstruksjon redusere byggetiden med 50% og kutte kostnadene med 20%. Tiden man sparer på byggetid, avhenger av hvor modulbasert konstruksjonen er, det vil si hvor på spekteret i figur 4 man befinner seg. Ifølge Mayo (2015, s. 24) kan økt modulbasert konstruksjon på sin side kreve økte transportkostnader, logistikk og økt lagringsbehov. Det kan dessuten ta lang tid hvis man må vente på et nytt element som følger av en feil (Mayo, 2015).

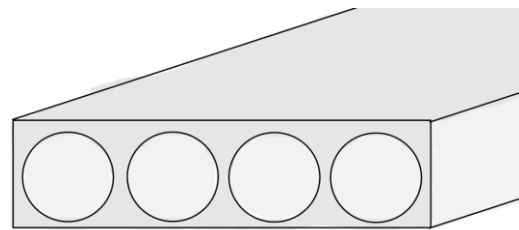
Siden de prefabrikkerte elementene produseres på fabrikk og ikke på byggeplass, betyr det at elementene må bestilles en viss tid i forkant for å få dem levert til arbeidet på byggeplass starter. Dette krever på sin side at utsparinger til for eksempel dører, vinduer og teknisk utstyr må plasseres tidnok til at de kommer med i bestillingen. Dette innebærer at detaljprosjekteringen i stor grad er fullført når det skal bygges med prefabrikkerte elementer (Schwarzmann et al., 2018). På den andre siden gjør plassbygging det mulig å detaljprosjekttere samtidig som arbeidet har startet på byggeplass, noe som ifølge Hansen (2019, s. 117) er svært vanlig.

2.5 Stål og betong som byggemateriale

I dette kapitlet defineres relevant informasjon om betong fra boka *Byggfag* av Boysen (1999). Betong er det dominerende byggemateriale i dag, og består av vann, sement og tilslag av sand og stein som blandes og herdes til et hardt materiale. Betongkvaliteten avhenger av mengdeforholdene, men generelt tar den store trykkrefter. Begrensningen til betong er evnen til å ta opp strekkrefter. Siden betong og stål har god heft og utvider seg omtrent like mye brukes stål som forsterkning, og det kalles da for «armert betong». Armeringsjern er avbildet i figur 5. Mens betongen tar opp trykkreftene, tar stålet opp strekkreftene (Boysen, 1999, s. 202-215).



Figur 5. «Overflatebehandling og korrosjon: Armeringsjern med striper av rust», av Erichsen, J. F., NTB scanpix. (<https://ndla.no/article/9569>). CC BY-NC-SA 4.0.



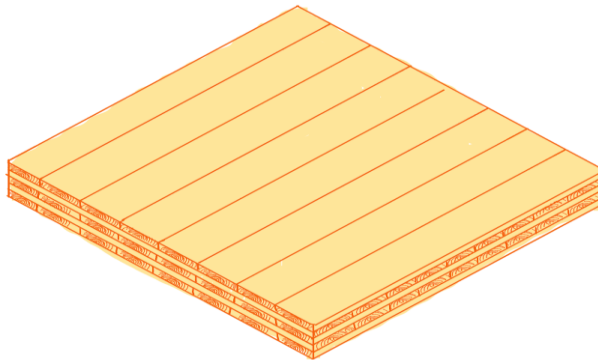
Figur 6. Illustrasjon av hulldekkeelement av betong. Illustrasjon av Bente Melkevik

Boysen (1999) definerer råbygget til å bestå av dekker, søyler, bjelker og bærevegger. Råbygget settes ofte opp som en kombinasjon av plasstøpt betong og betongelementer av søyler, bjelker og dekker (Boysen, 1999, s. 28). Når det bygges med plasstøpt betong, er det i store prosjekter vanlig å bestille ønsket betongkvalitet. Betongen blir da levert til byggeplass med store biler og tømmes kontinuerlig i forskalingen (støpeformen). Deretter må betongen herdes, noe som foregår så lenge sementen tar opp vann. På den andre siden kan bygget settes opp med bruk av betongelementer, det som kalles «prefab». Betongelementene leveres da til byggeplassen ferdig støpt. Dekkelementer blir som regel lagd som hulldekker for å spare vekt (Boysen, 1999, s. 218-223), som illustrert i figur 6.

Utsparingene til gjennomføring av de tekniske installasjonene, må ifølge Boysen (1999) planlegges i råbygget. Med utgangspunkt i utsparringstegningene, settes utsparringene i forskalingen før betongen støpes (Boysen, 1999, s. 29). Det er tidkrevende dersom hullene må bores i den ferdigstøpte betongen (Boysen, 1999, s. 29).

2.6 Massivtre som byggemateriale

Massivtre produseres på fabrikk og det mest vanlige for bygninger er krysslaminert tre, som vil si at elementet bygges opp av krysslagte planker som limes sammen (Brandner et al., 2016; Edvardsen & Ramstad, 2014). Oppbyggingen gjør at massivtre-dekkene er kontinuerlige som vist i figur 7, i motsetning til betongelementer som ofte har armering til forsterking (figur 5) eller hulrom for å gjøre elementet enklere (figur 6).



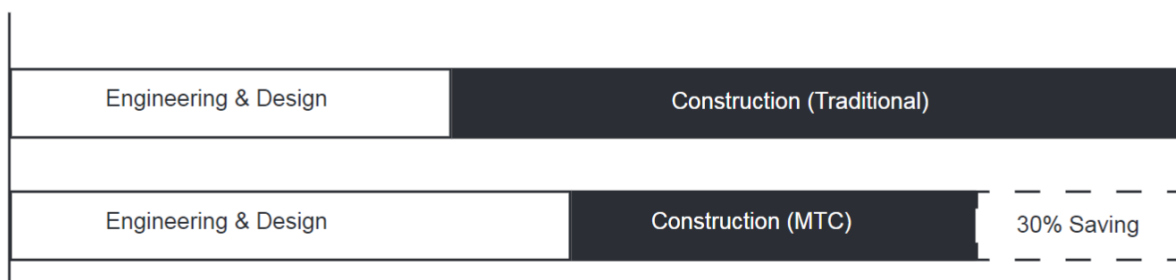
Figur 7. Kontinuerlig massivtredekke, illustrert av Bente Melkevik

Norsk Treteknisk Institutt (2006b) oppgir at elementtykkelser opp til ca. 240 mm kan tåle spenn på omtrent 7,5 meter. Spennvidde kan ytterligere økes ved å bruke bjelker som understøttelse. Hulldekkeelementer med tilsvarende tykkelse, kan til sammenligning ta mellom 9 og 12 meter (Alexander et al., 2010, s. 105). Norsk Treteknisk Institutt (2006b) skiller mellom tre typer bæresystem i massivtre. Bygget kan enten bestå av bærende massivtrevegger eller av et bærende søyle- og bjelkesystem som kombineres med massivtre-elementer i vegger og dekker. Søylene og bjelkene kan da bestå av for eksempel limtre, stål eller betong. Det siste bæresystemet defineres som en kombinasjon av de to, og kan for eksempel være bærende yttervegger i massivtre, med et søyle- og bjelkesystem inne i bygget (Norsk Treteknisk Institutt, 2006b).

Massivtrekonstruksjoner bygges tilpasset det enkelte prosjektet (Edvardsen & Ramstad, 2014; Kremer & Symmons, 2015). Bygget settes opp med prefabrikkerte elementer. Dette innebærer at hvert element leveres til byggeplass og er skreddersydd i forhold til prosjekterings tegninger, oppleggs-detalljer og monteringsplan som er utarbeidet på forhånd (Edvardsen & Ramstad, 2014; Kremer & Symmons, 2015; Mayo, 2015). Elementene er stive slik at form og dimensjoner ikke kan tilpasses på byggeplass (Edvardsen & Ramstad, 2014).

Ved å benytte CAD-programmer kan elementene leveres med høy nøyaktighet noe som sikrer presis produksjon (Kremer & Symmons, 2015).

Siden massivtrebygg i stor grad er basert på prefabrikasjon, så bør prosjekteringsnivået være høyt slik at føringsveier og utsparinger til blant annet tekniske installasjoner kan bli tatt på fabrikk (Aarstad et al., 2009). Å bygge med prefabrikkerte elementer gir en betraktelig reduksjon i arbeid på byggeplass (Kremer & Symmons, 2015). Ifølge Hansen (2019, s. 117) er det svært vanlig i byggeprosjekter at detaljprosjektering og bygging foregår parallellt. Å bygge med prefabrikkerte elementer, krever tilstrekkelig detaljprosjektering før oppstart på byggeplass. Jo høyere grad av prefabrikkering, desto høyere krav til prosjektering gjort på forhånd og desto raskere vil installeringen gjøres. Dette øker både tids- og kostnads-effektiviteten (Schwarzmann et al., 2018). Figur 8 viser et søylediagram lagd av Kremer og Ritchie (2018, s. 16) som illustrerer forskjellen i prosjekterings- og byggefasen i et tradisjonelt prosjekt sammenliknet med et massivtre-prosjekt.



Figur 8. Viser en sammenligning av prosjekterings- og byggefasen i et tradisjonelt prosjekt (øverst) med et massivtreprosjekt (nederst). Kremer, P.D. & Ritchie, L. (2018). "Differences in Programs for Traditional and MTC Constructions Methods". *Understanding Costs and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the 'Total Cost of Project' (TCP)*, s. 16. Tilgjengelig fra: <http://www.journalmtc.com/index.php/mtc/article/view/8/3> (lest 15.01.2022)

Ifølge Richmond og Starzyk (2020) er det flere forskjeller i prosjekteringsfasen på byggeprosjekter om du sammenligner et massivtreprosjekt med et tilsvarende stål og betongbygg. I følge han medfører disse forskjellene at forprosjekteringsfasen tar lengre tid enn vanlig (Richmond & Starzyk, 2020, s. 7). Selv om massivtrekonstruksjoner typisk krever mer tid i prosjekteringsfasen, er byggefasen ifølge Kremer og Symmons (2015) omtrent 30% kortere. Ifølge Kremer og Ritchie (2018) kan det blant annet skyldes høyere nivå av prefabrikkering og detaljprosjektering samt bedre koordinering av tjenester.

En av forskjellene som blir trukket fram i Richmond og Starzyk (2020) sin studie, er koordinering av de tekniske fagene elektrisk, VVS og ventilasjon (MEP). Tradisjonelt kan stålet bestilles og installeres så snart de strukturelle planene er mottatt, mens det tekniske kan

koordineres på et senere tidspunkt. I et massivtreprosjekt må alt av det tekniske være koordinert før massivtreet kan bestilles og alle utsparinger skal tas på fabrikk (Richmond & Starzyk, 2020, s. 7). For å redusere kompleksiteten samt redusere risikoen for at forprosjektfasen tar lengre tid må de tekniske fagene involveres tidlig (Richmond & Starzyk, 2020, s. 9).

Dette er også konklusjonen til Måløy et.al (2020) i en masterstudie fra 2020, basert på i alt 14 intervjuer av entreprenør, produsent, byggherre og diverse rådgivere. For å sørge for at all prosjektering, inkludert tekniske fag, er ferdigstilt før underlaget sendes til produsent, kreves det god kommunikasjon og styring fra prosjektledelsen. Dette må til for å skape et produktivt og kostnadseffektivt massivtreprosjekt (Måløy et al., 2020).

2.8 Tidsperspektivet og økonomiske betraktninger

Studien til Koppelhuber og Magg (2020) baseres på tre prosjekter og viser mange utfordringer knyttet til planlegging og montering av installasjonene i fleretasjers trebygg. Siden det er nytt for rådgivere, prosjektledere og entreprenører, så kreves det tidlig og eksakte planer og spesifiseringer, ekstra koordinering mellom grensesnitt og modifiserte detaljer for å ikke gå på bekostning av tid og økonomi (Koppelhuber & Magg, 2020). Schwarzmant et al. (2018) sin studie peker på behovet for å øke ekspertisenivået på massivtre- og trebygg for å skape nye profesjonelle i industrien. Blant annet rundt føring av det tekniske utstyret (Schwarzmant et al., 2018).

Resultatene fra Koppelhuber og Magg (2020) sin studie viser i tillegg at rørføringer i trebygg har et stort potensial på tids- og kostnadsbesparelser i installeringsprosessen som en del av kostnadsoptimalisering. De nevner også at det tekniske utstyret bør inkluderes i prefabrikeringen, slik at det spares tid i installeringsprosessen (Koppelhuber & Magg, 2020). Ifølge Lu og Korman (2010) så vil dette bli mulig med økt bruk av BIM, siden man da kan kontrollere fysiske konflikter mellom strukturen og det tekniske utstyret allerede i designprosessen. Koppelhuber og Magg (2020) peker i tillegg på at det gir mulighet for kontinuerlige kvalitetskontroller og optimalisering av prosessen. Dette kan bidra til å redusere usikkerheten ved å garantere en økonomisk og teknisk korrekt utførelse av det tekniske utstyret i trebygg (Koppelhuber & Magg, 2020).

En av fordelene med å bygge i massivtre er ifølge Norsk Treteknisk Institutt (2006a) at montering av tekniske installasjoner er enklere og raskere. Massivtre-elementene er lette å bearbeide med enkle verktøy (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a, s. 9) og på grunn av at installasjonene enkelt kan festes i elementene på byggeplass, gir bygging med massivtre mer frihet knyttet til installasjonene i et bygg (Gustafsson & Gustafsson, 1999; Norsk Treteknisk Institutt, 2006b). Sammenlignet med betong, er massivtre et mykt materiale, noe som gjør at man i tre kan bruke skruer for å feste utstyr til forskjell fra betong som krever boring. I tillegg kan mye av det som skal inn tilpasses og tilrettelegges ved produksjon av elementene (Norsk Treteknisk Institutt, 2006b).

Dette er også en del av funnene i case-studien til Halseth et al. (2019) som gikk på innredningsarbeid, inkludert de tekniske installasjonene. I studien sammenlignes massivtrebygget Maskinparken TRE med betongbygget Maskinparken 2, og det ble blant annet utført intervjuer med representanter fra tekniske fag. Halseth et al. (2019) kom blant annet frem til at montasjen i massivtre er effektiv og tidsbesparende fordi man slipper boring og festeprosessen i betong. En annen fordel er at massivtre ikke trenger påstøp eller tørketid slik som råbygget i stål og betong krever. Dette gjør at man kan starte innvendig arbeid rett etter monteringen (Bugge, 2016). Flere av informantene i studien til Måløy et al. (2020) peker på muligheten for spikerslag som en viktig fordel for tekniske fag siden det kan spares mye tid og ressurser på festing av utstyr.

Alle de tekniske representantene i studien til Halseth et al. (2019) sa at selve montasjen var raskere og at rør og tekniske føringer enkelt kunne festes i massivtreet. Montasjen var effektiv og tidsbesparende, likevel viste funnene at massivtrebygget hadde 10,5% økt timeverksforbruk i forbindelse med det innvendige arbeidet. Det ble blant annet brukt mer tid på å koordinere tekniske føringer mot andre fag samtidig som det var en del nye arbeidsoppgaver. I tillegg bemerket han at massivtrebygget gav utfordringer knyttet til fremdrift, noe som gav lavere produktivitet og høyere krav til kommunikasjon på byggeplassen. Produksjonstoget i trebygget ble mer komplisert og det ble brukt en del tid på grunn av usikkerhet på løsninger og rekkefølger, noe som medførte at fagene måtte jobbe mer oppstykket og dermed mindre effektivt. På den andre side hadde trebygget den fordel at det gav flere angrepspunkter tidlig i prosessen slik at flere ressurser kunne settes på samtidig. Intervjuobjektene i studien tror at montasjen på sikt kan gå like raskt eller raskere i et massivtrebygg (Halseth et al., 2019).

En avgjørende problemstilling i byggeprosjekter er ifølge Zhang og Xing (2010) avveiningen mellom tid, kostnad og kvalitet. Reduksjon av tid kan gå på bekostning av kostnaden eller kvaliteten på prosjektet. For eksempel kan tiden reduseres ved å investere i mer effektivt utstyr eller flere arbeidere, noe som vil gi en økt kostnad. Alternativt kan kostnaden holdes konstant, og en reduksjon i tid vil da kunne gå på bekostning av kvaliteten på bygget (Zhang & Xing, 2010).

Redusert byggetid vil ifølge Gibb (1999, s. 38) lede til redusert total kostnad i et byggeprosjekt, noe man kan oppnå ved å flytte en del av produksjonen til fabrikk. Siden massivtre bygges med prefabrikering vil det altså kunne gi kortere byggetid, og derfor redusert total kostnad. Dette er også en del av funnene til Kremer og Symmons (2015) som sier det er betydelige økonomiske besparelser med massivtrebruk først og fremst på grunn av reduserte kostnader på byggeplass. Det vil derfor være interessant å studere hvilke erfaringer som er gjort omkring økonomien til de tekniske installasjonene.

I Norge var det i 2006 ifølge Norsk Treteknisk Institutt (2006a) begrensede erfaringer med kalkulasjon og dokumentasjon av konkurransedyktighet. Erfaringer fra Sverige, Danmark og Mellom-Europa viste at massivtre er et kostnadseffektivt alternativ til andre byggesystemer. En av grunnene som ble nevnt er enkel og rimelig innfesting av tekniske installasjoner (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a, s. 11). Norsk Treteknisk Institutt har dessuten gjennomført en studie som viste store muligheter for å redusere tid og kostnader i forbindelse med de tekniske installasjonene i et trebygg (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a, s. 9).

Studien til Halseth et al. (2019, s. 85) viser at massivtrebygget ble 13% dyrere enn betongbygget i studien, men det ble ikke oppgitt om redusert tidsbruk var medberegnet. Smith et al. (2018) sin studie viste på den andre siden en kostnadsreduksjon på 4,2%, med en tidsbesparelse på 20%. Ingen av studiene som er funnet går inn på hvordan utgiftsposten til tekniske fag påvirkes.

Finstad og Houck (2014) sammenligner lønnsomheten ved bruk av bæresystemer i massivtre kontra stål og betong. Selv om han peker på at treets egenskaper kan effektivisere arbeidet knyttet til innfesting av installasjoner og hulltaking på byggeplass, så er det antatt at prisen på tekniske installasjoner er lik. I masterstudien til Måløy et al. (2020) kom det også frem at tekniske fag som en utgiftspost har potensiale for besparelser, selv om det foreløpig ikke er noe forskjell på tilbudet som gis fra tekniske fag. Informantene i studien peker på at tekniske fags timebruk reduseres på grunn av at hulltaking er utført fra fabrikk og siden trematerialet gir utstrakte spikerslag. Det nevnes også at massivtreprosjekter gir enklere og bedre

arbeidsvilkår innen VVS og elektro. Forfatterne tror totalprisen på treprosjekter med tiden kommer til å reduseres som følger av økt produktivitet og redusert risiko for aktørene, på grunn av økt erfaring og kompetanse. Resultatene baseres på fjorten informanter, men ingen håndverkere eller representanter fra tekniske fag (Måløy et al., 2020).

2.9 Arbeidsmiljø

For beboerne i massivtrebygg er det en rekke mulige helse og sosiale fordeler sammenlignet med tradisjonelle bygg. Kremer og Symmons (2015) viser blant annet til studier som har funnet mindre stress og lavere puls i trebygg. I tillegg til at treets egenskaper bidrar til et godt innemiljø, appellerer tre til følelsene våre og det føles varmt å oppholde seg i tre-omgivelser (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a). Det har også blitt utført en studie på visuell stimulering ved å plassere mennesker foran en trevegg og en stålvegg. Foran treveggen var blodtrykket og stressnivået generelt lavere, samtidig som det gav mindre deprimerte tanker (Sakuragawa et al., 2005). Effekten er subjektiv, og avhenger i tillegg av hvor mye tre som er synlig, utseende, type tre, lukt, farge og så videre (Shigue & Ino, 2021).

Arbeidsmiljø påvirkes ifølge Rosenqvist (2017) av fysiske, organisatoriske og psykiske forhold som omgir arbeidstakerne på en arbeidsplass. Arbeidsmiljøloven (2005, § 4-4) beskriver hvilke krav som stilles til det fysiske arbeidsmiljøet. I tillegg til å begrense arbeidstakers fysiske belastning, så skal blant annet inneklime, lysforhold og støy være «forsvarlig ut fra hensynet til arbeidstakernes helse, miljø, sikkerhet og velferd» (Arbeidsmiljøloven, 2005, § 4-4). Stress er et vidt begrep og knyttes blant annet til belastning og påkjenning (Knardahl, 2000, s. 265). I arbeidsmiljøet knyttes det ofte til en belastning, og stress kan blant annet komme av kompleksitet og tidspress (Skogstad, 2001, s. 21-22).

Arbeidsmiljøet påvirker både motivasjonen og prestasjonen til arbeidere (Rahardjo, 2014). Studien til Midtdal og Torp (2017) viste at et godt arbeidsmiljø var den viktigste motivasjonsfaktoren for innleide håndverkere. Det er også vist at et godt arbeidsmiljø medfører økt produktivitet til de ansatte (Massoudi & Hamdi, 2017; Taiwo, 2010). Ordet, produktivitet, brukes for å måle hvor mye innsats som kreves per produksjon (Østenstad, 2017). Hvis innsatsen måles i timer, kan derfor et bedre arbeidsmiljø medføre høyere produktivitet og dermed et lavere antall timer for å fullføre samme jobben.

Motivasjon medfører ikke nødvendigvis produktivitet (Haukedal, 2001, s. 74), men det er likevel en av de avgjørende faktorene for hvor godt arbeidsoppgavene utføres (Grønhaug, 2001, s. 214). Ifølge Erez (1990) finnes det flere studier som går på motivasjon og kvantitet enn på sammenhengen mellom motivasjon og kvalitet. Mens produktivitet går på mengden av det som produseres, går kvalitet på hvor bra resultatet blir. Erez (1990) finner i sin studie at motivasjon påvirker kvaliteten på arbeidet og sammenhengen mellom kvalitet og kvantitet avhenger av motivasjonsfaktorer.

Undersøkelser blant håndverkere viser ifølge Norsk Treteknisk Institutt (2006a) at håndverkerne har positive holdninger til trebygg. I tillegg til at innfesting og fremføringen av tekniske installasjoner er enklere og raskere, viser erfaringer at arbeidsmiljøet er attraktivt for håndverkerne. Elementene er tørre og rene, med lite støv, fukt og søl, noe som gir en ren og ryddig byggeplass med godt arbeidsmiljø (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a, s. 9).

Halseth et al. (2019) sin studie bygger blant annet på en spørreundersøkelse og intervjuer med prosjektledere, baser og arbeidere hos underentreprenører. Massivtrebygget scorer bedre på støv, støy og ryddighet, sammenlignet med betongbygget. Konsekvenser av at man slipper boring i betong, er redusert støynivå og bedre luftkvalitet på grunn av mindre betongstøv. I tillegg nevnes et godt arbeidslys, trivelige omgivelser og mykere gulv. Det var også en fordel at produksjonstoget kunne starte på toppen, slik at avfallet kunne flyttes nedover og ut av bygget. Det gjorde massivtrebygget enklere å holde ryddig underveis i produksjonsprosessen, sammenlignet med betongbygget (Halseth et al., 2019, s. 93-94).

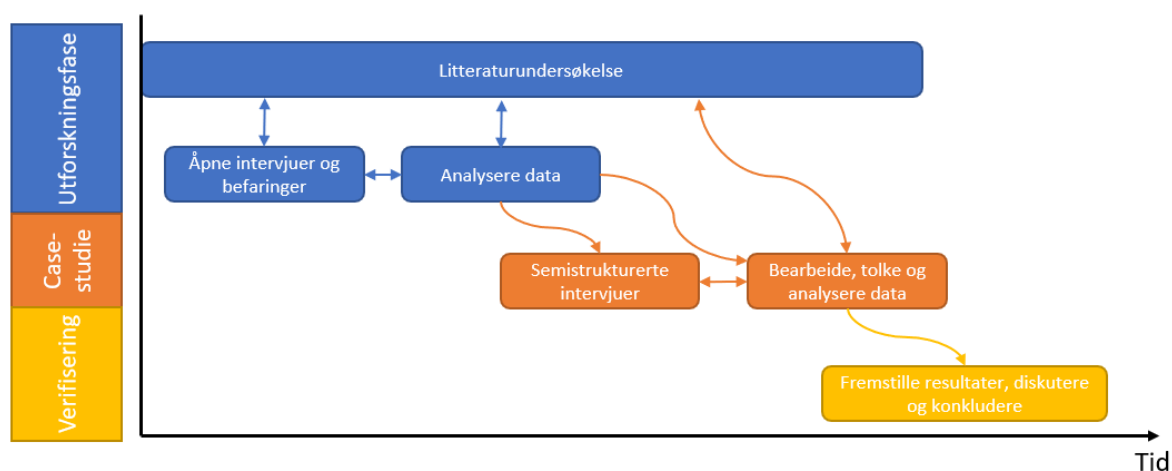
Studien til Måløy et al. (2020) viste at arbeidsmiljø og redusert støynivå er av fordelene med trebygg. Redusert støynivå forklares med at det ikke kreves like kraftig og høylytt utstyr for å jobbe med trematerialet. Edvardsen og Ramstad (2014) forklarer at materialer med harde, glatte flater absorberer lite lyd noe som gir refleksjon av lydbølger og dermed lang etterklangstid. Porøse materialer absorberer mer lydenergi og gir derfor kortere etterklangstid (Edvardsen & Ramstad, 2014, s. 414-415). Lydabsorpsjonsfaktoren angir ifølge SINTEF Byggforsk (1996) hvor mye av lyden som absorberes i ei flate. Betong absorberer ca. 5% mens tre- og parkettgolv absorberer ca. 10% (SINTEF Byggforsk, 1996). Ubehandlet tre har dessuten naturlige porer som er gunstig for etterklngen i rommet (Helleve, 2018). Før overflatene i bygget dekkes med andre materialer, er altså romklngen i bygget mest sannsynlig påvirket av om bygget er i tre eller i betong.

4. Metode

Kapittelet inneholder en detaljert beskrivelse av forskningsmetodikken som brukes til å besvare forskningsspørsmålene, inkludert begrunnelser. I starten vil forskningsdesignet, tidsplan og valg av metode beskrives. Deretter vil metodene beskrives og begrunnes i rekkefølgen komparativ case-studie, intervju, litteratursøk og tolkning og analyse til sist.

3.1 Forskningsdesign

Figur 9 viser forskningsplanen for å belyse erfaringer med å montere tekniske installasjoner i massivtre. Målet var å innhente data fra flere innfallsvinkler for å kartlegge erfaringer med å montere tekniske installasjoner i massivtre.



Figur 9. Forskningsplanen brukt i prosjektet, for å belyse erfaringer med å montere tekniske installasjoner i massivtrebygg

I utforskningsfasen av prosjektet var målet å samle inn informasjon for å utvikle forståelse av temaet, utforske meninger og finne ut hva som er gjort av forskning på området tidligere. Dette ble gjort gjennom åpne samtaler med personer fra bransjen, litteratursøk og befaringer på byggeplasser. Informasjonen som ble hentet ut i denne fasen ble brukt videre for å finne ut hvem som skal intervjues og hvilke spørsmål som kan stilles. Det ble utarbeidet en intervjuguide (kapittel 3.5.3) som ble revidert og utfylt etter samtalene og underveis i litteratursøket. Dette gav uttrykk for hvilke spørsmål som var mest interessante å stille og hvilke svar som gikk igjen. Resultatet ble brukt ved utvikling av de semi-strukturerte intervjuene (kapittel 3.5) som ble gjort i den komparative case-studien.

De semi-strukturerte intervjuene ble gjennomført med mål om å belyse og besvare forskningsspørsmålene. Disse intervjuene var stort sett med opptak som ble transkribert, og så grundig gjennomgått for å trekke ut det som var relevant, korte ned det og sortere på tema. Dette ble igjen gjennomgått og omgjort til tabellform for å vurdere og analysere hver case for seg. I tillegg ble samtalene til de ulike rollene sammenlignet på tvers av hver case. Resultatene ble til slutt sammenlignet med resultatene fra litteratursøket.

3.2 Tidsplan

På forhånd ble det satt opp en fremdriftsplan for å ha tidsplan og frister for de store linjene, vist i figur 10. Masteroppgaven ble i all hovedsak delt inn i 5 faser. De fire ukene i januar skulle brukes til forarbeid, hvor blant annet forskningstema, -spørsmål og fremdriftsplan ble utarbeidet. I februar var målet å bli ferdig med alle intervjuer, slik at mars kunne brukes til databehandling. April var satt av til skriving, men det ble også skrevet i februar og mars.

Januar 2022		Februar 2022		Mars 2022		April 2022		Mai 2022	
L 1	1 Forste nyttårsdag	T 1		T 1		F 1		S 1	1 Arbeidernes dag
S 2		O 2		O 2		L 2		M 2	18
M 3	1	T 3		T 3		S 3		T 3	
T 4		F 4		F 4		M 4	14	O 4	
O 5		L 5		L 5		T 5		T 5	
T 6		S 6		S 6		O 6		F 6	
F 7		M 7	6	M 7	10	T 7		L 7	
L 8		T 8		T 8		F 8		S 8	
S 9		O 9		O 9		L 9		M 9	19
M 10	2	T 10		T 10		S 10		T 10	
T 11		F 11		F 11		M 11	15	O 11	
O 12		L 12		L 12		T 12		T 12	
T 13		S 13		S 13		O 13		F 13	
F 14		M 14	7	M 14	11	T 14	Skjærtorsdag	L 14	
L 15		T 15		T 15		F 15	Langfredag	S 15	
S 16		O 16		O 16		L 16		M 16	20
M 17	3	T 17		T 17		S 17	Første påskedag	T 17	Grunnlovsdagen
T 18		F 18		F 18		M 18	Andre påskedag	O 18	16
O 19		L 19		L 19		T 19		T 19	
T 20		S 20		S 20		O 20		F 20	
F 21		M 21	8	M 21	12	T 21		L 21	
L 22		T 22		T 22		F 22		S 22	
S 23		O 23		O 23		L 23		M 23	21
M 24	4	T 24		T 24		S 24		T 24	
T 25		F 25		F 25		M 25	17	O 25	
O 26		L 26		L 26		T 26		T 26	Kristi himmelfartsdag
T 27		S 27		S 27		O 27		F 27	
F 28		M 28	9	M 28	13	T 28		L 28	
L 29				T 29		F 29		S 29	
S 30				O 30		L 30		M 30	22
M 31	5			T 31				T 31	
Utforskningsfase		Case-studie				Verifisering			
Forarbeid		Datainnsamling		Bearbeiding		Skriving		Rettskriving	

Figur 10. Forskningsprosjektets fremdriftsplan

Etter hvert som ukene gikk, ble ukene kryssa av i kalenderen for å holde oversikt over tidskjema og tidsfrister samt for å holde god progresjon. Fremdriftsplanen ble revidert underveis i perioden ettersom fasene var iterative. I tillegg ble det lagd detaljerte dags- og ukeplaner i hele perioden.

3.3 Valg av metode

Valg av metode innebærer ofte å overveie «det man anser som den ideelle fremgangsmåten, og det som er praktisk gjennomførbart» (Dalland, 2020). Dette, sammen med mål om å belyse forskningstemaet best mulig, var utgangspunktet for valg av metode. Hva er den ideelle fremgangsmåten for å belyse erfaringer med å montere tekniske installasjoner i massivtrebygg kontra betongbygg?

Forskningsmetodene kan deles inn i kvantitative, kvalitative og blandede metoder. Valg av metode avhenger av om man trenger data i form av tall eller tekst, eller begge deler (Williams, 2007). Mens kvantitativ metode gir data i form av tall og statistikk, gir kvalitativ data informasjon som ikke lar seg tallfeste eller måle (Dalland, 2020). Oppgaven søker å belyse erfaringene gjort med montering av tekniske installasjoner i massivtrebygg, med utgangspunkt i de tre forskningsspørsmålene. Erfaringer som omhandler arbeidsmiljøet er naturlig å innhente kvalitativt. Data som angår tid og økonomi kan innhentes både kvantitativt og kvalitativt.

Kvantitativ data kan brukes for å bekrefte eller avkrefte hypoteser (Williams, 2007). Det ble vurdert at nødvendig talldata og dokumentasjon vil være vanskelig å få tak i både gjennom eksisterende litteratur og gjennom informanter fra bransjen. Talldata som omhandler ressursbruk og økonomi ble vurdert som vanskelig å innhente på grunn av konkurransemessige hensyn. Det ble også antatt at talldata om tid ville være vanskelig å innhente fra erfaringer, og at det i studien ikke ville være nok tid til å kunne innhente erfaringstall på egenhånd. Kvantitativ data fra spørreundersøkelser ble vurdert som et alternativ. Det ville da vært ønskelig at håndverkerne som fysisk er ute på byggeplassen og monterer, utfører undersøkelsene. Skriftlig spørreundersøkelse med stort nok datagrunnlag til å trekke troverdige konklusjoner, ble da vurdert som lite oppnåelig siden håndverkerne typisk ikke sitter på kontor. Muntlige spørreundersøkelse med stort nok datagrunnlag ble vurdert som tidkrevende så på grunn av manglende tid og kapasitet ble heller ikke det utført.

Videre landet valget på kvalitativ case-studie med innhenting av data gjennom intervju av involverte i prosjektene. Det ble også gjort supplerende intervjuer for å få frem flere synspunkt. Hvis man bruker kunnskapen innsamlet gjennom intervju i lys av annen forskning, bør man ifølge Dalland (2020) kunne si noe om i hvilken grad kunnskapen kan generaliseres. En ulempe med kvalitativ metode er at forskeren kan ha innvirkning på resultatene (Dalland, 2020), noe som svekker påliteligheten i studien. Likevel ble det vurdert som både praktisk gjennomførbart og å kunne gi et godt datagrunnlag.

Kvalitativ metode gjør det mulig å utforske og utvikle forståelse av kompleksiteten av prosessen, selv om man ikke oppnår et like objektivt mål på realiteten som man kunne fått ved å bruke kvantitativ metode (Williams, 2007). En fordel med å få dyp innsikt i temaet gjennom informanternes synspunkt, tanker, meninger og erfaringer kan være at andre aspekter enn det forskeren forventer dukker opp (Tjora, 2012). Dette er spesielt en fordel siden forskeren har lite erfaring på temaet. Målet var at med et varierende utvalg av case-prosjekter og et relevant utvalg intervjuobjekter så kunne forskningstemaet belyses i tilfredsstillende grad til å kunne komme med konklusjoner på forskningsspørsmålene.

Innsamling av informanter og gjennomføring av intervjuene ble til dels gjennomført sammen med en medstudent. Siden medstudenten var ute etter samme type prosjekter og informanter, gjorde samarbeidet det enklere for begge å skaffe store og gode datagrunnlag. I samtaler og befaringer som ble gjennomført innledningsvis ble det dessuten vurdert som nyttig å være flere deltakere siden dette gjorde intervjueren mindre nervøs i tillegg til å gjøre samtalen flyt mer naturlig. Ved at begge kunne stille spørsmål ble det mindre stressende å holde samtalen gående slik at en kunne reflektere mer over hva som ble sagt og hvordan. Medstudenten bidro til å stille gode spørsmål som var annerledes enn det forskeren selv hadde planlagt, slik at samtalen gikk i andre retninger enn den ellers ville ha gjort. Dette var stort sett fordelaktig og bidro til utvikling av intervjuguiden. Samarbeidet gav kunnskap og trygghet til å senere gjennomføre intervjuer individuelt. I etterkant ble notater og bilder delt med hverandre, arbeid med transkribering av lydopptak ble fordelt og studentene diskuterte det som hadde blitt sagt. Å være to studenter reduserte dermed arbeidet både i forkant, under og i etterkant av intervjuene. Utfordringen var å fordele tiden godt slik at begge forskningsspørsmålene ble belyst i tilfredsstillende grad. En fare er at intervjuobjektene kan ha opplevd intervjuene mer som et «forsvar» eller en «eksaminasjon» når det var to intervjuere som stilte spørsmål. De kan også ha opplevd et større press til å svare «riktig».

3.4 Komparativ case-studie

Hovedmetoden som ble benyttet for å besvare forskningsspørsmålene var komparativ case-studie, og det ble valgt ut flere case for å øke troverdigheten av resultatet. I denne studien defineres et case som et byggeprosjekt i massivtre. Et case bør ifølge Baxter og Jack (2008) begrenses av

- tid og sted
- tid og aktivitet
- definisjon og kontekst

som er naturlige begrensninger i byggeprosjekter.

En fordel med å undersøke case er at forskeren kan samle data fra flere kilder (Baxter & Jack, 2008), og dermed vurdere de ulike kildene opp mot hverandre. En case-studie kan bidra med å utvikle teori, siden man kan sikre kvalitet og troverdighet med mange typer data og detaljert innsikt (Andersen, 2013). Case-studien kan dessuten brukes for å forklare komplekse sammenhenger i dybden, i ulike situasjoner (Zainal, 2007). På den andre siden er case-studiens største begrensning at de kun går i dybden på få enheter som ikke nødvendigvis er teoretisk representative. Dette betyr at muligheten for å generalisere er en begrensning, men avhenger av forskningsstrategi, design og utvelging av case (Andersen, 2013; Tjora, 2012).

I Baxter og Jack (2008) sin artikkel om metodikken i kvalitativ case-studie, vises det innledningsvis til flere kilder som knytter case-studie opp mot begrepet «constructivism» som handler om at sannheten er relativ og avhenger av perspektivet (Baxter & Jack, 2008). Dette innebærer at data som kommer frem i kvalitative intervju er personavhengig. Resultatene avhenger blant annet av intervjuobjektens personlige meninger, tidligere erfaringer og oppfatninger. Ved å intervju flere personer knyttet til samme prosjekt vil forskeren kunne sammenligne de ulike uttalelsene og oppfatningene mot hverandre og dermed redusere personavhengigheten.

En fordel med komparativ case-studie er at man kan finne likheter og forskjeller innen et prosjekt og mellom ulike prosjekter. Dette gir muligheten til å analysere resultatene i visse omgivelser og på tvers av ulike omgivelser (Baxter & Jack, 2008). Ved å sammenligne funn i og på tvers av prosjekter, kan det tydeliggjøre hvilke resultater som er sensitiv til konteksten og hvilke resultater som gjelder uansett. Dermed vil en komparativ case-studie gjøre det enklere å finne hvilke funn som skyldes prosjektens betingelser og hva som skyldes valg av

konstruksjonssystem. Dette kan si noe om resultatets generaliserbarhet og dermed resultatets troverdighet. Fordeler med en slik studie er ifølge Baxter og Jack (2008) at det gir pålitelige og robuste resultater, men på den andre siden er en slik studie tidskrevende. Forskeren valgte derfor å studere flere case, men å begrense dybden i hver case for å få et overkommelig og pålitelig datagrunnlag.

3.4.1 Utvelgelse av case-prosjekter

For å få et mest mulig representativt resultat bør det legges vekt på utvelgelse av case (Baxter & Jack, 2008). Prosjektene skal kunne sammenlignes for å predikere likheter og kontraster mellom hver case (Baxter & Jack, 2008). Forskningsprosjektets rammevilkår gav begrensninger i valg av prosjekter. Det første kravet for utvelging av case var at det skulle være massivtre-prosjekter. Ved hjelp av telefon og e-post ble det både alene og i samarbeid med medstudent tatt kontakt med flere som stod oppført som kontaktperson eller som prosjektleder i massivtreprosjekter. Prosjektene ble valgt ut tilfeldig og var uavhengig av type bygg. Kun bygg på Østlandet ble vurdert, både på grunn av økonomiske betingelser og tiden tilgjengelig. Målet var å ha synspunkt fra forskjellige hoved- og underentreprenører for å gjøre resultatet mest mulig generaliserbart.

I starten ble det tatt kontakt med pågående prosjekter, men etter hvert ble også ferdige prosjekter kontaktet. Pågående prosjekter har den fordelen at informantene enklere kan huske detaljene rundt fordeler og ulemper med massivtre og årsaker til det som oppstår og liknende. I tillegg vurderte forskeren at besøk på byggeplass ville være mer lærerikt i et pågående prosjekt og at det ville være lettere å kontakte håndverkere. På den andre side så er en risiko med de pågående prosjektene at håndverkerne ikke har montert nok utstyr til at de har sett hvilken betydning det har å jobbe i massivtre istedenfor betong. Avsluttede prosjekter kan ha fordel med at informantene har fått prosjektet på avstand, gjort vurderinger og sett massivtreprosjektet i perspektiv med tidligere erfaringer.

Videre var den største faktoren som avgjorde valg av case, kontaktpersonenes interesse og kapasitet. Det var i starten vanskelig å få tak i entreprenører som viste interesse for oppgaven, noe som kan ha flere grunner. En av grunnene kan være at forskeren gav for lite informasjon om hva det innebar å være med i prosjektet, noe som ble bedre etter hvert som forskeren fikk

mer informasjon selv. En annen grunn kan være at det var så langt frem i tid at kandidatene ikke ville binde seg til noe de ikke kunne garantere å ha tid til.

Etter hvert var det enklere å få tak i hovedentreprenører som kunne intervjues og flere tilbød seg også å gi befaring av byggeprosjektet. Når hovedentreprenøren først var blitt involvert i prosjektet, var det enkelt å få kontakt med underentreprenørene. Kontaktpersonene ble bedt om å knytte forskeren i kontakt med de største tekniske fagene elektro, VVS og ventilasjon slik at forskeren senere kunne avtale intervju med dem. Det var først og fremst elektro, VVS og ventilasjon som var interessante å snakke med siden de står for det meste av teknisk utstyr. De som ikke svarte på henvendelsen, ble ikke oppsøkt og heller ikke intervjuet. På tidlig tidspunkt ble det antatt at intervjuobjektene hadde mer innsikt i temaet enn forskeren selv hadde. De ble derfor oppfordret til å foreslå andre kontakter som kunne være relevante å intervju i forbindelse med forskningstemaet, noe Tjora (2012) kaller for «snøballmetoden».

Hvert prosjekt i case-studien ble innledet med et intervju av totalentreprenøren. Dette var for å få generell informasjon om prosjektet, innsikt i de ytre rammene og en forståelse av valg og erfaringer i prosjektet. Slik informasjon innebærer blant annet fremdriftsplanlegging og problemer som har oppstått i prosjekterings- eller byggefasen samt informasjon om prosjektet som størrelse og entrepriseform. Dette gir bedre grunnlag til å finne årsaken til at resultatene er like eller ulike mellom prosjektet. Deretter begrenses et case til å inkludere semistrukturerte intervjuer med minst én representant fra totalentreprenøren og minst to tekniske underentreprenører. De tekniske informantene i Bamble ungdomsskole og Horten VGS var de samme, og tilfredsstillende derfor betingelsene likevel. Tabell 2 viser oversikt over de aktuelle case-prosjektene undersøkt i studien

Tabell 2. Tabellen viser oversikt over studiens case-prosjekter med tilhørende representanter

Bamble Ungdomsskole	Horten VGS	Voldsløkka Ungdomsskole	Eikeli VGS
<ul style="list-style-type: none">• Anleggsleder• Prosjekteringsleder• Prosjektleder Ventilasjon• Prosjektleder Elektro	<ul style="list-style-type: none">• Prosjektleder• Prosjektleder VVS	<ul style="list-style-type: none">• Prosjektleder• Prosjekt-ingeniør• Anleggsleder elektro• Prosjektleder rør	<ul style="list-style-type: none">• Prosjektleder• Anleggsleder• Prosjektleder elektro• Bas elektro• Prosjektleder ventilasjon• Bas ventilasjon

3.5 Intervju

Et intervju kan brukes som en datainnsamlingsmetode og er forenklet sagt en meningsfull samtale, som er mer planlagt og organisert enn en uformell samtale (Zhang & Wildemuth, 2009, s. 248). Intervjuer kan deles i tre kategorier basert på hvor åpne eller strukturerte de er, det kan være strukturert, semistrukturert eller ustrukturert (Fontana & Frey, 2005). Hvilken av disse som velges, avhenger av formålet med intervjuet. Uansett har slike samtaler et klart mål og klare roller hvor det er en som intervjuer (intervjuer) og en som blir intervjuet (intervjuobjekt) (Zhang & Wildemuth, 2009, s. 248).

3.5.1 Valg av intervjuobjekter og oversikt over intervjuer

Siden forskningsspørsmålet handler om selve monteringen av det tekniske utstyret, var det viktig å snakke med representanter fra de tekniske fagene. Studien var begrenset til de største fagene, elektro, VVS og ventilasjon, slik at datagrunnlaget skulle være håndterlig samtidig som at uttalelsene kunne sammenlignes. De fleste i bransjen har erfaring fra betongprosjekter, så betingelsen for innhenting av informanter var at de hadde erfaring fra massivtreprosjekter. Det ble vurdert at jo mer på byggeplassen informantene oppholdt seg, desto mer aktuelle ble kandidatene. Basert på rollebeskrivelsene i tabell 1, vurderes informantenes relevans som vist i tabell 3.

Tabell 3. Informantenes roller sortert etter relevans

Vurdert relevans	Roller	Antall representanter
1	Håndverker eller bas fra elektro, ventilasjon og VVS	4
2	Anleggsleder fra hovedentreprenør	3
3	Prosjektleder fra elektro, ventilasjon og VVS	5
4	Prosjekteringsleder fra hovedentreprenør	2
5	Prosjektleder fra hovedentreprenør	4

Siden innhenting av informantene i stor grad ble gjort i motsatt rekkefølge er det flere representanter fra hovedentreprenørene enn fra de tekniske fagene. Først ble det tatt kontakt med hovedentreprenører for å finne aktuelle prosjekter og deretter kontaktet dem

prosjektledere fra de tekniske fagene. Videre var det opp til dem hvem som skulle stille til intervju og i mange tilfeller var det enklest at prosjektlederen stilte selv.

Til sammen har intervjueren vært i intervju med 13 informanter fra hovedentreprenøren og 9 fra tekniske fag. Det antas at hovedentreprenørene har god oversikt over økonomien og fremdriften i prosjektene. Dermed kan de gi informasjon om hastigheten til de tekniske underentreprenørene. I tillegg jobber de på brakker på byggeplass og er på befaringer med jevne mellomrom slik at de også kan si noe om arbeidsmiljøet. Det antas at prosjektledere fra de tekniske fagene i mange tilfeller er tidligere håndverker og at de derfor har erfaring fra montering på byggeplass. Som prosjektledere antas de å ha verdifull kunnskap om økonomi, tid og arbeidsmiljø. Dessuten er de på jevnlig befaringer og får fortløpende tilbakemeldinger fra basen. Bas og anleggsleder kan gå i detaljer på hvordan monteringen foregår, og hvilke forskjeller det er å bygge i massivtre istedenfor betong.

I tillegg ble det gjort supplerende samtaler med personer i bransjen som har ekspertise i å bygge i massivtre. Splitkon AS er en norsk massivtreprodusent og har følgelig vært med i mange massivtreprosjekter. Trebruk AS og Silvinova AS har begge spisskompetanse i å bygge med massivtre og gir blant annet rådgiving til byggherrer som ønsker å bygge med massivtre. På grunn av svært mye erfaring er informantenes bidrag vurdert som verdifulle i forbindelse med forskningsprosjektet. Faren med disse intervjuene er at informantene kan være partiske og unøytrale. Bedriftenes formål er å øke bruken av massivtre, og det er derfor en fare for at informantene kun gir informasjon som stiller massivtrebygg i et godt lys

Tabell 4 viser en oversikt over intervjuene som har blitt holdt, med intervjudato og sted, sortert etter tilhørende prosjekt. Den viser også hvilke av intervjuene som har blitt gjort med og uten lydopptak, siden det har innvirkning på kvaliteten på dataen. Det kan igjen ha innvirkning på resultatets pålitelighet. Tabellen inneholder i tillegg en kort tekst med relevante forhold rundt intervjuet. Hvert intervju er behandlet som én informant i analysen og vil også presenteres på denne måten i resultatene. Dette ble gjort for å redusere omfanget på analysen, men vil følgelig kunne hindre at alle synspunkt er kommet riktig fram.

Tabell 4: Oversikt over intervjuene som er gjort i prosjektet, sortert etter case. Tabellen inneholder informasjon om hvem som var til stede, hvorvidt lydopptak ble tatt, hvor og når intervjuene ble gjort og en kort tilleggsinformasjon om forholdene i intervjuene

BAMBLE UNGDOMSSKOLE					
Informant	Til stede i intervjuet		Lyd-opptak	Sted	Dato
Entreprenør_1	Backe	Anleggsleder	Ja	Video-samtale	18.02.22
	Backe	Prosjekteringsleder			
	NMBU	Medstudent	Nei	Befaring	01.04.22
	NMBU	Forfatter			
<p><i>Intervju av anleggsleder, prosjekteringsleder var med i starten. Anleggsleder hadde hovedansvar for fremdrift i prosjektet. Var seinere på befaring med anleggsleder på ferdigbygget Bamble ungdomsskole, og det pågående byggeprosjektet Bamble VGS.</i></p>					
Ventilasjon_1	VKV AS	Prosjektleder ventilasjon	Ja	Kontor	21.02.22
	NMBU	Forfatter			
<p><i>Prosjektleder ventilasjon hadde samme rolle i både Bamble ungdomsskole og Horten vgs. Har hatt tre prosjekter i massivtre, og skal inn på fjerde nå.</i></p>					
Elektro_1	Alt Installasjon	Prosjektleder elektro	Ja	Video-samtale	24.02.22
	Backe	Prosjekteringsleder			
	NMBU	Forfatter			
<p><i>Prosjektleder elektro er med på alt fra prosjektering, utførelse og styringen etterpå, sammen med bas. Er med på runder på byggeplass og befaringer med hovedentreprenør. Hadde samme rolle i Bamble og Horten. Prosjekteringsleder fra Backe var med i intervjuet.</i></p>					
HORTEN VGS					
Informant	Til stede i intervjuet		Lyd-opptak	Sted	Dato
Entreprenør_2	Veidekke	Prosjektleder	ja	Kontor	22.02.22
	NMBU	Forfatter			
<p><i>Prosjektleder kom inn underveis i prosjektet og var ikke med på å prosjektere Horten vgs, men har erfaring fra totalt tre massivtreprosjekter.</i></p>					
Rør_1	Gran VVS	Bas rør	Ja	Kontor	22.02.22
	NMBU	Forfatter			
<p><i>Basen på Horten vgs var med fra start til slutt, hadde det lokale ansvaret for produksjon og var mye på byggeplass. Var ikke så mye med på økonomi og prosjektering, men blir viklet inn i det også. På Bamble ungdomsskole var han prosjektleder og litt mindre ute på plassen</i></p>					
VOLDSLØKKA UNGDOMSSKOLE					
Informant	Til stede i intervjuet		Lyd-opptak	Sted	Dato

Entreprenør_3	Veidekke	Prosjektleder	ja	Kontor, befaring	24.02.22
	Veidekke	Prosjektingeniør			
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Forfatter		Video- samtale	25.02.22
<i>Intervjuet ble gjennomført i to deler siden intervjuet ikke rakk å bli ferdig i løpet av det første. Medstudent var med i den første delen.</i>					
Elektro_2	AG Installasjon	Bas	Ja	Kontor	18.03.22
	NMBU	Forfatter			
Rør_2	Andenæs VVS	Prosjektleder	Ja	Kontor	18.03.22
	NMBU	Forfatter			
EIKELI VGS					
Informant	Til stede i intervjuet		Lyd- opptak	Sted	Dato
Entreprenør_4	Peab	Prosjektleder	Nei	Kontor, befaring	08.02.22
	Peab	Anleggsleder			
	Peab	Prosjektleder Tåsenhjemmet			
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Forfatter			
<i>Prosjektleder fra Tåsenhjemmet var kontaktperson og var derfor med på befaringen og litt i starten av intervjuet. Anleggsleder fra Peab jobber mer ute på byggeplassen med bas, mens prosjektleder jobber mye med prosjekteringen sammen med de tekniske fagene</i>					
Elektro_3	GK elektro	Prosjektleder	Ja	Kontor	02.03.22
	GK elektro	Bas			
	NMBU	Forfatter			
<i>Mye bakgrunnsstøy</i>					
Ventilasjon_2	GK ventilasjon	Prosjektleder	Ja	Kontor	08.03.22
	GK ventilasjon	Bas			
	NMBU	Forfatter			
<i>Mye bakgrunnsstøy</i>					
INNLEDENDE OG SUPPLERENDE INTERVJUER					
Informant	Til stede i intervjuet		Lyd- opptak	Sted	Dato
Supplerende_1	Trebruk AS		nei	Kontor	14.10.21
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Forfatter			
Supplerende_2	Splitkon AS	Salgsdirektør	-	E-post	12.01.22
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Forfatter			
Entreprenør_5	Entreprenør	Prosjektleder	nei	Video- samtale	19.01.21
	Entreprenør	Annet			
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Forfatter			
Entreprenør_6	Entreprenør	Prosjektleder, skole	nei	Kontor, befaring	28.01.22
	Entreprenør	Anleggsleder, skole			
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Veileder			
	NMBU	Forfatter			
Entreprenør_7	Peab	Prosjektsjef Tåsenhjemmet	ja	Video- samtale	18.02.22

	Peab Bjørn Bygg	Prosjekteringsleder Tåsenhjemmet			
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Forfatter			
	<i>Prosjektsjef sitt første massivtreprosjekt, prosjekteringsleder er fra Peab Bjørn Bygg som er en del av Peab i Tromsø, med mye kompetanse innen massivtre.</i>				
Supplerende_3	Silvinova AS		Ja	Lyd-samtale (uten kamera)	18.03.22
	NMBU	Medstudent			
	NMBU	Forfatter			
	<i>Lang erfaring med massivtre, startet med det rundt 2000 og har reist rundt siden det. Startet med det løpet i Norge. Doktorgrad i treteknologi. Jobbet for innovasjon Norge frem til 2012 med etablering av tredrivere for å få i gang massivtre satsingen. Etter det jobbet som rådgiver for byggherre for å realisere massivtre som byggemateriale. Er med på hele linja fra byggherren definerer hva de vil ha, til prosjektering til byggeplass.</i>				

3.5.2 Åpne intervjuer i utforskningsfasen

I utforskningsfasen av prosjektet var målet at forskeren skulle drive brainstorming med personer i bransjen for å fastsette forskningstema og -spørsmål. Det ble derfor utført ustrukturerte (åpne) intervjuer i denne fasen. Et ustrukturert intervju kan ifølge Zhang og Wildemuth (2009) defineres på mange måter, men det som kjennetegner slike intervjuer er at forskeren har samtaler med intervjuobjektene hvor han responderer med spørsmål. Forskeren har ikke noe teoretisk rammeverk på forhånd, og heller ikke noen spesifikke hypoteser eller forskningsspørsmål. Slike intervjuer er nyttige når målet med forskningen er å forstå et fenomen fra perspektivet til dem som er involvert med det (Zhang & Wildemuth, 2009). Siden det finnes begrenset litteratur om temaet for oppgaven, var intensjonen med disse tidlige samtalene å hjelpe forskeren å forstå intervjuobjektene perspektiv omkring temaet «massivtre» og senere rundt «montering av tekniske installasjoner i massivtre». Dette er i tråd med Zhang og Wildemuth (2009) som sier at hensikten med slike undersøkelser skal være «teoriutvikling» istedenfor «teoritesting».

Forskeren forberedte seg til samtalene ved å lage en liste over temaer som kunne være spennende, sammen med en medstudent. Dette ble gjort for å på forhånd ha tenkt gjennom hva som kunne være interessant, samt til bruk i tilfelle samtalen stopper opp. I disse intervjuene skulle samtalen være mest mulig vanlig, samtidig som det ble sørget for at den omhandlet de relevante temaene, som ifølge Burgess (2006) er viktig. Det ble ikke tatt lydopptak av samtalene for å sikre at samtalen foregikk så naturlig som mulig.

Fordelen med å ta lydopptak av intervjuene er at forskeren kan skape detaljerte notater fra intervjuet som kan være til god hjelp i dataanalysen (Al-Yateem, 2012). På den andre siden må det vurderes om lydopptaket vil påvirke kvaliteten på intervjuet. Al-Yateem (2012) har erfart at samtalene foregår mindre naturlig og blir mer formelle når lydopptak blir tatt. Fordeler og ulemper må derfor veies mot hverandre, og dersom det vurderes at kvaliteten på intervjuene svekkes med lydopptak kan det i noen tilfeller være bedre å ta notater (Al-Yateem, 2012). Det ble derfor vurdert at de åpne samtalene i utforskningsfasen skulle gjennomføres uten lydopptak. Formålet med disse samtalene var hovedsakelig for å utvikle forståelse og danne de store linjene, og ikke å besvare forskningsspørsmålet. Det var ønsket at intervjuobjektene skulle kunne snakke naturlig og løsrevet, uten å tenke over hva intervjueren oppfattet som «riktig» eller «galt». Forskeren vurderte at det riktige miljøet var enklere å oppnå uten lydopptak, og at møtenotater ville være tilstrekkelig i disse intervjuene. Risikoen er at viktige poenger kan ha blitt glemt eller utelatt fra notatene. Til gjengjeld ble disse intervjuene gjennomført sammen med medstudent, slik at notatene til en viss grad utfylte hverandres.

3.5.3 Semi-strukturerte intervjuer i case-studien

I neste fase ble det gjort intervjuer for datainnsamling til case-studien. Siden en fare med åpne intervjuer er at samtalen kan styres i en retning som ikke bidrar til å besvare forskningsspørsmålene (Dalland, 2020), ble denne intervjuemetoden vurdert som uegnet til datainnsamlingen. På den andre siden er et strukturert intervju planlagt til detaljnivå. Her er alle spørsmål planlagt på forhånd, og kan forklares som en muntlig spørreundersøkelse. Intervjuet standardiseres i den grad at intervjuobjektene utspørres i de samme spørsmålene i samme rekkefølge (Zhang & Wildemuth, 2009). For å sørge for at forskningsspørsmålene belyses fra alle relevante vinkler, er man avhengig av å ha gjort grundig utforskning på forhånd slik at man ikke utelater viktige aspekter (Kallio et al., 2016). Siden forskeren ikke har tidligere erfaring fra temaet samtidig som det finnes begrenset informasjon om temaet på internett, var risikoen stor for at dette skulle skje. Også denne intervjuemetoden ble derfor vurdert som uegnet.

Det semi-strukturerte intervjuet er en blanding av det strukturerte og det åpne intervjuet, og ble derfor brukt for datainnsamling til case-studien. Et semi-strukturert intervju inneholder

både åpne og lukkede spørsmål, og spørsmålene etterfølges ofte av «hvorfor» og «hvordan» (Adams, 2015). Dybdeintervjuene åpner for temaer som forskeren ikke har inkludert i intervjuguiden (Tjora, 2012). Åpne spørsmål som disse åpner for digresjoner og nye vinklinger som intervjueren kanskje ikke har tenkt over på forhånd (Tjora, 2012, s. 105), noe som i denne sammenhengen ble vurdert som nyttig. Ifølge Adams (2015) er intervjumetoden egnet til mange formål, blant annet dersom man skal utforske et lite utforsket område eller om man ønsker den enkeltes tanker i ei gruppe.

Til forskjell fra det åpne intervjuet skal det i et semistrukturert intervju utvikles spørsmål og intervjuguide på forhånd. Intervjuguiden skal fungere på samme måte som en agenda for et møte, med tema og spørsmål rangert i en tentativ rekkefølge (Adams, 2015). Intervjuet er altså ikke helt åpent, men heller ikke forhåndsbestemt slik det er i et strukturerte intervju eller i en spørreundersøkelse. Intervjuspørsmålene i et semistrukturert intervju baseres ifølge Kallio et al. (2016) på tidligere kunnskap, noe man kan oppnå ved å gjennomføre et systematisk litteratursøk. Målet er å utforske et område ved å samle inn sammenlignbar data fra ulike aktører, uten at samtalen er låst (Kallio et al., 2016).

På forhånd av de semistrukturerte intervjuene ble det derfor brukt god tid på å utforske temaet ved hjelp av litteratursøk. De åpne intervjuene hadde gitt innblikk i temaet og formet vinklingen i oppgaven. Til sammen utgjorde litteraturen og de åpne intervjuene grunnlaget for intervjuguidene som ble utarbeidet. Under utarbeiding av intervjuguidene, ble det lagt fokus på at ikke forskerens tidlige oppfatning og teoretiske ståsted skulle ha innvirkning på resultatene i studien. Det ble forsøkt at spørsmålene skulle være mest mulig objektive slik at intervjuobjektene stod fritt til å besvare spørsmålene uten påvirkning av intervjueren. Målet var at intervjuobjektene selv kunne styre samtalen i den retningen de ønsket, så lenge det var innenfor rammene til intervjuet. På denne måten skulle resultatet i minst mulig grad bli påvirket av intervjueren.

Det ble utarbeidet én intervjuguide for hovedentreprenøren i prosjektene og én for de tekniske fagene, med mål om å besvare forskningsspørsmålene. Etter hvert intervju ble intervjuguiden oppdatert etter de nye erfaringene. Siden det er stor forskjell på hvilken erfaring og hvilke interesser intervjuobjektene har, var det også varierende hvor mye tid som ble brukt på hvert tema. Dette påvirker hvor mange tema som ble dekt i intervjuguiden og hvor dypt man gikk. Intervjuobjektene hadde dessuten forberedt seg til møtene i varierende grad noe som også kan ha innvirkning på hvor mye og hva det ble lagt vekt på.

Siden de semi-strukturerte intervjuene hadde som formål å besvare forskningsspørsmålene, var det ønskelig å ta lydopptak av samtalene. I noen situasjoner kan lydopptak begrense informantenes vilje til å dele sine meninger (Tjora, 2012). Det ble vurdert at lydopptak ville gi en så stor fordel i dataanalysen at det veide opp for de eventuelle ulempene. Ifølge Al-Yateem (2012) kan den negative effekten begrenses ved å skape tillit og et trygt miljø i intervju situasjonen. Så snart intervjuobjektene hadde gitt tillatelse, ble lydopptakene startet. Lydopptaket ble tatt med mobiltelefonen som ble lagt midt på bordet med skjermen opp for å fange alle stemmer. I starten ble deltakerne svært bevisst på sine roller, noe som viste seg ved at intervjuobjektene straks ble stille og ventet på at intervjueren skulle starte å stille spørsmål. Ved å fokusere på å stille lette og åpne spørsmål i starten med fokus på å skape et trygt miljø, viste det seg likevel at lydopptaket fort ble glemt. Dermed opplevde intervjueren at samtalene i stor grad foregikk like naturlig både med og uten lydopptak. Ulempen med å ha mobiltelefonen liggende midt på bordet med skjermen opp, var at den med jevne mellomrom lyste opp og påminnet deltakerne om at lydopptak ble foretatt. Deltakerne kastet dermed et blikk på mobiltelefonen med jevne mellomrom, noe som gav korte og jevne avbrytelser fra den naturlige samtalen. Dette kan ha gjort at intervjuobjektene tilbakeholdt informasjon, noe som i så fall svekker kvaliteten på datasettet.

Intervjuobjektene ble på forhånd informert om at det var ønskelig å ta lydopptak av de semi-strukturerte intervjuene. De ble forklart at dette gir muligheten til å ta nøyaktige og detaljerte notater, noe som styrker påliteligheten til oppgaven. Lydopptaket ble kun lyttet til av forskeren og ble brukt til transkribering etter samtalen og eventuelt senere dersom notatene var ufullstendige. Intervjuobjektene ble informert om formålet med oppgaven, hva det innebærer å delta, at det er frivillig og hvorfor de får spørsmål om å delta. Det ble også informert om at de når som helst kan trekke seg og at data og eventuelt lydopptak vil bli slettet. Intervjuobjektene fikk også selv velge grad av anonymitet i oppgaven, enten full anonymitet, bedriftsnavn, rolle eller fullt navn. Prosjektet ble også sendt inn, vurdert og godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) og informasjonen gitt til deltakerne var basert på NSDs mal til informasjonsskriv.

3.5.4 Refleksjoner rundt intervjuene

Det er flere ting å tenke på når man intervjuer, og mangel på erfaring kan derfor være en utfordring. Blant annet må intervjueren lytte til og forstå svarene som blir gitt, og ikke minst vise interesse, motivere og oppmuntre intervjuobjektene til å prate. I tillegg må intervjueren passe på at alle spørsmålene blir besvart i ønsket detaljnivå og innen tiden som var satt opp (Wengraf (2001), referert i Opdenakker (2006)). På forhånd av intervjuene ble derfor de viktigste spørsmålene uthevet i gult slik at forskeren var sikker på at dette ble besvart innen tiden som var satt av. Intervjuguidens utforming var så enkel som mulig for å kjapt få overblikk under intervjuene.

Ifølge Dalland (2020) skal resultatet være minst mulig avhengig av den som utfører undersøkelsen. Han nevner at intervju og observasjon er svært personavhengig (Dalland, 2020), noe som kan medføre at resultat fra intervjuer er mindre pålitelige. Utfordringen antas å være spesielt stor i intervjuene som ble gjort uten lydopptak, fordi det kun ble tatt møtenotater. Til gjengjeld var de åpne intervjuene gjort sammen med medstudent. Siden intervjuene i etterkant ble diskutert sammen med medstudenten samt at notater og bilder ble delt med hverandre antas risikoen å være noe redusert.

Ifølge Vasileiou et al. (2018) så vil prøvestørrelsen, i dette tilfellet antall intervjuer, påvirke validiteten og generaliserbarheten til studier. Marshall et al. (2013) utførte en studie på hvor stor prøvestørrelsen bør være i kvalitative studier med intervjuer. Resultatene viser at dette er veldig varierende. Likevel konkluderes det med at enkle case-studier bør ha mellom 15 til 30 intervjuer (Marshall et al., 2013). Dette viser at den komparative case-studiens validitet er svekket og at resultatene gir begrenset generaliseringsgrunnlag.

Selv om det generelt gjøres individuelle dybdeintervjuer i akademisk forskning (Gaskell, 2000), så ble det ikke stilt noe krav til at samtalene skulle skje alene med intervjuobjektene. Hvem som stilte som intervjuobjekt var opp til dem selv, samtidig som også intervjueren valgte å gjennomføre noen intervjuer sammen med medstudenten. En grunn til å velge gruppeintervju er at man får høre flere synspunkt på kortere tid enn om man hadde gjennomført alle intervjuene individuelt. (Gaskell, 2000). Intervjuene ble i alle tilfeller utført semistrukturert, hvor intervjuer hadde forhåndsbestemt hvilke tema som skulle snakkes om. Intervjustilen som ble brukt ble derimot tilpasset det enkelte intervjuobjektet og hvor mange som var til stede.

Et dybdeintervju defineres av Gaskell (2000) til å være en en-til-en samtale hvor deltagerne har klare roller og forventninger knyttet til rollene. Intervjuer forventes å stille spørsmål mens intervjuobjektet forventes å besvare dem. Emne er valgt av intervjuer, mens intervjuobjektet i varierende grad har gjort seg opp meninger om tema. I en slik setting kan intervjuobjektet være mer selvbevisst og kanskje mer nølende og forsvarende enn i en vanlig samtale. Intervjueren må derfor oppmuntre intervjuobjektene til å snakke, skape et trygt og avslappet miljø hvor intervjuobjektet kan stole på intervjueren. Etter hvert som riktig miljø skapes, kan man også stille dypere spørsmål (Gaskell, 2000). Dette er også i tråd med Dalland (2020) sine anbefalinger om å stille enkle spørsmål i starten, og gå dypere etter hvert. Det ble tidlig oppdaget at forskjellige personligheter krever ulik behandling og det var varierende hvor lang tid det tok før det trygge miljøet var skapt. Noen av intervjuobjektene svarte utdypende på enkle og lukkede spørsmål helt fra start. Andre gav i starten kun korte svar slik at flere spørsmål måtte stilles for å få ut samme mengde informasjon. Dette gjorde at selv om intervjueren forberedte seg likt til alle intervjuene, ble noen av intervjuene gjennomført mer strukturert i forhold til andre.

Et gruppeintervju er derimot en mer genuin sosial interaksjon, hvor intervjuerens rolle er å stimulere deltagerne til å snakke med hverandre. Man er mindre avhengig av det individuelle perspektivet, og meningene som dukker opp er mer påvirket av den sosiale naturen (Gaskell, 2000). I disse tilfellene var det tydelig at samtalen gikk naturlig og enkelt, uten at intervjuer måtte jobbe med å skape riktig miljø. utfordringer som oppstod i disse intervjuene, var blant annet å få alle til å bidra i samtalen. Ofte var det en som førte samtalen slik at den andre ikke fikk komme til med sine meninger. Dessuten er det ifølge Gaskell (2000) fare for at de individuelle erfaringene ikke kommer fram, siden mennesker typisk påvirkes av andres meninger. Dermed kan det hende at intervjuobjektene i noen tilfeller sa seg enig i ting som han kanskje ikke hadde gjort om han var alene. I tillegg var det vanskeligere å holde samtalen relevant til forskningstemaet.

Intervjustilen var i tillegg avhengig av hvilken rolle intervjuobjektene hadde i prosjektet. For eksempel var det enklere å skape trygge rammer omkring temaet i intervjuene som ble gjort med entreprenører og eksterne, enn det var i intervjuer gjort med de tekniske underentreprenørene. Dette kan skyldes sårbarhet rundt temaet. Hovedentreprenør og eksterne kan være kjent med, eller har lite å tape på at informasjon kommer ut om tids- eller økonomiske besparelser. Når det gjelder de tekniske underentreprenørene har de kanskje mer å tape på at informasjon rundt økonomi kommer ut, særlig hvis det viser seg at de sitter med

en økonomisk gevinst i massivtreprosjekter. Det ble derfor lagt et mye større fokus på å skape et avslappet og trygt miljø i intervjuene med de tekniske underentreprenørene, enn det ble gjort i resten av intervjuene.

Et strukturert intervju vil nok oppfattes som mer formelt enn et ustrukturert intervju, noe som kunne vært fordelaktig i noen av tilfellene. En mulig utfordring med intervjustilen som ble brukt, er at intervjuobjektene kan ha oppfattet liten grad av seriøsitet. Ifølge Tjora (2012) så kan bruk av intervjuguide og forhåndsformulerte spørsmål skape en atmosfære som oppfattes seriøst. Hvis intervjuobjektene føler de snakker om «løst og fast» istedenfor at samtalen er strukturert med klare rammer og roller, kan svarene bli mindre saklige. I tillegg var mange av spørsmålene mest sannsynlig enkle og banale for dem som er i bransjen. Dette kan ha gjort at intervjuobjektene har forenklet svarene de kommer med, slik at viktige poenger kanskje har uteblitt.

Intervjuobjektene fikk velge selv hvor intervjuet skulle foregå, men ble oppfordret til å møte fysisk og på et sted uten forstyrrelser. Opdenakker (2006) beskriver det fysiske intervjuet som synkron både med tanke på tid og sted, i motsetning til et intervju over e-post, på videosamtale eller på telefon. Fordelen med dette er at man kan lese sosiale signaler som stemmebruk, tonefall og kroppsspråk noe som kan gi mye ekstra informasjon i forhold til det verbale svaret på spørsmålet. Det gir også fordelen at man kan kommunisere tilbake med kroppsspråk. Det er ingen tidsforskjell mellom spørsmål og svar og intervjueren har lettere for å skape en god og naturlig atmosfære (Opdenakker, 2006). 14 av 22 intervjuer ble gjort på denne måten.

En ulempe med disse intervjuene er at det krever mye tid og kostnader (Opdenakker, 2006), og flere intervjuer ble derfor gjort over videosamtale. Det er også sannsynlig at Covid-19-pandemien er årsak til at flere foretrekker å møtes på videosamtale (Joshi et al., 2020). Videosamtale gir muligheten til å intervju personer som er vanskelig å nå (Opdenakker, 2006), samtidig som kamerafunksjonen gjør det mulig å lese sosiale signaler også her. Likevel er de sosiale signalene noe svekket over video sammenlignet med et fysisk møte. I tillegg kan det av og til være dårlig synkronisering mellom lyd og bilde, noe som kan medføre at samtalen flyter dårligere (Joshi et al., 2020). Dette opplevdes særlig som en utfordring i intervjuene med flere personer til stede, som viste seg gjennom unaturlig lange pauser og flere som snakker i munnen på hverandre.

Et av intervjuene ble gjort uten video, noe som var en tydelig svakhet. De sosiale signalene ble tydelig svekket, og det var spesielt vanskelig å oppfatte når intervjuobjektet hadde

tenkepauser, når han ventet på neste spørsmål og når han brukte ironi og humor. Selv om du mister muligheten til å kommunisere med kroppsspråk, er en fordel med telefonintervju at det kan oppleves tryggere for informanten (Tjora, 2012). En av intervjuobjektene valgte også å svare på utvalgte spørsmål fra intervjuguiden over e-post, siden han ikke hadde kapasitet til å møtes for en samtale. Ulempen med dette er at man mister muligheten til å lese sosiale signaler siden man kommuniserer via tekst. Det er veldig personavhengig hvordan man ordlegger seg, bruker smilefjes og hvor formelt språk man bruker, og det er også veldig personavhengig hvordan dette oppfattes av leseren. I tillegg er ikke samtalen synkron i forhold til verken tid eller sted, noe som gir intervjuobjektet muligheten til å tenke nøye over hva han ønsker å formidle (Opdenakker, 2006).

3.6 Litteratursøk

Metodikken i litteratursøket er inspirert av et litteratursøkingskurs gitt av Universitetsbiblioteket ved NMBU 26.01.22 (Ludwig, 2022) sammen med informasjon fra Canvas-siden til Skrivesenteret ved NMBU (u.å.), SWR100. Hensikten med litteratursøket var å se studiens funn i lys av tidligere forskning for å verifisere resultatene.

Innledningsvis ble det gjort tilfeldige søk i Google for å finne lettlest informasjon uten å bruke en bestemt søkestrategi og uten å være kilde-kritisk. Typiske søkeord som ble brukt var «massivtre» og «massivtreelementer» for å bli kjent med temaet. Målet var å finne et utgangspunkt, hvor mye informasjon finnes på nettet? Hva er folks meninger om temaet? Finnes det allmennkjente studier om temaet? Det ble lest informasjon fra hjemmesider, reklame for massivtre-leverandører, avisartikler, Byggforsk og Håndbøker. Ulempen med å bruke Google er at denne informasjonen ikke er kvalitetssikret og du må ha «flaks» for å finne noe relevant forskning (Ludwig, 2022). I tillegg er trefflisten på Google personavhengig og derfor lite etterprøvbart. Søket ble likevel gjennomført på denne måten siden forskeren på forhånd hadde lite bakgrunnskunnskap. De innledende søkene var nødvendig for å utvikle en god søkestrategi og dermed kunne gjøre et godt litteratursøk. I tillegg var det nyttig for å forberede til de innledende intervjuene og for å vurdere disse samtalene i etterkant.

Videre ble det forsøkt å utforme best mulig strukturert søk. Målet var å fange opp mest mulig relevant litteratur i feltet, og samtidig dokumentere søket tilstrekkelig for å sikre etterprøvbart. De akademiske databasene som ble brukt i litteratursøket var Oria, Google

Scholar og Web of Science siden dette ble anbefalt av Skrivesenteret ved NMBU (u.å.). I januar startet prosessen med å opprette en søkematrix for å samle inn søkeord som kunne brukes i litteratursøket. Hvert søkeord fikk egen kolonne og synonymer til søkeordet ble fylt inn nedover i radene, et eksempel vist i figur 11. De boolske uttrykkene «OR» og «AND» ble brukt for å kombinere søkeordene. Siden det var lite forskning ble både norske og engelske begreper inkludert i søkematrixene, selv om norsk forskning ble vurdert som mer relevant enn utenlandsk.

	Massivtre	"tekniske installasjoner"
Synonymer	CLT "cross-laminated timber" "cross laminated timber" "mass timber" "solid wood" "krysslaminert tre" "KL tre" "multi-layer wooden panel" "timber construction" "EWP" "engineered wood products" "massive wood" "solid timber" "engineered timber panels"	"running utilities" "building services" VVS Elektro Rør* Ventilasjon electric* ventilation plumb* "heating, water and sanitation" "heating, water and air conditioning" HVAC sanitation tekniske fag pipes radiator håndverker craftsman craftsmanship MEP "mechanical, electrical and plumbing" "service penetration openings" "technical exchanges" "tekniske føringer"

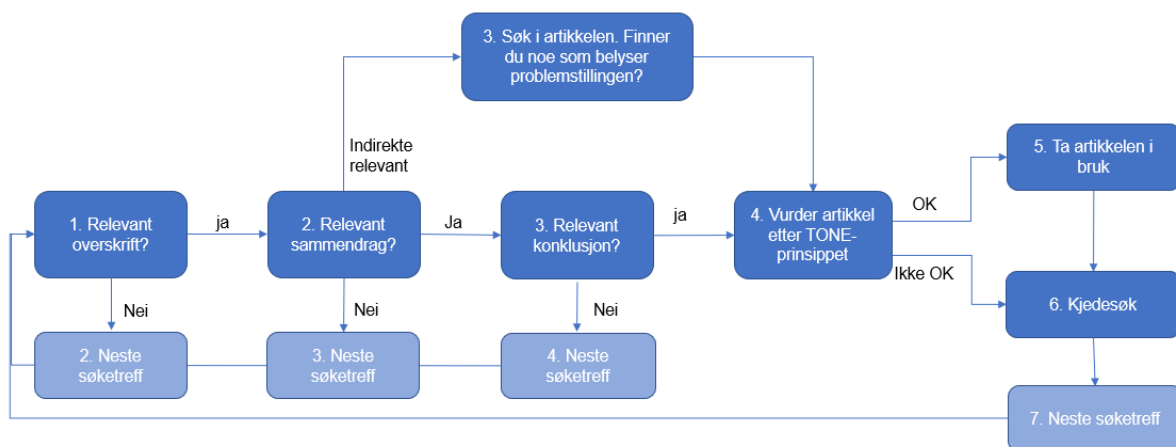
Figur 11. Eksempel på søkematrix brukt i litteratursøket

Etter hvert som tabellen ble utfylt, ble den også testet. Hensikten med test-søkene var å se på antall treff, sjekke om artiklene som kom opp i søkemotorene var relevante og sjekke «keywords» til relevante artikler for å utvide søkematrixen. Det ble også testet søk med flere kolonner, som for eksempel «montere», «effektivitet», «økonomi*» og «konsekvens». Dette gav generelt lite resultater og ble derfor fjernet.

Det viste seg tidlig at et strukturert litteratursøk på forskningstemaet og -spørsmålene ville bli vanskelig, noe som markerer oppgavens relevans. På Web of Science var søket for snevert og det kom ingen eller få resultater på testsøkene, mens på Oria var det stort sett masteroppgaver som dukket opp med disse søkeordene. Google Scholar hadde en begrensning på hvor mange søkeord du kunne inkludere, så her ble søkene gjennomført med mindre struktur. Det ble tatt

utgangspunkt i søkematriksen og søkt med nøkkelord og simplere kombinasjoner. Resultatene fra søkene i Oria og Goodle Scholar var mange (100+), men hvis jeg endret på søkekombinasjonen ble det fort få resultater uten at det nødvendigvis var relevant. Det viste seg at det var mange forskningsartikler som handlet om massivtre, men svært få som handlet om montering av det tekniske utstyret i massivtrebygg. Kun et fåtall av artiklene som dukket opp så ut til å være relevante etter å ha lest overskriftene, og de fleste artiklene hadde kun et par setninger som var relevant til forskningsspørsmålet. Det ble derfor vurdert at et strukturert søk ville bli tidkrevende med lite resultater i forhold til tid.

Videre ble det derfor bestemt at snowballing, eller kjedesøk, skulle brukes på de få artiklene som viste seg å være relevante. Med utgangspunkt i søkeresultatet fra søkematriksen, ble utvelgelsen av kilder gjort som illustrert i figur 12. Utvelgelsen av kilder er inspirert av Skrivesenteret ved NMBU (u.å.) og NTNU Universitetsbibliotek (2017), men ble tilpasset på grunn av få relevante søketreff.



Figur 12. Illustrasjon av metoden for utvelgelse av litteratur i litteratursøket

Det ble først, i stegene fra 1 til 3, vurdert om kilden var egnet eller relevant til å besvare forskningsspørsmålene. Deretter ble kilden vurdert etter kriteriene i TONE. Rekkefølgen ble bestemt for å ikke bruke for mye tid på å vurdere artikler som ikke var relevante for temaet. Første steg var derfor å vurdere om overskriften virket irrelevant. Hvis den var en anelse relevant, gikk artikkelen videre til steg 2. Siden sammendraget forteller kort og konkret hva artikkelen handler om og hvilke metoder som ble brukt, uten at man trenger å åpne artikkelen var dette logisk neste steg. Hvis sammendraget ble vurdert som relevant ble konklusjonen vurdert og artikkelen gikk eventuelt direkte videre til steg 4. Indirekte relevant sammendrag innebærer artikler som ikke nødvendigvis har forsket på det samme, men som tenkes at kan ha

vært innom temaet i artikkelen. Disse artiklene ble åpnet for å foreta søk i artikkelen for deretter å vurdere i hvilken grad artikkelen belyser forskningsspørsmålet. Eksempler på søkeord var «tekniske installasjoner» og «services»

Når det var bestemt at artikkelen var relevant, ble referansen vurdert etter TONE, som er illustrert i figur 13.



Figur 13. Evalueringskriterier basert på TONE-prinsippet

NTNU Universitetsbibliotek (2017) og Overland (2018) beskrivelse av TONE-strategien ble grunnlaget for videre evaluering av kilden. Artikler som var kommet til steg 4, var allerede vurdert å være egnet til formålet. Videre ble artikkelen vurdert etter om den var troverdig, objektiv og nøyaktig. Troverdigheten ble vurdert ved å sjekke hvem forfatteren er og hvilken institusjons tilhørighet. Det ble sjekket når artikkelen ble publisert og om den følger IMRAD-strukturen. Deretter ble artikkelens objektivitet vurdert ved å sjekke hvordan dataen er presentert, om forskningsspørsmål belyses fra flere sider og om dataen samsvarer med tidligere forskning. Artikkelens nøyaktighet ble så vurdert etter hvilken metode som ble brukt, hvor nøyaktig beskrivelse som er gitt, hvilken data artikkelen bygger på og at litteraturlisten er god og variert.

Hvis referansen oppfyller alle krav, ble referansen lagt inn i EndNote og hovedfunn lagt inn i et oversiktsdokument med samme struktur som intervjuguiden. Dette gjorde at alle funn enkelt kunne sammenlignes med hverandre og annen data som hentes inn. Deretter ble kjedesøk-metoden benyttet på alle artikler som var egnet, uavhengig om de oppfylte alle kravene i TONE. Metoden tar ifølge Wohlin (2014) utgangspunkt i relevante artikler for å finne frem til flere relevante kilder, og gjentas til man ikke finner flere nye artikler. Metoden kan benyttes fram i tid ved å vurdere hvem som har sitert den relevante artikkelen, eller bak i tid ved å vurdere litteraturlisten (Wohlin, 2014).

3.6.1 Refleksjoner rundt litteratursøket

En av fordelene med kjedesøk er at den starter fra relevante artikler, og tar utgangspunkt i disse for å finne flere studier (Wohlin, 2014). Metoden var effektiv sammenlignet med det strukturerte søket, men metoden har flere ulemper. For det første er det vanskelig å «bli ferdig» med et kjedesøk (Systematiske litteratursøk, u.å.-b). Metoden ble derfor forenkla, på grunn av tiden tilgjengelig. Det ble foretatt søk i artiklene og hvis forskeren oppdaget siteringer som var relevante til forskningsspørsmålene, ble referansen sjekket ved å bruke metoden illustrert i figur 12. Det ble ikke foretatt kjedesøk frem i tid.

Videre er metoden lite strukturert som betyr at den er lite etterprøvbart og det vil være vanskelig å reprodusere slike søk (Systematiske litteratursøk, u.å.-b). Siden forskeren ikke dokumenterte litteratursøket i tilfredsstillende grad, vil det ikke være mulig å gjenta søket med nøyaktig samme resultat. I tillegg gir kjedesøk store muligheter for «samling bias» som betyr at man får et skjevt utvalg av artikler (Systematiske litteratursøk, u.å.-a).

Det at forskeren er uerfaren har medført at litteratursøket gjort i studien kan kritiseres av flere grunner. Søket er for det første lite etterprøvbart. Trefflistene var sortert etter relevans, noe som betyr at søkene var personavhengig og dermed ikke mulig for andre å gjennomføre med samme resultat. I tillegg ble artikler som var relevante tatt i bruk med en gang for så å gjennomgå kjedesøk-metoden. Dette gjorde at det aldri ble tid til å gjennomgå hele trefflisten på Google Scholar og Oria, og det kan derfor være mange forskningsartikler som ikke har blitt med i denne studien. Noen artikler som virket relevante ble dessuten utelatt på grunn av manglende lesetilgang. Søkeord og søkeresultater ble dokumentert lite detaljert, så forskeren kan ikke gjengi nøyaktig hvilke søkeord og søkefraser som ble brukt i hver database. Dessuten ble tilsendte artikler og relevante artikler fra testsøket lagret underveis og brukt i skriveprosessen, noe som ikke er dokumentert i det hele tatt.

En svakhet med litteratursøket var at det fantes begrenset litteratur, og det ble derfor benyttet litteratur som kanskje ikke hadde tilstrekkelig kvalitet. Siden det generelt var lite relevant litteratur å finne på forskningsspørsmålet, ble det lagt større vekt på egnethet i vurdering av kildene etter TONE-metodikken. Kravene til troverdighet, objektivitet og nøyaktighet var vektlagt i mindre grad. Så lenge det kom fra en troverdig institusjon, den ikke var for gammel og rapporten i stor grad hadde IMRAD-struktur ble artikkelen vurdert som troverdig. Hvis forfatterens hensikt ble vurdert til å informere og ikke overbevise så var artikkelen

tilstrekkelig objektiv. Hvis metoden i tillegg var tilstrekkelig dokumentert ble kilden tatt i bruk.

Et eksempel på en kilde som ikke oppfyller de strenge kravene fra TONE, men som er tatt i bruk likevel er Norsk Treteknisk Institutt (2006a) *Håndbok – bygge med Massivtreelementer*. Referansen vurderes som både troverdig og egnet, selv om den er fra 2006. I håndboka refereres det til «erfaringer fra pilotprosjekter», «undersøkelser» og «en studie» uten at det utdypes i større grad. Forfatteren kan derfor ikke vite på hvilke grunnlag konklusjonene har blitt tatt, noe som svekker nøyaktigheten til referansen. Flere i prosjektets arbeidsgruppe ble derfor kontaktet for å få tilgang til undersøkelsene og studien. Dessverre var det ikke mulig å få tak i dokumentene, siden referansen var såpass gammel.

3.7 Tolkning og analyse

Kvalitative studier innebærer en kompleks analyse basert på å gjenfortelle en historie basert på rådata, basert på transkribering, analysing og forståelse (Kallio et al., 2016; Ollershaw & Creswell, 2002). På forhånd av case-studien ble det gjort innledende åpne intervjuer og et litteratursøk. Intervjuguiden ble utviklet på bakgrunn av dette og tidlige funn ble strukturert inn i intervjuguiden for enkelt å kunne sammenligne for å se hva som gikk igjen og hva som skilte seg ut. Dette var utgangspunktet for case-studien og de supplerende intervjuene som ble gjennomført. Analyse av intervjudataen ble gjort etter inspirasjon fra Dalland (2020) sin bok, *Metode og oppgaveskriving*. Deretter ble funnene analysert både case for case, på tvers av case, med supplerende intervjuer og med tidlige funn fra åpne samtaler og tidlig litteratursøk. Sammen utgjør dette grunnlaget for konklusjonen som blir tatt.

Intervjuer uten lydopptak ble gjennomgått så snart som mulig etter samtalen for å sørge for at minst mulig blir uteglemt eller misforstått. Intervjuer med lydopptak ble transkribert, noe som innebærer å skrive ned ord for ord det som ble sagt og prøve å bevare mest mulig av det som skjedde (Dalland, 2020). En ulempe med prosessen er at den er tidkrevende (Opdenakker, 2006), men til gjengjeld gav dette veldig detaljerte notater. Intervjuet ble gjenopplevd og det ble tatt notater på ideer til fortolkning og ting som oppstod under intervjuet, som ifølge Dalland (2020) er fordelaktig. Per time med lydopptak, brukte forskeren i snitt seks timer på å transkribere. Småprat ble ikke transkribert, men ble lyttet til. Det ble notert hva småpraten handlet om, når i opptaket det gjaldt og hvor lenge.

I alt ble 12 av 17 intervjuer transkribert, resten av intervjuene ble gjort uten lydopptak. I snitt var transkriberingsnotatene 25 sider lange, hvor det korteste var 13 sider og det lengste var 33 sider langt. I de intervjuene som ble gjort sammen med medstudent, ble transkriberingsjobben fordelt. Dette var fordelaktig siden det gav tidsbesparelse, men ulempen er at forskeren må stole på at medstudenten gjorde tilfredsstillende nøyaktig jobb. I tillegg mister forskeren fordelene med å gjenoppleve intervjuet selv, noe som kan redusere kvaliteten på tolkingen og analysen.

Både transkriberingsnotatene og notater fra intervjuer uten lydopptak ble så tematisert i Word, slik at svarene ble sortert tematisk uavhengig av når i samtalen temaet ble berørt og hva spørsmålet var. Videre ble det lagt fargekoder til de ulike temaene som gikk igjen i samtalen, som vist i figur 14.



Figur 14. Fargekoder brukt for å analysere datagrunnlaget

Tidsekvens innebar i tillegg det som omhandlet enklere innfesting eller montering av de tekniske installasjonene, samt administrasjon i byggetiden. Prosjektering innebar i tillegg prefabrikking og utsparinger. Det som kunne si noe om intervjuobjektene holdninger ble lagt til i Holdning for å se om det hadde innvirkning på resultatet. Fremdrift inkluderer informasjon om oppstart, rekkefølgekrav, avhengigheter, elementbygging, rengjøring og eventuelt forsinkelser. Problemer med fremdrift ble vurdert som relevant, siden det kan skjule eventuell tidsgevinst eller økonomiske besparelser. I tillegg kan det si noe om hvor positive eller negative informantene er til prosjektet, noe som kanskje påvirker resultatene. Feil og endringer inneholder informasjon om prosjekteringsfeil, endringer og boringer foretatt selv. Annet inneholder informasjon som faller utenfor de nevnte kategoriene, men som på en eller annen måte anses å være relevant likevel.

Når svarene var tematisk sortert og fargekodet, ble det lagd et omfattende regneark. Regnearket hadde et ark per tema, og hvert ark var inndelt etter tilhørende case og intervjuobjektets rolle. Deretter ble det lagd en sammenfattende beskrivelse av hvert tema med fokus på å være kort og konkret, samtidig som viktige poenger ikke skulle utelates. Her ble lydopptaket brukt dersom det var usikkerhet rundt hva som faktisk ble ment eller hvordan det skulle tolkes.

En av utfordringene i analyseprosessen var at det var et stort datasett. Det var mange intervjuer, og flere av intervjuene ble gjennomført med flere til stede. Det ble derfor forsøkt å redusere informasjonsmengden ved å fjerne mindre relevant informasjon. I denne prosessen kan utsagn og kontekst ha blitt mistolket, noe som svekker troverdigheten til datasettet. Fortolkninger er derfor presisert i teksten, mens det som står beskrevet under resultater er mer eller mindre ordrett fra intervjuobjektene. I denne prosessen ble det tatt tilhørende notater for at forskerens tolkninger ikke skulle glemmes. Ifølge Rabiee (2004) bør tolkningen av fokusgruppe intervjuer blant annet innebære å vurdere faktiske ord som ble brukt og i hvilken kontekst. Hvor ofte en kommentar eller synspunkt deles, og hvor utdypende de svarer. I tillegg kan intensiteten av kommentarene vise hvor dypt de mener det de sier. Samtidig bør man vurdere om informantene endrer mening under intervjuet, og å se helheten for ikke å henge seg opp i ubetydelige detaljer (Rabiee, 2004).

I tillegg ble det gjort en forenkling i intervjuene med flere til stede, slik at et intervju tilsvarende én informant uansett om det i realiteten var to til stede. Dette er en forenkling fordi de to som ble intervjuet i mange tilfeller har forskjellige meninger, siden kvalitativ data ifølge Dalland (2020) er personavhengig. Hvis intervjuobjektene tydelig gav inntrykk for at de var uenige ble det presisert i datasettet, men ellers fremstilles de sammen som én informant.

Etter at denne jobben var gjort var det enkelt å sammenligne data både innad i prosjektet, på tvers av prosjektene, basert på informantenes roller og med funn fra litteratursøkene. En case-studie innebærer å forstå og behandle hvert av enhetene hver for seg, for så å lage en samlet generalisering av dataene fra caset. Dette gjør man for hvert enkelt case, før man tilslutt sammenligner ved å se etter likheter og ulikheter på tvers av case (Sandelowski, 1996). En fare med case-studier er ifølge Baxter og Jack (2008) at hver datakilde behandles og rapporteres hver for seg. Meningen er å skape forståelse til helheten i caset, ikke variasjonene (Baxter & Jack, 2008). Målet var å finne likheter i uttalelsene som ble gitt omkring vært tema, og samtidig være oppmerksom på å få med de individuelle forskjellene mellom intervjuobjektene (Groenewald, 2004).

Under transkribering av intervjuene oppstod utfordringer med kvalitet på lydopptakene. Noen av intervjuene foregikk på møterom med mye bakgrunnsstøy. I tillegg vil mange av bevegelsene som gjøres under intervjuet fanges opp av opptaket og forringe lydkvaliteten. Ved intervju over videosamtale var lydkvaliteten generelt dårlig og derfor utfordrende å transkribere. Den dårlige lydkvaliteten gjorde at det i gruppeintervjuene var vanskelig å vite hvem som snakket, og det var til tider vanskelig å plukke opp det som ble sagt. I tillegg var det ikke mulig å skille lyder fra hverandre, så hvis flere snakket i munnen på hverandre var det ikke mulig å høre det alle sa. I tillegg ble det oppdaget at språkutfordringer ble forsterket når forskeren skulle transkribere lydopptakene. Dette kan i verste fall ha medført at viktige poenger har blitt misforstått eller uteblitt.

Utfordringen med å ha de åpne intervjuene i forkant av datainnsamlingen kan være at forskeren får et mindre åpent sinn i tolkning av dataen. Tolkning av kvalitative intervjuer skal ikke styres av teorier og oppfatninger forskeren har på forhånd (Dalland, 2020). Forskeren ønsket å hente ut informasjon og formidle resultatene, og ikke forsøke å bekrefte forskerens tidlige oppfatninger som var dannet på tynt grunnlag. Det ble derfor gjort en innsats i å unngå dette under utarbeiding av intervjuguidene og under intervjuene. Likevel er dette en stor risiko med kvalitative analyser, og noe å ha i bakhodet når studiens pålitelighet skal vurderes.

5. Beskrivelse av case-prosjektene

I dette kapittelet beskrives de utvalgte prosjektene i korte trekk. I tillegg presenteres grunnleggende bakgrunnsinformasjon som har kommet fram gjennom studiens informanter og som kan ha betydning for resultatene.

4.1 Presentasjon av case

Prosjektene er Bamble ungdomsskole, Horten VGS, Voldsløkka ungdomsskole og Eikeli VGS. Prosjektene er lokalisert på Østlandet i Norge, og er enten under bygging eller ferdigbygd. Alle prosjektene er skolebygg med offentlig byggherrer (kommune eller fylkeskommune) og er organisert som totalentrepriser. To av totalentreprisene inkluderer i tillegg rehabilitering av et gammelt skolebygg. Størrelsen på massivtrebygget som bygges til Eikeli VGS er liten, sammenlignet med resten av prosjektene som alle likner i størrelse. Hovedentreprenør og underentreprenører i prosjektene varierer, men alle har brukt totalunderentrepriser for elektro, VVS og ventilasjon, med hver sine kontrakter. De tekniske fagene var derfor med på detaljprosjekteringen. Prosjektene likhetstrekk vurderes som fordelaktig fordi det kan gjøre det lettere å finne fellestrekk og ulikheter som skyldes massivtre og ikke andre forhold.

De tekniske representantene i Bamble Ungdomsskole og Horten VGS var de samme og informantene hadde tilsvarende roller i de to prosjektene. I intervjuene henviser de til erfaringer gjort i de to prosjektene. I studien vil likevel samtalen sorteres etter hvilken hovedentreprenør som organiserte møtene, slik som inndelingen er i tabell 2. Dette er fordi informantene i forkant hadde forberedt seg til å snakke om det aktuelle prosjektet.

4.1.1 Bamble ungdomsskole



Figur 15. Bamble ungdomsskole. Foto: Jiri Havran

Prosjektet Bamble Ungdomsskole, avbildet på figur 15, var ferdigstilt til skolestart høsten 2021. Backe Vestfold og Telemark (heretter Backe) utførte prosjektet som totalentreprenør, etter design built konkurranse og samspill i seks måneder. Skolen har total kapasitet på 600 elever og et areal på 15 000 kvadratmeter. Generell informasjon om prosjektet er oppsummert i tabell 5.

Tabell 5. Prosjektinformasjon Bamble Ungdomsskole

Totalentreprenør	Backe Vestfold og Telemark
Byggeperiode	Juli 2019 – juni 2021
Størrelse	400 MNOK, 600 elever, 4 etasjer + underetasje, 15 000 m ²
Organisering	Design built – samspill – totalentreprise
Tekniske fag	Ventilasjon: Vestfold Klima og Ventilasjon AS (VKV AS) Elektro: Alt Installasjon AS VVS: Gran VVS AS

Informasjon om prosjektet Bamble ble innhentet gjennom et intervju med fremdriftsansvarlig og prosjekteringsleder fra Backe og befaring av det ferdige bygget med fremdriftsansvarlig. Det ble også gitt befaring til Bamble VGS som var under bygging i perioden. I tillegg ble fremdriftsplan og to Powerpoint-presentasjoner tilsendt med informasjon om prosjektet. Det ble også gjort egne intervjuer med de tekniske prosjektlederne.

Det ble brukt totalunderentrepriser på ventilasjon, elektro og VVS. De tekniske fagene er en teknisk samarbeidsgruppe og hadde derfor god kjennskap til hverandre fra før.

Samarbeidsgruppen prøver å garantere å få med alt som har med det tekniske slik at de samarbeider om grensesnittene. Hvert fag hadde egen kontrakt med Backe og var med i både design built konkurransen og i samspillfasen. Skolebygget består av fire etasjer med limtresøyler og -bjelker og både vegger og dekker i massivtre, som vist i figur 16. Bygging av idrettshall og svømmehall kom i tillegg. Elementene heises på plass med ferdige utsparinger til åpninger og tekniske føringer.



Figur 16. Bildet viser Bamble Ungdomsskole under bygging. Både vegger og dekker er i massivtre, og elementene heises på plass med ferdige utsparinger til åpninger og tekniske føringer. Foto: Backe Vestfold Telemark AS og Spinn Arkitekter AS v/ James Dodson

Det ble brukt taktplanlegging i prosjektet. Bygget var inndelt i definerte soner og hvert arbeid skulle utføres innen den gitte takttiden. I prosjektet ble fremdriftsplanen satt opp ut fra lappemøte og fulgt opp ukentlig. Alle fag som var kontrahert og som hadde betydning for fremdriften i prosjektet var med. I de fysiske møtene ble det rullet ut en stor papirrull på veggen med alle ukene på for hele prosjektet. Fremdriften ble så planlagt bakfra, med utgangspunkt i når bygget skulle stå ferdig. Deretter satte Backe inn milepælene, også ble hovedaktivitetene til de tekniske fagene skrevet på lapper og plassert innimellom milepælene. Backe gav aktivitetene visse tidsrammer, og fagene satte selv opp så mye tid de trenger innenfor tidsrammen og justerte bemanningen ut fra det.

I fremdriftsmøtene ble det sett hva som skulle produseres i et langsiktig perspektiv for å rette opp i eventuelle feil eller mangler i planen, sånn at de på byggeplassen har en 1-4 ukers plan å jobbe etter. Denne planen er i detaljer og er den som brukes av basene. I fremdriftsmøtene ble det kontrollert om arbeiderne er bakpå eller har tid til overs, sånn at timene ble spredd der det trengtes mest. Prosjektet var litt forsinket i oppstarten, men hentet seg inn igjen og leverte på tiden.

4.1.2 Horten VGS

Veidekke Entreprenør AS (heretter Veidekke) var totalentreprenør i prosjektet, Horten VGS, som ble ferdigstilt til skolestart høsten 2019. Skolen er dimensjonert til 1200 elever og har et areal på 18 000 kvadratmeter fordelt på fire etasjer. Generell informasjon om prosjektet er oppsummert i tabell 6.

Tabell 6. Prosjektinformasjon Horten VGS

Totalentreprenør	Veidekke Entreprenør AS
Byggeperiode	Oktober 2016 – juli 2019
Størrelse	450 MNOK, 1200 elever, 4 etasjer, 18 000 m ²
Organisering	Totalentreprise
Tekniske fag	Ventilasjon: Vestfold Klima og Ventilasjon AS (VKV AS) Elektro: Alt Installasjon AS VVS: Gran VVS AS

Den tekniske samarbeidsgruppen som ble brukt i Bamble Ungdomsskole ble brukt av Veidekke i Horten VGS først. De var tidlig involvert og var med på å vinne konkurransen sammen med Veidekke. Intervjuobjektene hadde stort sett de samme rollene i de to prosjektene, og i intervjuene henter de fram erfaringer fra både Horten og Bamble. Informantene og resultatene presenteres som at VKV AS og Alt Installasjon AS tilhører prosjektet Bamble siden møtet var organisert med hjelp av Backe. Møtet med Gran VVS ble organisert av Veidekke og presenteres derfor som en del av Horten VGS. Informasjon om prosjektet er basert på et intervju med prosjektleder fra Veidekke som ikke var med i prosjekteringsfasen og egne intervjuer med de tekniske fagene.



Figur 17. Bildet viser Horten VGS i råbyggfasen med ferdige utsparinger til teknisk utstyr og montert rørsystem før veggene er oppe. Foto: Tom André Gustavsen// Gran VVS AS.

Horten VGS har dekker i massivtre og bæresystem i metall som vist i figur 17. Figuren viser i tillegg at dekkene har prefabrickerte utsparinger til de tekniske installasjonene og at rørsystemet er montert før veggene er på plass. I prosjektet ble det brukt taktplanlegging og alle var involvert i planleggingen.

4.1.3 Voldsløkka ungdomsskole

Veidekke er også totalentreprenør i prosjektet, Voldsløkka Ungdomsskole. Generell informasjon er oppsummert i tabell 7.

Tabell 7: Generell prosjektinformasjon om Voldsløkka VGS

Totalentreprenør	Veidekke Entreprenør AS
Byggeperiode	April 2020 – planlagt ferdig til skolestart høsten 2023
Størrelse	477 MNOK, 810 elever, 4 etasjer + rehabiliteringsbygg, Nybygg ca. 10 500 m ² og rehabiliteringsbygg ca. 3500 m ²
Organisering	Totalentreprise
Tekniske fag	Elektro: AG Installasjon VVS: Andenæs VVS

Prosjektet består av et nybygg i massivtre og betong og et rehabiliteringsbygg. Nybygget består av en kultursal i betong i den ene enden og et skolebygg i den andre enden. Skolebygget er i massivtre med limtrebjelker og -søyler. Nybygget er ca. 10 500 kvadratmeter fordelt på fire etasjer og skolebygget skal ha kapasitet til 810 elever. Bygget planlegges ferdig til skolestart høsten 2023. Informasjonen om prosjektet er basert på befaring og et intervju fordelt på to møter med Veidekke. I tillegg ble det gjort egne intervjuer med anleggsleder fra AG Installasjon og prosjektleder fra Andenæs VVS.

De tekniske fagene hadde hver sin kontrakt med Veidekke og det ble brukt totalunderentrepriser. I tillegg hadde de en solidaritetsavtale mellom hverandre og mot Veidekke for å sikre at grensesnittene blir ivaretatt. På det tidspunktet intervjuene ble gjennomført, var de tekniske fagene i gang med å montere og mye av arbeidet var allerede gjort i sjaktene. Planleggingen blir gjort sammen med underentreprenørene med utgangspunkt i lappemøte. Det er ukentlig planlegging og oppfølging av hovedplanene. Prosjektet hadde hatt noen forsinkelser i oppstarten som gjorde at prosjektet ikke egnet seg til taktplanlegging. Dermed ble de tvunget til å sette i gang produksjon der de kunne, i mindre deler av gangen.

4.1.4 Eikeli VGS



Figur 18. Hovedinngangen til det nye massivtrebygget ved Eikeli VGS. Foto: Bente Melkevik

Prosjektet Eikeli VGS er avbildet i figur 18. Peab er hovedentreprenør i prosjektet, som består av et rehabiliteringsbygg og et nybygg. Nybygget er omtrent 4 500 kvadratmeter og inneholder en idrettshall med en skole på toppen. Skolebygget består av to etasjer og er av massivtre supplert med limtrebjelker. Generell prosjektinformasjon er oppsummert i tabell 8.

Tabell 8. Generell prosjektinformasjon om Eikeli VGS

Totalentreprenør	Peab
Byggeperiode	Nybygg: januar 2020 – juli 2021 Rehabiliteringsbygg: juni 2021 – april 2022
Størrelse	193 MNOK, 720 elever, 4 etasjer + rehabiliteringsbygg Nybygg 4 500 m ² og rehabiliteringsbygg ca. 2 100 m ²
Organisering	Totalentreprise med samspill
Tekniske fag	Elektro: GK Elektro Ventilasjon: GK Ventilasjon

Informasjonen om prosjektet er basert på befaring og et intervju gjort uten opptak, med prosjekt- og anleggsleder fra Peab. Opprinnelig var samtalen planlagt som en del av utforskningsfasen, men på grunn av gode møtenotater og mye nyttig informasjon ble det i etterkant bedt om tillatelse til å bruke prosjektet som et case i forskningsprosjektet. Videre ble hoved-fremdriftsplanen ettersendt, og det ble knyttet kontakt med GK Elektro og GK Ventilasjon. I disse intervjuene møtte både bas og prosjektleder og det ble tatt lydopptak av samtale.

Peab brukte GK som totalteknisk, men hvert fag ble kontrahert med egne kontrakter. De tekniske fagene var med på utvikling av konseptet fra start. På det tidspunktet data ble innhentet var skolen i massivtre tatt i bruk, og kun rehabiliteringsprosjektet gjenstod å ferdigstille. Prosjektet var forsinket i oppstarten, men stod klart på sluttdato. Peab utarbeidet fremdriftsplanen, og hadde fokus på å involvere de tekniske fagene i planleggingen for å skape eierskap til prosjektet. Hvert fag kom med innspill og fremdriftsplanen ble revidert deretter. Eierskap gjenspeiles ifølge hovedentreprenøren gjennom hvor «på» de er i diskusjoner rundt planlegging. De tekniske styrer selv reserve/ slakk i fremdriftsplanleggingen.

4.2 Relevant bakgrunnsinformasjon

I dette kapitlet presenteres informasjon som har kommet fram i intervjuene og som forfatter anser som relevant til diskusjon av forskningsspørsmålene. Før taket er på plass i råbygget er innvendig arbeid begrenset av strenge sikkerhetsregler. Dette er fordi det er forbundet stor risiko med å oppholde seg under et område hvor det drives med kranløfting. Hvilke regler som benyttes avhenger av hovedentreprenøren og av massivtreleverandøren. I råbygget kan utstyr som tåler fukt bæres inn og monteres. På Bamble Ungdomsskole ble det for eksempel i råbyggsfasen montert hovedføringer til sprinkler og spredernet til sprinklene, varme og vannrør av rørleggeren. Elektrikeren var blant annet inne for å feste kabelbroer og trekke stigeledninger, mens ventilasjon var inne med hovedføringene. Dette arbeidet starter på bunn av bygget og forflyttes oppover etter hvert som etasjene kommer på plass.

Når taket er på plass, starter det innvendige arbeidet i øverste etasje og går nedover i bygget. I skolebygg er det vanlig at det tekniske utstyret plasseres i himlingen, slik som vist i figur 19. De store hovedføringene legges i korridorene, slik at alle rom kobles til med avgreininger fra de store kanalene. Det tekniske utstyret som skal i himling, monteres lagvis og som regel fra øverste til nederste lag. Dette gir stort sett rekkefølgen VVS – ventilasjon – elektro. I noen av prosjektene ble undersiden av dekkene først gipset for å tilfredsstille brannkrav. Når alt det tekniske utstyret er montert, dekkes det til med himlingsplater.



Figur 19. Tekniske installasjoner i taket. Foto: Bente Melkevik

I massivtre brukes batteridrill til å feste utstyret med treskruer inn i elementene, også festes det etter oppmerking. Betong er til sammenligning et hardt materiale, og festeprosessen består derfor av flere operasjoner. For det første kreves forboring for å feste i betong. Videre kan det brukes betongskruer til mindre laster, mens større laster krever bruk av en pluggløsning som bankes inn i betongen. Til dette bruker informantene plugg, slaganker, metallanker, ekspansjonsbolt eller nylonskruer. Deretter kan opphenget skrus fast i pluggløsningen. Til slutt må betongstøvet eventuelt støvsuges avhengig av hvilken rengjøringszone som er gjeldende.

I de undersøkte prosjektene er alle utsparinger til tekniske gjennomføringer tatt på forhånd slik som vist i figur 16 og 17. Boring som har blitt gjort på byggeplassen i massivtreprosjektene skyldes enten endringer eller feil. Informantene forteller at hovedføringene i betongbygg vanligvis bestemmes tidlig og tas på fabrikk ved elementbygging eller settes når betongen støpes på byggeplassen. Mindre utsparinger tas vanligvis med kjerneboring på byggeplass ved at underentreprenørene merker opp der hvor det trengs hull og hovedentreprenøren bestiller kjerneborer som gjennomfører jobben. Informantene forteller at det er fordelaktig om utsparingene tas på forhånd i betong, men at det i mange tilfeller ikke er ferdigprosjektert på dette tidspunktet. Flere beslutninger tas derfor på byggeplassen.

6. Resultater

I dette kapitlet vil resultatene fra case-studien og de supplerende intervjuene fremkomme. Resultatene fremstilles i rekkefølgen tid, økonomi og arbeidsmiljø og er basert på de oppsummerte intervjuene i henholdsvis Vedlegg 1, 2 og 3. Til slutt vil også andre forhold som drøftes i Diskusjon (kapittel 6), kort presenteres.

På grunn av det store datagrunnlaget vil det kun i enkelttilfeller benyttes direkte sitater fra transkriberingsnotatene. Det som presenteres i vedleggene er omskrevet til kortfattede oppsummeringer, basert på det intervjuobjektene sa om temaet i løpet av intervjuet. Forskeren har forsøkt å ivareta mest mulig av samtalene, med minst mulig uteglemler og fortolkninger. Likevel er det en risiko for at noe har uteblitt, er misforstått eller feiltolket. Siden intervjuene ikke var strukturerte, er det forskjellig når, hvordan og hvilke spørsmål som ble stilt.

5.1 Tid

Først vil resultatene presenteres kort oppsummert for hvert prosjekt, og deretter på tvers av prosjektene ved å understreke likheter og ulikheter mellom informantene.

5.1.1 Oppsummert funn fra case-prosjekter

Bamble Ungdomsskole

Informantene som representerer Bamble Ungdomsskole er alle enig i at montering av tekniske installasjoner blir enklere i trebygg sammenlignet med betongbygg. Alle de tre informantene tror det går fortere å montere i massivtrebygg. Tabell 9 oppsummerer funnene fra hver informant.

Tabell 9: Funn fra informantene fra Bamble Ungdomsskole, tidskonsekvens

Entreprenør_1	Ventilasjon_1	Elektro_1
<ul style="list-style-type: none"> • Enkel jobb å føre installasjonene • De samme aktivitetene • Enklere fordi alt er ferdig fra start (prosjektering og utsparinger) • Går fortere, men tror ikke det er mye • Tror de tekniske tar hensyn til det i planlegging, men vet ikke hvordan siden det ble benyttet taktplan 	<ul style="list-style-type: none"> • Enklere å henge opp rørene siden vi slipper boring • Sparer litt tid pga innfesting • Tror ikke det er noe forskjell i hovedkorridor og der det er store dimensjoner • I små rom går det fortere i massivtre enn i betong 	<ul style="list-style-type: none"> • Enklere å jobbe med massivtre • Mer strukturerte prosjekter siden det kommer mye informasjon tidlig • Kommer raskere i gang • Innfestingen går fortere siden du slipper en prosess. • Bruker kanskje kortere tid i massivtreprosjekt sammenlignet med betong

Horten VGS

Også informantene som representerer Horten VGS er enige i at montering av det tekniske utstyret er enklere i massivtrebygg. Mens rør_1 sier at produksjonen går kjemperaskt og du kan spare mange timer i massivtre sammenlignet med betong, så sier entreprenør_2 at de ikke har merket tidseffekten enda. Tabell 10 oppsummerer funnene fra hver informant.

Tabell 10: Erfaringer fra informantene fra Horten VGS om tid

Entreprenør_2	Rør_1
<ul style="list-style-type: none"> • Lettere fordi alt er ferdigprosjektert og hull tatt på forhånd • Enklere innfesting • Har ikke sett tidseffekten enda • Kunne kanskje spart mer tid, men tror ikke det er mye totalt sett når vi bruker taktplanlegging 	<ul style="list-style-type: none"> • Enklere og raskere innfesting • Sparer mange timer på å feste klammer i tre-himling • Slipper å bruke 1-2 dager på å merke hull til kjerneboring • Kjempelett å se hvor rørene skal • Enkelt fordi hullene er ferdigtenkt og tatt • Produksjonen går kjemperaskt. Sparer masse tid

Voldsløkka Ungdomsskole

Alle informantene sier det er enklere å feste ting i massivtre sammenlignet med betong. Alle informantene sier at det er mindre jobb å feste utstyret og at innfestingen går raskere. Det er vanskelig å si om tidsbesparelsen har gitt effekt på prosjektets fremdrift. I perioden da datagrunnlaget ble innhentet var bygget under produksjon og prosjektet lå bak

fremdriftsplanen. Både elektro_2 og rør_2 hadde derfor oppbemannet, og informantene hadde på dette tidspunktet ikke merket eventuell tidsbesparelse. Tabell 11 oppsummerer funnene fra hver informant.

Tabell 11: Erfaringer fra informantene fra Voldsløkka skole om tid

Entreprenør_3	Elektro_2	Rør_2
<ul style="list-style-type: none"> • Enklere å feste ting i massivtre • Innfestingen går nok vesentlig fortere i tre • Blir mer effektivt når utsparinger tas på forhånd, men dette gjøres i plasstøpt betong også 	<ul style="list-style-type: none"> • Innfesting og utsparinger går raskere • Ingen ekstra oppgaver • Kan feste hvor som helst • Slipper like mye verktøy • Enklere at alt er ferdigprosjektert • Tror bemanning og total tidsbruk er den samme fordi jobben må gjøres uansett 	<ul style="list-style-type: none"> • Enklere innfesting • Slipper å merke utsparinger • Kan feste hvor som helst • Går litt fortere, men så lite at det ikke er merkbart • Mer krevende prosjektering • Planlegger like lang tid • Ingen ekstra oppgaver

Eikeli VGS

Alle informantene sier det er enklere og raskere å montere i massivtrebygg. Tabell 12 oppsummerer funnene fra hver informant.

Tabell 12: Erfaringer fra informantene fra Eikeli VGS om tid

Entreprenør_4	Ventilasjon_2	Elektro_3
<ul style="list-style-type: none"> • De tekniske sparer produksjonstid på plassen, men er konservative når de planlegger tid • Tipper de tjener 20-40% tid • Kan feste hvor som helst • Enklere og raskere innfesting • Enkelt å se hvor rørene skal 	<ul style="list-style-type: none"> • Innfestingen går fortere i massivtre • Kan feste hvor som helst • Ingen hulltaking pga prefabrikkerte utsparinger. Slipper å merke opp hull • Ingen ekstra oppgaver dukket opp • God plass og høyde gjorde det ekstra enkelt • Samme jobb må uansett gjøres 	<ul style="list-style-type: none"> • Enklere hvis alt er ferdigprosjektert • Enklere innfesting • Sparer tid på innfestingen, men tror ikke et massivtreprosjekt er tidsbesparende • Ingen forskjell på bemanning siden samme jobb må gjøres uansett • Ingen risiko for å glemme kabler inne i veggen • Ingen ekstra oppgaver

Entreprenør_4 sier de tekniske sparer 20-40% produksjonstid på plassen, mens de tekniske tror ikke det at innfestingen går raskere gir noen effekt på fremdriften. Når intervjuer spør om tidskonsekvens så sier ventilasjon_2 at det går fortere å montere i massivtre, men seinere i

intervjuet når det blir spurt om det er en økonomisk konsekvens av å bygge i massivtre så svarer han

«nei, det er samme jobben som må gjøres, like mange løpemeter med kanaler og samme omfang som skal inn i massivtre og betong»

5.1.2 Resultater på tvers av case-prosjekter

Tabell 13 viser de oppsummerte funnene i hvert prosjekt. Selv om alle informantene er enig i at selve innfestingen av utstyret er enklere og at det blir mindre jobb siden du slipper å bore, så er det varierende hvilken effekt det ser ut til å ha på fremdriften i prosjektene.

Tabell 13: Sammenligning av erfaringer gjort i case-prosjektene om tid

Bamble U.Skole	Horten VGS	Voldsløkka U.Skole	Eikeli VGS
<ul style="list-style-type: none">•Monteringen er enklere og går fortere	<ul style="list-style-type: none">•Monteringen er enklere•Rør_1 sier de sparer masse tid•Entreprenør_2 ser ikke tidseffekten	<ul style="list-style-type: none">•Innfestingen er enklere og raskere•Tidsbesparelsen har ikke kommet til syne	<ul style="list-style-type: none">•Enklere innfesting•Entreprenør_4 sier de sparer tid•Elektro_3 og ventilasjon_2 tror ikke de sparer tid totalt sett siden samme jobb uansett må gjøres

Tabell 14 viser informasjon fra de ulike rollene oppsummert. Av entreprenørene tror alle de tekniske sparer tid, men det er varierende hvor mye tid de tror det er snakk om. En av informantene fra ventilasjon svarer at dem sparer tid i små rom med mindre dimensjoner på grunn av innfesting av utstyret, mens den andre svarer at det ikke er noen tidsbesparelse siden den samme jobben må gjøres uansett. To av informantene fra elektro sier de ikke sparer tid totalt siden den samme jobben uansett må gjøres. Den tredje informanten fra elektro stiller seg usikker til om det er en tidsbesparelse. Den ene informanten fra VVS svarer at dem sparer masse tid i massivtrebygg, mens den andre tror det er snakk om så lite at det ikke er merkbart.

Tabell 14: Sammenligning av erfaringer fra de ulike rollene om tid

Entreprenør	Ventilasjon	Elektro	VVS
<ul style="list-style-type: none"> • Innfestingen er enklere og raskere • Sparer tid 	<ul style="list-style-type: none"> • Innfestingen går fortere i massivtre • Ingen forskjell der det er store dimensjoner, men sparer tid i små rom 	<ul style="list-style-type: none"> • Innfestingen går fortere, men ikke mye tid å spare totalt siden samme jobb må gjøres 	<ul style="list-style-type: none"> • Innfestingen er enklere og raskere • Sparer tid

Videre i teksten vil alle intervjuene sammenlignes med hverandre. Tabell 15 viser oversikt over svarene som går igjen i intervjuene. Flere av kryssene er basert på forfatterens tolkning, og i de tilfellene vil det komme frem i teksten under.

Tabell 15: oversikt over hyppigst nevnte svar omkring tidseffekt

	Bamble U.skole			Horten VGS		Voldsløkka U.skole			Eikeli VGS			Supplerende					Totalt (17)	
	Entreprenør_1	Ventilasjon_1	Elektro_1	Entreprenør_2	Rør_1	Entreprenør_3	Elektro_2	Rør_2	Entreprenør_4	Ventilasjon_2	Elektro_3	Supplerende_1	Supplerende_2	Entreprenør_5	Entreprenør_6	Entreprenør_7		Supplerende_3
Enklere jobb	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		16
Ingen ekstra aktiviteter	x	x					x	x		x	x							6
Tidsbesparelse på monteringen	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	15
Ikke merket tidseffekt, men tror det finnes	x			x			x	x										4
Tror ikke det er noe tidseffekt											x					x		2
Ingen forskjell i fremdriftsplanen				x				x	x		x					x	x	5

Enklere jobb

Alle intervjuobjektene sier at montering av tekniske installasjoner er enten enklere eller raskere, og 14 av dem sier at det både er enklere og raskere. I kategorien «enklere jobb» inngår faktorer som gjør jobben enklere. 14 av informantene sier at innfestning av de tekniske installasjonene er enklere fordi du slipper å bore og/ eller fordi du kan feste hvor som helst. 6 informanter mener jobben blir enklere fordi alt er ferdigprosjektert på forhånd og 9 sier det er enklere siden elementene kommer med prefabrikkerte hull.

Innfesting: Siden betong er et hardt materiale kreves forboring og bruk av plugg eller slaganker som slås inn, for å kunne feste ting. Når du fester ting i massivtre, kan du bruke treskruer og skru rett inn. Det blir altså én operasjon istedenfor to, så i store bygg kan man slik Elektro_3 foreslår regne innsparingen på dette. Fem nevner også at det blir lettere siden du slipper å ha med like mye verktøy, det går da raskere å flytte på seg. Elektro_1 sier at det er enklere å legge opp til ekstra utstyr hvis det plutselig kommer noe ekstra. I tre kan du bruke fire skruer for å feste, istedenfor å bore føringsvei, støvsuge og plugge. Ifølge elektro_3 er det også en fordel at kablene kommer på riktig side av massivtre-veggen med en gang og at det er ingen risiko for å glemme kabler inne i veggen.

Feste overalt: Kontinuerlig tredekke betyr at du kan feste utstyret hvor som helst innen et definert område, noe som nevnes av syv stykker. Entreprenør_4 sier at de tekniske ikke trenger å leite etter steder å feste, supplerende_1 sier det gir en tidsbesparelse og entreprenør_7 sier det blir enklere. Armeringen i betong, gjør at rørene ikke alltid kan ligge rett i taket (ventilasjon_2). Teknisk sett har det ikke noe å bety, men det er en fordel å kunne feste hvor som helst i trebygg. I tillegg nevner elektro_1 at det er en fordel at utstyret enklere kan flyttes hvis noe av er i konflikt. Elektro_2 nevner at det er typisk å treffe armeringen når du skal feste i betong, noe som ødelegger drillen. Massivtredekker har også ifølge rør_2 en fordel fremfor hulldekker, som begrenses av at man ikke kan feste skruer lengre inn enn der hullet starter.

Ferdigprosjektert: I massivtreprosjektene slipper man ifølge entreprenør_1 å tenke på at tegninger ikke blir ferdig. Basen fra elektro_3 syns det er mye enklere når alt er ferdigprosjektert og at det er frustrerende når ting mangler på tegning. Entreprenør_1 legger til at det i betong tas en del beslutninger på plassen, så det blir ikke som de hadde tenkt uansett. Siden elektro-faget skal tilkoble alt av elektrisk utstyr er de avhengig av å få all nødvendig informasjon fra de andre fagene tidlig nok. Et massivtreprosjekt er ifølge elektro_1

mer strukturert siden mye informasjon tvinges fram tidlig i prosjektet. Både ventilasjon_1 og elektro_1 syns det er fint å prosjektere tidlig. Entreprenør_2 tror at en av grunnene til at det er lettere å montere i massivtrebygg er fordi alt er ferdigprosjektert når de begynner. Da er det sjeldent kollisjoner på tekniske anlegg, noe også rør_2 bekrefter siden mye av utfordringene blir tatt under prosjekteringen. Han legger til at man må prosjektere like mye på forhånd i massivtre- og betongprosjekter og at prosjekteringen var krevende siden de hadde lite erfaring. Entreprenør_2 nevner i tillegg et massivtreprosjekt hvor rørleggeren kunne bestille sprinkelanlegget prefabrikkert med ferdige lengder fordi bygget var såpass ferdigprosjektert. Når i tillegg hullene var tatt i massivtreet kunne dem bare skru dem på plass, og de brukte da kortere tid.

Prefabrikkerte utsparinger: Rør_1 sier at når all planlegging og prosjektering er ferdig på forhånd, og hullene er ferdigtenkt og tatt, så går produksjonen kjemperaskt når rørleggeren kommer. Ifølge entreprenør_5 og _7 blir det uansett mindre jobb på byggeplassen når du velger elementløsninger siden mer jobb flyttes til fabrikk. Entreprenør_3 mener det blir mer effektivt når utsparingene er tatt på forhånd, men påpeker at man også gjør dette når man bygger med plastøpt betong. I hulldekker blir de derimot boret på plassen etterpå. Da må de tekniske ifølge ventilasjon_2 planlegge hvor det trengs hull en viss periode frem i tid, og sørge for å merke kryss i henhold til tegningene der hullene skal tas slik at hovedentreprenør kan bestille en kjerneborer som tar hullene. Dette er ifølge rør_1 en kjempeprosess og kan ta 1-2 dager. Når utsparingene er tatt på forhånd slipper man å bruke tid på å tenke og merke opp hullene og kan begynne å produsere med en gang. Entreprenør_1 og ventilasjon_2 sier dette gjør jobben lettere. Når utsparingene blir tatt på forhånd er det ifølge rør_1 kjempelett å se hvor rørene skal og man slipper ifølge entreprenør_4 å lure på hvor hullene og rørene skal.

En forskjell på utsparingene i massivtre og betong påpekes av entreprenør_3. I trebygg har du bjelker som stikker ned under dekkene, og man må ta utsparinger i bjelkene for å føre rørene her. I betongbygg trenger du ofte ikke bjelker i det hele tatt, siden du kan armere ekstra i dekket eller integrere stålbjelken i dekketykkelsen. Da blir det ikke samme behovet for utsparinger til tekniske føringer. Dessuten er det ifølge entreprenør_7 lettere bærevegger i massivtre, noe som gir et større behov for å ta utsparinger.

Enklere bearbeiding: Hvis byggherren plutselig ønsker noe ekstra, er det ifølge elektro_1 kortere vei fra bestilling til utførelse i massivtrebygg, siden det er enklere å bore gjennom en trevegg enn en betongvegg. Dette bekreftes av entreprenør_2 og _3 som sier at boring i betong «nok går litt raskere» og supplerende_2 som sier at det er enkel hulltaking.

Entreprenør_6 sier at massivtre er en annen verden i forhold til bearbeiding og at man kan ta frem motorsagen for å justere, noe også supplerende_2 nevner.

Avsnittene over beskriver årsakene til at massivtre gir enklere montering. Funnene er oppsummert i tabell 16, sortert etter fordeler med massivtre og ulemper med betong.

Tabell 16. Oppsummert fordeler med massivtre og ulemper med betong

Fordeler med massivtre	Ulemper med betong
- Enkel innfesting av tekniske installasjoner siden du slipper å bore	- Krever boring ved innfesting
- Mulig innfesting hvor som helst på grunn av kontinuerlig tredekke	- Hulldekke-elementer og armering i betongen
- Mindre og lettere verktøy og mindre festeutstyr	- Trenger slagdrill med støvsuger for boring og eventuelt plugg/ anker for innfesting
- Ferdigprosjektert på forhånd	- Fristen for detaljprosjektering har større slingringsmonn
- Enklere bearbeiding	- Prefabrikkerte utsparinger til hovedføringer, resten tas ofte på plassen. Blir ikke alltid slik som ønsket
- Prefabrikkerte utsparinger	

Tidseffekt på prosjektets fremdrift?

I kategorien «Tidsbesparelse på monteringen» er det totalt 15 informanter som sier eller antyder at man sparer tid på å montere det tekniske utstyret av overnevnte grunner. Elektro_1 bruker ordet «kanskje» og rør_2 sier man sparer tid «i en normalsituasjon» og sikter til fremdriften i prosjektet. Supplerende_2 sier at håndverkerne jobber mer effektivt i trebygg, som tolkes som at de får mer jobb gjort med mindre ressurser i forhold til i betongbygg. Entreprenør_5 sier at håndverkerne erfaringsmessig kan si at det går fortere, men at det ikke gir en økonomisk gevinst. Entreprenør_7 sier at man alltid sparer tid på byggeplass hvis man velger elementløsninger og at det egentlig ikke er noen forskjell. Fem informanter sier i tillegg at det ikke kommer noen ekstra oppgaver som følger av at det er i massivtre. Siden rør_2 sier det ikke er noe med massivtre som blir mer tungvint, så tolker forfatteren dette som at heller ikke han får noen ekstra oppgaver.

Entreprenør_4 tror de tekniske fagene tjener 20-40% av produksjonstiden på plassen, entreprenør_5 tror det går tre ganger så fort og supplerende_3 refererer til et foredrag hvor det ble fortalt at det går 40% raskere å montere tekniske installasjoner i massivtrebygg. Fire av informantene legger til at det ikke er snakk om mange timer totalt og fire informanter har ikke merket tidseffekten, men tror at den finnes. Entreprenør_1 tror det skyldes at det ble brukt taktplan i prosjektet, mens elektro_2 og rør_2 tror det skyldes fremdriften i prosjektet. To informanter mener det ikke er noen effekt på fremdriften i prosjektet. Ifølge supplerende_3 blir det ikke planlagt med tidseffekten noe som gjør at effekten ikke kommer fram selv om det går raskere. Entreprenør 2 tror det krever et godt samarbeid med de tekniske fagene for å finne ut hva som er gunstig for dem og hvordan man kan få ut tidseffekten.

Selv om enkelte operasjoner tar mindre tid, så er entreprenør_7 usikker på hvor avgjørende det er. I massivtre har du flere og tettere bærevegger, og har derfor flere gjennomføringer som eventuelt må branntettes. I tillegg skal for eksempel elektrikerene trekke like mange kilometer med kabler uansett, noe som tar like lang tid i massivtre og betong. Dette stemmer overens med det ventilasjon_2 og elektro_2 og _3 sier som er at man sparer tid på innfestning og utsparinger, men at resten av jobben må gjøres uansett. Elektro_3 tror ikke de sparer noe tid totalt sett, men at det kanskje kan være en besparelse i leilighetskompleks eller kontorer hvor det er mye likt. Han legger til at det er mye stål og gips i de innvendige veggene uansett. Ventilasjon_1 tror ikke det er så mye forskjell på monteringstiden i hovedkorridorer og store føringsveier fordi der er store dimensjoner. I små rom blir derimot tidsaspektet litt kortere på grunn av innfestningen, men han kan ikke si hvor mange prosent det er snakk om.

Elektro_3 sier at det ikke er noe forskjell på bemanningen i et massivtreprosjekt enn i et betongprosjekt, mens elektro_2 sier det er vanskelig å si på grunn av fremdriften i prosjektet. Han tror ikke det er noe forskjell på bemanning siden de samme oppgavene skal gjøres uansett og at det i teorien skal gå litt raskere, men at de ikke har merket noe på grunn av fremdriften. På grunn av forsinkelser i prosjektet hadde både rør_1 og rør_2 høyere bemanning enn planlagt for å holde fremdrift. Rør_1 oppdaget raskt at jobben gikk ganske fort og rør_2 tror monteringen skulle gått raskere i en normal situasjon, men at det er snakk om veldig lite. I tillegg er det ifølge ventilasjon_2 mye enklere å montere når det er god plass og god høyde i himlingen, noe som også kan ha hatt innvirkning på tidseffekten.

Tidsplanlegging

Seks av informantene tror ikke det er noen forskjell i fremdriftsplanleggingen. Entreprenør_1 tror de tekniske planlegger tid ut fra type bygg siden de har en ganske mye enklere montasje, men vet ikke hvordan de justerer det siden de brukte taktplan i prosjektet. Taktplanlegging ble også brukt av entreprenør_2, som ikke har merket noe forskjell på tiden som legges inn i fremdriftsplanen. Alle oppgavene må holdes i en viss takt, noe som gjør at de ikke har detaljene i nøyaktig hva de skal gjøre og hvor lang tid de bruker på den enkelte oppgaven. Entreprenør_4 tror de tekniske er konservative når de planlegger tid, og at de legger inn litt ekstra for å være sikker på at de rekker tidsfristen. Dette kan tolkes som at heller ikke dem har merket at de tekniske fagene setter opp kortere tid i massivtreprosjekter, noe entreprenør_7 heller ikke har merket. Supplerende_3 sier at tidseffekten ikke tas ut og at det er akkurat samme fremdriftsplanlegging i massivtre- og betongprosjekter. Ifølge han må man planlegge med tidseffekten i fremdriftsplanene og kontrahere en som har kontroll på fremdriften og skal sørge for at tidseffekten kommer frem.

Rør_2 sier at de planlegger at arbeidsoperasjonene tar like lang tid i betong og massivtre og at det er de samme oppgavene som legges inn i planen. Ventilasjon_1 og elektro_1 svarer begge litt grublende på tidsbesparelse og bruker ordene «kanskje» og «litt». Forfatter tror dette betyr at tidseffekten ikke legges inn i planen. Forfatter tolker at elektro_3 heller ikke planlegger med tidseffekten siden han sier at bemanning planlegges ut fra byggetype og at han ikke tror massivtre er tidsbesparende. Teller man opp informanter som ikke merker forskjell i fremdriftsplanen, ender man da på åtte.

Hvor mye tid sparer man på innfestning av teknisk utstyr?

De tekniske underentreprenørene ble mot slutten av forskningsprosjektet bedt om å komme med et anslag på hvor mange treskruer som ble brukt i prosjektet samt hvor lang tid de antar å spare på å feste i tre istedenfor i betong. Siden de aller fleste intervjuene allerede var gjennomført var det kun to av informantene som fikk spørsmålet muntlig, mens resten fikk tilsendt en e-post med følgende spørsmål

1. Hvis det var du som bestilte treskruer til prosjektet, aner du omtrent hvor mange treskruer du kjøpte inn/ som ble brukt i de to prosjektene?

2. Innfesting i massivtre består kun i å skru inn skruer, mens betong krever i tillegg at du først forborer og så banker inn en plugg. Har du et tidsestimat på hvor lang tid de to ekstra operasjonene tar? 0-1 minutt? 5-10 minutt?

Resultatene fremstilles i tabell 17. På spørsmål 1 er det seks av informantene som svarer, men kun fire av dem kommer med et anslag. Ventilasjon_1 svarer på e-post og tipper ca. 20 000 stk og rør_1 svarer opp mot 8000 treskruer med innvendig gjenge. Begge presiserer at de er usikre. Elektro_3 og rør_2 blir spurt muntlig på intervjuet, og svarer begge grublende. Elektro_2 tror det er minst en million skruer, mens rør_2 svarer at det i hvert fall er over 10 000. Det er altså et stort sprang i svarene som angis og på grunn av måten de uttrykker seg på antas det en stor usikkerhet. Merk også at de ulike fagene har ulikt utstyr som skal henges opp samtidig som prosjektene er av ulike størrelser. Det blir altså ikke riktig å sammenligne anslagene med hverandre.

Tabell 17: Estimert antall skruer og innspart tid på innfesting per skrue

Antall skruer		Ekstra tid	
Både måten informantene formulerer seg på og det store spranget indikerer at dataen må behandles med stor usikkerhet.		Informantene bruker ordene «anslå», «anta» og «estimere» så også denne dataen må behandles med usikkerhet.	
Rør_1 (Horten)	Opp mot 8000	Rør_1 (Horten)	4-5 min
Rør_2 (Voldsløkka)	Over 10 000	Ventilasjon_1 (Bamble)	0-1 min
Ventilasjon_1 (Bamble)	Ca. 20 000	Ventilasjon_2 (Eikeli)	1,5 min
Elektro_2 (Voldsløkka)	1 000 000	Elektro_3 (Eikeli)	1-2 min (små hull)
			3-5 min (store hull)

På spørsmål 2 er det fire av informantene som svarer, alle på e-post. Ventilasjon_1 svarer at det tar 0-1 minutt lengre uten å presisere noe mer. Ventilasjon_2 sier at man ved boring i betong må forbore, slå inn plugg, skru fast oppheng i plugg og eventuelt rengjøre betongstøvet. Han sier det trengs tre ulike verktøy og at det tar tid å transportere utstyr frem og tilbake i tillegg til at man må opp og ned på gardintrapp/ stillas/ lift flere ganger. Hvis man regner hele prosessen antar han det tar 1,5 minutt lengre å skru fast sammenlignet med tre. Rør_1 estimerer at det tar 4-5 minutter å feste i betong og 8 sekunder å feste i tre, mens elektro_3 sier det avhenger av størrelsen på hullet. Han sier det er en ekstra operasjon som krever rigging og bruk av drill. Han gir et anslag på 1-2 minutter per hull 6-8 mm, og

presiserer at det ikke brukes plugger, men betongskruer. Store hull med store laster i betongtaket kan regnes å ta 3-5 minutter med tanke på at du skal banke inn ekspansjonsbolt.

Tallene er ment som en illustrasjon på hvor mye tid man kan spare på å gjøre innfestingen i store prosjekter av tre istedenfor betong. Det mest pessimistiske anslaget antall skruer gis av rør_1 er opp mot 8000. Man kan anta at det tar 1 minutt lengre å feste en skrue i betong kontra massivtre, som også kan virke som et pessimistisk anslag basert på resultatene i tabell 17.

Total besparelse på innfesting (per fag) kan da være

$$8000 \text{ skruer} * 1 \frac{\text{minutt}}{\text{skrue}} = 8000 \text{ minutter} \approx 130 \text{ timer.}$$

Beregningen er da gjort gjeldene for alle fag, selv om det i realiteten vil variere fra prosjekt til prosjekt og fag til fag. Antall skruer i prosjektet vil i tillegg variere etter prosjektstørrelsen.

5.2 Økonomi

I dette kapitlet vil resultatene først presenteres uavhengig av prosjekt og det vil fokuseres på å få frem likheter og ulikheter. Videre vil resultatene kort knyttes opp til de enkelte case-prosjektene.

5.2.1 Resultater på tvers av case-prosjekter

Tabell 18 viser hyppigst nevnte forholdene rundt økonomi. Totalt seks av informantene opplever ingen forskjell i prisen på tekniske fag. Tallet består av fem informanter som sier dette selv, mens entreprenør_4 er tolket slik av forfatter. Entreprenør_4 sier at han tror de tekniske tjener på å montere i massivtre på grunn av tidsbesparelsen, men at de er konservative i planleggingen. Dette tolkes som at entreprenøren får samme tilbud siden de tekniske planlegger å bruke like mye ressurser og at det tar like lang tid i betong og massivtre.

Tabell 18. oversikt over erfaringene som ble hyppigst nevnt angående økonomiske forhold

	Bamble U.skole			Horten VGS		Voldsløkka U.skole			Eikeli VGS			Supplerende						
	Entreprenør_1	Ventilasjon_1	Elektro_1	Entreprenør_2	Rør_1	Entreprenør_3	Elektro_2	Rør_2	Entreprenør_4	Ventilasjon_2	Elektro_3	Supplerende_1	Supplerende_2	Entreprenør_5	Entreprenør_6	Entreprenør_7	Supplerende_3	Totalt
Billigere tilbud																		0
Økonomisk besparelse				x	x	x		x	x									5
Ikke billigere tilbud	x			x		x			x						x		x	6
Ikke økonomisk besparelse							x			x	x			x			x	5
Ikke billigere på grunn av mangel på erfaring				x		x									x		x	4
Vanskelig å si	x						x	x								x		4
Simplere/ billigere utstyr			x			x	x	x			x							5

Totalt fem informanter sier de tekniske fagene får en økonomisk besparelse ved å montere i massivtre istedenfor i betong, men tre av dem sier det ikke gjenspeiles i tilbudene. Totalt fem informanter sier det ikke finnes en økonomisk besparelse. Elektro_2 og rør_2 sier det er vanskelig å si om det er en økonomisk besparelse på grunn av fremdriften i prosjektet. Tre informanter sier de bruker billigere utstyr, mens ytterligere to informanter sier de bruker billigere utstyr. Totalt utgjør dette fem i kategorien «Simplere/ billigere utstyr». Siden elektro_2 nevner at drillen ødelegges av å treffe armeringen i betongen, tolkes det som å være en økonomisk ulempe med betong.

Elektro_1 tror at en av fordelene med å bygge i massivtre er at du får presset rådgiverne til å komme med et underlag kjapt, noe som kan gjøre rådgivningstimene færre og dermed billigere. Rør_2 forteller at de ikke var helt ferdige med prosjekteringen når elementene gikk til produksjon, og at de etter å ha vurdert risiko mot kostnad endte opp med å ta noen ekstra hull. De ekstra hullene gav ekstra kostnad, men til gjengjeld sparte det dem for å bore ekstra hull på byggeplassen. I samtalen med rør_1 svarer han aldri direkte på om det er billigere å montere i massivtrebygg, men han sier at du sparer masse tid og at tiden til rørleggeren koster penger. Dette tolkes som at han mener det er en økonomisk besparelse. Entreprenør_7 sammenligner å bygge med massivtre som å bygge med prefabrikkert betong. Han forteller at økonomien i prosjektet da ligger i at du flytter mye av produksjonen vekk fra byggeplassen.

Tabell 19 oppsummerer fordelene med massivtre, og ulempene med betong. I tabellen er også spart produksjonstid listet som en økonomisk fordel med massivtre, selv om det bare er fem informanter som oppgir at tidsbesparelsen medfører en økonomisk besparelse (tabell 18).

Tabell 19. Oppsummerer fordeler med massivtre og ulemper med betong som er funnet om temaet økonomi

Fordeler med massivtre	Ulemper med betong
- Billigere/ mindre festeutstyr	- Mer komplisert festeløsning til tyngre laster.
- Billigere/ simplere verktøy	- Kan bruke betongskruer for lette laster
- Rørleggeren sparer (kanskje) produksjonstid som følger av innfestingen	- Må ha slagdrill og støvsuger
	- Ødelegger drillen hvis man treffer armeringen
	- Rørleggeren bruker tid på oppmerking av utsparinger

Mangel på erfaring

I svarene som gis angående økonomien i prosjektet, er det særlig «mangel på erfaring» som går igjen. To informanter svarer at det er vanskelig å sammenligne økonomien i et massivtreprosjekt med et betongprosjekt på grunn av at de selv mangler erfaring, mens fire informanter oppgir at mangel på erfaring er grunnen til at det ikke er noen prisforskjell. Entreprenør_1 sier det er vanskelig å sammenligne siden det er hans første prosjekt i den størrelsen.

Entreprenør_7 sier det er vanskelig fordi man må sammenligne kvadratmeter pris for elektro i for eksempel et sykehjemsbygg på et råbygg i stål og betong og et råbygg i massivtre.

Det at rør_2 endrer tydelig syn på massivtreets fordeler og ulemper gjennom intervjuet tolkes som at også han mangler erfaring. I starten av intervjuet legger han vekt på massivtreets ulemper i forbindelse med prosjektering og problemer som har oppstått i prosjektet. Seinere i intervjuet legger han vekt på de positive aspektene massivtreet har, blant annet det som handler om enklere innfesting av tekniske installasjoner og arbeidsmiljø. Dette kommer tydelig fram i transkriberingsnotatene, men han påpeker også selv i løpet av intervjuet at han har endret oppfatning underveis. Dette tolkes som at planleggingen er gjort uten å ta hensyn til massivtreets fordeler på grunn av manglende erfaring og kunnskap om massivtrebygg. Informanten nevner også selv at utfordringene som dukket opp i prosjekteringsfasen skyldes manglende erfaring og ikke massivtreet i seg selv.

Fire informanter oppgir at prisen på det tekniske ikke er billigere, på grunn av mangel på erfaring, kunnskap eller forholdstall. Entreprenør_2 sier at når man ikke har forholdstall og kunnskap er det vanskelig å si hvor mye lavere man pristilbudet skal. Dette stemmer overens med det entreprenør_6 sier, som er at verken entreprenøren eller de tekniske entreprenørene har nok erfaring til at prisen kan presses ned. Entreprenør_3 tror også at de tekniske sparer en del penger på å montere i trebygg, men at det ikke gjenspeiles i tilbudene fordi de ikke forstår sammenhengen. Han legger til at det ikke snakk om store kostnader i den store sammenhengen.

Dette med erfaring er et gjentakende poeng i intervjuet med supplerende_3. Blant annet sier han at massivtrebygg planlegges likt som tradisjonelle bygg, på grunn av mangel på kunnskap fordi erfaringer ikke blir dokumentert. Supplerende_3 sier at det i dag ikke er noe forskjell på å bygge i massivtre og i betong siden man ikke drar nytte av forskjellene. Ved å samle og ta i bruk erfaringer, planlegge på massivtreets betingelser, bruke BIM fra start, innføre rekkefølgekravet og se det tverrfaglige så kan man også dra nytte av tids- og økonomiske fordeler.

5.2.2 Pris på tekniske fag i case-prosjektene

Ifølge entreprenørene i case-studien er det ingen forskjell i prisen som gis av tekniske fag i et massivtreprosjekt, sammenlignet med betongprosjekt. Funnene fra prosjektenes entreprenører, er oppsummert i tabell 20.

Tabell 20. Prisen på tekniske fag i case-prosjektene basert på informasjon fra entreprenørene

Entreprenør_1 Bamble U.skole	Entreprenør_2 Horten VGS	Entreprenør_3 Voldsløkka U.skole	Entreprenør_4 Eikeli VGS
<ul style="list-style-type: none"> • Ingen forskjell på pris • Vanskelig å sammenligne siden det er det største prosjektet informantene har vært med på 	<ul style="list-style-type: none"> • Ikke billigere tilbud • Tror de tekniske tjener på det, men at vi ikke får gevinsten • Mangler forholdstall og kunnskap for å si noe om hvor mye lavere man skal • Tror ikke vi kjenner til alle fordelene og at det kreves tett samarbeid for å finne hva som må gjøres for å få effekten fram 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen forskjell på tilbud • Tror de tekniske sparer penger på å montere i trebygg • Sparer tid og kan bruke billigere festemidler og verktøy • Tror ikke de tekniske forstår sammenhengen • Ikke snakk om store kostnader 	<ul style="list-style-type: none"> • Tror de tekniske tjener på å montere i massivtre fordi mye går på timer • Svarer ikke på om de mottar rimeligere tilbud, men svarer at de er konservative i planleggingen

Alle entreprenørene tror de tekniske tjener på å montere i trebygg sammenlignet med betong, men i verken Bamble, Horten eller Voldsløkka gjenspeiles det i pristilbudet. Entreprenør_4 svarer ikke på om de mottar rimeligere tilbud, men svarer at de tekniske er konservative i planleggingen. I lys av at ventilasjon_2 og elektro_3 begge svarer at det ikke er noe forskjell i prisen på å bygge i betong og i massivtre, så tolker forfatteren det som at heller ikke entreprenøren i Eikeli har mottatt lavere pristilbud fra de tekniske fagene. I tabell 21 oppsummeres hvert prosjekt basert på informantenes svar.

Tabell 21. Oppsummert erfaringer fra case-prosjektene om økonomiske forhold

Bamble U. skole	Horten VGS	Voldsløkka U. skole	Eikeli VGS
<ul style="list-style-type: none"> • Ingen prisforskjell • Muligens færre rådgivertimer 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen prisforskjell • Sparer mange timer produksjons-tid på byggeplassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen prisforskjell • Billigere festemidler og verktøy • Ingen merkbar forskjell på tidsbruk/bemannning 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen prisforskjell • Entreprenør tror de tekniske tjener pga tidsbesparelsen, men de tekniske svarer at det ikke er noen forskjell

Resultatene viser altså at det ikke er forskjell på prisen på tekniske fag. Fem av informantene mener det er en økonomisk besparelse, og like mange mener det ikke er en økonomisk besparelse. Fire personer sier det er vanskelig å si og fire personer mener det ikke er billigere på grunn av mangel på erfaring. I tillegg er det fem personer som peker på at det kan benyttes enklere eller billigere utstyr.

5.3 Arbeidsmiljø

I dette kapittelet presenteres erfaringer om arbeidsmiljøet i massivtrebygg. Først vil funnene presenteres prosjekt for prosjekt. Til slutt vil alle informantene sammenlignes for å få frem likheter og ulikheter i de ulike intervjuene.

5.3.1 Oppsummert funn fra case-prosjektene

Bamble Ungdomsskole

Informantene på Bamble ungdomsskole sier det er mindre støv og mindre støy på et byggeprosjekt i massivtre. I tillegg gir det tett bygg tidlig og bedre miljø og klima fra start. Slitasje som følger av arbeid over hodet reduseres på grunn av lettere verktøy og mer kortvarig arbeid. Tabell 22 inneholder en oppsummering av funnene fra Bamble Ungdomsskole.

Tabell 22. Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Bamble Ungdomsskole

Entreprenør_1	Ventilasjon_1	Elektro_1
<ul style="list-style-type: none">• Enkelt og greit• Støver mindre• Opplevs positivt• Gir en god følelse• Mindre støy• Bedre miljø og klima fra start og skjerming fra vær og vind på et tidlig tidspunkt	<ul style="list-style-type: none">• Slipper det finkorna betongstøvet• Må gjøre mer tiltak i betong for å holde det reint	<ul style="list-style-type: none">• Bedre å jobbe i• Bedre ifht støy• Bedre mtp helse siden du slipper betongstøvet• Mindre slitasje pga lettere verktøy og mer kortvarig arbeid over hodet

Horten VGS

Tabell 23 viser oppsummering av funnene fra Horten VGS. Informantene sier begge det er mindre støv, men legger også vekt på følelsen av å være i et massivtrebygg. De beskriver det som hyggeligere, varmere, lunere og lysere. I tillegg gir massivtrebygget en annen romklang og støynivået reduseres. Rørleggeren spares for mye fysisk jobb og ytre påkjenninger. Rør_1 sier blant annet

«med tungt verktøy å jobbe over hodet – det er noe av det verste vi gjør [...] Men det er mye mindre jobbing over hodet med massivtre, så jeg vil jo si at det sparer den enkelte»

Tabell 23. Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Horten VGS

Entreprenør_2	Rør_1
<ul style="list-style-type: none">• Hyggeligere og mer positivt arbeidsmiljø• Annen romklang• Føles lysere og varmere• Mindre støv	<ul style="list-style-type: none">• Føles lunere og varmere• Sparer rørleggeren for mye fysisk jobb og ytre påkjenninger• Slipper støv og støy fra boringen

Voldsløkka Ungdomsskole

Alle informantene fra Voldsløkka ungdomsskole sier at arbeidsmiljøet og trivselen i massivtrebygg er bra. Det er bedre luft på grunn av mindre støv i tillegg til mindre støy. Tømmerne i prosjektet har sagt at underlaget var mer behagelig på tredekke enn på et betongdekke. Rør_2 sier at miljøet oppleves forskjellig ut fra hvilket stadium bygget er i. Tabell 24 inneholder en oppsummering av funnene fra Voldsløkka Ungdomsskole.

Tabell 24: Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Voldsløkka ungdomsskole

Entreprenør_3	Elektro_2	Rør_2
<ul style="list-style-type: none">• Folk trives med å jobbe i trebygg• Tømmerne har sagt at tredekke er mye mykere å stå på enn betongdekke• Lufta og lyden blir bedre• Trivelig følelse	<ul style="list-style-type: none">• Alle er fornøyd med å jobbe i massivtre• Mye mindre støv og støy• Massivtre er kjempefint	<ul style="list-style-type: none">• Miljøet oppleves forskjellig ut fra hvilket stadium bygget er i• Tror miljøet er bedre i trebygg og at håndverkeren er mer fornøyd uten å tenke over det• Slipper betongstøv så det blir bedre luft• Støynivået er lavere

Eikeli VGS

På Eikeli VGS legges det blant annet vekt på følelsen av å være i massivtrebygget. Det blir mer behagelig, lysere, varmere og hyggeligere, i motsetning til betong som føles kaldt og fuktig. Massivtrebygget oppleves reinere siden man slipper betongstøvet, selv om det

fremdeles kommer støv fra gipsen. Uansett så slipper man betongstøvet som ødelegger brillene, noe som er både irriterende og kostbart. I tillegg oppleves prosjektet stille og rolig siden man slipper støy fra boringen. Likevel knaker det på grunn av mye trykk når du skrur en lang skrue rett inn i treet, noe som gir knaker. I et betongbygg er man dessuten mer forberedt på høye lyder og kanskje flinkere å bruke hørselsvern. I massivtrebygg kan lyder komme plutselig og overraskende som for eksempel kapping av aluminiumskanaler. Arbeid over hodet reduseres til én arbeidsoperasjon og man slipper den tunge boremaskinen. Tabell 25 inneholder en oppsummering av funnene fra Eikeli VGS.

Tabell 25: Massivtreets påvirkning på arbeidsmiljøet fra informantene knyttet til Eikeli VGS

Entreprenør_4	Ventilasjon_2	Elektro_3
<ul style="list-style-type: none"> • Gir et annet miljø • Lysere og mer behagelig • "Rot skaper rot" 	<ul style="list-style-type: none"> • Kjempefint, behagelig og hyggelig å jobbe i massivtre • Råbygg i betong føles kaldt og fuktig • Fordeler hms-messig • Slipper betongstøvet som ødelegger brillene • Reinere • Slipper lyden fra boringen, selv om det knaker godt når du skrur i massivtre og • Fordel å slippe den tunge boremaskinen 	<ul style="list-style-type: none"> • Stille og rolig • Problem med støy er plutselig høye lyder • Sparer støv, men får fremdeles støv fra gipsen • Arbeid over hodet begrenses

5.3.2 Resultater på tvers av case-prosjekter

Tabell 26 viser en oversikt over det som ble hyppigst nevnt. I kategorien «Positivt arbeidsmiljø» er det krysset av hvis intervjuobjektet nevner bedre miljø, klima eller luft, tørrere luft, bedre å jobbe i, fornøyd eller trives med å jobbe i massivtre eller helse- eller HMS-fordel. I kategorien «Positive følelser» inngår i tillegg beskrivende ord som behagelig, lunt, varmt, hyggelig, lyst, trivelig, kjempefint, hjemlig og koselig. «Mindre slitasje» innebærer lettere verktøy (i vekt) og mer kortvarig tungt arbeid. I tillegg har entreprenør_3 et kryss her siden de nevnte at usparklet tredekke gir et mykere underlag i forhold til betongdekke og at det derfor er bedre å stå på en hel dag.

Tabell 26: Fordeling av det som ble nevnt om arbeidsmiljøet i massivtrebygg

	Bamble U.skole			Horten VGS		Voldsløkka U.skole			Eikeli VGS			Supplerende						
	Entreprenør_1	Ventilasjon_1	Elektro_1	Entreprenør_2	Rør_1	Entreprenør_3	Elektro_2	Rør_2	Entreprenør_4	Ventilasjon_2	Elektro_3	Supplerende_1	Supplerende_2	Entreprenør_5	Entreprenør_6	Entreprenør_7	Supplerende_3	Totalt
Positivt arbeidsmiljø	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x			x	x	12
Positive følelser	x			x	x	x	x		x	x			x		x	x		10
Mindre støy	x		x	x	x	x	x	x		x	x		x		x	x		12
Mindre støv	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x	x	x	14
Mindre slitasje			x		x	x				x	x							5

Entreprenør_1 sier at en fordel er at du får skjerming fra vær og vind på et tidligere tidspunkt hvis du har yttervegger i massivtre. Det er også tolv som nevner at det blir «bedre i forhold til støy» eller liknende. Det kan enten bety at det er lavere støynivå i massivtrebygg, at det er en «annen romklang» slik entreprenør_2 sier eller «god akustikk» slik entreprenør_7 sier.

Ventilasjon_2 sier at selv om du slipper lyden fra slagboremaskinen, så knaker det når du skrur inn i treverket uten å bore først. Ifølge elektro_3 er noe av problemet med støy når du ikke er forberedt, eller blir overrasket av høye lyder, noe som kan være et større problem i massivtre- enn i betongbygg. Rør_1 sier at noe av det verste arbeidet er å jobbe med hendene over hodet, og siden det meste av tekniske installasjoner er i taket vil varigheten av arbeidet og vekten på verktøyet kunne gjøre en forskjell med tanke på slitasje. Totalt fire stykk nevner dette som en fordel med massivtrebygg. Hele tretten av informantene sier at du slipper det fine støvet som kommer når du borer i betong og entreprenør_7 nevner i tillegg at man slipper lukten av betongstøv. I massivtre har man likevel, i tillegg til trestøvet, støv fra gipsen slik elektro_3 nevner. Entreprenør_4 sier at det er lettere å rengjøre massivtrebygg i forhold til betongbygg, og at det gir ringeffekter siden det skal mer til å rote der det er ryddig.

Tabell 27 oppsummerer funnene gjort med hensyn til arbeidsmiljøet i et massivtrebygg.

Tabell 27. Oppsummering av funn om arbeidsmiljøet i massivtrebygg

Oppsummering av funn
- Mindre betongstøv
- Mindre støy eller bedre akustikk/ romklang
- Mindre arbeidsslitasje
- Føles varmt i forhold til betong
- Råbygg i betong er fuktige
- Bedre klima fra start og skjerming fra vær og vind tidlig
- Positive følelser og trivsel

5.4 Andre forhold

I dette kapittelet nevnes kort andre forhold som ble nevnt av informantene og som har innvirkning på forskningsprosjektets resultat eller som er forklarende til konklusjonene som trekkes. På grunn av begrenset tid i forskningsprosjektet vil forskeren ikke gå i dybden på de følgende temaene, og det er heller ikke utarbeidet et eget vedlegg for de følgende temaene.

5.4.1 Prosjektering, endringsmeldinger og feil

Gjennom intervjuene forteller flere at det ikke er mer prosjektering i massivtre- enn i betongbygg, men at fasen flyttes tidligere. Noen informanter forteller at de tekniske fagene har en mer krevende prosjektering i massivtre-byggene, noe som begrunnes med manglende erfaring. Dessuten krever massivtre-prosjekter at alle utsparinger er bestemt når elementene bestilles. I kapittel 5.1.2 nevnes dette som en fordel fordi prosjekteringen gir et ryddig og strukturert prosjekt og fordi utsparingene er tatt slik at man unngår boring på byggeplassen. Likevel er det flere informanter som påpeker både ulemper og utfordringer med tidlig detaljprosjektering. Det krever for det første at kontraktene er på plass slik at de involverte har forutsetningene til å detaljprosjektere. I tillegg krever det at prosjektet er modent noe som innebærer at beslutninger må bli tatt tidlig nok. Hvis ikke kan det bli mye endringer og dermed ekstra jobb i etterkant. Ventilasjon_2 påpeker for eksempel at ønskene fra bruker kan komme stykkevis og delt, noe som gjør at prosjekteringen må gjøres på ny. Av de som blir spurt, er det ingen som oppgir at det er noen forskjell på antall endringsmeldinger i prosjektet.

Rør_1, ventilasjon_1 og elektro_1 påpeker at det er større slingringsmonn eller at det kan være enklere å få alt riktig når hovedentreprenøren borer hullene på byggeplassen i etterkant. Noen informanter forteller blant annet at de «aldri blir ferdig» med prosjekteringen og at de ikke ville klart å levere prosjektet på tiden om prosjekteringen alltid skulle vært ferdigstilt før byggingen startet. Ventilasjon_1 og elektro_2 legger til at det er fint å være ferdig med prosjekteringen tidlig. Flere entreprenører sier også at man i en optimal verden aldri skulle startet bygging før prosjekteringen var ferdig.

Rør_1 forteller at det er kun de store utsparingene som blir tatt på forhånd i betong. Ventilasjon_1 og rør_2 oppgir at det mest utfordrende med prefabrikkering er det praktiske. Ventilasjon_1 sier det kan bli utfordrende om du prosjekterer feil, eller så kan du ha prosjektert riktig med at for eksempel limtretrageren plasseres feil. Rør_2 forteller at det prosjekteres med visse godkjente byggeavvik. Hvis alle elementene plasseres 1-2 mm feil, så kan det bli flere millimeter til slutt. Det kan i så fall bli vanskelig å føre rørene gjennom utsparingene. Erfaringene er foreløpig gode, og alle informantene oppgir at utfordringene har latt seg løse.

Informantene virker fornøyd med å ta utsparingene på fabrikk og fem informanter opplyser at de har truffet godt på plassering og størrelse på utsparingene. Entreprenør_7 nevner at det generelt blir lite feil når man bruker BIM siden man får kvalitetssikret arbeidet. Entreprenør_2 tror det blir mindre prosjekteringsfeil og ser det som fordelaktig at det blir tatt en avgjørelse tidlig. Han tror det er billigere å gjøre vurderinger og eventuelt rette opp i småting etterpå, enn å ikke ta beslutningen. Videre anslår han at de treffer på omtrent 95%. Elektro_3 oppgir at de prosjekterer føringsveier med 30% reservekapasitet, men at de i noen tilfeller likevel måtte bore ekstra hull. Det skyldes enten feil eller endringer.

Det kommer ikke fram at det er vanskeligere å rette opp i feil i massivtreveggene, både entreprenør_1 og entreprenør_6 oppgir at det er enkelt å rette opp i feil i massivtre. De store hovedføringene er som regel under kontroll, og mindre utsparinger kan eventuelt bli tatt på byggeplassen. Store utsparinger i bærende massivtrevegger eller utsparinger i limtrebjelker kan ifølge ventilasjon_1 være utfordrende å rette opp i, men det skjer sjelden. I de tilfellene kan det være enklere å rette opp i stål- og betongbygg. Det er ikke sikkert du kan skjære nytt hull i limtretrageren og det er mest sannsynlig hvis det er montert et nytt dekke oppå så får du ikke byttet den ut slik du kan med stålbjelker.

Tre informanter sier det blir mindre administrasjon i massivtrebygg, og én informant sier det ikke er noen forskjell. Ifølge entreprenør_4 og _6 er det viktig at de tekniske fagene har eierskap til prosjektet. Dette gjenspeiles i hvor aktive de er i fremdriftsmøtene og hvor flinke de er på å se totaliteten. Eierskap kan være årsaken til at noen er flinkere enn andre til å sjekke hvem som er før og etter dem. Tidlig involvering og involverende planlegging kan være med å skape eierskap, ifølge entreprenør _2, _4 og _6. Entreprenør_3 tror ikke de har mer eierskap til massivtre- enn betongprosjekter.

5.4.2 Forhold rundt fremdrift

Massivtre-elementer er lettere i vekt enn betongelementer, noe som reduserer faren ved å oppholde seg i etasjene under løftingen. Det er varierende hvilken effekt dette har hatt på prosjektene, da det avhenger av hovedentreprenørens interne HMS-regler. Ifølge entreprenør_2 må det være to hele etasjer med fullt av støtter over der du jobber, i et betongbygg. I Horten VGS ble det tatt en ekstra vurdering på dette, noe som endte med at det kun var behov for én etasje mellom. Dermed kunne rør_1 komme inn tidligere i både Horten og Bamble, noe som var fordelaktig siden han kan utføre omtrent 60% av hele produksjonen uten tette vegger. På Voldsløkka ungdomsskole måtte derimot all løfting være ferdig før de kunne starte med innvendig arbeid.

Ifølge entreprenør_7 har massivtrebygg kortere spenn enn betong siden de tar mindre laster, og elementene tar større plass i seg selv. Supplerende_3 legger til at i massivtrebygg er korridorene ofte en del av bæresystemet. Dermed er føringsveiene og rekkefølgen for fagene gitt på forhånd, i motsetning til i betongbygg hvor du har hele himlingen å jobbe med. Dette må inn i BIM-modellen på et tidlig tidspunkt, slik at fremdriftsplanen kan legges opp ut fra dette. Elektro_1 sier at selv om monteringen må gjøres i en viss rekkefølge, så er det lettere å komme i gang når du først får klarsignal. I betongbygg er det flere prosesser å vente på. De er ofte fuktige og må derfor tørkes opp før de kan begynne å male vegger og støpe gulv inne. Når du skal i gang, må du hente mer verktøy og festeutstyr og må opp og ned flere ganger for å feste utstyret. Dessuten kan støttene ifølge entreprenør_2 fjernes i massivtrebygget, slik at bygget er mer tilgjengelig å jobbe i enn betongbygg i denne fasen.

Elektro_1 og rør_1 sier at det kreves støvsuging under og eventuelt etter boring i betongen og ventilasjon_1 sier at det kanskje kreves mer tiltak for å holde et betongbygg tilfredsstillende

rent. Rør_2 forteller at støvsugeren på boremaskinen ikke tar 100% av støvet. Det vil uansett være støv fra gipsen som elektro_3 påpeker. Entreprenør_2 og elektro_2 ser ikke noen gevinst i rengjøring av bygget, siden det er de samme prosessene som uansett må gjøres.

Ventilasjon_2 påpeker at når det er en spesifikk rekkefølge på ting som monteres, så blir det forsinkelser hvis noe er forsinka eller mangler. Likevel er det bare en brøkdel av arbeidet som er avhengig av andre fag så det blir i mange tilfeller en innebygd slakk. Entreprenør_3 sier det er de samme avhengighetene i massivtre- og betongprosjekter og at det ikke er noen prinsipiell forskjell på rekkefølgen av ting. I betongbygg kan en del av utstyret monteres før bygget var tett, mens på Voldsløkka ungdomsskole måtte gipsplater monteres på undersiden av dekkene før de tekniske kunne henge ting. Dette krevde på sin side at bygget var tett og tørt. Også entreprenør_7 sier at man er mer avhengige av tørt bygg før man kan begynne innvendig i massivtrebygg. I tillegg er det tre informanter som nevner at de er avhengige av å få massivtre-elementene levert på tiden og i riktig rekkefølge, siden alle påvirkes av eventuelt forsinkelser.

5.4.4 Informantenes holdning

Flere av informantene fremstod i intervjuene som svært positive og entusiastiske når det kom til massivtre. Forskeren har derfor vurdert hvorvidt dette har betydning for resultatene i studien.

Gjennom intervjuet sier for eksempel entreprenør_2 «Vi elsker det [massivtre] jo, ikke sant» og «Vi er på en måte egentlig bare positive vi altså». Også rør_1 vurderes til å være ekstremt positiv til massivtre, blant annet gjennom måten han forteller om festeprosessen i betong. I tillegg sier han at «det blir mer og mer av det [massivtre]. Jeg ser det som, for vår del, utelukkende positivt» og «treverk er jo en fantastisk fornybar ressurs». Rør_1 og elektro_1 sier begge de hadde foretrukket trebygget alle gangene om de kan velge mellom to tilsvarende prosjekter i tre og betong. Elektro_1 sier i tillegg «helhetlig er det mye bedre med massivtrebygg». Basen fra ventilasjon_2 fremstår som veldig positiv til massivtrebygg og sier blant annet «stort sett fordeler med massivtre, skulle hatt mer av det» og «det er mye hyggeligere å jobbe i trehus», mens prosjektlederen fremstår som likegyldig. På den andre siden fremstår prosjektlederen fra elektro_3 som mindre positiv til trebygget ved å for eksempel påpeke utfordringer med trebygg. For eksempel stiller han seg kritisk til

miljøgevinsten, påpeker treets utfordringer som knirking og krymping og synes ikke synlige massivtrevegger er spesielt fint. I tiden da entreprenør_3 ble intervjuet var det en del utfordringer med prosjektets fremdrift. De informerte selv om at deres syn på massivtre kunne være fargelagt av prosjektets utfordringer.

Figur 20 viser at det ikke ser ut til å være en sammenheng mellom forfatterens tolkning av informantenes holdninger og forskningsprosjektets resultat.

	Bamble			Horten		Voldsløkka			Eikeli			Supplerende				Totalt (17)		
	Entreprenør_1	Ventilasjon_1	Elektro_1	Entreprenør_2	Rør_1	Entreprenør_3	Elektro_2	Rør_2	Entreprenør_4	Ventilasjon_2	Elektro_3	Supplerende_1	Supplerende_2	Entreprenør_5	Entreprenør_6		Entreprenør_7	Supplerende_3
Tidsbesparelse?	1	1	1		1	1	1	1	1			1		1		1	1	12
Økonomisk besparelse?				1	1	1			1							1		5
Positiv til arbeidsmiljøet?	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	14
Positive resultater	2	1	2	2	3	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	3	2	
Positive holdninger?		1	1	1	1	-1	1	0		1	-1				0	0	0	

Figur 20. I figuren gjøres en sammenligning av resultatene i studien med forfatterens forståelse av informantenes holdninger. Det ser ikke ut til å være en sammenheng mellom positive/ negative holdninger og antall poeng på positive resultater

7. Diskusjon

Et prosjekts suksess defineres av Eriksson og Westerberg (2011) til å være bestemt av kostnad, tid, kvalitet, bærekraft, arbeidsmiljø og innovasjon. Massivtre er både bærekraftig og innovativt, og videre vil det diskuteres hvilken effekt massivtre har for de tekniske håndverkernes tid, kostnad, arbeidsmiljø og kvalitet. Resultatene fra studien tyder foreløpig på at

- Det går forttere å montere tekniske installasjoner i massivtre, men tidseffekten er ikke synlig i prosjektenes fremdrift
- Det er varierende om informantene ser muligheter for økonomiske besparelser og prisen på tekniske fag er den samme
- Effekten på håndverkerens arbeidsmiljø er positiv av flere årsaker

I dette kapittelet vil resultatene sammenlignes med hverandre og med teorien presentert i kapittel 2. Diskusjonen utgjør grunnlaget til konklusjonene som trekkes og mulige årsaker til resultatene drøftes. Kapittelet er delt inn i fire kapitler. Først diskuteres konsekvensene tid, økonomi og arbeidsmiljø, før kapittelet avrundes med å drøfte styrker og svakheter med studien.

6.1 Tid

Resultatene fra studien viser at det i stor grad var enighet om at montering av tekniske installasjoner var enklere og raskere i massivtrebygg, sammenlignet med betongbygg. Dette stemmer overens med litteraturen som er presentert i teoridelen (Gustafsson & Gustafsson, 1999; Halseth et al., 2019; Norsk Treteknisk Institutt, 2006a). Men hvilken effekt har det at det er enklere å montere det tekniske i trebygg? Flere av informantene nevner «enklere» og «raskere» om hverandre, og det er dessuten de samme begrunnelsene som legges til grunn for at monteringen er enklere eller raskere. Begrunnelsene er som følger

- Innfesting av tekniske installasjoner er enklere, uten forboring
- Innfesting er mulig overalt på grunn av kontinuerlig tredekke
- Ferdigprosjektert ved byggestart gjør at tegningene er komplette fra start samt at utfordringer og eventuelt kollisjoner blir håndtert på forhånd

- Enkelt å se hvor rørene skal og slipper å merke opp hull på grunn av prefabrikkerte utsparinger
- Enklere bearbeiding siden hullene kan justeres med motorsag og det er enklere å ta utsparinger gjennom en trevegg i forhold til betong

Innfestingen kan gjøres uten forboring, noe som gjør at prosessen går raskere. Videre kan det diskuteres hvilken tidseffekt det har at man kan bruke mindre utstyr i forbindelse med monteringen og hvilken effekt det har å slippe betongstøvet. Mindre utstyr gir en fordel i forbindelse med oppstart av produksjonsarbeidet. Likevel finnes det ifølge elektro_1 mye multiverktøy som gjør at man kan komme unna med kun ett verktøy i betong også.

Ventilasjon_2 sier for eksempel at festing i betong krever tre ulike verktøy og at de derfor bruker tid på å transportere utstyr frem og tilbake i tillegg til at de må gå opp og ned gardintrappen, stillaset eller liften. Elektro_1 påpeker at du også må ha med støvsuger for å utføre arbeidet i betongen. Boringen produserer betongstøv som må rengjøres dersom bygget er i gul eller rød sone, noe som kan påvirke prosjektiden. Selv om noen sier det krever mer tiltak å holde et betongprosjekt reint enn et massivtreprosjekt, så er det flere informanter som sier at de samme rengjøringsprosessene uansett må gjøres.

Dessuten kan man feste overalt i tredekke, noe som gjør at håndverkerne ikke trenger å leite etter steder å feste. På den andre siden begrenses betongelementer av armering og hullene i hulldekke-elementene (figur 6). Dette gjør at det er enklere å flytte på utstyret dersom det skulle oppstå kollisjoner mellom det tekniske utstyret. Det at alt er ferdigprosjektert på forhånd, reduserer i tillegg risikoen for at kollisjoner skal skje siden det er testet i BIM på forhånd, slik også Lu og Korman (2010) erfarte. Når alt er detaljprosjektert tidlig, kan håndverkerne oppnå ytterligere tidsbesparelser ved å bestille rør og utstyr i ferdig-kuttete størrelser slik entreprenør_2 nevner.

Tolv av de sytten informantene mener det er en tidsbesparelse på monteringen. Det er tre som gjetter at tiden som spares er mellom 20-40%. I kapittel 5.1.2 gjøres et anslag hvor mye ekstra tid det tar å feste en skrue i betong istedenfor massivtre, i stor grad basert på gjetting fra informantenes side (tabell 17). Resultatet viste at hvert teknisk fag kan spare rundt 130 timer på å innfesting i store prosjekter, hvis det bygges i tre istedenfor betong. Anslagene kommer fra personer med erfaring, men må behandles med usikkerhet på grunn av måten svarene formuleres på og på grunn av store variasjoner i estimatene som gis. I tillegg leveres massivtreelementene med prefabrikkerte utsparinger noe som gir mindre arbeid på byggeplass

(Kremer & Symmons, 2015). For håndverkerne betyr dette at de slipper å merke opp hull til kjerneboreren i tillegg til at det er enkelt å se hvor føringene skal plasseres.

I Halseth et al. (2019) sin studie kom det frem at selv om selve montasjen var raskere i massivtre, så hadde bygget 10,5% økt timeverksforbruk i forbindelse med innvendig arbeid. Mangel på erfaring får mye av skylden i dette, i tillegg til at utfordringer med fremdrift gav lavere produktivitet og høyere krav til kommunikasjon på byggeplassen (Halseth et al., 2019). Dette kan sammenlignes med resultatene i denne studien. Det er bred enighet om at montasjen er enklere og/ eller raskere i massivtrebygg i intervjuene. I motsetning til studien til Halseth et al. (2019) viser resultatene ingen tegn til at timeforbruket er høyere i trebygg sammenlignet med betongbygg. Resultatene tyder faktisk på at det er tid å spare for de tekniske fagene. Likevel betyr ikke det at resultatene er motstridende, ettersom Halseth et al. (2019) sin studie inkluderer alt av innvendig arbeid mens denne studien kun omhandler montering av det tekniske utstyret.

Tidsbesparelsen informantene beskriver kan også skyldes andre forhold, som for eksempel god plass mellom himling og dekke noe som ifølge ventilasjon_2 var tilfellet på Eikeli VGS. Likevel gir resultatene sett i lys av teorien presentert, god grunn til å konkludere med at montering av tekniske installasjoner går raskere og lettere i massivtrebygg. Hvilken effekt dette faktisk har på prosjektets fremdrift er mer sammensatt. Av de seks informantene som ble spurt var det ingen av dem som kom på noen ekstra aktiviteter som dukket opp. Likevel viser resultatene at det er

- Fire som ikke har merket tidseffekten, men som tror den finnes
- To som ikke tror det er noe tidseffekt
- Fem sier at det ikke er noen forskjell i fremdriftsplanleggingen og ytterligere tre tolkes som at de ikke gjør noen forskjell i planleggingen
- Fire som tror det er snakk om en veldig liten tidsbesparelse sett i perspektiv av prosjektets fremdrift

Det kan være flere grunner til dette. En grunn kan være at det har blitt brukt taktplanlegging. Siden dette innebærer at alle arbeider holder samme takttid (Seppänen, 2017), så vil det ikke utgjøre en forskjell om rørleggeren er ferdig noen timer tidligere. Dermed blir ikke tidseffekten merkbar, selv om håndverkerne merker at installasjonene er enklere eller går raskere. En annen grunn til at tidseffekten ikke merkes, kan være at man er mer rekkefølgeavhengig i et massivtrebygg, på grunn av kortere spenn og tykkere elementer

(Alexander et al., 2010; Norsk Treteknisk Institutt, 2006b). Siden betongkonstruksjoner ofte har bærende konstruksjon av søyler, så vil de tekniske ha hele taket å jobbe på hele tiden. I prosjekter som har massivtre i innerveggene vil det naturligvis bli trangere i gangene, selv om det er god plass i klasserommene. Siden alle hovedføringer legges i gangene så kreves det nøye planlagt rekkefølge på de tekniske fagene for å unngå kø og venting. Den detaljerte planleggingen, i kombinasjon med mangel på erfaring, kan gjøre at eventuell tidsbesparelse ikke legges inn. Hvis et fag er ferdig noen timer før planen, kommer ikke neste fag inn før planen uansett – med mindre dette er godt kommunisert i god nok tid på forhånd.

En tredje grunn kan være at det var forsinkelser i fremdriftsplanen, noe som kan hindre at tidseffekten har vært merkbar. Flere av informantene nevner at de har oppbemannet for å holde fremdriften. Oppbemanning kan gjøre at informantene kobler eventuelt raskere fullførelse opp mot oppbemanningen istedenfor selve monteringsjobben. Dessuten revideres fremdriftsplanen jevnlig ved forsinkelser, noe som kan skjule effekten.

Mangel på erfaring kan være en av grunnene til at eventuell tidsbesparelse ikke viser seg i prosjektets fremdrift. Det kan også være grunnen til at eventuell tidsbesparelse ikke er lagt inn i fremdriftsplanene. Selv om noen av informantene hadde erfaringer fra flere massivtreprosjekter, var massivtre ferskt for andre. Det var også tydelig at noen hadde tenkt gjennom fordelene tidligere, mens andre for første gang tenkte over dette i intervjuet. Informantene svarer grublende på spørsmålet om antall skruer og tidsbesparelse per skrue, og det er store variasjoner i anslagene som gis. Dette kan tyde på at informantene ikke har reflektert over forholdet tidligere. Mangel på erfaringstall og kunnskap om massivtre gjør, slik supplerende_3 sier, at prosjekteringen og planleggingen blir gjort basert på tidligere stål- og betongprosjekter i tillegg til at det prosjekteres på sikker side. Mangel på erfaring er av grunnene Halseth et al. (2019) nevner som årsak til økt timeverk i forbindelse med innvendig arbeid. Det ble brukt mer tid på å koordinere tekniske føringer mot andre fag, det var en del nye oppgaver og produksjonstoget ble mer komplisert (Halseth et al., 2019).

Videre kan det skyldes mangel på kommunikasjon eller eierskap til prosjektene. God kommunikasjon kan redusere faren for sub-optimalisering (Bråthen et al., 2020), mens eierskap er viktig for blant annet å dele kunnskap med hverandre (Wang et al., 2019). Dette kan derfor være en annen grunn til at tidseffekten ikke blir merkbar i prosjektene.

Suboptimalisering kan innebære at ikke alle får nytte av den positive effekten. Mangel på kommunikasjon kan gjøre at hvis et fag er ferdig før tiden, så blir ikke neste fag informert om dette tidsnok. Forskningen har ikke gått i dybden på dette forholdet, men ut fra resultatene i

kapittel 4 og 5 så er det ingen tegn til at dette har vært et problem. Case-prosjektene er uansett tidlig involvert, og hovedentreprenørene har fokus på at de tekniske skal ha eierskap.

Prosjektene har involvert fagene i fremdriftsplanleggingen og hatt jevnlig møter med fagene.

Hvis montering av de tekniske installasjonene i massivtrebygg gjør at utførelsen av jobben går raskere, uten å ha en effekt på fremdriften kan det bety at håndverkerne tar seg bedre tid på å gjøre arbeidsoppgavene. Hvis arbeidsoppgavenes omfang reduseres, men tidsperspektivet forblir konstant vil dette snu problemstillingen som Zhang og Xing (2010) beskriver.

Reduksjon av tid vil ifølge dem kunne gå på bekostning av enten økonomi eller kvalitet på bygget (Zhang & Xing, 2010). Siden byggeprosjekter ofte har høyt tidspress så kan det derfor tenkes at tidsbesparelsen på monteringen, øker kvaliteten eller reduserer kostnaden på arbeidet. Redusert tidspress og enklere arbeidsoppgaver kan dessuten medføre redusert stress i form av belastning (Skogstad, 2001). Dermed kan tidsbesparelsen bidra til at håndverkeren har en mindre stressende hverdag hvor han kan være mer avslappet både på jobb og hjemme. Dette kan igjen gi håndverkeren bedre psykisk helse og dermed bedre arbeidsmiljø.

6.2 Økonomi

Studien viser at det ikke var prisforskjell på de tekniske fagene i et massivtreprosjekt og et betongprosjekt, i likhet med studien til Måløy et al. (2020). Likevel fant forskeren at montering av tekniske fag har potensial til å være billigere enn i betongbygg på grunn av færre timer samt billigere festeutstyr og verktøy. Dette stemmer overens med flere studier som nevner at tekniske fag har potensiale for besparelser i massivtrebygg (Koppelhuber & Magg, 2020; Måløy et al., 2020; Norsk Treteknisk Institutt, 2006a). Av de tekniske fagene er det to informanter som ser det kan være en økonomisk besparelse i massivtrebygg, mens tre ikke tror det finnes en økonomisk gevinst. I tillegg til billigere festeutstyr og verktøy, kan massivtrebygg vise seg å gi mindre slitasje på verktøy. Elektro_2 påpeker at det er typisk å treffe armeringen ved boring i betong, noe som ødelegger drillen.

Massivtrebygg settes opp med bruk av prefabrikkerte elementer. Prefabrikkering innebærer å flytte deler av produksjonen fra byggeplass til fabrikk noe som medfører økt kostnadseffektivitet (Gibb, 1999; Koppelhuber & Magg, 2020; Kremer & Symmons, 2015; Schwarzmann et al., 2018). For håndverkeren innebærer dette at detaljprosjekteringen må være ferdig innen massivtreelementene sendes til produksjon slik at utsparingene blir tatt på

fabrikk. Studien har vist at dette sparer håndverkeren for flere timer på byggeplass siden han slipper å merke opp hull, i tillegg til at det gjør det enkelt å se hvor hullene skal.

Håndverkerne må i betongbygg planlegge oppmerking av hull tidlig nok slik at hullene er tatt innen de skal jobbe i området. Hvis ikke kan konsekvensen være at de må vente på kjerneboringen. Altså har de prefabrikkerte elementene spart håndverkerne for timer på plassen i tillegg til å redusere risikoen for å måtte vente før de kan starte å arbeide i neste sone. Dessuten slipper hovedentreprenøren å betale for å ha en kjerneborer på byggeplassen for å ta de oppmerkede hullene.

Hvis det stemmer at prosjekter blir mer kostnadseffektive av å flytte produksjon fra byggeplass til fabrikk, betyr det at det eksisterer en økonomisk besparelse knyttet til håndverkernes arbeid. Likevel er dette en økonomisk besparelse knyttet til det å bygge med prefabrikkerte elementer og ikke nødvendigvis massivtreet i seg selv. Den samme besparelsen kan oppnås med betongelementer og kan derfor være en grunn til at informantene ikke oppgir dette som en økonomisk besparelse.

Resultatene peker i tillegg mot at det er enklere å legge til ekstra utstyr i etterkant. Både fordi du kan feste overalt, du kan bruke vanlige treskruer og enklere verktøy og du slipper betongstøvet som kommer av å bore. Det kan derfor tenkes at det vil være en økonomisk fordel i driftsfasen i massivtrebygg (fase 7 i figur 1). Studien går ikke i dybden på dette.

Videre kan tilbakehold av informasjon være en grunn til at de økonomiske forskjellene ikke ha kommet fram. Intervjuer spurte om enklere temaene først, for så å stille vanskeligere spørsmål. Dette gav stort sett rekkefølgen arbeidsmiljø – tid – økonomi. Det var i hovedsak bare positivt som kom ut når informantene pratet omkring arbeidsmiljø og tid, selv når intervjuer etterspurte ekstra ulemper eller utfordringer med å bygge i massivtre. Straks intervjueren spurte om informasjon om økonomi, oppfattet intervjueren at de tekniske informantene svarte mer kortfattet og bastant enn tidligere. Dette kan ha flere årsaker. For det første kan det, hvis det er snakk om en økonomisk besparelse, bety at informantene ikke ønsker at informasjonen skal komme frem. Alternativt så kan det enkelt og greit bety at det ikke finnes noen økonomiske forskjeller, for eksempel fordi kostnadene øker på andre punkter i entreprisene.

Mangel på erfaring kan være årsaken til at den økonomiske besparelsen ikke gjør seg synlig. Selv om de tekniske entreprisene er lik i både massivtre- og betongprosjekter, er det tydelige muligheter for økonomiske besparelser på flere poster. Dette er i tråd med funnene til Måløy

et al. (2020), som i tillegg konkluderer med at prisen på massivtreprosjekter vil reduseres med tiden. Dette begrunnes med at økt erfaring og kompetanse vil gi økt produktivitet og redusert risiko i massivtre-prosjekter (Måløy et al., 2020). Dette er overens med denne studiens funn. I tillegg til at flere av informantene i studien sier det er vanskelig å sammenligne prisen på tekniske fag med et tilsvarende betongprosjekt, så er det flere som nevner at manglende erfaring er grunnen til at prisen på de tekniske fagene er den samme. Hvis de involverte ikke har reflektert over hvilke fordeler massivtre kan gi for de tekniske fagene, vil fordelene heller ikke kunne hentes fram. Dessuten er det vanskelig å si hvor stor besparelse det er snakk om, slik entreprenør_2 sier, og derfor ikke mulig å presse prisen lavere uten mer kunnskap.

Blant funnene til Schwarzmann et al. (2018) sin studie er det å skape profesjon et poeng for å øke kunnskap og skape utvikling. Dette ble også nevnt av supplerende_3 som en forutsetning for å få frem den økonomiske effekten i massivtreprosjekter. Uten erfaring planlegger man ikke på massivtreets betingelser. Dette innebærer at de tekniske fagene planlegger å bruke like mange timer og ressurser som de ellers ville brukt, og pristilbudet blir derfor det samme. I Halseth et al. (2019) sin studie får mangel på erfaring en del av skylden for at kostnadene i massivtreprosjektet ble dyrere. Siden massivtre er nytt kreves det ifølge Koppelhuber og Magg (2020) blant annet tidlige planer og ekstra koordinering mellom grensesnitt for å ikke gå på bekostning av tid og økonomi. Dersom de undersøkte prosjektene ikke har hatt dette på plass, så kan også dette være en grunn til at den økonomiske gevinsten ikke har kommet til syne.

Smith et al. (2018) viste at et massivtreprosjekt hadde en kostnadsreduksjon på 4,2% mens studien til Halseth et al. (2019) viste at massivtreprosjektet ble 13% dyrere. Disse studiene går ikke inn på hvordan de tekniske fagene påvirkes, men studiene til både Norsk Treteknisk Institutt (2006a) og Måløy et al. (2020) tyder på at det er potensial for besparelser på tekniske fag i massivtrebygg. Likevel viser resultatene i denne studien ingen tegn til at prisen på de tekniske entreprisene reduseres. Dette kan skyldes at studien er begrenset til å gjelde selve produksjonen til tekniske fag. De tekniske fagene er kontrahert gjennom totalunderentrepriser, noe som innebærer at hovedentreprenøren kjøper både prosjektering og utførelsen. Oppgaven går ikke i dybden på andre innfallsvinkler når det gjelder økonomien til de tekniske entreprenørene. For eksempel kan krevende prosjektering eller økt risiko for feilprosjektering ha noe å bety for økonomien knyttet til tekniske fag.

Flere av informantene sier for eksempel at tidlig detaljprosjektering er en grunn til at det går raskere å montere i massivtre enn i betong. Selv om dette er noe som teknisk sett kan gjøres i

alle typer bygg, er det ifølge (Hansen, 2019, s. 117) svært vanlig at detaljprosjektering og bygging foregår parallellt. Informantene er i stor grad enig om at bygging foregår parallellt med detaljprosjekteringen, selv om noen også påpeker at de ikke starter med produksjon før tegningene er ferdige. Ifølge Hansen (2019) er en utfordring med at bygging og detaljprosjektering foregår parallellt at byggeplassen styrer prosjektet istedenfor at prosjektet styres basert på planleggingen. Et slikt prosjekt vil derfor kunne kreve mer administrasjon i form av mer telefoner og koordinering mellom byggeplass og kontor. En fordel med massivtreprosjekter er derfor at prosessen oppleves ryddigere både siden alt er bestemt på forhånd og fordi det kan kreve mindre administrasjon i byggeperioden. Noen av informantene forteller blant annet at det er fint å være ferdig med prosjekteringen tidlig, noe som kan tolkes som at byggeprosjektene krever mindre administrasjon. Dette stemmer med det noen av informantene forteller, selv om det andre ikke har opplevd noen forskjell på administrasjonen i prosjektene.

På den andre siden må prosjektet være modent for at det ikke skal bli for mange endringer i etterkant, noe flere informanter påpekte. Byggherrens krav må være definert og nødvendige kontrakter må være på plass tidlig nok. Planlegging innebærer å ta beslutninger (Baldwin & Bordoli, 2014) og usikkerhet avhenger av tilgjengelig informasjon (Kolltveit et al., 2009). Det kan derfor antas å være større risiko knyttet til beslutningene som tas tidlig i prosjektet, hvis du ikke har nok informasjonsgrunnlag. Rør_2 endte med å ta noen ekstra utsparinger i massivtreet for å redusere risikoen. Informanter har i tillegg nevnt at prosjekteringen er mer krevende og at det brukes mer tid på prosjektering i massivtreprosjektene, noe som ifølge Baldwin og Bordoli (2014) gir økt kostnad. Siden de tekniske fagene har kontrakt for totalunderentreprise (prosjektering og utførelse) så kan dette være av grunnene til at det ikke gis lavere tilbud i de undersøkte massivtre-prosjektene.

6.3 Arbeidsmiljø

Trebygg kan blant annet gi en positiv effekt på den psykiske helsen (Kremer & Symmons, 2015; Sakuragawa et al., 2005) eller gi positive følelser til personer som oppholder seg i bygget (Norsk Treteknisk Institutt, 2006a). Opplever også håndverkerne disse fordelene i byggeperioden av trebygg?

Selv om ikke dette var et direkte spørsmål fra intervjueren, er det hele 10 av 17 informanter som bruker positive ord til å beskrive følelsen av å oppholde seg i trebygget. Dette kan tyde på at trebygg gir positive følelser eller har positiv effekt på den psykiske helsen til håndverkerne. Dette stemmer overens med flere som har studert effekten av tre eller trebygg (Kremer & Symmons, 2015; Norsk Treteknisk Institutt, 2006a; Sakuragawa et al., 2005). Likevel er det både subjektivt og avhenger av flere faktorer (Shigue & Ino, 2021), noe som kan forklare hvorfor ikke alle informantene beskriver de samme følelsene.

Ventilasjon_2 beskriver et råbygg i betong som «kaldt og fuktig». På den andre siden beskriver Norsk Treteknisk Institutt (2006a) massivtre som «tørre og rene» i tillegg til at det føles «varmt» å oppholde seg i trebygg. Dette stemmer overens med tre av informantene som beskriver massivtrebygget som varmt og én som beskriver trebygget som tørt. Et av funnene til Halseth et al. (2019) viste at massivtre gir et godt arbeidslys, som er noe tre av entreprenørene i studien har nevnt. I tillegg beskriver informantene arbeidsmiljøet blant annet som mer positivt, behagelig, hyggelig og trivelig.

Tre absorberer litt mer lyd enn betong (SINTEF Byggforsk, 1996), noe som kan gi bedre romklang i før overflatene tildekkes. Når de tekniske installasjonene skal festes i betongen, må det bores hull noe som i tillegg skaper mye støy sammenlignet med innfesting i tre-materialet. Som følger av at man slipper å bore i betongen var det forventet redusert støynivå i bygget slik også andre studier har kommet fram til (Halseth et al., 2019; Måløy et al., 2020). Til sammen tolv informanter nevner dette som en fordel med å jobbe i et massivtrebygg. Dette nevnes som en konsekvens av at man slipper å bore, men noen informanter synes i tillegg at massivtre gir en annen romklang eller bedre lyd-opplevelse. Elektro_3 beskriver massivtreprosjektet som «stille og rolig». Forfatteren tolker dette som at byggeplassen oppleves roligere på grunn av mindre støy, siden det er sjelden at det er rolig på en byggeplass. Mindre støy kan videre medføre enklere kommunikasjon mellom håndverkerne på byggeplass. Likevel er det risiko forbundet med plutselige og høye lyder slik elektro_3 påpeker. Håndverkerne er mer forberedt på høye lyder i betongbygg og er derfor flinkere på å bruke hørselsvern.

14 informanter påpeker at massivtrebygg har mindre støv enn betongbygg som gjør at byggeplassen føles reinere og at luften blir bedre. Dette stemmer overens med funnene til Norsk Treteknisk Institutt (2006a) og Halseth et al. (2019). Ventilasjon_2 påpeker dessuten at betongstøvet ødelegger håndverkernes personlige briller, noe som også er et argument for at

arbeidsmiljøet bedres i massivtrebygg. Dette kan oppleves irriterende både fordi det reduserer synet til vedkommende og at innkjøp av nye briller har høy kostnad for en privatperson.

Entreprenør_4 sier at det er lettere å rengjøre et massivtrebygg enn et betongbygg, og at det skal mer til å rote på en ryddig arbeidsplass. Utenom det utsagnet, som er basert på notater, så er det ikke funnet at massivtreprosjekter gav en ryddigere byggeplass. Både Halseth et al. (2019) og Norsk Treteknisk Institutt (2006a) oppgir dette som en fordel med massivtreprosjekter, og det kan ha flere årsaker at dette ikke er av funnene i denne studien. For det første ble ikke informantene spurt om dette. Dessuten er alle resultater i studien innhentet gjennom semi-strukturerte intervjuer og det er derfor forskjellig hva de ulike informantene går i dybden på. Case-prosjektene i studien til Halseth et al. (2019) er et betong- og et massivtreprosjekt som bygges parallellt og som er sammenlignbare. Dette gjør at det sannsynligvis er enklere for informantene å påpeke likheter og ulikheter. Uansett kan det diskuteres hvilken effekt en ryddig arbeidsplass har, både med tanke på arbeidsmiljøet og effektiviteten til håndverkerne.

En av fordelene med å jobbe i massivtrebygg, er at gulvet er mykere og dermed gjør mindre slitasje på kroppen (Halseth et al., 2019). To håndverkere ble i intervjuene spurt om dette, men hadde ikke lagt merke til forskjellen. Entreprenør_3 nevner derimot at tømmerne har opplevd denne fordelene, men tror dette er noe som forsvinner så snart tredekket blir sparklet. Det er ikke oppgitt hvem av informantene i studien til Halseth et al. (2019) som opplever mykere gulv. Forfatteren tolker det som at tømmerne og håndverkerne i tidlig fase kan ha fordel av mykere underlag, men at fordelene forsvinner når gulvet dekkes av sparkel. På den andre side nevner tre av de syv representantene for tekniske fag at montering i massivtre reduserer slitasje på kroppen på grunn av enklere montering. I skolebyggene monteres det meste tekniske utstyret i himlingen. Det at arbeidet går fort, de slipper å gå opp og ned flere ganger og de kan bruke enklere verktøy sparer dem dermed for slitasje.

De fysiske forholdene som listes i Arbeidsmiljøloven (2005, § 4-4) er blant annet arbeidstakers fysiske belastning, inneluft, lysforhold og støy. Alle disse forholdene er forbedret i de undersøkte prosjektene og forskeren har ikke funnet noen forhold omkring arbeidsmiljøet som gir negativ effekt. Studien kan derfor konkludere med at håndverkernes arbeidsmiljø er bedre i massivtreprosjekter sammenlignet med betong. Videre kan det diskuteres hvilken effekt dette har. Tidligere studier har vist at et positivt arbeidsmiljø kan påvirke både motivasjonen til arbeiderne samt produktiviteten og kvaliteten på arbeidet som gjennomføres (Erez, 1990; Grønhaug, 2001; Massoudi & Hamdi, 2017; Rahardjo, 2014;

Taiwo, 2010). Dermed kan det å bygge med massivtre gi et bedre arbeidsmiljø som igjen kan gjøre håndverkernes arbeid både bedre og mer produktivt.

6.4 Styrker og begrensninger med studien

Konklusjonene fra studien baseres på kvalitative intervjuer. Dermed avhenger resultatene av dem som blir intervjuet og samtidig av den som intervjuer og tolker i etterkant (Dalland, 2020). I tillegg er resultatene avhengig av case-prosjektene som ble studert. Helt andre prosjekter kunne gitt helt andre resultater og studien har derfor begrenset mulighet for generalisering (Andersen, 2013; Tjora, 2012). Dessuten er det i henhold til Marshall et al. (2013) sin studie, få informanter som representerer hvert prosjekt. Likevel ser resultatene ut til å stemme med litteratursøket, noe som styrker påliteligheten til funnene.

I studien ble også informantenes holdninger vurdert som relevant og er derfor også presentert i under resultater. Informantenes holdninger er vurdert av forfatteren og det er ikke sikkert at informantene er enig i vurderingen. Dessuten kan holdningene informantene viser gjennom intervjuet være påvirket av både ytre og indre forhold slik som informantens dagsform og humør, hendelser som har skjedd tidligere den dagen og hvordan prosjektet går for tiden. Informasjonen som kom frem i intervjuene er uansett noe informantene har opplevd eller erfart, og det var tilsynelatende ikke korrelasjon mellom holdningene observert og svarene som ble gitt. Det antas derfor at resultatene er mindre sannsynlig påvirket av informantenes subjektive meninger og følelser rundt tre som byggemateriale.

De åpne intervjuene i utforskningsfasen ble gjort uten lydopptak, og de semi-strukturerte intervjuene ble gjort med lydopptak etter intervjuobjektens tillatelse. Faren med å ta lydopptak er at det kan svekke kvaliteten på innsamlet data, men til gjengjeld gir det detaljerte notater som kan være til hjelp i dataanalysen (Al-Yateem, 2012). Lydopptakene kan ha gjort at informantene tilbakeholdt informasjon, noe som kan ha gitt feil eller mangelfullt bilde av situasjonen. Likevel stemmer samtalene uten lydopptak godt overens med samtalene med lydopptak, i tillegg til at funnene i stor grad stemmer overens med hverandre. Forskeren vurderer derfor at lydopptakene påvirket samtalene i liten grad.

Byggeprosjektene som har blitt undersøkt er alle skolebygg. Andre byggetyper vil ha en annen type oppbygging, andre installasjoner og kan dermed gi andre resultater. Likevel har

informantene i mange intervjuer henvist til erfaringer fra tidligere prosjekter i tillegg til at det har blitt gjennomført totalt syv intervjuer utenom case-studien. Forfatter mener derfor at resultatene er representative for flere typer bygg av en viss størrelse, selv om effekten kan gjøre seg mer synlig når det er mye gjentakelser og likheter i prosjektene. I prosjekter med mange tekniske installasjoner vil det være større muligheter for besparelser enn i prosjekter med færre tekniske installasjoner. Intervjuobjektene er hentet ut tilfeldig og antas derfor å være representative i bransjen. Med et større datagrunnlag kunne forskeren med større sikkerhet ha bekreftet om prosjektene og informantene er representative og dermed om resultatene er generaliserbare.

En spørreundersøkelse til håndverkere og entreprenører i bransjen kunne gitt et større datagrunnlag. Likevel er datagrunnlaget solid med 17 intervjuer og totalt 25 synspunkt, og forfatter mener derfor resultatene uansett ville blitt de samme. Det at forskeren er uten erfaring i byggebransjen gjorde at det i oppstarten var usikkert hvordan datainnsamlingen kunne gjøres best mulig og hvem som burde bli intervjuet. Det vurderes i etterkant at forskeren burde gjort flere intervjuer med håndverkerne fra de tekniske fagene og anleggsledere fra hovedentreprenørene. I lys av teorien presentert og med datagrunnlaget fra intervjuene som ble gjort, vurderes likevel studien til å ha gitt pålitelige resultater.

Uten erfaring i byggebransjen hadde forskeren dessuten lite kunnskap om prosjektets temaer i oppstart av perioden. Det ble derfor gjort åpne intervjuer i utforskningsfasen for å tilegne mer kunnskap. Intervjuer kan i case-studien likevel ha stilt upresise spørsmål eller benyttet feil begreper, samtidig som at viktige temaer kan ha blitt oversett eller misforstått. Det at det i tillegg ikke ble gjort lydopptak av de tidligste intervjuene øker denne risikoen, siden forskeren har utviklet kunnskap gjennom prosjektet. På den andre siden kan det være en fordel å ikke ha erfaring i bransjen, siden dette gjør at forskeren på forhånd ikke har meninger om det intervjuobjektene mener og sier. Dermed er forskningsfunnene fullt og helt basert på innsamlet data fra informantene og litteratursøket. Videre har forskeren aldri gjennomført verken litteratursøk eller intervjuer, og har dessuten lite erfaring med å presentere resultater. Dette viste seg ved at kvaliteten på innhentet data ble bedre mot slutten av prosjektperioden, både på den innhentede litteraturen og intervju-dataen.

Komparativ case-studie er tidkrevende (Baxter & Jack, 2008). Det store datasettet gjorde det utfordrende å analysere, tolke og presentere all dataen innen prosjekttiden. Dataen var derfor gjennom mange runder med omskriving og kortskriving i tillegg til at forskeren måtte velge vekk data som var mindre relevant. Dataen er med andre ord valgt ut selektivt av forfatteren

og i tillegg behandlet i mange omganger. Forskningen er derfor i stor grad personavhengig, og det er en risiko for at resultatet hadde vært annerledes om studien var gjennomført av en annen. Dessuten er det en risiko at den kvalitative dataen er tolket feilaktig.

Det er forventet å være bias (skjevhet) i forskningen av flere grunner. Innledningsvis ble det gjort enkle internettsøk og åpne samtaler med personer fra bransjen. Forsker fikk tidlig en oppfatning av hvilke resultater som var forventet å få i studien. Dette kan ha preget forfatterens fortolkninger og dermed hvordan funnene er presentert som et resultat. I litteratursøket er det fare for at forskeren har leitet etter de referansene som støtter forskerens oppfatning istedenfor å søke etter objektiv informasjon. Kjedesøk-metoden ble benyttet i litteratursøket som dessuten gir fare for bias i litteraturen brukt (Systematiske litteratursøk, u.å.-a).

Forskeren hadde etter hvert klare forventninger på hva intervjuobjektene kom til å si omkring hvert tema. Intervjuobjektene kan dermed ha blitt påvirket av intervjuerens klare forventninger i tillegg til at spørsmålene som ble stilt kan ha vært preget av det intervjuer ønsket å få frem. Det ble gjort en innsats i å ikke nevne eller antyde dette til intervjuobjektene. I tillegg gjorde forskeren et forsøk i å virke overrasket, interessert og engasjert i svarene som ble gitt. Intervjueren ble spesielt bevisst på dette i løpet av intervjuet med rør_2. Han hadde tydelig ikke reflektert over spørsmålene på forhånd, og det var en tydelig endring i det som ble sagt i løpet av intervjuet. Mot slutten av intervjuet var meningene i stor grad i tråd med forventningene til intervjuer, noe som kan skyldes at informanten har blitt påvirket av intervjuerens ståsted.

8. Konklusjon

Formålet med forskningsarbeidet var å belyse erfaringer med å montere de tekniske installasjonene i massivtre- istedenfor betongbygg. I dette kapitlet vil de tre forsknings-spørsmålene besvares. Spørsmålene er som følger

1. *Er montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter tidsbesparende?*
2. *Gir montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter en økonomisk gevinst?*
3. *Hvilken påvirkning har massivtreprosjekter på arbeidsmiljøet for den tekniske håndverkeren?*

Forskningsspørsmålene er besvart gjennom syv dybdeintervjuer med prosjektledere og anleggsledere fra hovedentreprenører, syv med tekniske håndverkere fra elektro, VVS eller ventilasjon og tre med eksperter i massivtre-faget. Elleve av intervjuene er knyttet til en komparativ case-studie med skoleprosjekter i massivtre.

1. Er montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter tidsbesparende?

Studien har vist at det er enighet blant både håndverkerne og entreprenørene at det er tidsbesparende å montere de tekniske installasjonene i massivtrebygg. Informantene forklarer at monteringen er enklere og raskere av følgende årsaker

- Innfesting av de tekniske installasjonene gjøres med én operasjon, istedenfor to
- Mindre og enklere verktøy gjør at det er enklere å forflytte seg
- Slipper betongstøvet som produseres ved boring i betong
- Kontinuerlig tredekke gjør at man kan feste hvor som helst uten å tenke på plassering av armering eller hullene i hulldekke-elementer i betong
- Prefabrikkerte utsparinger gjør at håndverkeren slipper å bruke tid på oppmerking av hull og kan enkelt se hvor rørene skal
- Det er enklere når alt er detaljprosjektert på forhånd av byggeprosjektet. Da er tegningene komplette, utfordringer og beslutninger tas på forhånd og det blir sjeldent kollisjoner på tekniske anlegg
- Enklere bearbeiding. Massivtreet er enklere å justere med motorsag og det er enklere å legge til ekstra utstyr i etterkant

De fleste informantene påpeker at tidsbesparelsen ikke er merkbar i prosjektets totale fremdrift, og flere legger til at de tror det er lite tid å hente. Likevel viser resultatene at mulig tidsbesparelse er mellom 20-40%. Det ble i tillegg gjort en beregning på mulig tidsbesparelse som følger av enklere innfesting i studiens case-prosjekter. Resultatene viste at hvert fag kan spare omtrent 130 timer i et større prosjekt, ved å feste alle skruene i massivtre istedenfor betong. Dette estimatet er basert på gjetting fra informantenes side og må derfor behandles med stor usikkerhet. Dessuten vil timene avhenge av flere faktorer, blant annet hvilket teknisk fag det er, hvilke og hvor mange tekniske installasjoner som skal monteres, type bygg og prosjektets størrelse. Forfatteren har videre diskutert hvorfor tidsbesparelsen ikke gjenspeiles i prosjektene og kommet frem til følgende mulige årsaker

- Forsinkelser i fremdriftsplanene medfører revisjoner av planene og oppbemanning
- Taktplanlegging skjuler gevinsten siden aktivitetene gjennomføres i en bestemt takttid
- Mangel på erfaringstall gjør at man planlegger basert på tidligere erfaringer fra betongprosjekter
- Flere avhengigheter og strengere rekkefølgekrav med bærekonstruksjon i massivtre
- Håndverkerne bruker bedre tid på arbeidet og leverer dermed høyere kvalitet
- Håndverkerne bruker bedre tid på arbeidet og opplever en mindre stressende arbeidsdag

2. Gir montering av tekniske installasjoner i massivtreprosjekter en økonomisk gevinst?

De undersøkte massivtre-prosjektene viser ingen forskjell i prisen på de tekniske fagene sammenlignet med et betongprosjekt. Likevel bør monteringen av teknisk utstyr ha potensial for besparelse, blant annet på grunn av

- Tidsbesparelse
- Billigere festeutstyr og verktøy

Studien er begrenset til å gjelde monteringen som gjøres på byggeplass, og det er derfor ikke gått i dybden på andre innfallsvinkler når det gjelder økonomi. For eksempel kan krevende prosjektering eller økt risiko for feilprosjektering ha noe å bety for økonomien knyttet til de tekniske fagene. På den andre siden kan det være billigere å legge til eller fikse utstyr i byggets bruksperiode.

3. *Hvilken påvirkning har massivtreprosjekter på arbeidsmiljøet for den tekniske håndverkeren?*

Studien viser stort sett positive holdninger til massivtrebygg og det har utelukkende positiv påvirkning på håndverkernes arbeidsmiljø. Mye av det som kommer fram i intervjuene er knyttet til subjektive følelser, som for eksempel «behagelig» og «lun» samtidig som massivtrebygg beskrives som «varmere», «lysere» og «tørrere». I tillegg er det enighet om de konkrete fordelene,

- Mindre støv
- Mindre støy
- Mindre kroppslitasje siden arbeid over hodet er mer kortvarig og gjøres med lettere verktøy.

9. Videre arbeid

Det har blitt gjort en kvalitativ studie for å øke kunnskapsnivået rundt temaet, massivtre, ved å dokumentere erfaringer fra personer i bransjen. Studien kan konkludere med at det er en tidsbesparelse ved montering av de tekniske installasjonene og at arbeidsmiljøet til håndverkerne forbedres. Det er ikke vist at tidsbesparelsen har noen betydning for prosjektenes fremdrift. Det er heller ikke vist noen økonomiske forskjeller, men flere informanter peker på mulige økonomiske besparelser.

Resultater knyttet til tid og økonomi kan dokumenteres bedre ved å gjennomføre en kvantitativ analyse. I så fall må det være tett samarbeid med både hovedentreprenør og håndverkerne i et massivtreprosjekt for å få konkrete tall som forskeren må få tilgang til. Det vil da være fordelaktig å få tilsvarende tall i et sammenlignbart betongprosjekt. Alternativt kan tiden bedre dokumenteres ved å ta tiden på håndverkernes enkelte oppgaver i et betong- og i et massivtreprosjekt. En annen vinkling på oppgaven er å finne ut hvordan en tids- eller økonomisk effekt kan hentes ut. Hva må for eksempel til i organisering, prosjektering og planlegging? Siden resultatene peker mot at endringer i etterkant er enklere i massivtrebygg, kan det også være interessant å se på tid- og kostnad knyttet til de tekniske installasjonene i driftsfasen.

Videre er det flere områder om bruken av massivtre som vil være nyttig å dokumentere, blant annet hvilken effekt massivtre faktisk har på miljø og bærekraft, og hvordan et prosjekts økonomi påvirkes. Byggeteknisk bør det forskes på hvordan man kan oppnå brann- og lydkrav i massivtrebygg mer kostnadseffektivt. Videre kunne det vært interessant å se på forskjellen mellom massivtre og betong i bruksfasen, eller hvilke begrensninger massivtre har i forhold til det byggetekniske i betong.

10. Referanser

- Adams, W. C. (2015). Conducting semi-structured interviews. I: b. 4 *Handbook of practical program evaluation*, s. 492-505. Tilgjengelig fra: http://www.robertrenaud.ca/uploads/2/2/9/6/22962838/chapter_19_-_semi_structured_interviews_2015_.pdf (lest 16.3.2022).
- Al-Yateem, N. (2012). The effect of interview recording on quality of data obtained: A methodological reflection. *Nurse researcher*, 19 (4): 31-35. doi: 10.7748/nr2012.07.19.4.31.c9222.
- Alexander, S., Vinje, L. & Wilberg, J. (2010). Bind A. Bygging med betongelementer. I: b. 4 *Betongelementboken*. Oslo: Betongelementforeningen. Tilgjengelig fra: <https://betongelementboka.betongelement.no/betongapp/BookA.asp?isSearch=0&liID=Forord&DocumentId=BindA/Forord.pdf&BookId=A> (lest 13.05.2022).
- Andersen, S. S. (2013). *Casestudier: forskningsstrategi, generalisering og forklaring*. 2. utg. Bergen: Fagbokforlaget.
- Arbeidsmiljøloven. (2005). *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. av 17. juni 2005 nr. 62*. LOV-2005-06-17-62: Lovdata. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62> (lest 07.05.2022).
- Baldwin, A. & Bordoli, D. (2014). *A Handbook for Construction Planning and Scheduling*. Ltd. utg. the Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons. Tilgjengelig fra: https://books.google.no/books?hl=en&lr=&id=bmORAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA14&dq=construction+planning+and+scheduling&ots=GAI7GTj4Ut&sig=n3lsse0GKwqktzP8qBCtbgD-X9s&redir_esc=y (lest 09.05.2022).
- Ballard, G., Hammond, J. & Nickerson, R. (red.). (2009). *Production control principles. Proceedings of the 17th annual conference of the International Group for Lean Construction, St. Louis, Missouri, June 18-19 2009*: Lean Construction Institute.
- Baxter, P. & Jack, S. (2008). Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers. *The Qualitative Report*, 13 (4): 544-559. doi: 10.46743/2160-3715/2008.1573.
- Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G. & Woetzel, J. (2019). *Modular construction: From projects to products*. Capital Projects & Infrastructure: McKinsey & Company. Tilgjengelig fra: <https://www.ivvd.nl/wp-content/uploads/2019/12/Modular-construction-from-projects-to-products-full-report-NEW.pdf> (lest 08.05.2022).
- Boysen, M. (1999). *Byggfag*. 2. utg. Oslo: Falck Hurtigtrykk. Tilgjengelig fra: <https://www.nb.no/items/3be7ec0186ccea9e68abdd21155ef591?page=3&searchText=betongkonstruksjon> (lest 08.05.2022).
- Brandner, R., Flatscher, G., Ringhofer, A., Schickhofer, G. & Thiel, A. (2016). Cross laminated timber (CLT): overview and development. *European Journal of Wood and Wood Products*, 74 (3): 331-351. doi: 10.1007/s00107-015-0999-5.
- Bråthen, S., Laingen, M., Torgersen, P. & Woldseth, M. K. (2020). *Samspillprosjekter i bygg- og anleggsbransjen*. I: Concept-programmet (red.). Concept-rapport nr. 61. NTNU - Trondheim: Ex ante akademisk forlag. Tilgjengelig fra: https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/WEB_Conceptrapport%20nr.%2061%20versjon%201.0%20med%20omslag.pdf/4f54b2ad-519f-e928-f615-e6a7aed98153?t=1608026831732 (lest 09.05.2022).
- Bugge, L. (2016). *Bruk av tre i offentlige bygg*: Asplan Viak. Tilgjengelig fra: https://trebruk.no/wp-content/uploads/2019/10/Trebruk_24s-godkjent-lavoppl%C3%B8st.pdf (lest 09.05.2022).
- Burgess, R. G. (2006). *In the Field. An Introduction to Field Research*. I: Bulmer, M. (red.). London and New York: Unwin Hyman. Tilgjengelig fra: <https://api.taylorfrancis.com/content/books/mono/download?identifierName=doi&identifierValue=10.4324/9780203418161&type=googlepdf> (lest 24.03.2022).

- Bygg21. (2016). *Veileder for fasenormen "Neste Steg" - Et felles rammeverk for norske byggeprosesser*. Tilgjengelig fra: <https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/veileder-for-stegstandard-ver-1.2-med-logoer-201116.pdf> (lest 04.04.2022).
- Calkins, M. (2009). *Materials for Sustainable Sites: a complete guide to the evaluation, selection, and use of sustainable construction materials*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Codex Advokat & Entrepriserettsadvokater.no. (2018). *Avvik fra norsk standard - "Solidaritetserklæringer"*. Tilgjengelig fra: <https://www.entrepriserettsadvokater.no/entreprisekontrakter/avvik-fra-norsk-standard-solidaritetserklæringer/> (lest 09.05.2022).
- Codex Advokat & Entrepriserettsadvokater.no. (2022). *NS 8407 / NS 8417 - Totalentreprise*. Tilgjengelig fra: <https://www.entrepriserettsadvokater.no/kontrakter/totalentreprise-ns-8407-og-ns-8417/> (lest 03.05.2022).
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving*. 7. utg. Metode og oppgaveskriving for studenter. Oslo: Gyldendal akademisk.
- du Plessis, C. (2001). *PAA - Priority Theme 1 Sustainable Construction*. 2/01 utg. CIB Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries CSIR. Tilgjengelig fra: https://www.academia.edu/download/44239864/Agenda_21.pdf (lest 12.05.2022).
- Edvardsen, K. I. & Ramstad, T. Ø. (2014). *Trehus*. 10. utg. Oslo: SINTEF akademisk forlag.
- Erez, M. (1990). Performance Quality and Work Motivation. I: Kleinbeck, U., Quast, H. H., Thierry, H. & Häcker, H. (red.) *Work Motivation*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Tilgjengelig fra: https://books.google.no/books?hl=en&lr=&id=SO9lkyXeKnwC&oi=fnd&pg=PA53&dq=motivation+and+quality+of+work&ots=5YxcAPBQX0&sig=bLjvj6MPmTcUE706wh2TS7Z3nP4&redir_esc=y (lest 07.05.2022).
- Eriksson, P. E. & Westerberg, M. (2011). Effects of Cooperative Procurement Procedures on Construction Project Performance: A Conceptual Framework. *International Journal of Project Management*, 29 (2): 197-208. doi: 10.1016/j.ijproman.2010.01.003.
- Finstad, T. & Houck, L. D. (2014). *Økonomisk Lønnsomhet ved bruk av bæresystemer i massivtre*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/198939/Finstad2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (lest 10.02.2022).
- FN-sambandet. (2022). *FNs bærekraftsmål*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal> (lest 13.04.2022).
- Fontana, A. & Frey, J. H. (2005). The Interview: From Structured questions to Negotiated Text. I: Denzin, N. K. L., Yvonna S. (red.) *The Sage handbook of qualitative research*, s. 645-672. Thousand Oaks, Calif: Sage. Tilgjengelig fra: [http://www.iot.ntnu.no/innovation/norsi-common-courses/Lincoln/Fontana%20&%20Frey%20\(2000\)%20Interview.pdf](http://www.iot.ntnu.no/innovation/norsi-common-courses/Lincoln/Fontana%20&%20Frey%20(2000)%20Interview.pdf) (lest 15.03.22).
- Fure, I., Støre-Valen, M. & Larssen, A.-K. (2020). *Tilpasningsdyktighet i undervisningsbygg i massivtre*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2779368> (lest 14.02.2022).
- Gaskell, G. (2000). Individual and Group Interviewing. I: Bauer, M. W. & Gaskell, G. (red.) *Qualitative Researching with Text, Image and Sound: A Practical Handbook*, s. 38-56. London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage. Tilgjengelig fra: https://books.google.no/books?hl=en&lr=&id=Ab9Z1Js2LDoC&oi=fnd&pg=PA38&dq=individual+interview+method&ots=9hK_LWCN5V&sig=FbqwzAml8rWYLFykmaM-q0aiCWM&redir_esc=y#v=onepage&q=individual%20interview%20method&f=false (lest 02.04.2022).
- Gibb, A. G. F. (1999). *Off-site Fabrication: Prefabrication, Pre-assembly and Modularisation*. Roseleigh House, Latheronwheel, Caithness, KW56DW, Scotland, UK: Whittles Publishing. Tilgjengelig fra:

- https://books.google.no/books?hl=en&lr=&id=uTiN_aGtXzwC&oi=fnd&pg=PR13&dq=gibb+1999&ots=QSuxPMHZmv&sig=3scvdcHpJE0fpsneKqXBCyvR4kA&redir_esc=y.
- Groenewald, T. (2004). A Phenomenological Research Design Illustrated. *International Journal of Qualitative Methods*, 3 (1): 42-55. doi: 10.1177/160940690400300104.
- Grønhaug, K. (2001). Fornyelse og innovasjon i organisasjoner. I: Einarsen, S. & Skogstad, A. (red.) b. 2. *Det gode arbeidsmiljø: krav og utfordringer: et festskrift til Odd H. Hellesøy*, s. 213-227. Bergen: Fagbokforlaget. Tilgjengelig fra: <https://www.nb.no/items/644b5428f1351e4d75809bf38a1492e1?page=15> (lest 13.05.2022).
- Gustafsson, A. & Gustafsson, M. (1999). *Byggsystem i massivträ. Teknik, ekonomi och utvecklingsbehov*. Rapport fra Institutet för träteknisk forskning 12/1999. Tilgjengelig fra: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1079799/FULLTEXT01.pdf> (lest 17.03.2022).
- Halseth, P. T., Faanes, S. & Bruland, A. (2019). *Boligbygging i massivtre: Sammenligning av boligblokk i massivtre og betong*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2622389> (lest 20.04.2022).
- Hansen, G. K. (2019). *Samspillet i byggeprosessen*. 1. utgave. utg. Bergen: Fagbokforlaget.
- Haukedal, W. (2001). Ledelse og kunnskapsarbeid: Motivering av autonome medarbeidere. I: Einarsen, S. & Skogstad, A. (red.) b. 2. *Det gode arbeidsmiljø: krav og utfordringer: et festskrift til Odd H. Hellesøy*, s. 55-77. Bergen: Fagbokforlaget. Tilgjengelig fra: <https://www.nb.no/items/644b5428f1351e4d75809bf38a1492e1?page=55> (lest 13.05.2022).
- Helleve, G. (2018). *Romakustikk og etterklang*. Tilgjengelig fra: <https://www.kunnskapsbanken.net/romakustikk-og-etterklang/> (lest 10.05.2022).
- Huang, L. Z., Krigsvoll, G., Johansen, F., Liu, Y. P. & Zhang, X. L. (2018). Carbon emission of global construction sector. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 81: 1906-1916. doi: 10.1016/j.rser.2017.06.001.
- Joshi, A., Bloom, D. A., Spencer, A., Gaetke-Udager, K. & Cohan, R. H. (2020). Video Interviewing: a Review and Recommendations for Implementation in the Era of COVID-19 and Beyond. *Academic Radiology*, 27 (9): 1316-1322. doi: 10.1016/j.acra.2020.05.020.
- Kallio, H., Pietilä, A. M., Johnson, M. & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 72 (12): 2954-2965. doi: 10.1111/jan.13031.
- Kalsaas, B. T. (2017). Last Planner - et system for planlegging og styring. I: Kalsaas, B. T. (red.) *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*, s. 34-59. Bergen: Fagbokforlaget.
- Knardahl, S. (2000). Arbeid, stress og helse. I: Einarsen, S. & Skogstad, A. (red.) b. 2. *Det gode arbeidsmiljø: krav og utfordringer: et festskrift til Odd H. Hellesøy*, s. 263-286. Bergen: Fagbokforlaget. Tilgjengelig fra: <https://www.nb.no/items/644b5428f1351e4d75809bf38a1492e1?page=287> (lest 07.05.2022).
- Kolltveit, B. J., Lereim, J. & Reve, T. (2009). *Prosjekt: strategi, organisering, ledelse og gjennomføring*. 3. utg. Oslo: Universitetsforlaget.
- Koppelhuber, D. & Magg, A. (2020). *Building services in timber construction—Investigation on difficulties and reliefs during the installation procedures in multi-storey timber residential buildings. 5th International Conference on New Advances in Civil Engineering (ICNACE 2019), Kyrena, Cyprus, 8-10 November 2019*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, b. 800. Graz, Austria: IOP Publishing Ltd.
- Kremer, P. & Symmons, M. (2015). Mass timber construction as an alternative to concrete and steel in the Australia building industry: a PESTEL evaluation of the potential. *International Wood Products Journal*, 6 (3): 138-147. doi: 10.1179/2042645315Y.0000000010.
- Kremer, P. D. & Ritchie, L. (2018). Understanding Costs and Identifying Value in Mass Timber Construction: Calculating the 'Total Cost of Project' (TCP). *Mass Timber Construction Journal*,

- 1 (1): 14-18. Tilgjengelig fra: <http://www.journalmtc.com/index.php/mtcj/article/view/8> (lest 15.01.2022).
- Kristensen, K. H. (2016). *Veileder - LEAN i byggeprosjekt*: WSP, BA2015. Tilgjengelig fra: <http://v1.prosjektnorge.no/files/ba2015/lean.pdf> (lest 02.05.2022).
- Kristiansen, S. & Kalsaas, T. (2011). *Prosjektering i forhold til bruk av BIM og lean: Hvordan BIM kan bidra til en mer leanorientert prosjekteringsfase*. Masteroppgave. Bergen: Universitetet i Agder. Tilgjengelig fra: <https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/handle/11250/138374> (lest 15.01.2022).
- Lichtig, W. A. (2005). Sutter health: Developing a Contracting Model to Support Lean Project Delivery. *Lean Construction Journal*, 2 (1): 105-112. Tilgjengelig fra: https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/lcj/V2_N1/LCJ_05_008.pdf (lest 04.05.2022).
- Lu, N. & Korman, T. M. (2010). Opportunities for Advancement of Modular Construction Projects using Building Implementation Modeling (BIM). *ASC Proceedings of the 46th Annual Conference*. Tilgjengelig fra: <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2010/paper/CPRT229002010.pdf>.
- Ludwig, B. (2022). *Hvordan finner du god forskningslitteratur?* Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (Litteratursøkingskurs 26.01.2022).
- Lædre, O. (2009). *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.
- Marshall, B., Cardon, P., Poddar, A. & Fontenot, R. (2013). Does Sample Size Matter in Qualitative Research?: A Review of Qualitative Interviews in is Research. *Journal of computer information systems*, 54 (1): 11-22. doi: 10.1080/08874417.2013.11645667.
- Massoudi, A. H. & Hamdi, S. S. A. (2017). The Consequence of work environment on Employees Productivity. *IOSR Journal of Business and Management*, 19 (1): 35-42. doi: 10.9790/487X-1901033542.
- Mayo, J. (2015). *Solid wood: case studies in mass timber architecture, technology and design*. London, New York: Routledge.
- Midtdal, V. & Torp, O. (2017). *Arbeidsmotivasjon hos fagarbeidere i byggebransjen*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2455594> (lest 09.05.2022).
- Miljødirektoratet. (2021). *Klimagasser*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/klimagasser/> (lest 02.05.2022).
- Måløy, R. K., Vengen, R. T., Støre-Valen, M. & Temeljotov-Salaj, A. (2020). *Drivere og barrierer for økt bruk av KL-tre og limtre: Med utgangspunkt i erfaringer fra næringen og Lean Construction-metodikk*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2779374> (lest 11.03.2022).
- Norsk Treteknisk Institutt. (2006a). Hefte 1 - Generelt. I: Aasheim, E., Kleven, B., Sund, H., Jakobsen, B., Skaar, S.-Å., Kirkegaard, K. H., Landrø, H., Bunkholt, A., Glasø, G. & Aarstad, J. (red.) *Håndbok - bygge med massivtreelementer nr. 1*. Oslo: Norsk Treteknisk Institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/teknisk-handbok/Hefte-1-Generelt.pdf> (lest 06.02.2022).
- Norsk Treteknisk Institutt. (2006b). Hefte 2 - Byggeteknikk. I: Aasheim, E., Kleven, B., Sund, H., Jakobsen, B., Skaar, S.-Å., Kirkegaard, K. H., Landrø, H., Bunkholt, A., Glasø, G. & Aarstad, J. (red.) b. 1 *Håndbok - bygge med massivtreelementer nr. 1*. Oslo: Norsk Treteknisk Institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/teknisk-handbok/Hefte-2-Byggeteknikk.pdf> (lest 07.02.2022).
- NTNU Universitetsbibliotek. (2017). *Using the T-O-N-E principles to find good scholarly journal articles*. Tilgjengelig fra: <https://www.youtube.com/watch?v=rs5PFX5SIHc> (lest 13.05.2022).
- Ollerenshaw, J. A. & Creswell, J. W. (2002). Narrative Research: A Comparison of Two Restorying Data Analysis Approaches. *Qualitative Inquiry*, 8 (3): 329-347. doi: 10.1177/10778004008003008.

- Opendakker, R. (2006). Advantages and Disadvantages of Four Interview Techniques in Qualitative Research. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 7 (4). doi: 10.17169/fqs-7.4.175.
- Overland, J.-A. (2018). *TONE - strategi for kildekritikk*: NDLA. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/subject:a453ed64-da44-4d85-93a1-2962e597ff6a/topic:efcc525e-967f-4ec0-b0b0-89a55e5c50a3/resource:1:169741> (lest 13.05.2022).
- Rabiee, F. (2004). Focus-group interview and data analysis. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63 (4): 655-660. doi: 10.1079/PNS2004399.
- Rahardjo, S. (2014). The effect of competence, leadership and work environment towards motivation and its impact on the performance of teacher of elementary school in Surakarta city, Central Java, Indonesia. *International Journal of Advanced Research in Management and Social Sciences*, 3 (6): 59-74. Tilgjengelig fra: <https://garph.co.uk/IJARMSS/June2014/7.pdf>.
- Richmond, R. L. & Starzyk, G. (2020). *Highlighting the Unique Challenges and Differences of Building with Mass Timber*. Bacheloroppgave. San Luis Obispo, California: California Polytechnic State University. Tilgjengelig fra: <https://digitalcommons.calpoly.edu/cmosp/363/> (lest 01.03.2022).
- RIF. (2018). *Tekniske installasjoner*. Tilgjengelig fra: <https://rif.no/fag-og-marked/ekspertgrupper/tekniske-installasjoner/> (lest 09.05.2022).
- Rosenqvist, N. (2017). *Samarbeid om et sikkert og godt arbeidsmiljø*. Tilgjengelig fra: <https://www.utdanningsforbundet.no/lonn-og-arbeidsvilkar/sporsmal-og-svar/artikler-lov-og-rett/lov-og-rett-artikler/20172/samarbeid-om-et-sikkert-og-godt-arbeidsmiljo/#:~:text=og%20godt%20arbeidsmilj%C3%B8-Arbeidsmilj%C3%B8%20defineres%20som%20de%20fysiske%20og%20psykiske%20forholdene%20som%20omgir,arbeidsgiver%20og%20virksomheten%20som%20s%C3%A5dan.> (lest 07.05.2022).
- Sakuragawa, S., Miyazaki, Y., Kaneko, T. & Makita, T. (2005). Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses. *Journal of Wood Science*, 51 (2): 136-140. doi: 10.1007/s10086-004-0643-1.
- Sandelowski, M. (1996). One is the Liveliest Number: The Case Orientation of Qualitative Research. *Research in Nursing & Health*, 19 (6): 525-529. doi: 10.1002/(SICI)1098-240X(199612)19:6<525::AID-NUR8>3.0.CO;2-Q.
- Schwarzmann, G., Hansen, E. & Berger, G. (2018). Cross-laminated Timber in North America: What can we learn. *BioProducts Business*, 3 (7): 81-91. doi: 10.22382/bpb-2018-007.
- Seppänen, O. (2017). Lokaliseringsbasert planleggings- og styringssystem. I: Kalsaas, B. T. (red.) *Lean Construction: Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*, s. 90-120. Bergen: Fagbokforlaget.
- Shahzad, W., Mbach, J., Domingo, N. & Baird, G. (2015). Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland. *Buildings*, 5 (1): 196-208. doi: 10.3390/buildings5010196.
- Shigue, E. K. & Ino, A. (2021). *WHAT DO WE ACTUALLY KNOW ABOUT THE BENEFITS OF WOOD IN HUMAN HEALTH? World Conference on Timber Engineering (WCTE), Santiago, Chile, 24-27 August 2020*. Impact of materials in human health in indoor environments: The case of wood. Chile. Tilgjengelig fra: <https://www.researchgate.net/publication/353982576> (lest 14.05.2022).
- SINTEF Byggforsk. (1996). *543.414 Lydabsorberende egenskaper til materialer og konstruksjoner*. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/19901904-Lydabsorberende-egenskaper-til-materialer-og-konstruksjoner.html> (lest 10.05.2022).
- Skogstad, A. (2001). Psykososiale faktorer i arbeidet. I: Einarsen, S. & Skogstad, A. (red.) b. 2. *Det gode arbeidsmiljø: krav og utfordringer: et festskrift til Odd H. Hellesøy*, s. 15-34. Bergen: Fagbokforlaget. Tilgjengelig fra: <https://www.nb.no/items/644b5428f1351e4d75809bf38a1492e1?page=15> (lest 13.05.2022).
- Skrivesenteret ved NMBU. (u.å.). *SWR100. Scientific Writing Resource Portal* (Canvas 11.01.2022).

- Smith, R. E., Griffin, G., Rice, T. & Hagehofer-Daniell, B. (2018). Mass timber: evaluating construction performance. *Architectural Engineering and Design Management*, 14 (1-2): 127-138. doi: 10.1080/17452007.2016.1273089.
- Song, L., Mohamed, Y. & AbouRizk, S. M. (2009). Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance. *Journal of Management in Engineering*, 25 (1): 12-20. doi: 10.1061/(ASCE)0742-597X(2009)25:1(12).
- Standard Norge. (2019). *NS 3935:2019 Integreerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB) - Prosjektering, utførelse og idriftsettelse*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1029927> (lest 09.05.2022).
- Standard Norge. (2020). *NS 3935 - ITB-standard*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2017/ns-39352011---integreerte-tekniske-bygningsinstallasjoner-itb/> (lest 09.05.2022).
- Systematiske litteratursøk. (u.å.-a). *Bias og cherry-picking*. Tilgjengelig fra: <https://systemlit.wordpress.com/bias-og-cherry-picking/> (lest 14.05.2022).
- Systematiske litteratursøk. (u.å.-b). *Innledende søk og siteringsdatabaser*. Tilgjengelig fra: <https://systemlit.wordpress.com/innledende-sok-og-siteringsdatabaser/> (lest 14.05.2022).
- Taiwo, A. S. (2010). The influence of work environment on workers productivity: A case of selected oil and gas industry in Lagos, Nigeria. *African Journal of Business Management*, 4 (3): 299-307. doi: 10.5897/AJBM.9000607.
- Tjora, A. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- UNEP. (2003). Sustainable building and construction: facts and figures, . *Industry and environment*, 26 (2-3): 5-8. Tilgjengelig fra: <https://es.ircwash.org/sites/default/files/UNDP-2003-Vol26.no2-3part2.pdf> (lest 12.05.2022).
- Vasileiou, K., Barnett, J., Thorpe, S. & Young, T. (2018). Characterising and justifying sample size sufficiency in interview-based studies: systematic analysis of qualitative health research over a 15-year period. *BMC Medical Research Methodology*, 18 (1). doi: 10.1186/s12874-018-0594-7.
- Vi i Veidekke. (2016). *Involverende planlegging. I produksjon*. I: Nyseth, K., Bølviken, T., Skaare, L. S., Olsen, O. A. & Andresen, D. (red.). *Involverende planlegging*. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/5820873-Involverende-planlegging-i-produksjon.html> (lest 09.05.2022).
- Wang, L., Law, K. S., Zhang, M. J., Li, Y. N. & Liang, Y. (2019). It's mine! Psychological ownership of one's job explains positive and negative workplace outcomes of job engagement. *Journal of Applied Psychology*, 104 (2): 229-246. doi: 10.1037/apl0000337.
- Wengraf, T. (2001). *Qualitative Research Interviewing*. London: Sage.
- Williams, C. (2007). Research methods. *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 5 (3): 65-72. doi: 10.19030/jber.v5i3.2532.
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering*: 1-10. doi: 10.1145/2601248.2601268.
- WoodWorks. (2014). *WoodWorks WW-016 - Prefabricated and Modular Construction*. I: WoodWorks (red.). *Putting the Pieces Together*. Tilgjengelig fra: https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/prefab-modular_case_study.pdf (lest 18.04.2022).
- Zainal, Z. (2007). Case study as a research method. *Jurnal kemanusiaan*, 5 (1). Tilgjengelig fra: <https://jurnalkemanusiaan.utm.my/index.php/kemanusiaan/article/view/165> (lest 15.02.2022).
- Zhang, H. & Xing, F. (2010). Fuzzy-multi-objective particle swarm optimization for time–cost–quality tradeoff in construction. *Automation in Construction*, 19 (8): 1067-1075. doi: 10.1016/j.autcon.2010.07.014.
- Zhang, Y. & Wildemuth, B. M. (2009). Unstructured Interviews. I: Wildemuth, B. M. (red.) *Applications of Social Research Methods to Questions in Information and Library Science*, s.

- 239-247. Santa Barbara, California og Denver, Colorado: Library Unlimited. Tilgjengelig fra: <https://knowlibrary.in/admin/uploads/books/Book44f683a84163b3523afe57c2e008bc8c.pdf> (lest 15.03.2022).
- Østenstad, G. T. (2017). Produktivitet. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/produktivitet> (lest 07.05.2022).
- Aarseth, W., Rolstadås, A. & Klev, R. (2015). *Lederskap i prosjekter*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Aarstad, J., Holz100 Norge AS, Moelven Massivtre AS & Norsk Massivtre AS. (2009). Veiledning - bygge med massivtreelementer. I: Norsk Treteknisk Institutt (red.) *Håndbok - bygge med massivtreelementer nr. 1*. Tilgjengelig fra: <https://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/teknisk-handbok/Veiledning-massivtre.pdf> (lest 08.05.2022).

Vedlegg 1: Tid

BAMBLE	
Entreprenør_1	<p>De tekniske får en ganske enkel jobb i etterkant når de skal føre de tekniske installasjonene. Det er de samme aktivitetene som skal gjøres i massivtre og betong, men innfestinga er stort sett mye enklere. Massivtre er mye enklere siden alt er ferdig fra starten av og siden det skjæres ut på fabrikk så blir det sånn som vi hadde tenkt. I betong har vi ikke alltid løsningen før vi er på plassen og skal forskale. Løsningen blir bra her også, men hadde det vært i massivtre hadde løsningen vært på plass for 2 måneder siden. Det blir ofte tatt en del beslutninger på plassen i betong, så selv om man er ferdigprosjektert i betong så blir det en del endringer etterpå. I massivtre blir det sånn som vi har tenkt. Tror de tekniske planlegger tid ut fra type bygg, spesielt de tekniske har en ganske mye enklere montasje. Alt av hull og føringer er ferdig med en gang og man slipper å tenke på at tegninger ikke blir ferdig. Vi ser at det går litt fortere, men tror ikke det blir så mange timer totalt sett. Vet ikke hvordan de justerer det siden det ble brukt taktplan i prosjektet.</p>
Ventilasjon_1	<p>Betong er et hardt materiale som krever at man må borre for å feste ting og det borres ofte etterpå hvis man skal ha hull. I massivtre klarer man å prosjektere så vi får ferdig kutta utsparinger og det er enklere å henge opp rørene siden det blir mindre boring. Aktivitetene forandrer seg ikke så mye, men vi sparer kanskje litt tid på noen aktiviteter siden det er i massivtre, mest på grunn av innfesting. Tidsaspektet på produksjon blir litt kortere på massivtre siden du slipper feste-prosessen i betong. Da må du få opp en trapp, borre hull, slå en plugg og så kan du feste. I massivtre går du rett opp og fester. Ikke så mye forskjell i hovedkorridor og sånn fordi det er så stort, men sånne små rom og sånn går litt fortere siden det går litt raskere å feste ting. Kan ikke si hvor mange prosent det er snakk om, men det går fortere</p>
Elektro_1	<p>Massivtre er veldig greit å jobbe med, det er på en måte lettere. Massivtre-prosjekter er mer strukturerte siden det tvinger seg fram mye informasjon tidlig i prosjektet og det er lettere å komme i gang når du først får klarsignal. Betongbygg er ofte fuktige, så rommet må tørkes opp før de kan begynne å male vegger og støpe gulv inne. Da kan du begynne å hente bor, borre hull, inn med plugger og skru fast. I massivtre er det bare å bruke treskruer å skru. Det er også mye lettere å borre gjennom en trevegg enn gjennom en betongvegg, så hvis byggherren plutselig ønsker noe ekstra er det kortere vei fra bestilling til utførelse i massivtre. Det er også enkelt å legge opp til ekstra utstyr siden du slipper å borre føringsvei, støvsuging og plugging, da er det bare 4 skruer å feste. I tillegg er det veldig lett å kunne flytte oss litt siden vi kan feste over alt. Det er dessuten mye enklere å flytte på utstyr, så hvis noe er i konflikt så kan du enkelt ta med deg utstyret til en annen plass. Du sparer en prosess siden du slipper å borre, dette gjør at festingen går litt fortere. Tiden som settes opp avhenger mest av hvor teknisk bygget er, siden det er veldig stor</p>

	forskjell. Om du har to bygg med samme utgangspunkt, så bruker du kanskje litt kortere tid (grublende).
	HORTEN
Entreprenør_2	Det er lettere å montere i massivtrebygg for det første fordi alt er ferdigprosjektert når de begynner, så da er det sjeldent kollisjoner på tekniske anlegg. I tillegg er det innfestingen siden du skrur inn én gang med treskrue istedenfor å borre og plugge og alt det der. På et annet prosjekt så bestilte rørleggeren et prefabrikkert sprinkelanlegg fordi det var såpass ferdigprosjektert. Da kom rørene med ferdige lengder og hullene var tatt i massivtreet, så da kunne de skru dem rett på plass. Da bruker dem kortere tid. Vi har ikke merka noen forskjell på tiden som legges inn i fremdriftsplanen. Vi som hovedentreprenør har etterspurt tidseffekten, men har ikke sett effekten av det helt enda. Vi skal gjennomføre noen prosjekter sammen med dem vi kjenner og samarbeider godt med for å finne ut hvordan man kan få ut tidseffekten og hva som er gunstig for dem for å gjøre jobben raskere. Vi har kjørt taktplanlegging som fungerer veldig bra. Det er veldig enkelt, alle vet hva de skal gjøre og hvor de skal være til enhver tid og det er uker som gjelder. Siden alle oppgavene må holdes i en viss takt har vi ikke detaljene i nøyaktig hva de skal gjøre, det er opp til dem. Det kan også hende vi kunne ha spart inn mer tid, men totalt sett så vet jeg ikke om du ville tjent så mye på det.
Rør_1	Å feste i betong tar lang tid. Du skal borre og banke inn pluggen «og det ene og det andre» kontra massivtre så har du en enkel gjengestift med treskrue som du setter rett inn. Hvis du for eksempel skal henge opp et klammer i et betongtak, så må du ha et borhammer for å borre hull i betongen. Da må rørleggeren opp i stigen med borhammeren og alt av verneutstyr, hørselsvern, briller, hjelm og støvsuger. Da må han måle, styre og borre. Også må han ned og hente et metallanker eller en nylon skrue som skal bankes inn i betongen. Så må han ned og hente gjengestag som skal skrues opp i hullet i taket. Så henter du klammeret og skrur det fast på gjengestagen, også kan røret henges inni der. I et massivtreetak så setter du opp en laser på bakken for å lage en rød strek å gå etter, så tar du med deg en vanlig hånddrill, med treskruer i den ene enden og maskinskruer i den andre. Så følger du den røde streken i taket og driller «zit-zit», så kan du hente klammeret og skru den fast og feste røret i den. I Horten vgs var det for eksempel mange, mange tusen klammer, så da sparer du mange timer. I tillegg så er planlegging og prosjektering ferdig og hullet tatt der vi vil ha det, før rørleggeren skal produsere. Da slipper han å bruke 1-2 dager på å merke oransje kryss på betongen sånn at kjerneborreren kan borre hull, noe som er en kjempeprosess. I massivtre er hullene ferdigtenkt og tatt, så når rørleggeren kommer så går produksjonen kjemperaskt. Så da sparer vi masse tid. I tillegg er det kjempelett for rørleggeren å se hvor han skal når hullene er ferdige. I Bamble bemanna vi opp ganske kraftig for å holde fremdrift, men vi oppdaga ganske raskt at det gikk ganske fort.
	VOLDSLØKKA
Entreprenør_3	Det er en del enklere med massivtre når det gjelder å feste ting. Det er lett å skru inn og man slipper å borre, noe som er en fordel. Det tar lengre tid hvis man må borre først, da

	<p>blir det mer arbeid siden man trenger to operasjoner for å feste en skrue. Det går nok vesentlig fortere i tre. Når utsparingene er satt på forhånd blir det mer effektivt, men vet ikke om det er noe særlig stor forskjell fra betong siden utsparingene blir tatt der også. Bruker du plasstøpt betong setter du utsparingene før du støper, mens hvis du bruker hulldekker tar du hullene på plassen etterpå. I trebygg har du bjelker som stikker ned under dekkene, og utsparinger i disse bjelkene må tas på forhånd. I Voldsløkka ble det brukt stålbjelker i føringssonene der det var mye tekniske anlegg for å ikke miste takhøyde. I betongbygg trenger du ofte ikke bjelker i det hele tatt, da kan du enten armere ekstra i dekket eller integrere stålbjelken i dekketykkelsen. Hvis du skal ha ekstra hull i massivtre-elementene må man kjerneborre hvis det er mer enn 50 mm, mens små hull kan tas med vanlig trebor. Selve boringen er som å borre i betong, men går nok litt raskere.</p>
Elektro_2	<p>Mindre jobb i massivtreprosjekter, alt går på en måte raskere. Det er egentlig bare innfestning og utsparinger det handler om, resten av jobben må gjøre det samme uansett. Ingen ekstra oppgaver, syns egentlig alt er lettere. Man slipper å borre i massivtre, men kan skru rett opp. Slipper å ha med like mye verktøy og kan bruke vanlig drill istedenfor slagdrill. Det kommer fram en fordel at du kan feste hvor som helst innen et gitt område, i betong er det typisk å treffe armeringen når du skal feste. Det er enklere at alt er ferdigprosjektert og at hullene er tatt på forhånd, da slipper vi å gå å merke opp alle hullene og kan begynne å jobbe med en gang. Litt vanskelig å si om det er forskjell på bemanningen på grunn av fremdriften i prosjektet, men tror ikke det er noe forskjell siden det er de samme oppgavene som skal gjøres uansett. I teorien skal det gå kjappere, men det gjør det ikke her på grunn av fremdriften.</p>
Rør_2	<p>Det er enklere for håndverker å montere fordi du slipper alle de operasjonene man gjør i betong, men prosjekteringen var mer krevende. Tror prosjekteringen også blir enklere med erfaring. Mye av utfordringene blir tatt under prosjekteringen, før monteringen starter på plassen, men må prosjektere like mye på forhånd i massivtre- og betongprosjekter. Håndverkeren slipper å gå og merke og vi slipper å ha en mann til å gå rundt og kjerneborre etter at elementene er montert. I betongbygg må du borre, sette inn plugg eller slaganker som slås inn med bruk av hammer og skru opp gjengestag. I tre kan du skru direkte inn og bruke enklere verktøy. I tillegg kommer det fram at massivtredekker har en fordel i forhold til hulldekker når det gjelder hvor du kan feste. I hulldekkene så kan du ikke feste lenger inn enn til hullet starter. Ikke noe mer tungvint for oss, etter denne samtalen ser jeg at det bare er bedre og enklere å montere rørene i tre kontra betong. I en normalsituasjon hvor alt går som det skal, så skulle det gått raskere å montere i massivtre. Det går litt fortere når hullene er tatt på forhånd og siden du slipper noen arbeidsoperasjoner i innfestingen. Det er snakk om så lite at du nesten ikke merker det. Vi planlegger at arbeidsoperasjonene tar like lang tid i betong og massivtre og det er de samme oppgavene vi har i planen. I dette prosjektet har vi økt bemanningen i forhold til det som var planlagt fordi vi må gjøre like mye jobb på kortere tid på grunn av</p>

	forsinkelsene. Går ikke nødvendigvis raskere med flere folk, det blir en del ekstra administrasjon, organisering og styring når det er så mange.
	EIKELI
Entreprenør_4	De tekniske fagene, ventilasjon, elektro og VVS tjener tid. Tipper de tjener 20-30-40%, og tror rør er nede på halv tid. De er konservative når de planlegger tid til aktivitetene, tror de legger inn litt ekstra siden det straffer seg om de ikke rekker fristen. De trenger ikke å leite etter steder å feste, men kan feste hvor som helst. Det er dessuten både enklere og raskere å feste i tre, enn å borre i betongen. I tillegg slipper de å lure på hvor hullene skal, siden de fysisk kan se hvor hullet er og dermed hvor rørene skal. De sparer derfor produksjonstid på plassen.
Ventilasjon_2	Det går fortere å montere i massivtre, da skrur du en skrue rett opp, så er du ferdig. I betong må du først borre før du kan sette pluggen inn og feste. I tillegg kan du feste hvor som helst i trebygg, i betong kan du ikke feste hvor som helst på grunn av armeringsjern. Da kan ikke alltid rørene ligge rett i taket, selv om ikke det egentlig har noe å bety. I tillegg var massivtreet prefabrikkert med ferdige hull, så her hadde de ingen hulltaking. De største hullene var også tatt i betongdelen, men der hvor det ikke var hull måtte hullene merkes og Peab organisere kjerneborring. Da må vi planlegge hvor vi trenger hull en viss periode frem i tid, så må det merkes opp så hullet er tatt innen du kommer dit. I massivtre slipper du å tenke på det, så det blir lettere for oss selv om det kanskje gir mer jobb til noen andre tidligere. I dette prosjektet var det også veldig god plass og god høyde i himlingen, det var derfor ekstra enkelt å montere, vanligvis får du ikke mer plass enn du absolutt må ha. Ingen ekstra oppgaver som dukket opp i massivtre. Han sier også at det var god plass i klasserommene i forhold til i korridorene. På grunn av forsinkelsene ble det en del venting, men da monterte han andre steder så lenge han ikke var i veien for de andre tekniske fagene.
Elektro_3	Bas syns det er mye enklere hvis alt er ferdigprosjektet, og det er frustrerende når ting mangler på tegning. Det er også lettere å montere på massivtre fordi du slipper en arbeidsoperasjon og kan skru rett i taket med en batteridrill. I betong må du bruke en kjerneborrer for å lage hull, og montere med plugg og skrue. Du sparer tid i borreprosessen siden du kan skru direkte inn, men tror ikke du sparer noe tid totalt sett for elektro sin del. Det har ikke vært noe ekstrem innsparing på tid i trebygg kontra betong, og en elektroentreprise er ikke noe lavere på bemanningssiden enn en betongentreprise. Kanskje det kan være en besparelse i for eksempel leilighetskompleks og kontorer hvor det er mye likt siden du kan banke kabelbroer, kabler og kabelrør rett opp. Du slipper en operasjon så i store bygg så kan du regne innsparingen på å bare gjøre én boring istedenfor to. Dessuten er det en del stål og gips i lettvegger og innervegger. Den samme jobben må uansett gjøres, men innfestingen kan være mye enklere. Det er ingen risiko for at håndverkerne glemmer kabler inne i veggen eller på feil side av veggen, her kommer kablene på riktig side med en gang. Ingen ekstra arbeidsoppgaver som dukker opp. Bemanningen er planlagt for hva slags byggetype det er, tror ikke det er tidsbesparende.

INNLEDENDE OG SUPPLERENDE INTERVJUER	
Supplerende_1	Tekniske fag får redusert timeforbruk. Tidsbesparende siden man slipper å borre slik man gjør i betong og siden det er festemidler overalt.
Supplerende_2	Håndverkerne jobber mer effektivt i trebygg på grunn av enkel montering. Det er enkelt å skru fast uten forboring, enkel hulltaking og enkelt å sage.
Entreprenør_5	Montering til tekniske fag går tre ganger så fort. Håndverkerne der ute kan erfaringsmessig si at det går raskere, selv om det ikke gir noe økonomisk gevinst. Sammenligner bygging med massivtre som elementbygging med betong. Mye er veldig likt, men i massivtre ønsker man å få med alle tekniske utskåringer i produksjon, mens i betong får man hovedsjakter og føringsveier på plass tidlig, men så gjøres mye boring i etterkant også. Dette gir mer arbeid i betong enn massivtre
Entreprenør_6	Annen verden i forhold til innfestning og bearbeiding. Man slipper boring og kan ta frem motorsagen for å justere
Entreprenør_7	Du sparer alltid tid på byggeplassen når du velger elementløsninger. Da produseres mye vekk, og det blir mindre produksjon og bemanning på plassen. Siden du har et kontinuerlig tredekke så er det enklere å henge opp for eksempel kabelbroer eller ventilasjonskanaler, det er bare å skru. Betongen er mer kompleks, sammensatt av arming som tar strekkrefter og betong som tar trykkrefter. Massivtre er homogent og man er ikke avhengig av å borre eller treffe armering og sånn. Det er en fordel, men i massivtre har du flere og tettere bærevegger enn du ville hatt i et betongelementbygg så da må du borre gjennom flere bærevegger. I tillegg har du flere gjennomføringer som må brantettes. Kanskje det går opp i opp. Har ikke merket at de tekniske fagene setter opp mindre tidsperspektiv i massivtreprosjekter enn i betongprosjekter. Enkelte operasjoner tar kanskje mindre tid, som selve opphengingen, men når for eksempel elektrikerer har hengt opp kabelbroene så skal alle kilometerne med kabel trekkes uansett noe som tar like lang tid. Så det er en fordel at du har spikerslag hele veien, men vet ikke hvor avgjørende det er.
Supplerende_3	Ifølge erfaringstall presentert i et foredrag av Veidekke, så går det 40% raskere å montere tekniske installasjoner i et massivtrebygg enn i et stål- og betongbygg. Det er altså ganske stor tidsbesparelse, likevel er det ingen som har erfaring med det og det er ingen forskjell om man bygger i massivtre eller andre. Det er akkurat samme type bemanning og fremdrift i massivtre- og betongprosjekter, dem tar ikke ut tidseffekten og de tar ikke ut kostnadseffekten. De tekniske har masse oppdrag og har derfor koordinert dette med de andre oppdragene. Så selv om elektrikerer jobber 40% raskere, så venter nestemann på «sin tur» så han kommer ikke tidligere av den grunn. Eneste måten å dra ut effekten på, er ved å kontrahere en som har stålkontroll på produksjon av bygget og som har som oppgave å sørge for at bygget bygges raskere. Man må planlegge med tidseffekten i fremdriftsplanene og man må skjønne rekkefølgekravet et massivtrebygg har. Må også forske og hente erfaringer for hvilke tekniske behov et massivtrebygg krever kontra andre. Uten erfaringstall, så prosjekteres alt «på sikker side», noe som gjør at man legger inn litt ekstra. Man må få ut mest mulig som ikke har noe i bygget å gjøre, også kommer dette

	med byggetid som et resultat av at man gjør ting enklere. Vi evner ikke å se det tverrfaglige og vi greier ikke å prosjektere på massivtreets betingelser. Vi bruker BIM for seint og vi er for dårlig til å planlegge byggeprosessen.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Vedlegg 2: Økonomi

BAMBLE	
Entreprenør_1	Nei, har ikke merka noe forskjell på pris. Men dette er det første prosjektet jeg har hatt som er så stort, tidligere har jeg vært på mindre prosjekter så det er vanskelig å sammenligne
Ventilasjon_1	
Elektro_1	En av fordelene med å være tidlig ute med prosjektering er at du får pressa rådgiverne dine til å komme med et underlag veldig kjapt, noe som kan redusere antall rådgivningstimer. Da kan de ikke dra ut timene for når massivtre går i produksjon så må du ha det ferdig. Da blir det antageligvis billigere. Du bruker stort sett det samme utstyret til å drive føringer, men trenger ikke de store tunge slagdrillene og man henger opp på en litt annen måte.
HORTEN	
Entreprenør_2	Vi får ikke billigere tilbud, og det har vi stussa litt på så jeg tror ikke vi kjenner til alle fordelene. Vi tror at de tjener mer på det også får ikke vi noe av gevinsten. Men vi har ikke nok forholdstall og kunnskap til å si noe om hvor mye lavere man skal i sum da. Vi har fått et par prosjekter hvor vi skal få ut effekten. Da tar vi med de tekniske entreprenørene vi kjenner godt, også samarbeider vi om å si hvor mye besparelser vi tror vi kan gjøre. Også må de være med på å gi en besparelse i pris og da. Så må vi finne de rette tingene, hva er det som er gunstig for dem for å gjøre det raskere? Når vi hadde klart å gjennomføre det, så måtte de på en måte gått lavere i pris også.
Rør_1	Du sparer masse tid, og her i løpet så er det jo timene til rørleggeren som koster penger. Si at det koster noen timer ekstra, eller litt mer penger, å prosjektere eller å tenke det ferdig før rørleggeren skal ut å skru. Besparelsen er at da kan rørleggeren gå rett ut i bygget og produsere når han kommer. I betong så bruker han en eller to dager på å merke oransje kryss så det kan komme en kjerneborrer å borre gjennom noe som er en kjempeprosess. På spørsmålet om han tjener på det, så legger han ut et eksempel om tiden du sparer når du skal henge opp et klammer i et betongtak vs massivtretak og at det er snakk om veldig mange klammere som skal festes, men svarer ikke noe mer konkret enn det.
VOLDSLØKKA	
Entreprenør_3	Prosjektleder tror at de sparer en del penger på å montere i trebygg i forhold til et betongbygg, men det gjenspeiles ikke i tilbudene. Han tror det er fordi de ikke forstår sammenhengen. Han sier at neste gang han kjøper tekniske leveranser så skal han ha dette i bakhodet. Monteringen går nok vesentlig fortere i tre og man kan bruke både billigere festemidler og verktøy. Når du fester i betong må du bruke pluggløsning eller ekspansjonsbolt som er dyrere. I tillegg er det mer arbeid, det er to operasjoner for å feste en skrue istedenfor 1 og det tar lengre tid å borre. Legger til at det er ikke store kostnader i den store sammenhengen.
Elektro_2	I massivtre trenger man ikke slagdrill, da holder det å bruke treskruer og vanlig drill. Alt festes med treskruer, så hvis det er en million skruer, så sparer man i hvert fall en million

	plugger. Tror ikke det er noe forskjell på bemanning, men det er litt vanskelig å si med denne fremdriften.
Rør_2	Bekrefter at dem kan bruke simpleere verktøy siden det bare er å skru. I betong så må du borre og hamre og skru opp gjengestaget. Mye enklere for håndverkerne å montere i massivtre. På grunn av fremdriften i prosjektet er bemanningen økt i forhold til det som var planlagt, må gjøre like mye jobb på kortere tid. Var ikke helt ferdig med prosjekteringen når massivtreelementene skulle bestilles, så da tok vi noen ekstra hull i tilfelle vi ikke hadde nok. Hvert ekstra hull har en pris, så her vurderte vi risiko mot kostnad. Foreløpig har vi hatt nytte av hullene i forbindelse med noen utfordringer som dukket opp, og vi har sluppet å borre ekstra hull i elementene på byggeplass.
EIKELI	
Entreprenør_4	Tror de tekniske tjener på å montere i massivtre fordi det går mye på timer. Svarer ikke på om de får rimeligere tilbud fra de tekniske i massivtrebygg, men svarer at de er veldig konservative i planleggingen. De legger inn litt ekstra tid fordi det straffer seg om de ikke rekker fristen, så de vil heller sikre seg.
Ventilasjon_2	Svarer nei på om det er en økonomisk konsekvens av å bygge i massivtre kontra betong «nei, det er samme jobben som må gjøres, like mange løpemeter med kanaler og samme omfang som skal inn i massivtre og betong»
Elektro_3	På bemanningssiden så er ikke en elektroentreprise lavere i massivtre enn betong. Når det gjelder verktøy så trenger du ikke slagdrillen når du for eksempel skal skru rør og kabelbroer i taket og de bruker stort sett skruer til å feste.
INNLEDENDE OG SUPPLERENDE INTERVJUER	
Supplerende_1	
Supplerende_2	
Entreprenør_5	Ikke økonomisk gevinst at det går raskere.
Entreprenør_6	Ikke billigere tilbud fra de tekniske foreløpig, fordi det er vanskelig å si uten erfaring. Massivtre er så nytt for både entreprenøren og de tekniske at det er vanskelig å presse ned prisen. Det mest vanlige er at de tekniske får betalt månedlig og de får da betalt i forhold til produksjon, og det ser du ikke i planleggingssystemet.
Entreprenør_7	Økonomien i et massivtreprosjekt er at de kommer med ferdige utsparinger til tekniske føringer og sånn, det er det samme som prefabrikkert betong egentlig. Har du mye prefabrikkert betong må du også planlegge for gjennomføringer fordi det er dyrt å kjerneborre på plassen. Økonomien i prosjektet er at du slipper mye produksjon på byggeplass, annet enn selve monteringen. Tror de tekniske fagene gjør en detaljert kalkyle på bemanning og tidsforbruk i planleggingen, men det er litt vanskelig å sammenligne. Da må man liksom sammenligne for eksempel innen sykehjemsbygg, hva er kvadratmeterprisen for elektro på et råbygg i stål og betong kontra i massivtre
Supplerende_3	Det er ikke noe forskjell på et massivtrebygg og andre bygg, de tar ikke ut tids- eller kostnadseffekten. For å få effekten og billigere tilbud så må man ha rekkefølgekravet som kommer når veggene i korridorer er en del av bæresystemet. I stål og betong har du hele

<p>himlingen å jobbe med og man kan skru akkurat der en vil fordi det kommer en himling under når man er ferdig. I massivtre er føringsveiene gitt, rådgiveren må planlegge for rekkefølgen på de tekniske fagene, hvor de skal være, hvem monterer, når og hvordan. På foredrag sier dem at massivtrebygg er for eksempel 15% for dyrt, men det er ikke det hvis du prosjekterer på massivtreets betingelser. Vi må se det tverrfaglige og bruke BIM til å planlegge byggeprosessen fra start. Hvordan skal bygget utformes, hva er tekniske strategi, hvor store ventilasjonsaggregater må vi ha, hvor mye luftskifte, hvordan fremfører vi tekniske fag i bygget og hvordan gjør vi det i korridorene? Da sparer vi penger, jeg har bygget mange massivtrebygg som er 15% billigere, men er utslitt hver gang. Massivtrebygg egner seg dessuten for å heise alt inn i bygget siden det er åpne dekker, men jeg har ikke sett noen som utnytter det. Det koster for eksempel 1 krone og ta i mot en komponent på byggeplass, også koster det 2 kroner i flytting og ødeleggelse før den skal monteres – da koster det det dobbelte før den er på plass i bygget.</p>

Vedlegg 3: Arbeidsmiljø

BAMBLE	
Entreprenør_1	Veldig greit å ha med å gjøre når det er massivtre. Mye enklere å skru inn også støver det mindre. Det oppleves nok mer positivt å jobbe med massivtre. Det er for eksempel stor forskjell på hvilken følelse du får av å gå inn i et klasserom som er i rein betong kontra rein massivtre – dette gjelder også for de som arbeider i bygget. Du får i tillegg mindre støy og bedre miljø og klima inne i bygget helt fra starten av. Dessuten har du tette vegger nesten med en gang hvis du har yttervegger i massivtre, og da har du skjerming for vær og vind på et tidligere tidspunkt.
Ventilasjon_1	Boringen man gjør i betong skaper finkorna støv som man slipper i massivtrebygg siden de skrur mer enn de borrar. Dette gjør at det er mye mindre støv i massivtrebygget i byggeperioden. Det har for så vidt blitt mye bedre i byggebransjen nå enn før, fordi det stilles krav til hvor du får lov å jobbe i visse soner. Så det er et mye større fokus på støv i bygg i dag. Så det er ganske bra i betongbygg og, men da må du gjøre mer tiltak for å holde det reint.
Elektro_1	Massivtre er mye bedre å jobbe i, det er mye bedre i forhold til støy. Med tanke på helse så er det mye bedre siden det støver heller ikke på den måten som betong gjør. Skruingen som blir gjort er mye mer kortvarig siden du skrur inn skruen og da er ferdig. I tillegg så kan du bruke mindre driller siden du ikke trenger de store slagdrillene for å lage hull.
HORTEN	
Entreprenør_2	Det er et mye mer hyggelig arbeidsmiljø innvendig i massivtrebygg enn i betongbygg. Det er en helt annen romklang, og liksom veldig mye mer positivt for arbeidsmiljøet da. For eksempel da vi bygde studentboligene på vinteren og første etasje var i betong, var det veldig kaldt. Kulda lagres jo i betong så det var ikke så rart. Etter hvert som vi kom oppover i bygget, ble det lysere og følte varmere. Vi merket det veldig godt at det var positivt for arbeidsmiljøet. I massivtre er det i tillegg mindre støv, det ser vi gang på gang. I betong produseres støv når du borrar og plugges, og det legger seg på gulv og over alt.
Rør_1	Vi snakka en del om det når vi holdt på med bygget, for det er vanskelig å forklare. Det er en sånn «lunere», eller det kjennes fysisk varmere å jobbe i massivtrebygg kontra iskald betong. Når alle dekkene er stablet oppover og vi er i midten av februar og det er stiv kuling, femten minusgrader og sludd i lufta, da er det kaldt. Men så fort du får på litt yttervegger, så kommer den varme lune følelsen. Det er jo en veldig subjektiv følelse da, men den er der altså. En forskjell på Bamble og Horten var at i Horten var det kun dekkene som er i massivtre, mens i Bamble var også veggene i massivtre. Gir ikke noe spesielle forskjeller til meg annet enn at det kanskje gir en enda lunere følelse når veggene også er tre. I tillegg er det en kjempebesparelse for oss å slippe å borre i betongen, det sparer rørleggeren for mye fysisk jobb og ytre påkjenninger. 90% av det tekniske anlegget vårt henter i taket, og det å jobbe oppover med tungt verktøy er jo noe av det verste vi gjør. Boring krever verneutstyr og skaper masse støv og tjafs i øyner og det bråker noe helt

	<p>vanvittig – i tillegg til å ta lang tid. Du skal borre og banke inn pluggen og det ene og det andre. Kontra i massivtre så har du en enkel gjengestifte med treskruer som du bare skrur rett inn, så det blir mye mindre jobbing over hodet med massivtre. Vi prøver å tilrettelegge for minst mulig stige, så de kan bruke motoriserte lifter i stede for å bevege seg minst mulig opp og ned. Og det finnes selvfølgelig hjelpemidler, men generelt sett så er det mindre arbeid per klammer i massivtre, og for eksempel i Horten så er det mange mange tusen klammer, så jeg vil si at det sparer den enkelte håndverker.</p>
VOLDSLØKKA	
Entreprenør_3	<p>Folk trives med å jobbe i trebygg. Tømrerne har sagt at det er mer behagelig å stå på tredekke siden det er et mykere underlag, men det forsvinner når sparkelen kommer på. Lufta blir bedre, lyden blir bedre. Den følelsen av å være i trebygg virker nok alltid. Trekker fram eksempel i Finansparken hvor folk var veldig stolte av det de gjorde og det var veldig trivelig å jobbe der selv om det var utfordringer der også</p>
Elektro_2	<p>Virker som at alle er fornøyd med å jobbe i massivtre. Det er mye mindre støv og støy enn det pleier å være. I betong borrar folk hele tiden. Skruingen i stålvegger bråker ingenting i forhold til betong-borring. Syns massivtre er kjempefint og skulle gjerne bare bygget i massivtre. Har ikke merket at gulvet er mykere</p>
Rør_2	<p>Før intervjuet hadde han ikke tenkt på dette i det hele tatt. VVS er med fra dag 1 til vannet settes på når alt er ferdig. Bygget er gjennom mange forskjellige prosesser, og miljøet oppleves veldig forskjellig fra hvilket stadium man er i. For eksempel uten vegger så blåser det tvers gjennom, da merker man ikke om det er massivtre eller betong. I startfasen tas det mye hull i betongbygg så da vil det være mer bråk enn i et massivtrebygg. Mot slutten av intervjuet så tror han at miljøet er bedre i trebygg og at håndverkerne der ute er mer fornøyde uten å tenke over det. Etter å ha tenkt litt kommer han på at du slipper betongstøvet siden du ikke borrar i betongelementdekke. Tror det er mye bedre å puste inn trestøv enn betongstøv. Intervjuer spør om han har merka forskjell på støynivået, og da svarer han først at det bråker like mye, men så sier han at det kanskje oppleves lavere i massivtre enn i betong siden du bruker et annet utstyr. I trebygg kan du bruke vanlig batteridrill istedenfor slagdrill og du slipper å banke inn slagankeret slik du må i betong. Disse operasjonene støyer. Avslutter med å si at det er mye lavere støynivå i trebygg, men at han ikke har tenkt over det før nå. Tror det er lettere for håndverkeren å jobbe på grunn av støv, støy og innfesting.</p>
EIKELI	
Entreprenør_4	<p>Massivtre gir et annet miljø. Lysere og Behagelig.</p>
Ventilasjon_2	<p>Den største forskjellen på å montere i massivtre og i betong er miljøet og det er stort sett fordeler HMS-messig. Bas syns det har vært kjempefint og behagelig å jobbe i massivtrebygg. Det er mye hyggeligere å jobbe i trehus, et råbygg føles kaldt og fuktig. Dessuten er det hyggelig at du slipper å borre, noe som gjør at du slipper betongstøvet. Det blir reinere når du ikke borrar i betong, og dessuten så ødelegger betongstøvet brillene selv om han bruker støvsuger på boremaskinen. I tillegg slipper du lyden som kommer fra</p>

	slagborremaskinen, men det knaker når du skrur inn her også når du ikke borer. Når du bruker en lang skrue direkte inn i treverket så skapes det mye trykk, som gir skrukna. Å jobbe over hodet sliter på grunn av at maskinen er tung. Det er ikke noe forskjell på om det er betongskrue eller treskrue, men fordelene var at vi slapp den tunge betongborremaskinen. Har ikke merka at gulvet er mykere å gå på.
Elektro_3	Det var nesten ikke støy oppe i massivtre delen, der var det stille og rolig. Hørselsvern er en del av utstyret som du skal ha med deg, og det skal brukes når det er fornuftig. For eksempel kapping av aluminiumskanaler bråker, så når du går forbi bør du vippe ned klokken på hjelmen. Problemet med støy kan være at du plutselig blir overrasket når noen plutselig begynner å skjære rett på siden av deg. I betong så vet du at det skjer så da har du kanskje hørselsvernet på fra før. I tillegg sparer du støv, men du får likevel støv fra gipsen så det er uansett et problem. Det er lettere å skru rett i taket i massivtre enn i betong siden du slipper en arbeidsoperasjon.
INNLEDENDE OG SUPPLERENDE INTERVJUER	
Supplerende_1	
Supplerende_2	En av fordelene med massivtre er at det skaper et godt arbeidsmiljø. Tre har mange positive aspekter vs stål og betong. Lite støv, senket lydnivå, mer behagelig å jobbe i og mer attraktive arbeidsplasser på grunn av «grønne løsninger» og bedre arbeidsmiljø
Entreprenør_5	
Entreprenør_6	Veldig stille på byggeplassen når man reiser byggene. Veldig lyst og rent uten støv siden man slipper boring.
Entreprenør_7	Det er kjempe lurt å bruke massivtre på sykehjem siden det er hjemlig og koselig istedenfor grå betong. Dette gjelder jo også på byggeplass, man blir overrasket over hvor god luft og akustikk det var. Betongen er kaldere og lukter betongstøv
Supplerende_3	Massivtre er i utgangspunktet tørt når du jobber der og det er veldig lite støv. Arbeidsklima for å jobbe der er veldig bra



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway