

Wedum, Fridtjof
Saunes, Ruben

Sammenligning av byggemetoder

En sammenligning av ett plassbygd prosjekt og ett modulprosjekt.

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag - Bygg

Veileder: Leif Erik Storm

Mai 2019

Wedum, Fridtjof
Saunes, Ruben

Sammenligning av byggemetoder

En sammenligning av ett plassbygd prosjekt og ett modulprosjekt.

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag - Bygg
Veileder: Leif Erik Storm
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

Oppgavens tittel: Sammenligning av byggemetoder	Dato: 16.05.2019		
	Antall sider: 67		
	Masteroppgave:		Bacheloroppgave X
Navn: Fridtjof Wedum og Ruben Saunes.			
Veileder: Leif Erik Storm			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere: [navn]			

Sammendrag:

Denne oppgaven er skrevet i samarbeid med ØM. Fjeld AS og Moelven Byggmodul Hjellum AS. Oppgaven har sammenlignet to ulike byggemetoder, plassbygd og modulbygd på generelt- og spesifikt grunnlag gjennom tildelingskriteriene fra Elverum kommune for Ydalir skole. Dette har blitt gjort med hjelp av et referanseprosjekt av hver byggtipe. Resultatene funnet i denne oppgaven kan brukes av nye byggherrer til å gjøre et lettere valg på hva slags byggemetode de skal velge når de skal sette opp nybygg.

Oppgaven bygger på tildelingskriteriene til Elverum kommune som ble brukt på Ydalir skole. Samt noen generelle punkter som: arbeidsprosessen, transport og logistikk og Helse, Miljø og sikkerhet. Informasjonen er hentet gjennom litteraturstudier, kvalitative intervjuer og observasjonsstudier. Studiene som har blitt gjort har hentet ut generell og noe mer spesifikk informasjon for byggemetodene som blir brukt på disse prosjektene.

Analysen vår tar for seg begge byggemetodene, og sammenligner de opp mot i hverandre og på hvilke punkter de ulike metodene gjør det bra og dårlig. Siden ikke alle tildelingskriterier er like lette å måle har ikke alle punkter blitt vektlagt like grundig som de ville blitt i en anbudsprosess. Konkludert er moduler en byggemetode man velger om man vil ha kort byggeprosess og lave totalkostnader, mens plassbygd vil kreve en lenger byggetid og en høyere totalkostnad. Positivt for plassbygd er at brukere og byggherre vil kunne være med å tilpasse bygget i en stor grad samt at utformingen kan variere meget fra bygg til bygg. Dette er muligheter man ikke får med moduler, der bygget kommer ferdig fra fabrikk hver gang og brukere og byggherre har små valgmuligheter i tilvalgsprosessen.

Stikkord:

Modulhus
Plassbygd
Tildelingskriterier
Valg av byggemetode

Abstract.

This paper has been written in cooperation with ØM Fjeld AS and Moelven Byggmoudul Hjellum AS. This paper has compared two different construction methods, in situ construction and modular buildings. The comparison consist of: comparison of general and specific basis through award criterias from Elverum municipality which have been used when building Ydalir school. For the comparison it has been used two reference projects, one project from each construction method. The result from this thesis will serve as a guide for new builders for which construction method to make use of.

The thesis is partely based on the award criteria from Elverum municipality together with some general topics while building. Topics as working process, transport and logistics and enviornment, health and safety have been added outside from the award criteria. The information is gathered through literature studies, qualitative interviews and observation studies. The study have been based on gathering generall information about the construction methods and spesific information about the construction methods from the reference projects.

The analysis deals with either construction methods and compares them against each other. The comparison shows which criteria the construction methods benefits from. Some of the criterias is given small attention, because some of them is not easy to measure. The conclusion is to choose modular buildings if you want the project to benefit from short building process and low total cost. Meanwhile choose in situ construction if the project needs a longer time limit and has a bigger budget. A positive factor for in situ construction is that the builder and user have the opportunity to modify the building on a larger scale, and the design will vary from building to building. Modular building lacks this possibility since every part of the building is prefabricated from the factory resulting in less interplay between the builder and the user.

Forord

Denne oppgaven er skrevet våren 2019 av Ruben Saunes og Fridtjof Wedum som en avsluttende oppgave på en 3-årig bachelor i konstruksjonsteknikk innen bygg ved NTNU i Gjøvik. Oppgaven har et omfang på 20 studiepoeng.

Oppgaven oppstod under sommerjobb i 2018 hos ØM. Fjeld da de ønsket at daværende sommerstudenter gjerne skulle skrive bachelor for dem også. ØM. Fjeld koblet på Moelven Byggmoduler Hjellum AS som kom opp med problemstillingen. Oppgaven tar utgangspunkt i å sammenligne en tradisjonell byggemetode (plassbygd) opp mot en moderne byggemetode (moduler), og vil prøve å redegjøre for når man bør benytte seg av de forskjellige byggemetodene.

I arbeidet med oppgaven har vi fått utdelt en veileder fra NTNU i Gjøvik, samt at både ØM. Fjeld og MBMH har vært behjelpelige med informasjon.

Gjøvik, mai 2019



Fridtjof Wedum



Ruben Saunes

Innholdsliste

Sammendrag:	iii
Abstract.	iv
Forord	v
1. Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	2
1.3 Avgrensninger og mål	2
1.4 Samarbeidsbedrifter	3
1.4.1 ØM. Fjeld AS	3
1.4.2 Moelven Byggmodul Hjellum AS	4
1.5 Referanseprosjekter	4
1.5.1 Glassberget	4
1.5.2 Lillebakken Terrasse	5
1.6 Forkortelser og definisjoner.	5
2. Metode	8
2.1.1 Anvendt metode	8
2.1.2 Datainnsamling	10
2.1.3 Kvalitet av undersøkelse	10
3. Teoretisk grunnlag	13
3.1 Plassbygd	13
3.1.1 Generelt	13
3.1.2 Utførsel	14
3.1.3 Transport og logistikk	16
3.1.4 Fordeler/Ulemper	17
3.2 Modulbygging	18
3.2.1 Generelt	18
3.2.2 Utførsel	19
3.2.3 Egenskaper	20
3.2.4 Fordeler/ulemper	21
3.3 Helse, miljø og sikkerhet	22
3.4 Anskaffelser	24
3.4.1 Konkurransesgrunnlaget	24

NTNU Gjøvik
Bacheloroppgave

3.4.2 Tildelingskriterier	25
3.4.3 Pris	26
3.4.4 Kompetanse	27
3.5.5 Oppgaveforståelse	28
4.Sammenlikning / Resultat byggemetoder	30
4.1 Arbeidsprosess	30
4.1.1 Arbeidsprosess plassbygd	30
4.1.2 Arbeidsprosess moduler	31
4.2 Transport og logistikk	32
4.2.1 Transport og logistikk plassbygd	32
4.2.2 Transport og logistikk moduler.	34
4.3 Helse, Miljø og Sikkerhet	35
4.3.1 HMS plassbygd	36
4.3.2 HMS Modul	36
4.4 Fordeler og ulemper	37
4.4.1 Plassbygging	38
4.4.2 Moduler	41
5.Sammenlikning / Resultat tildelingskriterier	45
5.1 Kompetanse og erfaring	45
5.1.1 Beskrivelse av prosjektene og tidspunkt for utførsel.	45
5.1.2 Kontraktsform	46
5.1.3 Miljøkrav	47
5.1.4 Rolle og arbeidsoppgave i prosjektet	47
5.2 Oppgaveforståelse	47
5.2.1 Samspillmodell	47
5.2.2 Styring og gjennomføring	48
5.3 Pris	49
6.Drøfting / Analyse	53
6.1 Drøfting	53
6.1.1 Arbeidsprosess, kompetanse og erfaring	53
6.1.2 Logistikk og transport	54
6.1.3 Miljøkrav og avfallshåndtering	55
6.1.4 HMS	56
6.1.5 Tildelingskriteriene	58

6.1.6 Oppgaveforståelse	59
6.1.7 Pris	60
6.2 Analyse	62
7.Konklusjon	64
8.Vegen videre / Videre arbeid.	66
Litteraturliste	68
Vedleggliste	0
Vedlegg 1 - Oversikt over intervjuer	0

Tabell og figurliste

Figure 1 Fasaden på Glassberget (Lianger, 2019a).....	5
Figure 2 Byggeplassen etter at fundament er ferdigstøpt. Ser konturene av hvor mye plass riggplassen tar (Lianger, 2019b).	16
Figure 3 Oppsetting av parkeringskjeller. (Østby, 2019a).....	20
Figure 4 Viser hvordan modulene ser ut innvendig etter heising. (privat foto).	22
Figure 5 Tidsplan for Glassberget.....	31
Figure 6 Tidsplan for Lillebakken.	32
Figure 7 Råbygget er på vei opp. Riggplass tar opp mye areal (Lianger, 2019c).....	34
Figure 8 Heising av moduler. (Østby, 2019b)	35
Figure 9 Etterarbeid av modulene etter heising. (Østby, 2019c)	46
Tabell 1 Fordeler/ ulemper plassbygd.....	38
Tabell 2 Fordeler/ ulemper moduler	41
Tabell 3 Liste over oppgitte priser fra bedrifter.	51
Tabell 4 HMS tall for ØMF og MBMAB, alle tall fra 2018.....	58

1. Introduksjon

Oppgaven stammer fra bacheloroppgaven «Hulldekker vs plattendekker» der de i «videre arbeid» foreslo; «Det kunne vært interessant å sammenlikne bruken av modulenheter i større boligprosjekter opp mot plasstøpt- eller prefabrikkert betong prosjekter.» (Eriksen og Sørdsdal, 2016). Oppgaven baserer seg på dette, men den går dypere enn hva forslaget tilsier.

1.1 Bakgrunn

Oppgaven er skrevet ut i samarbeid med ØM. Fjeld og Moelven Byggmodul Hjellum AS. Bakgrunnen for denne oppgaven er å se på en tradisjonell byggemetode opp mot en nyere byggemetode og se hva som er hensiktsmessig å bygge ut ifra et perspektiv på tid, kvalitet og kostnad. Det ligger også i oppgaven å se på tildelingskriteriene fra Elverum kommune, og se hvordan ulike byggemetoder scorer i forhold til disse.

Byggebransjen er i utvikling og det vil være gunstig å se etter løsninger som gir store økonomiske og samfunnsmessige gevinster, samt en forbedring av tidsplan og effektivitet. Ved å sammenligne plassbygd opp mot moduler vil det gi to ulike aspekter av byggebransjen, en sammenligning mellom en kjent tradisjonell byggemetode og en ny innovativ byggemetode vil gi et godt grunnlag for oppgaven.

Det har blitt skrevet mye om byggemetoder, derfor ønsket studentene og oppdragsgiver at tildelingskriterier skulle bli tatt med for å gjøre oppgaven mer interessant. Det at tildelingskriteriene er tatt med i oppgaven gjør at man har mulighetene til å se hvordan prosessen av å velge riktig prosjekttype for rett oppdrag. Det har også vært et ønske for studentene som har skrevet oppgaven om å lære mer om ulike byggemetoder, prosessen som omfatter rundt dette og mer kunnskap om byggeplassen, derfor ble oppgaven valgt.

1.2 Problemstilling

Denne oppgaven tar utgangspunkt i følgende problemstilling:

«Hva kan føre til at en byggemetode blir valgt med utgangspunkt i sammenligning mellom en byggemetode med moduler og en med plassbygging med vektlegging på tildelingskriterier og konkurransegrunnlag fra Elverum kommune.»

1.3 Avgrensninger og mål

Formålet med denne oppgaven er å se på byggemetodene i sin helhet og kunne ta med hvilke faktorer som påvirker begge metoder og gjøre en sammenligning ut ifra dette. Det vil være en sammenlignings del for byggemetodene og en for tildelingskriteriene. For byggemetodene vil det bli vektlagt faktorer som prosjektlederne fra referanseprosjektene har omtalt, samt andre faktorer som spiller inn. For sammenligning av prosjektene for tildelingskriteriene vil det bli tatt ifra konkurransegrunnlaget hos Elverum kommune: Kompetanse og erfaring til tilbudt nøkkelpersonell: Beskrivelse av prosjektet og tidspunkt for utførelse, kontraktsformer, miljømål og rolle og arbeidsoppgave. Pris: m²-pris, transport, arbeidskraft egne og innleide, innleide rådgivere og rigg og drift. Oppgaveforståelse: Strategi og organisering, tilvalg, målsetninger, milepæler og framdriftsplan. For tildelingskriteriene har vi valgt å sammenligne de punktene som lar seg gjøre for oppgaven. Enkelte av tildelingskriteriene har ikke noen grad av sammenligningsverdi så disse har blitt sløyfet eller nevnt i mindre grad. For punktet pris har vi hentet ut kriterier fra tilbudsskjema for Ydalir skole og valgt ut de mest relevante og gjennomførbare prisene for sammenligningen.

Oppgaven har som hensikt å se på fordeler og ulemper med de ulike byggemetodene. For oppgaven vil det ikke bli et fasitsvar for hvilken byggemetode som er mest gunstig, men heller legge fram fordeler og ulemper å komme med forslag når det kan lønne seg å bruke en byggemetode. Den konklusjon som vi kommer fram til vil være til veiledning for valg av byggemetode ved senere anledninger.

For oppgaven vil sammenligningen avgrenses for de aktuelle punktene som har blitt valgt ut ifra kriterier om byggemetode:

- Arbeidsprosess - Skrive om selve byggearbeidet sitt "livsløp": tidsplanen, de forskjellige arbeiderne som er innom byggeplass. Det er med for å gi et innblikk i prosjektene fra start til overlevering.
- Logistikk og transport - Hvor mye logistikk og transport hvert prosjekt har, aktuelt med tanke på stor forskjell mellom plassbygd og moduler.
- HMS - HMS tall fra begge bedriftene, aktuelt for å se om en byggemetode er ekstra risikabel.

I tillegg til tildelingskriteriene:

- Kompetanse og erfaring - Her skal det handle om: beskrivelse av prosjektet, kontraktsform, miljøkrav, rolle og arbeidsoppgave i prosjekt, tidspunkt for utførelse.
- Oppgaveforståelse - Her skal det handle om: Samspillsentreprenørens forståelse for styring og gjennomføring av dette prosjektet i samspillsmodell.
- Pris - Omhandler priser fra tilbudsskjema fra Elverum kommune.

1.4 Samarbeidsbedrifter

For å kunne skrive en troverdig oppgave er man avhengig av å kunne innhente informasjon fra kilder med høy pålitelighet. Derfor har vi i arbeidet med denne oppgaven kommet i kontakt med to ulike bedrifter som omtales som samarbeidsbedrifter. Disse to samarbeidsbedriftene har gitt oss ett referanseprosjekt hver. Denne hjelpen har kommet godt med i skrivingen av oppgaven.

Samarbeidsbedriftene har hjulpet til med å arrangere møter til intervju med prosjektledere for prosjektene Lillebakken Terrasse og Glassberget. Moelven har også hjulpet til med å gi oss tilgang til tildelingskriteriene for Elverum kommune og konkurransegrunnlaget for Ydalir skole.

1.4.1 ØM. Fjeld AS

ØM. Fjeld AS (ØMF) er en byggentreprenør og eiendomsutvikler med hovedkontor på Kongsvinger som betjener både private og offentlige oppdragsgivere over hele Østlandet. For mer informasjon kan nettside besøkes på; <https://omfjeld.no/>

1.4.2 Moelven Byggmodul Hjellum AS

Moelven Byggmodul Hjellum AS (MBMH) er en del av Moelven divisjon byggsystemer. Basen til MBMH ligger på Hjellum i Hamar kommune. MBMH leverer permanente og midlertidige bygg innenfor skole og barnehage, leiligheter, hotell, kontor og øvrige bygg. Samt at det i Norge er den største leverandøren av modulbygg og brakker.

For mer informasjon kan nettside besøkes på; <https://www.moelven.com/no/om-moelven/byggsystemer/moelven-byggmodul-as/>

1.5 Referanseprosjekter

Plassbygde byggeplasser er det skrevet mye om før, men det er nyttig å ha sitt eget referanseprosjekt i oppgaven. Så man kan følge byggeprosessen og snakke med entreprenør underveis i byggeprosessen. Samt at en så rutinert samarbeidspartner som ØMF også vil sitte på kunnskap og erfaringer fra tidligere prosjekter.

Modulbygging er en relativt ny byggemåte, og det er ikke skrevet så mye om denne byggestilen før. Derfor er det meget relevant å ha med seg en partner som MBMH på laget, og få tilgang på et pågående prosjekt hos dem.

Det er benyttet to forskjellige referanseprosjekter for å skaffe informasjon til bacheloroppgave, ett fra hver entreprenør. For ØMF; Glassberget i Hamar sentrum, og for MBMH; Lillebakken terrasse i Elverum.

1.5.1 Glassberget

Leilighetsbygget er en totalentreprise som er fordelt 50/50 mellom utbygger ØMF og byggherre OBOS. ØMF kom inn helt i starten av byggefasen og har dermed hatt muligheten til å være med på planlegging hele veien. Bygget har en total BRA på 2380m² og har en verdi på 62 millioner eks. mva.

Bygget har en parkeringskjeller med 6 etasjer over seg og inneholder 33 leiligheter. Glassberget er et plassbygd bygg.

Prosjekteringen av prosjektet startet i mars 2017, og byggeperioden forløp seg fra juni 2017 til september 2018.

Bygget har plasstøpte vegger og søyler, gulskivene som blir lagt er plattendecker.



Figure 1 Fasaden på Glassberget (Lianger, 2019a).

1.5.2 Lillebakken Terrasse

Lillebakken er prosjekt av MBMH som blir satt opp i Elverum på vegne Fundament Gruppen AS. Det er et leilighetsbygg med 20 leiligheter av moduler i fire etasjer. Prosjekteringen startet i oktober 2018, første modul ble heist på plass i februar 2019 og man hadde ferdigstilt det i april 2019.

Oppgaven er helt nødvendig av å få ekstern hjelp til å få på plass korrekt informasjon, og gjennom samarbeidsbedrifter og deres referanseprosjekter er dette mulig. Det har gitt oss muligheten til å gjøre studiene lettere, og vi har hatt personer vi lettere kan kommunisere med enn om vi måtte ha oppsøkt bedrifter vi ikke har noen koblinger til.

1.6 Forkortelser og definisjoner.

I oversikt nedenfor blir det lagt frem relevante fagbegreper som omfatter teori- og resultatdel, ved å lese denne kan man få økt forståelse for språket i studien.

- ARK: Arkitekt- Tegner og utformer bygninger og infrastruktur til byer og landskap.

- BAS: Basen leder et arbeidslag i produksjonsarbeidet på byggeplass
- BRA: Bruksareal – Arealet innvendig med innvendige vegger og føringer.
- Byggherre: Tiltakshaver av eiendommen som byggprosjektet utføres på.
- DG: Dekningsgrad – Handler om dekningsbidraget som er hvor mye penger som er igjen etter dekte faste kostnader og fortjeneste, dekningsgrad er prosenten av dette.
- HE: Hovedentreprenør – Entreprenøren som har ansvaret for et bygg og anleggsprosjekt, står som et bindeledd mellom byggherre og underentreprenør.
- HMS: Helse, miljø og sikkerhet - Tar utgangspunkt i byggherreforskriften der man finner regler for: Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø (SHA). HMS baserer seg på at arbeidsgiver og arbeidstaker er forpliktet til å arbeide systematisk for å forebygge og forhindre helseskade på arbeidstakerne.
- KTI: Kundetilfredshet – Kundenes forventninger og opplevelser når de kjøper nye varer eller tjenester.
- Plasstøpt: Et uttrykk for å beskrive at betongarbeidet foregår på byggeplassen, forskalling, armering og støping av betong blir utført på byggeplassen.
- Prefab: En forkortelse av begrepet prefabrikkert. Prefabrikkert betyr at materiale blir laget på fabrikk og ikke på byggeplass og blir sendt ut som ferdig elementer til å sette opp.
- RIE: Rådgivende ingeniør elektroteknikk – Ofte en del av underentreprenørene som har ansvar for elkraft og teletekniske installasjoner i bygninger.
- RIV: Rådgivende ingeniør VVS – VVS: Varme, ventilasjon og sanitærteknikk – En del av underentreprenørene som har ansvar for installasjon for inneklime.
- Råbygg: Et begrep for bygget etter at bæresystem og dekkene er ferdig montert.
- SHA: Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø – Man skal verne arbeidstakerne mot farer ved at det tas hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser i forbindelse med planlegning, prosjektering og utførsel.
- Tilvalgsprosessen: Et samspill mellom entreprenør og bruker for bestemmelse av utforming av innvendig bygg, f.eks. endre på stue, interiør, estetikk.
- UE: Underentreprenør – Inngår kontrakt med hovedentreprenør for å utføre en del av arbeidet som hovedentreprenør skal utføre for en byggherre.

Under dette kapitlet har oppgaven blitt beskrevet og det har blitt lagt frem hva som ønskes å oppnå og hvordan studentene har tenkt å gjennomføre det. I neste kapittel vil det komme frem

NTNU Gjøvik
Bacheloroppgave

hvordan vi gikk frem når vi skulle velge metode. Samt hvordan vi gjorde datainnsamling med hjelp av ulike typer studier, og hvordan vi har sikret at kildene våre har en høy relabilitet.

2. Metode

I dette kapittelet vil det fremkomme hvordan vi har handlet for å innhente informasjon for å løse problemstillingen vår:

“Hva kan føre til at en byggemetode blir valgt med utgangspunkt i sammenligning mellom en byggemetode med moduler og en med plassbygging med vektlegging på tildelingskriterier og konkurransegrunnlag fra Elverum kommune. “

Og hvorfor vi har brukt disse måtene for å få det til. Hensikten med dette vil være å vise hva vi har lært av prosessen og at kildene våre er kvalitetssikret (Rognsaa, 2015).

Metodene er et godt hjelpemiddel for å skaffe informasjon om det man ønsker å undersøke. Man kan bruke to former for metoder kvalitative og kvantitative. Hvilken metode vi har valgt og hvorfor kan du lese i neste avsnitt.

2.1.1 Anvendt metode

Det kom tidlig frem at for vår type oppgave ville vi få best oversikt og kvalitet på informasjonen vår med å innhente den via kvalitativ analyse. Grunnen til at kvantitativ metode ikke har blitt brukt i vår oppgave, er fordi den ikke ville klart å få besvart problemstillingen vår dypt nok.

Noe man har bedre mulighet til når man bruker kvalitativ metode, og får muligheten til å intervju flere mennesker. Disse har i tillegg lov til å utdype svarene sine, og man kan komme veldig tett inn på temaene det spørres om.

Siden valget av hva byggemetode er et stort og avgjørende valg som personer med kompetanse er best egnet til å ta, har vi hentet inn informasjon fra bransjefolk fra begge sider av byggenæringen. Det var viktig for oss å skaffe kunnskap fra kilder vi visste hadde kunnskap om temaene vi ville finne ut mer av. I den forbindelse har MBMH og ØMF hjulpet til.

Når man bruker kvalitativ metode er det en risikofaktor at man ikke får intervjuet nok personer, og resultatet man ender opp med etter informasjonsinnhenting vil bli for ensidig.

For å forhindre dette har det blitt intervjuet personer fra ulike deler av byggebransjen. Denne variasjonen gir oppgaven en høy validitet med tanke på faren for å få et ensidig utvalg av informasjon.

Denne bacheloren er skrevet etter IMRAD-metode som er foreslått av NTNU. Det er brukt tre typer kvalitative forskningsmetoder i denne bacheloroppgave.

- Litteraturstudium
- Intervju
- Observasjonsstudier

Litteraturstudium ble brukt i startfasen av oppgaven for å skaffe oss mer grunnleggende kunnskap om plassbygde- og modulbygde byggeplasser. Det har også blitt brukt litteraturstudier gjennom hele skriveprosessen for å kunne skaffe relevante spørsmål til intervju av fagfolk, sammenligne resultater vi har kommet frem til og aktivt oppdatere oss på nyheter og fakta fra byggebransjen på aktuelle temaer.

Intervjuene har vært viktige for oppgaven siden vi har fått inn eksterne fagfolk som kan faget godt, og bidrar med kvalitet og relabilitet til oppgaven. Derfor har det gått med mye tid til å prate med fagfolk, og finne ut hvilke spørsmål som skal stilles. Vi har vært ute på byggeplassene og pratet med dem der, ringt rundt med oppfølgingsspørsmål og hatt eksterne intervjuer.

Vi har intervjuet ti ulike fagfolk som tilhører forskjellige deler av bransjen.

Spørsmålsrundene har vært semistrukturerte, og vi har ankommet møtene med en grov spørsmålsplan. Vi hadde forutsetninger om at samtalen skulle ha såpass flyt at vi lett kunne ha muligheten til å spørre om utdypende ting som lå i nærhet til temaene vi stilte spørsmål om. Vi stilte heller ikke spørsmålene i rekkefølgen vi hadde skrevet dem ned, dette for å ikke ødelegge flyten i intervjuene. Vi sørget heller for å gå tilbake på temaene til slutt om vi skulle mangle svar på noe. På den måten har vi fått svar på spørsmålene våre fra flere vinkler, og har fått et troverdig resultat. Samt at den semistrukturerte spørsmålsplanen var med på å gi intervjuet en større følelse av åpenhet.

Under intervjuene ble svarene fra intervjuobjekt notert ned. Denne måten ble valgt fordi vi følte vi da ville oppnå en lettere flyt i samtalen, enn om den ville ha blitt tatt opp med en

opptaker. Førstegangsintervjuene varte alle ca. i en time, mens rundene etter dette har hatt en del kortere varighet og har begrenset seg til maks 20 minutter. Møtene har funnet sted på ulike arenaer som ute på arbeidsplassen, kontorer, telefon, e-post eller videokonferanse på Skype.

Både MBMH og ØMF har bidratt med et referanseprosjekt hver, disse har vi besøkt og brukt til observasjonsstudier. Disse to prosjektene viser problemstillingens to ytterpunkter, plassbygd og modulbygd. Det har også vært nyttig å komme ut på byggeplassene for å få praktisk erfaring, og faktisk se hvordan det fungerer på plassen. Observasjonsstudiene har blitt brukt til å sammenligne med svarene fra intervjuene og for å se på helheten. Observasjonsstudier er veldig nyttig å bruke å bruke når man skal samle inn og analysere materiale knyttet til yrkesutøveres oppfatninger og vurderinger (Brurås, 2012)

2.1.2 Datainnsamling

For litteratursøket har det blitt benyttet søkemotorer fra NTNUs databaser: Compendex, Oria, Sciencedirect og BIBSYS. Av litteratur funnet har det vært fagartikler og US.patent artikler som har blitt benyttet. Søket har blitt gjort på engelsk for å få beste utnyttelse av søkemotorer og treff, ettersom det er mangel på artikler om moduler på norsk. Søkeord som har blitt benyttet for moduler er: Modular buildings som hoved søkeord med kombinasjon av boolske operatorer som: AND; OR og NOT. Kombinasjonsordene har bestått av: transport, economics, time, benefits m.m.

For den plassbygde delen av bacheloren er det brukt samme søkemotorer, med søkeord som: Plassbygd eller In situ construction etter hva slags språk man har søkt på. Boolske operatorer som: AND, OR og NOT. Kombinert med: betong, logistikk, økonomi, transport, tidsplan, concrete, logistics, economics, schedule og logistics.

2.1.3 Kvalitet av undersøkelse

Kvaliteten på informasjonen som har blitt innhentet i forbindelse med bacheloroppgave har variert etter hvor den har blitt hentet i fra. De kildene som vi har endt opp med å bruke, har vi konkludert med at holder mål og er troverdige nok. Det er prøvd å styre unna tidligere bachelor- og masteroppgaver ettersom disse kan mangle nøytralitet og kvalitet. Likevel har vi

benyttet «*Massivtre og Plasstøpt betong: en casestudie - forskjeller, erfaringer og forbedringspotensial*» (Østnor, 2018) og «*Hulldekker vs plattendekker i boligprosjekter*» (Eriksen og Sørsdal, 2016) som har vært med å bidra til valg av oppgave, og relevante temaer som det har blitt søkt inspirasjon i.

Det har til tider vært mangel på både aktuell og sikker litteratur på norsk, dette har vi løst med å søke på engelsk der det finnes mer relevant litteratur. Dette gjelder spesielt for moduldelen av oppgaven der det var vanskelig å finne treffende litteratur på norsk. På den plaststøpte delen var det lettere å finne norsk litteratur som holdt en høy standard.. Likevel er det også her benyttet engelske kilder i tillegg for å tilføre oppgaven mer kvalitet.

Intervjudelen har vi prøvd å kvalitetssikre med å spørre ulike deler av bransjen. Vi ser at viktig informasjon kan ha gått i vasken ved at vi har tatt notater underveis istedenfor lydopptak. Dette argumenterer vi for med at vi var redde for at intervjuobjektene ville føle seg mer bundet og ikke så frie til å prate om de visste at det de sa ble tatt opp. I slutten av hvert intervju har vi blitt enige med intervjuobjektene, dersom studentene har gått glipp av noe eller kommer på nye spørsmål kunne man ta kontakt igjen. Dette har blitt utøvd hos de fleste intervjuobjektene, og vi føler på denne måten at vi har fått innhentet den nødvendige informasjon.

En annen risikofaktor når man benytter seg av intervju av objekter er at svarene skal bli for ensidige, og ikke objektive nok. Det kunne alltid blitt intervjuet flere objekter, men skulle dette ha blitt gjort er vi redde for at oppgaven skulle bli for stor og tidskrevende. Det finnes andre måter å løse byggingen på enn hva som står i skrevet i oppgaven.

I observasjonsstudiene har vi vært på referanseprosjektene som vi har blitt tildelt av ØMF og MBMH. Dette i tillegg til tidlige erfaringer fra byggeplass har vært med på å gi oss kunnskap om hvordan byggemetodene fungerer. Når vi har vært ute på observasjon på byggeplassene har vi sørget for at prosjektlederne har vært med oss når vi har spassert rundt. Dette har sørget for at informasjonsflyten som har blitt startet på i intervjuene har fortsatt i en senere fase, og vi har tilegnet oss kunnskap mens vi har observert.

Den kritiske parten når man bare er på en byggeplass av hvert slag er at ting kan praktiseres på andre måter på andre byggeplasser av samme slag, uten at vi får med oss dette i vår oppgave. Derfor må vi ta utgangspunkt i at dette bare er en mal og at ting kan løses på andre måter enn det vi har opplevd under arbeidet med oppgaven.

Gruppen kom fram til å benytte seg av kvalitativ analyse. Typer studier som er brukt er: litteraturstudier, semistrukturerte intervjuer og observasjonsstudier. Hva slags studie som har blitt benyttet avhenger av hvor i skrivefasen vi har vært. Det ble brukt mye litteraturstudier i oppstarten for å innhente informasjon, observasjon og intervjuer har blitt brukt mer opp mot resultatdelen da vi har fått kunnskaper om byggemetodene praktiseres. Kilder som har blitt brukt ansees å ha høy relabilitet og validitet.

I neste kapitel kommer det teoretiske grunnlaget for hvordan de ulike byggemetodene fungerer i praksis, utførsel og egenskapene deres til å bli gjennomgått.

3. Teoretisk grunnlag

I kapittel 3. Teoretisk grunnlag blir det lagt frem teori som har kommet frem som en følge av litteraturstudiet, og som bidrar til å øke kunnskapen for å kunne forstå teori- og resultatdel av studien bedre. For det teoretiske grunnlaget vil det bli lagt fram begge byggemetoders arbeidsgang. Det er lagt inn et delkapittel om HMS, kapitlet vil også ta for seg anskaffelser som forklarer tildelingskriterier og konkurransegrunnlag i fra problemstilling.

3.1 Plassbygd

Byggeplasser der alt av produksjon foregår på plassen har eksistert siden før kristus, og har på den måten blitt vel utviklet gjennom årtusener (Kunsthistorie, 2012). Denne typen bygg får tilsendt råmaterialer og andre ulike varer fra fabrikker og grossister. Her kommer alle ledd i arbeidskjeden inn på plassen for at ting skal bli ferdigstilt slik det kreves. Da byggverket blir skapt underveis slik som navnet indikerer. De ulike aktørene må inn på plassen når det passer i forhold til framdrift og tidsplan at de kommer inn.

I dette kapitlet vil det bli tatt for seg hvordan en plassbygd byggeplass blir praktisert gjennom selve arbeidssyklusen fra grunnmursarbeid til forskaling og støping av vegger. Hvordan tømrere og andre fagarbeidere blir involvert i arbeidet. Samt hvordan transport og logistikk må løses for at arbeidet skal ha best mulig flyt. Til slutt vil det bli nevnt fordeler og ulemper med å bygge med denne metoden.

3.1.1 Generelt

Den plassbygde byggeplassen er den tradisjonelle byggemetoden. Alle materialer blir levert på byggeplassen, før det blir satt sammen og tilført bygget der av arbeidere. En slik tradisjonell byggeplass vil ha behov for alle typer fagarbeidere og deres fagkunnskap for å bli ferdigstilt. Arbeid som blir utført på plassen er for eksempel: fundamentering, støping av betong, tømring, rørlegging, elektriske installasjoner osv. Alle disse punktene medfører at et plassbygd prosjekt har med seg mange entreprenører og rådgivere. Et plassbygd prosjekt er svært omfattende og kan variere fra små boligprosjekter til større forretningsbygg. Dette innebærer at det stilles store krav til nøyaktighet og fagkunnskaper for at byggverkene skal innfri dagens krav til kvalitet. Framdriften på et slikt bygg vil kunne være mulig å følge dag

til dag. Og man vil kunne se råbygget reise seg over en lengre tidsperiode, når råbygget er ferdig vil det fortsatt være igjen arbeid innvendig. Dagens plassbygging baserer seg mye på tradisjonelle byggemåter, men det blir stadig vekk prøvd ut nye metoder slik som 3D modellering av betong og bruk av dataassisterte program slik som BIM for å øke effektiviteten og sikre at byggets formål blir så godt gjennomført som mulig

3.1.2 Utførsel

For at råbygget skal kunne reise seg er man nødt til å få opp fundament, vegger og etasjeskillere. Først kommer fundamentet opp, deretter kommer veggene opp og etasjeskillere blir lagt oppå de støttende skivene. Denne prosessen gjentar seg helt til man får riktig antall etasjer.

Når man forskaler må man sette opp ytterforskaling før man armerer innvendig og får opp innerforskalingen, før støping starter.

For at betongen skal rekke å herde på plassen, er den nødt til å bli støpt i forskaling. Forskalings hovedoppgave er å ha en plass å oppbevare betongen under herdeprosessen, og vil ut ifra formen på forskalingen bestemme utseendet på konstruksjonen.

Forskaling vil ikke være synlig på et ferdig byggverk, men har en meget sentral rolle under byggeprosessen. Gjøres forskalingen dårlig vil byggverkets fasade og estetikk bli dårlig som følge av dette.

Forskalingsprosessen er med på å bestemme geometrien på byggverket, og det brukes stort sett to forskjellige støper: Bærende (dekke) og støttende (vegg). Dekkeforskalingen sin oppgave er å motstå tyngden som forekommer av fersk betong over et horisontalt plan. Denne typen forskaling må også være dimensjonert for å tåle riktig mengde armering og betong, slik at det ferdige produktet får rett geometri. Veggforskalingen skal oppta sidetrykket fra betongen, og skal være med å bære alt trykket som kommer fra etasjene over.

Et alternativ til å støpe i forskalingsformer på plassen, er å bestille inn prefabrikkerte elementer fra leverandør. Disse elementene kommer fra fabrikk og blir transportert ut på plassen, der de blir heist på plass. I mange byggeprosjekter er det en kombinasjon av plasstøpt og prefab som blir brukt. Da kan veggene bli støpt på plassen, mens dekkene kommer som prefab og blir montert på plassen. Hva slags system som blir brukt varierer ofte ut ifra størrelse på byggeplassen, og hva som er økonomisk lurt.

På en plasstøpt byggeplass vil man arbeide med flere angrepspunkter samtidig, derfor vil det være mulig å starte opp med tømring mens betongarbeidet pågår.

Tømrerarbeidet kan være alt fra å få reisverket på bygget til å legge gulvlistene innvendig, og er et av fagene med lengst tid på byggeplassen. Tømrerarbeid er noe HE ofte står for selv.

UE er fagarbeidere for andre bedrifter som kommer inn på byggeplassen for å utføre arbeid for HE, grunnen til dette er at HE ikke har kunnskap eller kapasitet til å gjøre dette arbeidet selv. Disse kommer inn på ulike stadier av byggetiden. Noen av de er der nesten hele byggeprosessen, mens andre er der en dag eller to. UE må gjennom en separat anbudsrunde hos HE om ikke annet er avtalt mellom partene, for å vinne retten til å være med på et prosjekt. UE stiller da med egen bemanning, og har ansvar for å ferdigstille arbeidet innen fristen som de har blitt enige med HE om.

Det dreier seg ofte om spesialfag som elektro, branntetting, asfaltlegging, VVS, ol. UE jobber som regel uavhengig fra resten av fagene på plassen, og styrer sitt eget løp. Dette gjør så anleggsleder fra HE må følge med så arbeidet blir gjort etter deres retningslinjer og hva som er forventet etter kontrakten. I dagens byggemiljø ser man ofte at det oppstår konflikter mellom HE og UE. Dette skyldes ofte press fra HE på både pris og tid, og at hva som er forventet sluttprodukt ikke har blitt tolket likt av begge parter i kontrakten. Så sluttproduktet ikke stemmer overens med hva de ulike partene ønsker (Sabri, 2019).



Figure 2 Byggeplassen etter at fundament er ferdigstøpt. Ser konturene av hvor mye plass riggplassen tar (Liang, 2019b).

3.1.3 Transport og logistikk

Noe av utfordringen ved å få et plassbygd prosjekt til å fungere er å få transport og logistikk godt organisert. Da alt skal bygges på plassen vil det kreve leveranser av utstyr, materialer osv. det vil være gunstig at dette kommer inn på de tidspunktene de skal brukes. Så det ikke bare ligger ute til lagring, dette kan føre til at materialer og utstyr blir ødelagt eller synker i kvalitet. Når materialer og utstyr blir plassert ut på plassen, vil det være gunstig at det blir lagt i en rekkefølge og orden slik at det er lett å komme frem til når det skal bli tatt i bruk. Så man slipper å flytte på andre materialer for å komme frem til den parten man er ute etter. Derfor er det viktig at anleggsleder har et klart system over hvor ting blir plassert, og informerer de ansvarlige for heising og lagring av utstyr om dette.

Plasstøpte byggeplasser vil kreve at det er tatt i bruk systemforskaling, denne vil ta opp stor plass. Derfor kan det være lurt å benytte seg av “Riv og flytt” metoden, som går ut på at når man river ned forskalingsveggene flytter bare forskalingen videre dit neste støp er tenkt å finne sted. Dette gjør at forskalingen ikke må mellomlagres noe sted, bare flyttes. Under denne prosessen flytter man først ytterforskaling, deretter armerer man, før man lukker med innerforskaling. Før støp kan finne sted igjen.

For å kunne flytte systemforskaling kreves det en kran for å kunne gjennomføre prosessen.

Denne kranen står oftest på byggeplassen gjennom hele byggeperioden, og hjelper også til med å flytte på andre ting enn systemforskaling. Det å få kranen til å stå på ett sted på plassen der den rekker frem til flest mulig steder kan være nødvendig for å sikre hurtighet i transport og logistikk på byggeplassen. Denne kranen kommer som regel opp i starten av byggefasen, og står helt til det ikke er bruk for den lengre.

Når byggingen foregår ute finnes det faktorer man ikke rår over, vær og vind. Dette er noe man ikke har styring over hvordan blir fra dag til dag. Om det for eksempel skal planlegges heises noe, kan man bruke værmeldingen til å se om det er spådd heisevær de nærmeste dagene. Det samme gjelder ved støping, at man passer på at det ikke er meldt for kaldt den dagen man har tenkt å støpe (Skedsmo-Betong, 2018). Om vinteren har det lett for å falle snø, noe som senker arbeidseffektiviteten og mye tid går som regel med på måking og oppstart istedenfor arbeid. En plasstøpt byggeplass gir deg som regel faktorer man ikke får gjort noe med, men om man holder byggeplassen ryddig og tar utgangspunkt i at det kan forekomme vil det være mye lettere å håndtere den dagen det skjer. Da kan man på en plasstøpt byggeplass som regel finne en arbeidsoppgave man kan være med å bidra på, til det er mulig å gå tilbake til den arbeidsoppgaven man drev med.

3.1.4 Fordeler/Ulemper

Å drive med plassbygging vil medføre både fordeler og ulemper gjennom det lange løp. Det vil være en stor menneskestrøm fra ulike entreprenører som skal ordne ulike ting. At det er mange innom byggeplassen vil sørge for at det lettere blir oppdaget feil siden det er mye mennesker innom som har kunnskap til å skjønne seg på det. Motsatt kan det være flere personer innom med en lavere kompetanse, noe som igjen vil sørge for at flere feil blir gjort. En stor menneskestrøm inne på plassen kan også føre til flere brudd på HMS-regler. Dette kan oppstå pga. at det blir mer kaotisk og vanskeligere å holde orden når det kommer flere personer på plassen. Det kan også skyldes at i en stor menneskemengde er det større sjanse for at det finnes personer som tar lettere på norske HMS-regler. Disse er vanskeligere å skille ut i en stor mengde kontra en liten mengde.

Ved at alt bygges på plassen vil man kunne ha muligheten til å gjøre endringer kjapt om det skulle bli nødvendig, da man kan tilpasse seg eventuelle endringer som oppstår pga. tidligere feil eller hindringer. Man må passe på at det ikke blir for mange av disse, og byggverket ikke

står i stil til forventninger og byggeplanen som skal følges. Når alt skal bygges på plassen må det regnes med at dette tar tid, og det må prosjekteres med en lang byggetid. Kostnadene i et slikt prosjekt vil også være høye. Et plassbygd prosjekt vil ofte ha høye kostnadspunkter på; lønn, rigg og drift i forhold til andre typer byggemetoder.

For at et plassbygd prosjekt skal gå bra, er det helt nødvendig at ledelsen på plassen vet hva de driver på med, og sørger for at prosjektet har en god gjennomføring ovenfra. Dette gjelder helt i fra de tar imot ansatte på plassen for første gang til arbeidet avsluttes.

3.2 Modulbygging

Modulbygging baserer seg på betegnelsen prefabrikasjon (prefab) som er en bygningsmetode hvor bygningsdeler blir framstilt på fabrikk. Det medfører at arbeidet på byggeplassen blir redusert. Prefab er en form for industriarbeid framfor håndverk (Thue, 2009a). Moduler en del av begrepet ferdighus som kan deles inn i fire deler: 1. Prekappsystemet, 2. Små, prefabrikkerte elementer, 3. Systemer med store elementer og 4. Seksjonshus (Thue, 2018). Moduler kommer under punkt 4. Seksjonshus, der hele hus blir ferdig sammensatt på fabrikk før levering. Den historiske utvikling av prefab ble iverksatt i 1950 årene etter krigen som en del av gjenreisningsperioden. Det er etter 1970 at elementbygging ble utbredd i Norge og har vært i stadig utvikling fram til i dag med utbedring av dataassisterte programmer og styring har hjulpet til å skreddersy elementene og ferdighus etter byggherrens behov og ønsker. (Thue, 2009b)

3.2.1 Generelt

Modulhus er en form for bygningsutførsel der prefabrikkerte elementer blir produsert og behandlet på fabrikk. Neste steg er dermed at de prefabrikkerte elementene blir satt sammen til et tredimensjonalt bygg med: gulv, vegger, tak, isolasjon, elektriske installasjoner, VVS osv. Før alle disse stegene blir det tegnet og laget en monteringsanvisning av en konstruktør.

Disse tegningen blir senere sendt til produksjon der det blir satt sammen av fabrikkarbeiderne. Dermed fraktes modulene til byggeplassen der de blir heist på plass og montert sammen til et ferdig sammensatt hus. Modulhus skiller seg fra den vanlige praksisen der bygg blir satt opp på selve byggeplassen. I denne prosessen er det fundamentet, tetting av bygg og montering av moduler som blir gjort på byggeplassen. For modulhus prosessen vil

det bli lagt mye tilrettelegging i forkant slik som arbeidstegninger må være presise, lagring av moduler i rett rekkefølge og strategi for gjennomføring av montering for modulene. byggeprosessen med tanke på når bygning skjer på byggeplass så skal alt være ferdig og tilrettelagt, det som er enda viktigere enn forberedning av modulen er samspillet mellom konstruktør og montør.

3.2.2 Utførsel

Før man kan starte med bygging av moduler må de gjennom en prosjekteringsfase der konstruktører lager arbeidstegninger for produksjonen. Utførselen av modulhus starter på fabrikken der platelaget blir bygget og dekket med duk. Dermed blir gulvbjelkelaget bygget og isolasjon mot grunn blir lagt. Deretter blir de prefabrikkerte veggene montert, de prefabrikkerte veggene er ferdig satt opp med utvendig kledning, stenderverk, isolasjon og innvendig kledning. Ettersom veggene er satt opp kan RIE og RIV få satt inn de nødvendige installasjonene. Til slutt monteres taket på med nødvendig forankring og klaring dersom det skal monteres en modul oppå der igjen. For at bygget skal være sikkert er det ikke nok å bare bygge med moduler, for tilfeller der man bygger med flere moduler i høyden. Man må sette opp et rammeverk for selve bygning og ha avstivende skiver mellom modulene for at det skal være stivt nok. rammeverket settes på utsiden av modulene slik at man kan montere en helhetlig fasade.

En viktig del av modulbygging er transport og leveranse, der hver modul bli kjørt til byggeplassen med et jevnt tidsintervall. Modulene blir heist fra fraktbil til den gitte plassen på bygget.

I modulbygging som ved alle andre byggeprosjekter må det utføres graving, landmåling og fundamentering før bygget kan komme på plass. Dette vil enten bli utført av bedriften selv eller UE. UE vil komme inn både i fabrikk fasen der VVS og elektriske installasjoner monteres og når bygget er heiset vil disse bli installert av UE som kommer ut på plassen og gjør dette. Det vil også være noe utenomhusarbeid slik som å få et tett bygg. Når en modul er ferdigstilt vil det ofte kunne være interiør som mangler før bygget er helt ferdigstilt.



Figure 3 Oppsetting av parkeringskjeller. (Østby, 2019a)

3.2.3 Egenskaper

Dimensjonene for modulene er hentet i fra leverandør Moelven modul fra SINTEF certification. Her har det blitt valgt å hente ut de viktigste dataene rett fra sertifikatet. En modul har en maks bredde på 5,3 m, men kan ikke overstige mer enn 4,2 m på grunn av transport på norske veier. MBMH produserer moduler med bredde fra 2,5 til 4,2 m, lengder på opptil 15 m, innvendig romhøyde er fra 2,4 til 2,8 m og total modulhøyde er 2,9 til 3,5 m. Moelven moduler kan brukes i risikoklasse 1-6 og brannklasse 1 og 2. Hver modul er en egen branncelle. Bæreevne for moduler er beregnet etter NS-EN 1995-1-1 og NS-EN 1991. Materialer for bærende komponenter blir det brukt trevirke i fasthetsklasse C18 til C24, limtre GL30C og Iso3-stendere. Bindingsverk av yttervegger, skillevegger, skillevegger mellom moduler, gulv/etasjeskiller er satt opp slik det normalt utføres med kledning, isolasjon, sponplate, dampspærre m.m. Lydisolering dimensjoneres slik at hver modul skal monteres med 22 mm fri avstand mellom skilleveggene, dette gir en forventet lydisolasjon på

$R_w = 48$ dB. For etasjeskiller vil være en forventet lydisolasjon på $R_w > 52$ dB og for trinnlydnivå $L_{n,w} < 58$ dB. Dersom modulen skal tilfredsstille krav NS 8157 for trinnlyd i boliger må etasjeskillene komplementeres med parkett (SINTEF, 2000).

3.2.4 Fordeler/ulemper

Fordelene med å bygge med modulhus er mange, man vil oppnå kort byggetid og gjennomføringsfase. Arbeidere har muligheten til å kunne jobbe innendørs uten å måtte ta hensyn til vær og klima, det kan være en viktig faktor innenfor for trivsel på arbeidsplass. Det vil kunne score poeng på BREEAM-NOR sertifikatet under punktet ledelse. Dette er en metode for å sertifisere bærekraftige bygg som utstedes i fem nivåer. Vær og klima kan også være en ulempe når det skal monteres utvendig dersom vinden påvirker kрана. En annen ulempe med bruken av modulhus vil være at modulene vil ha en begrenset bredde på grunn av transporten. Det er muligheter for å slå to rom sammen slik at slik at BRA vil bli større, men ytterbredden vil være vanskelig å endre på. Det medfører at bygget ikke kan utformes fritt slik som ved plassbygging.

Avfall på byggeplass vil bli redusert og på fabrikken kan man håndtere det enkelt innvendig uten at det slippes ut i naturen. Men må kunne regne med at mange av elementene må transporteres over lengre avstander, dermed vil CO₂ utslippet være en negativ faktor i transportfasen. Siden alle modulhus består av prefabrikkerte elementer er muligheten for gjenbruk av materialer stor. For moduler blir materiale tre brukt som hovedmateriale, noe som er med på fremme bruken av bærekraftige materialer. En annen ulempe med modulhus er at det er låst til et konsept og utforming, dette fører til at det kan bli gjentakende design og begrensede muligheter.

Fordeler og ulemper vil vi komme tilbake til senere i oppgaven under kapittel 6. Analyse/diskusjon.

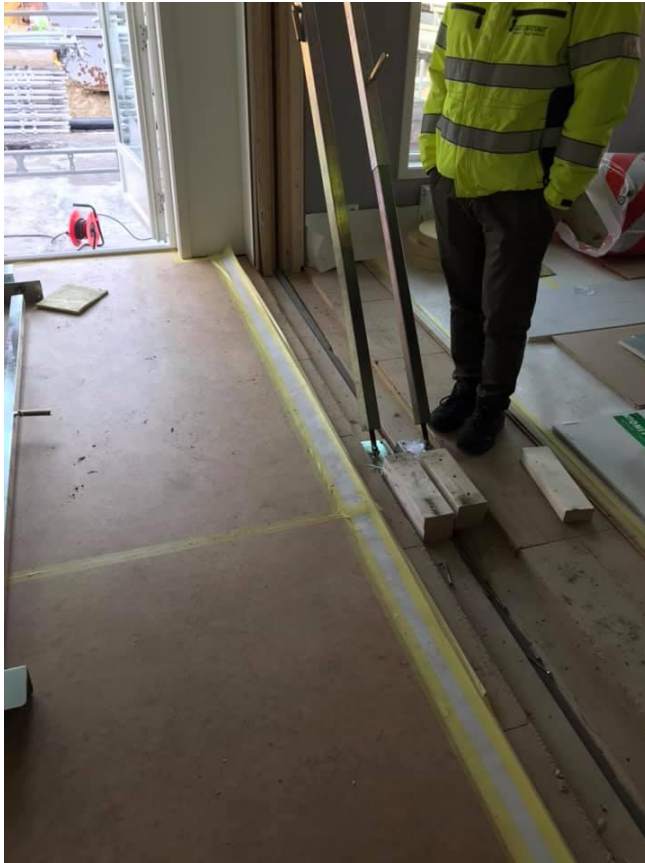


Figure 4 Viser hvordan modulene ser ut innvendig etter heising. (privat foto).

3.3 Helse, miljø og sikkerhet

Det har blitt skrevet om helse, miljø og sikkerhet (HMS) i teoridelen på grunnlag av at det er et resultat som studentene har tatt med i studiet. Derfor vil det legges frem nødvendig teori for å kunne betrakte resultatene fra HMS delen på en god måte. HMS er en viktig del av arbeidernes hverdag, og at i to så ulike byggeprosesser kan dette skille mye. Det er to scenarioer vi tror det kan være forskjell på; «innendørs vs utendørs» og «ferdigbygd vs plassbygd». Derfor blir det lagt fram en teoridel som henviser til resultater som kommer under 4.3 Helse, Miljø og Sikkerhet.

HMS tar utgangspunkt i byggherreforskriften (Arbeidstilsynet, 2019) der finner man regler for Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA). Forskriften tar for seg hvordan arbeidsgiver skal ta vare på SHA for arbeidstakere best mulig under hele byggeprosessen, helt fra prosjekteringen til slutføringen. SHA-reglementet gjelder generelt for alle bygge- og anleggsplasser i Norge.

Om man vil oppnå god HMS må bedriften få inn sine egne regler med utgangspunkt i forskriftene. Entreprenøren må deretter danne seg systemer som vil gjøre at HMS vil score så høyt som det er forventet. Måten dette blir oppnådd på vil variere fra firma til firma, stort sett vil det det være like krav fra bedriftene som vil være med å sikre de ansattes HMS.

Det starter med at byggherre utnevner en SHA-koordinator som utreder risikoforhold, og utarbeider disse manglene i henhold til byggherreforskriften (Arbeidstilsynet, 2019). Deretter vil HE komme inn i prosessen, og finne risikoforhold etter deres HMS-plan. Disse personene skal være opplært etter både den globale SHA- og egen HMS-plan. SHA-koordinator har også i oppgave å formidle disse reglene videre ut til arbeidstakerne. Det er hos arbeidstakerne de fleste ulykkene på byggeplassen skjer, da det er disse som er holder på med risikoarbeidet. Derfor er det viktig at disse er opplært i god SHA og HMS, og har satt seg inn i bedriftens regler, instruksjoner og rutiner. De har også i oppgave å melde inn avvik og ting de ser forbedringspotensial på. Det de observerer er viktig for overordnede å ta tak i, da dette går på alle aspektene ved HMS hos arbeidsgiverne.

Arbeidstakerne skal også utnevne et verneombud som ha i oppgave å ivareta arbeidernes sikkerhet og interesser på byggeplassen. Denne personen skal fungere som et bindeledd mellom arbeideren og lederne. Verneombudet har også myndighet til å stoppe all drift midlertidig om han finner noe som setter helse eller liv i fare (Arbeidstilsynet, 2019).

Typiske risikopunkter rundt SHA og HMS kan være; ulike yrkesgrupper jobber oppå hverandre, med for lite kjennskap til hverandre, forskjellig oppfatning av hva som er god HMS i forhold til opprinnelsesland og kultur. Lange og tunge arbeidsdager med gjentakende arbeid og ugunstige arbeidsstillinger, kan føre til inhalering av støv, røyk og gasser føre til brudd på HMS regler.

Arbeid der man jobber i høyden, bruker en type kjøretøy, riving eller der man tar i bruk en maskin (sag, pistoler, slipere) er risikofylte arbeidsoppgaver. Om man kombinerer disse med en stressende arbeidshverdag vil dette være punkter som går igjen på mange ulykkeslister, EBA har en statistikk som tar utgangspunkt i norske bedrifters HMS-verdier. Denne tar for seg bedriftenes innmeldte avvik, og lager nasjonale tall på dette. Det blir brukt to type tallverdier, F- og H-verdi. H₁-verdien viser hyppigheten av arbeidsulykker med alvorlighetsgrad som vil gi minimum en hel fraværsdag fra arbeid, og som har trengt nødvendig hjelp på ulykkesstedet. F-verdi viser fraværsomfang dvs. antall fraværsdager pga.

skader pr. 1 000 000 arbeide timer. Både F- og H-verdi teller rullerende for hver 1 000 000. Time.

3.4 Anskaffelser

Her ser vi på hvordan anbudet er lagt opp fra byggherre sin side, hva som skal være med og hvorfor det burde være med. Det blir forklart hva som er hensikten med konkurransegrunnlaget samt hva tildelingskriteriene er. Under tildelingskriteriene vil vi ta for oss de tre punktene som Elverum kommune har vurdert på Ydalir skole; pris, oppgaveforståelse og kompetanse og erfaring,

3.4.1 Konkurransesgrunnlaget

For oppgaven har vi fått tildelt konkurransegrunnlag fra Elverum kommune som ble brukt for Ydalir skole.

Konkurransesgrunnlaget er der man spesifiserer ytelsen man er interessert i å få gjort, og konkurransevilkårene eventuelle tilbydere skal konkurrere etter (DIFI, 2018). Dette skal utformes slik at leverandører blir interessert og kan levere inn det beste løsningsforslaget basert på grunnlagets behov. Derfor er det viktig i konkurransegrunnlaget beskriver hva man er ute etter, og ikke hvordan man vil at ting skal bli.

Dette er fordi at bedriftene som legger inn anbud har sin spesialkompetanse på det de leverer, og selv vet best hvordan det skal bygges. Derfor må man ta det tilbudet som kommer best ut av ønskene til byggherre.

I konkurransegrunnlaget skal det opplyses om; hvilke ytelser som det ønskes tilbud på, hva som er formålet med bygget og hvilke resultat som forventes oppnådd av anskaffelsen. Det skal spesifiseres hva slags krav og kontraktsvilkår det stilles krav om i forhold til gjennomføring av leveranse.

Bacheloroppgaven skal ta for seg hvordan tildelingen av et prosjekt foreligger med tanke på tildelingskriteriene i konkurransegrunnlaget. I konkurransegrunnlaget skal det stå noe om hva som vil bli vektlagt (tildelingskriterier), og hvordan leverandørene skal dokumentere oppnåelse av disse. Dette vil det komme mer om på punkt 3.4.2 Tildelingskriterier lenger ned.

Opplysninger om det følger med noen rammeavtaler eventuelt delkontrakter skal opplyses om i konkurransegrunnlaget. Samt reglene som gjelder i anbudsrunden (tidsfrister, prosedyrer, krav til alternative tilbud, mm.)

Når det gjelder tidsfristene i et konkurransegrunnlag bør man sette av mer tid enn hva som er nødvendig. Da alle parter kan trenge litt ekstra tid på å utarbeide sitt anbud. Et anbud som er grundig gjennomtenkt har ofte god kvalitet, og tatt med seg alle nødvendige aspekter. Mens et anbud som er utregnet med dårlig tid ofte er dårlig, og har flere mangler.

3.4.2 Tildelingskriterier

I henhold til problemstilling:

“Hva kan føre til at en byggemetode blir valgt med utgangspunkt i sammenligning mellom en byggemetode med moduler og en med plassbygging med vektlegging på tildelingskriterier og konkurransegrunnlag fra Elverum kommune”

Vil denne oppgaven ta for seg tildelingskriteriene som har blitt brukt for Ydalir. De tar for seg kompetanse (40%), pris (40%) og oppgaveforståelse (20%). Tre ulike tildelingskriterier gjør at leverandørene må gjøre en jobb med tilbudet sitt slik at det scorer høyest mulig kombinert på alle tre målingspunkter. Disse tre punktene som Elverum kommune ønsker seg vil bli gått grundigere gjennom senere i kapitlet.

For at det skal bli kunne kalt et tildelingskriterie må kravet være målbart, og skal kunne forstås på lik måte av alle leverandører. Det er viktig at kriteriene blir utformet slik at byggherres behov havner i fokus. Konkrete og presise formuleringer er med på å øke sjansen for forståelse hos tilbydere, og at deres anbud blir mest mulig likt som det byggherre ønsker seg (DIFI, 2019).

Eksempler på tildelingskriterier som kan brukes er; pris, kvalitet, referanser, gjennomføringsevne, miljøegenskaper, leveringssikkerhet, mm. I oppgaven vår har oppdragsgiver hatt pris, kompetanse og oppgaveforståelse som tildelingskriterier, og vektlagt ut ifra disse tre. I de neste delkapitlene vil det bli tatt for seg de tre tildelingskriteriene som Elverum kommune har hatt fokus på.

Kriteriene vil se på hva slags behov og hvilke målsettinger byggherren har ved denne anskaffelsen av et nytt byggverk. Viktig at det byggherren ønsker seg er det som blir vektlagt tildelingskriteriene, det er ikke lovlig å evaluere på noe som ikke er nevnt i tildelingskriteriene (DIFI, 2019).

3.4.3 Pris

Når pris kommer opp i tildelingskriteriene burde det være snakk om en enkel investering for at det skal være det eneste tildelingskriteriet. Som om man skal handle inn enkle forbruksvarer eller gjøre et anbud på en arbeidsoppgave som er relativt lik hver dag. Som for eksempel å måke snø av et tak. Det å bygge store leilighetsbygg er ingen enkel oppgave, derfor har Elverum kommune som vi skriver om i oppgaven vår to tilleggskriterier. I tillegg til pris; kompetanse og erfaring på tilbudt nøkkelpersonell og oppgaveforståelse. For mange ulike tildelingskriterium kan pris deles opp i fire kategorier: 1. Laveste pris, 2. Den laveste kostnaden, 3. Beste forhold mellom laveste pris eller laveste kostnad og kvalitet, 4. Fastpris.

Når et bygg skal evalueres opp mot pris vil det legges inn priser for ulike arbeidsfag, innleid arbeidskraft, rådgivere, prosjektleder, anleggsleder osv. Alle disse prisene angår menneskekraft men det skal også legges inn innkjøp og eventuelle priser for endringsarbeid. Endringsarbeid skal enten prises ved prosentvist påslag på faktisk kostnad eller så skal arbeidere føre timeliste på endringsarbeidet.

Når man skal evaluere på pris bør man se på hvor mange timer tilbyderen antar de vil bruke. Dette medfører at arbeidsinnsatsen tydeliggjøres og man får en oversikt over effektivitet, en prisforskjell kan skyldes en forskjell mellom arbeidsrutiner. Pris spiller en viktig rolle i selve valget av tilbudene selv om det ikke vektet mest, for tildelingskriteriene fra Elverum kommune vil valget av tilbyder være den som legger frem det mest økonomiske fordelaktige tilbudet.

I konkurransegrunnlaget vårt har Elverum kommune lagt ved et tilbudsskjema hvor man fyller ut hvor mye som går med i selvkost til hvert eneste arbeidsfag (RIB, VVS, prosjektleder, mm.). For tildelingskriteriene i fra Elverum kommune i henhold til oppgaven har oppdragsgiver vektet pris med 40% på grunnlag.

3.4.4 Kompetanse

Når man bruker kompetanse som tildelingskriterie er det to typer kompetanse som blir vurdert. Formalkompetansen som er opparbeidet gjennom studier, og realkompetansen som kommer gjennom år i arbeid. Denne blir målt etter erfaring og referanseoppdrag som ansatte har vært med på.

Om man skal se på hvor lang erfaring personell på plassen har på et prosjekt, kan man ikke se på alle ansatte. Man må starte på toppen av hierarkiet, og jobbe seg nedover. Prosjektleder er den som styrer prosjektet, og det er derfor viktig at denne personen har erfaringen som en god leder burde ha. Deretter går man nedover i rekkene til man føler seg trygg på at man har de riktige personene i de riktige stillingene. I tildelingskriteriene vi jobber ut ifra krever man å se på erfaringene til prosjektleder, anleggsleder, prosjekteringsleder, arkitekt, Lark, RIB og rådgiver på energi.

Problemet når man skal vurdere kompetanse opp mot hverandre, er hvordan man skal måle kompetanse? Vil det lønne seg å ha med mange erfarne i toppen, så trekker ned å ha med mange nyutdannede personer, eller er det en miks av arbeidserfaring som vil gi maksimal score? Det burde også nevnes på når den formelle kompetansen burde seneste stamme fra, siden det man lærte på en skole i 20xx ikke nødvendigvis er rett i forhold til byggeloven og skikk i dag. Derfor må det også spesifiseres hvordan moderne fagkurs vektlegges i konkurransen. Dette må byggherre spesifisere i tildelingskriteriene så tilbyderne vet hva slags lagmiks de skal sette sammen for å ha størst sjanse for å få jobben.

En annen sak som må spesifiseres grundig i grunnlaget er spørsmålet rundt referanseprosjekter. Om det er en spesiell type bygg må det legges til grunn at det ikke finnes mange like prosjekter. Hvordan det bygges har forandret seg veldig siste årene, og man må derfor stille spørsmål om hvor langt tilbake i tid man kan gå.

Man skal tydeliggjøre arealstørrelsen på prosjektet, entreprisekostnaden og hvor høy vanskelighetsgrad det er på prosjektet. Hva slags vanskelighetsgrad prosjektet har, tolket ut ifra entreprenørens standpunkt kan gi oss en forventning til hvor lett/vanskelig byggeprosessen vil bli.

Kompetanse på nøkkelpersonell er ofte opplevd som et urettferdig tildelingskriterie, da entreprenør flest mener de har en lagsammensetting som er god nok for de ulike jobbene. Og

det da kan føles urettferdig og miste et prosjekt på grunn av at oppdragsgiver ikke finner entreprenøren bra nok for prosjektet.

Man kan forsvare en slik vraking med at oppdragsgiver må føle at kompetansen som kommer inn i prosjektet skal heve nivået på prosjektet, og ikke bare ha god nok erfaring fra før. Da en heving av nivå vil øke sjansen for et vellykket oppdrag, der tids-, kostnad- og kvalitetsskjemaer blir opprettholdt og kanskje bedret.

Andre ting som skal sendes ved under kompetanse er hva slags miljøkrav som bedriften arbeider etter, og en tidsplan over hva slags frister og tidspunkt entreprenør ser for seg kan være mulig å følge.

Å bruke kompetanse som tildelingskriterium kan forsvares med at i byggebransjen vil et godt lag fra toppen av gruppen, gi resten av bemanningen en mulighet til et ekstra løft. Dette bedrer igjen kompetanse og erfaring hos denne gruppen, og kan gi prosjektet en ekstra god standard i forhold til et prosjekt som ikke har en like god ledelsegruppe. Kompetanse er vektet 40% fra Elverum kommune.

3.5.5 Oppgaveforståelse

Punktet for oppgaveforståelse i tildelingskriteriene handler om at tilbyderne skal vise hvordan de har forstått oppgaven og hvordan de har tenkt å utføre byggeprosessen. Tilbyder skal her også legge frem en tenkt tidsplan for prosjektet, og hvordan de har tenkt å utføre jobben så tidsplanen skal være mulig å gjennomføre. Tidsplanen skal bli lagt frem med kostnader og timesbruk for de ulike punktene i den. Tidsplanen kan ryke ved at et punkt tar lengre tid enn forventet, derfor er det lurt å legge inn litt ekstra tid på de ulike punktene når denne lages. På dette viset slipper man å stresse ved en eventuell forsinkelse, og kan heller bruke litt av tiden man har satt av til eventuelle forsinkelser i arbeidet.

Et godt firma har dyktige ansatte, både faglig og sosialt. Om dette blir poengtert i oppgaveforståelse kriteriet vil byggherre forstå at det vil være lettere å kommunisere med prosjektleder og de andre ansatte. God kommunikasjon er viktig for at samspillet mellom oppdragsgiver og oppdragstaker blir best mulig, dette kan også føre til at eventuelle endringer i opprinnelige planer vil gå lettere.

Oppgaveforståelse er med og viser at tilbyder har forstått hva som skal leveres i oppdraget, og de har sjansen til å vise at deres bedrift er kvalifisert og har erfaringen til å klare og levere akkurat det bygget byggherre har lyst på. I denne planen er det viktig å sette fokus på hvordan det er tenkt å holde HMS på et nullnivå, hvordan de skal holde budsjettet best mulig, hvordan tidsplanen skal overholdes og hvordan de leverer god kvalitet på arbeidet de gjør.

Når man jobber opp mot tildelingskriteriet oppgaveforståelse er det lurt å lese gjennom konkurransegrunnlaget grundig før man legger inn sitt anbud. I anbudet må man svare på det byggherren spør etter. Det kan være lurt å bruke litt ekstra tid så man får noe særegent for akkurat dette prosjektet. Byggherrer legger vanligvis ut maler med system de ønskes at skal bli tatt i bruk. Dette gjør at de slipper å sette seg inn i ulike typer vedlegg fra ulike firmaer.. I verste fall vil tilbyder allerede her bli ekskludert fra anbudskonkurransen. For oppgaven har det blitt valgt ut punkter som milepæler og byggets mål, og hvordan samspillmodellen ble utført.

Oppgaveforståelse er vektet 20% fra Elverum kommune.

Dette kapitlet har handlet om teorien bak hvordan plass- og modulbygging fungerer i teorien hver for seg, samt hva slags egenskaper disse byggemåtene har. Vi har også sett på konkurransegrunnlaget, og hva slags tildelingskriterier som har blitt lagt vekt på i anbudet som oppgaven vår tar utgangspunkt i. Elverum kommune har delt opp vektingen av tildelingskriteriene sine i tre ulike pottes. Denne vektingen er ikke lett å gjengi i oppgaven, ettersom gruppen ikke har benyttet seg av alle punktene, kun de som har sammenligningsverdi. Alt dette er kunnskap som vil gi leser mer forståelse når man leser gjennom oppgaven, all teori og kunnskap som er lagt fram i dette kapitlet er basert på litteraturstudie.

I neste kapittel vil man kunne lese en sammenligning av byggemetodene når det kommer til punktene arbeidsprosess, logistikk og transport, HMS og fordeler og ulemper.

4.Sammenlikning / Resultat byggemetoder

Ut ifra problemstillingen: «Hva kan føre til at en byggemetode blir valgt med utgangspunkt i sammenligning mellom en byggemetode med moduler og en med plassbygging med vektlegging på tildelingskriterier og konkurransegrunnlag fra Elverum kommune.»

I dette kapittelet skal det foretas en sammenlikning av byggemetodene med tanke på faktorer som spiller inn med tildelingskriteriene, selv om de ikke er opplyst som en del av dem. For å oppnå en god gjennomført sammenlikning vil det gi et godt grunnlag å kunne sette disse punktene opp mot hverandre for å gi en helhetlig besvarelse til oppgaven.

4.1 Arbeidsprosess

Fra tiden en entreprenør vinner anbudskonkurransen til bygget står ferdig og klar for overlevering skal byggprosjektet gjennom mange faser. Det skal prosjekteres så byggets detaljer og bæresystemer blir riktig. Gravere må inn i på plassen i oppstartsfasen så bygget får en plan og stabil grunn å stå på, en del ulike fagarbeidere må komme inn å gjøre byggene klare på sitt fagområde. Hvor lang tid dette tar, og hvor mange personer som skal delta avhenger av hva slags byggemetode som har blitt valgt.

4.1.1 Arbeidsprosess plassbygd

Når Glassberget skulle bli satt opp, startet byggeprosessen med tre måneder førprosjektering før første spadetak og graving kunne starte opp (mai 2017). Når grunnarbeidet begynte å ta form kom de første betongarbeiderne inn, startet med å lage fundamenter og vegger. Disse var her i omtrent fem måneder (juni 2017-november 2017). Prosjekteringen fortsatte fire måneder (august 2017) ut i arbeidet, så det hadde en total periode på syv måneder på Glassberget.

Dette vil si at prosjekteringen og hvordan ting kom til å bli ble bestemt samtidig som det var full drift på arbeidsplassen. Arbeidsintensiviteten på prosjekteringsavdelingen er betraktelig høyere de tre månedene i forkant av oppstarten på grunnarbeidet i forhold til de fire månedene som er mens arbeidet pågår på plassen. Omtrent når betongarbeidet var ferdig på

Glassberget, kom de første tømmerne og andre typer underleverandører inn. Tømrere og andre ulike fag drev på kontinuerlig på plassen fra november 2017 til september 2018 (10 måneder) da det var bruk for dem der.

Total byggetid for Glassbakken var på 19 måneder, og man antar at det var mellom 160-200 arbeidere innom byggeplassen totalt.

TIDSPLAN FOR Glassberget (Plassbygd)	2017										2018								
	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	Septem.	Oktober	Novem.	Desemb.	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	Septem.
Prosjektering																			
Grunnarbeid og betongfag																			
Annet arbeid (fagarbeidere)																			

Figure 5 Tidsplan for Glassberget.

4.1.2 Arbeidsprosess moduler

Arbeidsprosess for Lillebakken startet med tre måneder prosjekteringsfase (juli 2018-september 2018) der konstruktører satte opp bygget med hjelp av dataprogrammer. Etter denne fasen går det over til produksjonsfasen på fabrikken. Mellom disse to fasene er det viktig at samspillet mellom konstruktør og arbeiderne er 100% så de rette tegningene og arbeidsplanene alltid er i omløp.

Modulene produseres på fabrikk, og hver modul krever omtrent like mye arbeid. Det er viktig at denne prosessen effektiviserer arbeidet og ikke skaper ekstra kostnader. Modulene blir så oppbevart, merket og gjort klart for transport i den rekkefølgen de skal monteres på ferdig bygg. Produksjonen av moduler har en varighet på to til fire uker. Modulene blir sendt ut til byggeplass når fundament er ferdig og det er klart for montering.

Når utlevering fra fabrikk til bygg foregår tar dette i snitt 2-3 dager før alle moduler er ferdig montert (tre dager på Lillebakken (25.2-27.2)). Samtidig som heising foregår, vil et arbeidslag jobbe med å få opp stilassen rundt bygget. Disse har i oppgave at stillasene alltid vil følge høyden på modulene, så monteringen av modulene kan skje så hurtig som mulig. Den avsluttende fasen av arbeidsprosessen blir når underentreprenører kommer inn for å installere de siste tekniske installasjonene samt ordne opp i det som er igjen av utenomhusarbeid. Dette skal være ferdig i løpet av åtte uker etter heising. Varigheten på hele prosjekt vil være ca. ni måneder. Det er antatt at det var rundt 60 arbeidere innom plassen totalt, Lillebakken stod ferdig i april 2019.

TIDSPLAN FOR Lillebakken (Modul)	2018						2019			
	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars	April
Prosjektering										
Grunnarbeid										
Produksjon										
Montering av moduler										
Etterarbeid										

Figure 6 Tidsplan for Lillebakken.

4.2 Transport og logistikk

For at prosjektene skal komme seg fremover i byggeprosessene er de avhengige av at transporten av utstyr fra produksjonssted til byggeplass blir gjort til avtalt tid, og at materialene som kommer til plassen er i godkjent forfatning. For at dette skal ha mest mulig flyt, er det viktig at logistikken på byggeplassene er god og har en overordnet orden. Her skal materialer bestilles opp fra leverandører, kjøres inn på plassen og organiserer inne på plassen før arbeiderne skal ta de i bruk.

4.2.1 Transport og logistikk plassbygd

Logistikken for et plassbygd prosjekt vil være viktig da arbeidet vil flyte mye bedre når materialer blir lagret på smarte steder, og lagt i et system med en gang det kommer til plassen. Glassberget hadde en riggplass på i overkant av 350m², og om ting skulle bli lagt der man føler for på en sånn plass ville det ha blitt ekstremt uoversiktlig på riggen. Prosjektleder på Glassberget uttalte at han tok riggplassen alvorlig, og han mente at så lenge den var i orden ville resten av prosjektet flyte mye bedre som en følge av dette. Det ble valgt å ha en liten og oversiktlig riggplass i stedet for å ha en større en. Siden det er lettere å holde orden på en liten riggplass i forhold til en stor en med tanke på ryddighet og oversikt. I tillegg ligger Glassberget omringet av andre bygninger, og dette var med på å legge føringer på hvor stor riggplassen kunne være.

Kostnader som har oppstått på grunn av rigg og drift har forløpt seg til 10 000 000,- ekskl. Mva. ved dette prosjektet, noe som er omtrent 16% av hele prosjektets kostnad.

Når arbeidstiden strekker seg over 16 måneder vil man oppleve alle typer vær og forhold, dette gjør at man må ta hensyn til dette. Enten ved å sette opp et provisorisk overbygg, eller ved å håndtere været som kommer. Ved perioder med store snøfall må man belage seg på å mye snømåking, ved høy vindhastighet må man flytte arbeidet inn der det er trygt og holde

på. Været vil være med å styre mange av arbeidstimene som foregår utendørs ved et plassbygd prosjekt.

På Glassberget ble alle vegger støpt på plassen, noe som krevde at det ble tatt i bruk systemforskaling. Logistikken med oppbevaring av støpeformer ble løst med «riv og flytt». Med denne måten å flytte forskalingen på, vil man slippe å bruke unødvendig plass på å mellomlagre elementene mellom hver forskalingsjobb. Veggene ble støpt med tobb, det vil si at man også hadde tilgang til kran på plassen. Kranen hjelper også til på generell basis på plassen, ved at man får fortgang på materialeflyten når utstyr og materialer skal flyttes fra riggplass til dit det ønskes. Den vil også være med å spare arbeiderene for mange tunge løft.

Transporten ved et plassbygd prosjekt vil stort sett komme fra byggevarehus og andre leverandører som leverer varer som trenger å bli bygd opp ytterligere før det kan tas i bruk. Dette gjør at leveringstiden skal stemme med når man har bruk for det, slik at det ikke tar opp unødvendig plass på riggplassen.

Ved Glassberget kom baderomskabinene ferdig fra fabrikk, og hadde kun behov for å bli koblet på av rørlegger. Dette er med på å spare tid på byggeplassen, men vil igjen sette enda større krav til planlegging, kran skal være ledig når kabiner kommer osv. At deler av produksjonen på plassbygde plasser blir delvis mer prefab blir vanligere og vanligere, og vil i fremtiden være med på å sette enda større krav til planleggingen av logistikken på arbeidsplassen. Både med hensyn til byggetid og logistikk.



Figure 7 Råbygget er på vei opp. Riggplass tar opp mye areal (Liangen, 2019c).

4.2.2 Transport og logistikk moduler.

Transport og logistikk for et modulprosjekt vil være like viktig som for et plassbygdprosjekt, ettersom det avhenger veldig mye av transport av modulen. Det vil ikke være like stort behov for å oppbevare utstyr for monteringsfasen, som ved et plassbygd prosjekt. Behovet for utstyrsoppbevaring vil oppstå da det arbeides med fundamentet og tekniske installasjoner på plassen. Dette medfører at riggekostnadene vil bli redusert, Lillebakken prosjektet hadde fyringsutgifter på ca. 100 000,- og riggekostnader på ca. 100 000,-.

For prosjektet Lillebakken blir modulene kjørt ut ifra Hjellum Hamar, transport til byggeplass skjer den dagen det skal heises. Hver modul må transporteres til byggeplassen med hjelp av enten lastebil eller båt, dette drar med seg begrensninger for hvor bred en modul kan være. Det vil kreve nøye planlegging og tidsskjema for hver levering av modul dersom utførelse skal være gjennomførbar. Transporten blir sendt ut i en oppsatt rekkefølge slik at bilene ikke trenger å oppholde seg på byggeplassen over unødvendig tid. Optimalt er at når en bil

kommer inn på plassen rekker den å bli ferdig med å ta av sikring når forrige modul er ferdig plassert, og kranen kan gå rett over på neste modul. 31 moduler ble heist på tre dager, noe som er ønskelig tempo for både leverandører og montører. Modulene kommer med en intensivitet på 60-120 minutter. Intervjuet ble utført på dag nr.2 av transport og montering av modulene, dette bli gjort slik at studentene kunne få innblikk og observasjon av utførelse.



Figure 8 Heising av moduler. (Østby, 2019b)

4.3 Helse, Miljø og Sikkerhet

Helse, miljø og sikkerhet (HMS) er et viktig ledd for alle bedrifter og arbeidstakere, da dette er med på sikre trygghet og trivsel på arbeidsplassene. HMS-tallene vil også være med å vise til omverden at bedriften tar sikkerhet og sine ansatte seriøst, og vil kunne sende ut et positivt bilde av bedriften.

For HMS har vi tatt i bruk tall fra EBAs HMS-statistikk som viser H₁- og F-verdi i hver enkelt bedrift opp til hva landsgjennomsnittet er

Forklaring for de ulike tallene:

$$H_1 = \frac{(\text{Arbeidsulykker} \times 1\,000\,000)}{\text{totalt antall timer}}$$

F = Fraværsdager på grunn av skade pr 1 000 000 arbeidede time.

4.3.1 HMS plassbygd

På Glassberget var det inntil mellom 150-200 fagarbeidere inntil arbeidsplassen i løpet av byggetiden, det kan føre til lett kaos og mange som jobber nesten oppå hverandre. I slike prosesser kan det lett oppstå brudd på HMS-regler.

Blant så mange arbeidere vil det dukke opp utenlandsk arbeidskraft, det er ikke sikkert at dem har den samme opplæringen og formeningen om hva som er greit i forhold til sikkerhet på arbeidsplassen, i forhold til typiske skandinaviske fagarbeidere som er opplært etter skandinavisk normen. Dette kan føre til farlige situasjoner og brudd på reglementet. En plasstøpt byggeplass vil også kreve mye krefter og mange tunge løft i løpet av mange lange dager. Dette kan føre til slitasjeskader på arbeiderene.

Vi fikk ikke tilgang til noen spesifikke tall på Glassberget i fra ØMF, men de oppgir på generell basis at de bruddene på HMS-reglementet som går oftest igjen er; adferd, oppførsel, feilvurderinger (ansatte på byggeplassen), manglende bruk av verneutstyr og svikt i sikring av områder. ØMF oppgir H₁- og F-verdier for konsernet. H₁-verdi er på 2,5, mens F-verdi er på 20,2. Begge disse verdiene er godt under landssnittet på arbeidsulykker. Det kan derfor antas at ØMF har gode rutiner på hvordan man behandler HMS ute på arbeidsplassene for å unngå at uønskede hendelser oppstår. Tallene viser at ØMF har lite arbeidsulykker med fravær som utfall, samt at de fraværene som oppstår ikke er så alvorlige og ansatte er fort tilbake på arbeid etter skade.

4.3.2 HMS Modul

For modulbygging vil man oppleve at det er to forskjellige faser ved HMS. Den første fasen er når modulen bygges inne på fabrikk, mens fase to er når modulen skal settes opp ute på plassen. MBMH har faste arbeidere både inne på fabrikk, og de som er ute og setter opp moduler. Dette er med på å gjøre at HMS-verdiene blir gode. De ansatte har faste arbeidsoppgaver hver dag, og vet hvordan arbeidsoppgavene skal utføres best mulig etter retningslinjene. De slipper og hankes med nye typer problemstillinger, og vil dermed slippe overraskelser som gjør at de må ta unødvendige sikkerhetsrisikoer. Den største

sikkerhetsrisikoen ved modularbeidet er i heisingen fra bil til fundament/modul. Da det her skal heises og monteres en modul samtidig som stillarbeidere holder på med sitt arbeid. Sikkerhetsrisikoen har blitt minsket med at man bruker samme montasjelag hver gang, disse arbeiderne kjenner dermed til arbeidsprosessen og vet akkurat når de skal gjøre de ulike arbeidsoppgavene. Dette medfører at arbeiderene i denne fasen vet hvor og når de skal gjøre ulike ting, på denne måten har MBMH minsket risikoen for brudd på HMS-reglementet mest mulig i de ulike fasene i arbeidet.

Gjennom intervju den 26.04.2019 nevnes det fra MBMH at det ikke har vært skader hos dem i forbindelse med arbeid de to siste årene, vi har ikke fått noe H- eller F-verdier fra MBMH. Fra deres svenske søsterselskap Moelven Byggmodul AB som driver i samme bransje har vi fått inn følgende verdier. H_1 -verdi på 7,9 og F-verdi på 54,6. Dette er noe høyere enn hva MBMH har oppgitt med ingen uhell, men siden de driver med akkurat det samme er det et tegn på at det også kan skje ulykker i modulindustrien. Disse skadene kommer som oftest pga. kuttskader eller spikerpistolulykker.

Tallene viser at MBMAB har flere skader enn landsgjennomsnittet, men at skadene ikke er så altfor omfattende. Dermed er de ansatte seg fort tilbake på arbeid igjen, og unngår langvarig opphold.

4.4 Fordeler og ulemper

I oppgaven har vi tidligere lagt frem fordeler og ulemper i kapitel 3 vedrørende punkt 3.1.4 og 3.2.4 for hvert sitt respektive punkt fra litteraturstudie. I dette kapitlet skal det legges frem fordeler og ulemper som er beskrevet via intervju og observasjonsstudier. Punktene skal kun omtales fra et objektivt perspektiv og legges frem på denne måten slik at det bli brukt som et bidrag for senere arbeid i oppgaven.

4.4.1 Plassbygging

	Arbeidsprosess	Logistikk og transport	HMS
Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Alt blir bygd på plassen.- Mulig å gjøre små endringer når feil oppstår.- Kan bygge hvordan man vil.	<ul style="list-style-type: none">-Ting kan komme når det passer, så lenge det kommer innen tiden.	<ul style="list-style-type: none">- Flere arbeidere på plassen er det lettere for dem å sikre at sidemann ikke er en avviker
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">Lang arbeidstid-Arbeidet pågår utendørs, med enkelte typer vær vil dette virke ødeleggende på arbeidsprosessen.	<ul style="list-style-type: none">-Dyrt og plasskrevende med riggplass.	<ul style="list-style-type: none">-Mange arbeidere innom byggeplassen, stor sjanse for at en av disse slurver med HMS.-Arbeidet pågår stort sett utendørs, kan gå utover HMS.-Kan være mange tunge løft i løpet av en arbeidskarriere, kan føre til slitasjeskader.

Tabell 1 Fordeler/ ulemper plassbygd

Kommentarer til punktene:

Fordeler:

- Alt blir bygd på plassen

På en plasstøpt byggeplass vil alt bli skapt på plassen av materialer som leverandører og grossister leverer. Leveranserekkefølgen kan variere ut ifra hva som passer entreprenør, og hvor mye plass det er på riggen. Det er også gunstig at bygge og anleggsledere har kontroll og ryddighet på plassen.

- Kan gjøre små endringer underveis:

Om feil eller uventede hendelser oppstår, har man muligheten til å kunne gjøre små endringer på konstruksjonen. Dette uten at det går utover bygningskvaliteten.

- Kan bygge hvordan man vil:

Ved å velge plasstøpt har ikke formen på bygningene så mye å si siden det kan løses, og prosjektører regner tungt nok på byggene og finner løsninger på byggverket som tilfredsstillende hvordan utseende blir.

- Ting kan komme i vilkårlig rekkefølge:

Det er ikke nødvendig at materiale og utstyr kommer inn på dagen da det skal brukes, det kan bli levert i forveien. Det er viktig at materialer og utstyr som kommer før det skal brukes blir lagret på en plass som det er lett å finne det igjen på, og et sted der kvaliteten ikke blir lavere på grunn av dårlig miljø.

- Flere arbeidere på plassen er det lettere for dem å sikre at sidemann ikke er en avviker

Siden det er mange arbeidere på plassen, vil det være flere som kan oppdage feil og kontrollere at andre arbeidere på plassen ikke bryter sikkerhetsregler.

Ulemper:

- Lang arbeidstid:

I og med at alt skal skapes på plassen vil det ta tid fra prosjektet starter opp til det kan ferdigstilles. Da ting tar tid å skape, og trenger tid til å sette seg før man kan gå videre til neste arbeidsoppgave. Eks: Man kan forskale, armere og støpe en vegg en dag, neste dag når betongen har herdet går det med på å rive forskalingen på veggen og flytte den videre til dit neste vegg skal være.

- Variierende vær:

Deler av arbeidet foregår utendørs, her vil man i løpet av en byggeprosess kunne oppleve alle typer vær. Med kalde og snøfylte vinter vil dette være med og senke arbeidslyst og fremgang. Dette vil være med å øke kostnadene på prosjektet, da tid også vil gå med til snømåking og opprydning etter uværet.

- Dyrt og plasskrevende med rigg og drift:

Når mesteparten av det som kommer inn på plassen skal mellomlagres før det tas i bruk, vil dette stille krav til riggen. Både på størrelse og organisering. Det er også mye arbeidere innom plassen, som vil stille større krav til sikkerhet og driften av bygget. Det er antatt at cirka. 16 % av alle kostnader på Glassberget gikk med til rigg- og driftskostnader.

- Mange arbeidere innom byggeplassen:

Det er oppgitt fra ØMF at det var innom et sted mellom 150-200 arbeidere på Glassberget mens arbeidet pågikk. En så stor arbeidsstokk vil føre til at det skapes en ekstra stor sjanse for brudd på HMS-reglementet. Da ikke alle disse nødvendigvis er opplært etter norsk byggeskikk, og kommer fra steder der HMS ikke tas like alvorlig. Det vil også være med å øke risikoen at så mange arbeidere jobber så tett på hverandre.

- Mye tungt arbeid som kan føre til utmattelse og slitasjeskader:

I løpet av en arbeidskarriere vil et tungt arbeidsyrke føre til både utmattelse i kropp, og en del slitasjeskader knyttet til tunge løft og feil teknikk på repeterende arbeid. Dette er skader som kunne vært unngått om man hadde hatt lettere arbeidsoppgaver som ikke tærer så på kroppen.

4.4.2 Moduler

	Arbeidsprosess	Logistikk og transport	HMS
Fordeler	-Kort byggeprosess. - Lite avfallshåndtering på plassen	-Lite oppbevaring på arbeidsplass -> Lave rigg- og driftskostnader.	- Faste arbeidsoppgaver og innendørs arbeid -Liten arbeidsstab og faste arbeidere
Ulemper	-Samspillet mellom konstruktører og arbeidere må være 100%, ingen rom for feil -> Tegninger må alltid være oppdatert. - Brukere har ikke mulighet til å gjøre endring etter tilvalgsprosessen er over. - Modulene kan ikke ha annen bredde 2,5-4,2 m, maks lengde 15 m og høyde 2,9-3,5 m.	-Ofte lange transportetapper fra fabrikk, høyere CO2-utslipp. -Rekkefølgen på når modulene kommer inn på byggeplass, ellers stopper hele byggeprosessen opp	- Om det skulle inntreffe et uhell med modulene eller krana vil det være meget omfattende. -Ulykker med standardutstyr skjer ofte.

Tabell 2 Fordeler/ ulemper moduler

Fordeler:

- Kort byggeprosess:

Fra prosjekteringen starter til bygget er ferdig for overtakelse tar det ni måneder, noe som gir modulbyggingen en følelse av at det er en pop-up bygning. Dette kan gjøres på grunn av at alt blir produsert på fabrikk, og at fabrikkarbeiderne gjør den samme arbeidsprosessen hver dag. Når ferdig byggverk kommer ut på arbeidsplass fungerer det som klosser som skal passe i hverandre, arbeidsprosessen går fort så klossene passer i hverandre og arbeidstegninger er riktige.

- Lite avfallshåndtering på plassen:
Siden alt av produksjon foregår på fabrikk, og arbeiderene opplever samme type avfall hver dag. Blir det enkelt for fabrikkarbeiderne å vite hvordan de skal sortere rett. Ute på plassen blir det ikke så mye avfall siden alt kommer dit ferdig produsert, og har minimalt med avfall på seg. På dette viset får man mye mindre avfall ute på plassen, og mesteparten oppstår inne på produksjonsbåndet.

- Kort oppbevaringstid på arbeidsplass → Lave rigg- og driftskostnader:
Når alt kommer som prefab fra produksjon vil dette føre til at oppbevaringstiden ute på byggeplassen blir minst mulig før det kommer opp. Så lenge rekkefølgen på modulene stemmer, og det ikke er gjort noe feil på grunnarbeidet. På Lillebakken tok det tre dager og heise på plass 31 antall moduler over fire etasjer. Dette gjør det vanskelig å konkurrere med modulbygging på tid

- Faste arbeidsoppgaver og innendørs arbeid.
Arbeiderene har faste arbeidsoppgaver, og byggeprosessen er stort sett lik fra prosjekt til prosjekt. Dermed må fabrikkarbeidere gjøre det samme hver dag, dette er med å minske sjansen for at uønskede hendelser skal oppstå. Siden alt av produksjon foregår innendørs vil ikke uvær være med på å utsette byggeprosessen nevneverdig. Eneste gangen været kan være til hindring er i grunnarbeid og oppsett av fundament. Samt de dagene da modulene skal heises på plass. Utenom det foregår alt av arbeid innendørs enten i produksjonen eller i arbeidet på modulene etter de er heist på plass.

- Liten arbeidsstab og faste arbeidere.
På Lillebakken var det totalt innom 60 arbeidere, det antas fra prosjektleder ved stedet at i et gjennomsnittlig modulprosjekt er innom cirka halvparten av arbeidere som på et plassbygd prosjekt av samme størrelse. At det er innom halvparten av arbeiderene kan være med å føre til at det blir bedre samspill mellom involverte parter, lettere å oppdage feil gjort av andre på plassen og det vil være lettere å unngå HMS-avvik da plassen mest sannsynlig vil være mindre og mer oversiktlig. Det at det brukes faste arbeidslag er også med å minske sjansen for at unødvendige hendelser oppstår

Ulemper:

- Tegninger må alltid være 100% oppdatert:

Det er viktig at Konstruktører ↔ Prosjektleder ↔ Arbeidere alltid har kontakt med hverandre så tegningsflyten alltid er oppdatert. Når modulene skal plasseres ut er det viktig at alt stemmer 100%, og feil kan ikke oppstå. Derfor vil små endringer i tegningene som ikke blir oppdatert gjennom alle ledd kunne føre til store feil når modulene skal plasseres ut.

- Ofte lang transportvei fra produksjonssted til byggeplass:

Modulfabrikken ligger på Hjellum i Hamar kommune. I vårt referanseprosjekt er dette positivt da avstanden Hjellum – Elverum er gjort på en snau halvtime, og dette vil gi et bra miljøregnskap. I mange andre prosjekter vil avstanden være et problem, og være med på å skape et negativt miljøregnskap og større transportkostnader.

- Logistikk ved utkjøring og oppsetting av moduler må stemme:

Når modulene skal settes opp på plassen er det viktig at de sendes ut fra fabrikken i rett rekkefølge, og ved riktig tidsrom mellom bilene så det blir minst mulig dødtid på sjåfører av lastebilene. Om det kommer biler i feil rekkefølge på plassen vil dette føre til at bil som kommer på feil tidspunkt måtte vente til det er dens tur, dette vil medføre unødvendige kostnader på ventetid. Samt at det kan føre til stress blant andre sjåfører og montører som ser at en modul som har kommet for tidlig allerede er på plassen og venter på sin tur.

- Ingen mulighet for endring av moduler etter ferdig produksjon

Ettersom modulene produseres innenfor gitte størrelser vil dette medføre begrensinger, for de alle fleste tilfeller vil bredden på en modul medføre den største begrensingen da disse kun leveres med bredde: 2,5-4,2 meter.

- Om det skulle inntreffe et uhell med modulene eller krana vil det være meget omfattende

Siden heiseprosessen med å få modulene til tomten de skal stå på er såpass krevende og stiller krav til presisjon vil det være meget kritisk om det ville blitt oppdaget en feil eller skje et uhell under heising. Da dette vil sette en stopper for hele byggeprosessen.

- Ulykker med standardutstyr skjer ofte

Moelven oppgir at fleste brudd på HMS er ulykker med spikerpistol og kuttskader. Dette er utstyr som brukes ofte i prosessen rundt modulbyggingen, og det burde lages enda klarere rutiner slik at ulykkene blir færre.

Vurdering av resultatenes holdbarhet: Oppgaven er utført etter intervju om Glassberget og Lillebakken Terrasse der spørsmål som er egnet for denne oppgaven er lagt frem. Dersom man skulle hatt mer inndata vil det vært aktuelt å intervju flere personer på andre prosjekter slik at resultatene som blir lagt frem kunne hatt flere kilder. Likevel holdt spørsmålene generelle slik det har blitt i gjort denne oppgaven der det har blitt gått mer i dybden på et prosjekt. Andre firmaer har andre prosjekter, her kan det finnes løsninger på våre metoder som vi ikke har fått med oss i denne oppgaven.

For resultatene som har blitt anskaffet vil det ha en holdbarhet over lengre tid ettersom prosjektene som har blitt valgt holder en høy standard i dagens situasjon.

For dette kapitlet har det blitt lagt fram materialer og data som studentene har innhentet ved hjelp av intervju og observasjonsstudier. Resultatene er satt opp som hvert sitt punkt for å tydeliggjøre dem og lage en oversikt slik at det er mulig å se sammenligningen enkelt. For neste kapitel vil det bli lagt fram flere resultater, denne gang for tildelingskriteriene som er gitt av Elverum kommune og som har vært med å forme oppgaven.

5.Sammenlikning / Resultat tildelingskriterier

Ut ifra tildelingskriteriene som skal brukes som et bidrag i denne oppgaven vil det legges fram resultater i dette kapitlet. Fra intervjuene har det blitt hentet kvalitativ data for de forskjellige leilighetsbyggene og se hvilke faktorer som utgjør en forskjell fra de to forskjellige prosjektene. Punktene som blir lagt frem i dette kapitlet er hentet fra tildelingskriteriene til Elverum kommune.

5.1 Kompetanse og erfaring

Dette underkapitlet omhandler det første punktet av tildelingskriteriene hvor leverandørene oppgir kompetanse og erfaring for prosjektet med tilsvarende kompleksitet og omfang. For selve kompetanse og erfaring kriteriet har punktene som omhandler navn og CV tilknyttet nøkkelpersoner for prosjektet blitt sløffet, siden dette ikke har noen sammenlikningsverdi. Det har heller blitt valgt å redegjøre: kontraktsformer, miljøkrav, rolle og arbeidsfordeling og en beskrivelse av hvordan selve prosjektet har blitt utført.

5.1.1 Beskrivelse av prosjektene og tidspunkt for utførsel.

Det første prosjektet vi besøkte var Glassberget på Hamar i regi av ØMF som er et plassbygd prosjekt: Prosjektet startet med prosjektering i mars 2017 frem til september 2017, sju måneder varighet. Der det var først tre måneder med kun prosjektering og tilvalgsfasen. Graving startet opp mai 2017 med resten av arbeid fortløpende. Bygget ble ferdigstilt i september 2018 Glassberget er et leilighetsbygg på seks etasjer med 33 leiligheter. Ved start av prosjektering var 28 leiligheter solgt. bygget har en BRA på 2374 m².

Det andre prosjekt vi besøkte var Lillebakken i Elverum i regi av MBMH som er et modulbygg prosjekt. Prosjektstart var juli 2018 og start på byggeplass oktober 2018. Bygget ble ferdigstilt april 2019. Det var tre måneder med prosjektering på fabrikk av moduler. Etter prosjekterings fasen så begynte dem med produksjon av moduler på fabrikk med en varighet på to til fire uker. Heising av moduler startet mandag 25.02.2019 og heist ferdig moduler den 27.02.2019 det vil si i løpet av tre dager kom hele bygget på plass. Fra start av heising går det åtte uker fra første modul er heist til nøkkelen skal overleveres til huseier.

Bygget er et leilighetsbygg med fire etasjer + parkeringskjeller og 20 leiligheter. Ved start av prosjektering var 12 leiligheter solgt, bygget har en BRA på 1300 m².



Figure 9 Etterarbeid av modulene etter heising. (Østby, 2019c)

5.1.2 Kontraktsform

Kontraktsformen for Glassberget er en totalentreprise i samarbeid med OBOS der hver part eier 50%. Samarbeidet ble gjort så ØMF kunne komme inn tidlig og være med å bestemme hvordan ting kunne bli gjort, og man ikke skulle få problemer i etterkant. ØMF kom med 6-7 måneder før selve prosjektet ble priset, dette medførte at ØMF var med å prise prosjektet og gi tilbudet til seg selv. Dette er gjort i henhold til NS 8107.

Kontraktsformen for Lillebakken er en totalentreprise i henhold til NS 8407 der MBMH har 100%. Lillebakken er eid 50% av HTM Hauge As og 50% av Fundament Gruppen AS.

5.1.3 Miljøkrav

For prosjektet Glassberget hadde ØMF mål om miljøkrav på 70 % og OBOS mål om miljøkrav på 80%. Ved gjennomføring av prosjektet ble det antatt at det ble oppnådd ca. 70 %.

For prosjektet Lillebakken hadde MBMH mål om miljøkrav på 80 %, ved gjennomføring av prosjektet ble det antatt at det ble oppnådd ca. 65 %

5.1.4 Rolle og arbeidsoppgave i prosjektet

Rollefordeling for plassbygd: Prosjektleder, anleggsleder, 1. BAS + forskallingssnekkere og jernbindere for betong arbeidet, tømrere og andre fagarbeidere. Den totale bemanning for Glassberget var 160-200 arbeidere som var innom plassen.

Rollefordeling for moduler: Prosjektleder → anleggsleder → montører. Prosjektleder antok at bemanning for moduler var ca. 50 % av hva det ville vært dersom det var plassbygd, bemanning varierte fra 5 til 15 mann på byggeplass. Den totale bemanning for Lillebakken var på ca. 60 arbeidere innom plassen.

5.2 Oppgaveforståelse

Dette underkapitlet omfatter del 2 av tildelingskriteriene: oppgaveforståelse.

Oppgaveforståelse kriteriet handler om hvor vidt tilbyderer har forstått prosjektet de byr på og hvordan de har tenkt å gjennomføre prosjektet. Her skal tilbyderer legge frem: strategi og styring, organisasjon og gjennomføring og medvirkning i prosjektet. Her legges det frem samspillmodell og hvordan prosjektene har valgt å løse det, for styring og gjennomføring vil det legges frem målsetning.

5.2.1 Samspillmodell

En samspillmodell mellom byggherre og bruker er et viktig ledd for å bevare interessen for boligen og at brukeren får et ønsket produkt. I mange tilfeller har man tilvalgsprosess som innebærer at bruker får være med å bestemme hvordan en leilighet skal utformes med tanke

på interiør, innvendig kledning, mm. Både ØMF og MBMH har benyttet seg av tilvalgsprosessen der ØMF hadde en tilvalgsprosess på 2,5 måneder fra juli 2017 og MBMH hadde tilvalgsprosess under prosjektering på tre måneder. Byggherre bestemte først et maksimum valg brukerne kunne velge imellom, før bruker bestemmer sluttproduktet. Et av disse punktene var at man kunne flytte på badet for å få en større stue, dette var de eneste arealendringene som brukerne selv kunne velge på modulene.

Denne samspillmodellen må tidlig fastslås slik at det er klart før byggingen starter. For modulbygging er det viktig at denne fasen er over før produksjon begynner, der plassbygd har muligheten til å gjøre endringer underveis om det skulle oppstå behov for dette.

5.2.2 Styring og gjennomføring

Ettersom det vil være vanskelig å skrive om hvordan to bedrifter har planlagt prosjektet for styring og gjennomføring har det blitt valgt å hente inn data om begge prosjektenes målsetning for kunne legge fram hva bedriftene satser på og ønsker å oppnå under bygging.

Målsetning for Glassberget.

For Glassberget hadde prosjektet en økonomisk målsetting på entreprenørsiden om å oppnå DG på % = 7,1 %. I tillegg hadde ØMF som entreprenør en del generelle målsettinger, og det samme hadde OBOS som byggherre. Byggherren OBOS og ØMF hadde et mål å minimere bruken av fossilt brensel til byggtørk og oppvarming. I prosjektet benyttet ØMF fjernvarme som energikilder for dette.

Klimamål for avfallssortering var på 80% sorteringsgrad. Videre ønsket ØMF alltid å bygge så miljøvennlig som mulig, og samtidig minimere belastningen for nærområdet rundt byggeplass. Et eksempel på dette var å vise hensyn til naboer ved ulike tiltak underveis.

Videre var det et mål å få bygge økonomiske, men tidsriktige og praktiske leiligheter i flere forskjellige størrelser (50-120m²). 20 stk. av 33 leiligheter var solgt ila. første uken med salg, dette viser at ØMF har bygget attraktive leiligheter. Videre har byggherren hatt et mål om å oppnå en KTI på over 80 og dette skal bli målt vha. spørreundersøkelser.

Målsetning for Lillebakken Terrasse:

Moelven har alltid et økonomisk mål ved sine prosjekter noe som er nødvendig for at de kan være en konkurrerende bedrift i det lengre løp, og være en lønnsom bedrift. Moelven har satt seg fire samfunnsmessige mål. 1. De skal bruke klimasmarte produkter og tjenester. 2. Ivaretar naturressurser, ressurser som brukes skal være fornybare, og hele ressurskjeden skal utnyttes. 3. Mennesket skal være i fokus, Moelven sine arbeidsplasser skal være trygge og attraktive å jobbe på. 4. Lokale verdier, Moelvens arbeidsplasser skal være grønne og lokale. De to siste årene har MBMH hatt 0 skader med H-verdi oppgis det i intervju den 26.04.19, og dette gjaldt også for oppsettingen av Lillebakken.

Ved oppsett og overlevering av nye leiligheter og bygg har MBMH som målsetting at de maksimalt skal ha en reklamasjon pr. leilighet det første driftsåret, vil dette si at ved Lillebakken skal de maksimalt ha 20 reklamasjoner totalt i løpet av det første driftsåret etter overtakelse. Dette er viktig at innfris fra MBMH sin side så de sikrer seg fornøyde kunder og byggherrer.

5.3 Pris

I henhold til tildelingskriteriene fra Elverum kommune vektlegges pris med 40% av hele tildelingsprosessen. De faktorene som Elverum kommune tar med er vedlagt i et tilbudsskjema der selvkost timepriser, påslagsprosenter og endringsarbeid, under disse inngår også tilleggs-/fradragsarbeid. Alle disse prisene vil være ønskelig å kunne sammenligne dersom det lar seg gjøre med anskaffelse av dem. I henhold til problemstillingen skal vi finne ut om tildelingskriteriene bidrar med at man enten velger den ene eller den andre byggemetoden og i den sammenheng kan det være nødvendig å se på mer enn de prisene/kostnadene som er oppgitt som vurderingsgrunnlag for å kunne gi samlet forståelse og helhetlig grunnlag for valg av byggemetode.

Priser som er oppgitt i tilbudsskjema er selvkost timepris, påslagsprosenter og endringsarbeid. De utvalgte fra tilbudsskjema er: lønn til arbeidere (egne), lønn til arbeidere (innleide), transportkostnad, rigg og drift, materialpriser, innkjøp av arbeidere (UE), innkjøp av rådgivere (ARK, RIV, RIB, RIE).

Det har vært vanskelig for bedriftene å oppgi helt nøyaktige priser for alle disse punktene, samt vanskeligheter med å få tak i priser og at de ikke ønskes å oppgis. I alt skal det gjøres en

vurdering av de prisene som har blitt oppgitt. Noen av prisene har det blitt gitt kommentarer som gjør at punktene får en sammenligningsverdi. De prisene som studentene har fått tilgang til er prisene etter prosjektet er satt opp og ikke de som er satt inn i det ferdig utfylte tilbudsskjema. Det er ønskelig ettersom priser kan endre seg, og vi tar for oss den fullstendige prisen.

En pris som vil være lett å få tilgang til og sammenligne er kvadratmeterpris for begge prosjektene. De er beregnet slik at det er den totale kostnaden på bygget delt på BRA.

For Lillebakken blir det:

$$\frac{33\,000\,000}{1300} = 25\,385 \text{ kr per m}^2$$

For Glassberget blir det:

$$\frac{62\,000\,000}{2374} = 26\,116 \text{ kr per m}^2$$

Ut ifra disse kalkyler er det ikke stor skilnad på m² pris. Det kommer frem at modulbygget er billigere å sette opp, dette stemmer bra ut ifra hva som er oppgitt tidligere. At totalkostnaden på plassbygde bygget blir høyere, kan skyldes lengre byggetid, flere arbeidere som skal ha lønn, mm.

Punktene arbeidslønn (egne) og arbeidslønn (innleide), som det har blitt referert ovenfor vil en modul byggeplass ha ca. 50% av arbeidere i forhold til en plassbygd plass. Til tanke her vil det være lavere totalkostnader for modul enn plassbygd med tanke på lavere arbeidsmengde og besetning.

Pristabell.

Oppgitte priser.		
	ØMF	MBMH
Lønn til arbeidere (egne)	Timelønn eks. Individuelt tillegg på kr 214,-	Ingen data
Lønn til arbeidere (innleide)	Variierende timelønn avhengig av innleieselskap, ingen tall oppgitt	Ingen innleide
Transport	Oppgitt kostnad for transport av leieutstyr, verktøy o.l. Ca. 150 000,-	Oppgitt kostnad for transport av modulene Ca. 200 000,-
Rigg og drift	Ca. 10 000 000,-	Ca. 200 000,-
Materiale priser	Materialpriser varierer stort fra produkt/materiale, ØMF har egne avtaler med byggevarehus som gir 30-50% av ordinær pris.	Ingen data
Innkjøp av arbeidere (UE)	Ca. 30 000 000,-	Ingen data
Innkjøp av rådgivere	Ca. 2 500 000 – 3 000 000,-	Ingen data

Tabell 3 Liste over oppgitte priser fra bedrifter.

Kommentarer til punktene:

Med en side kommentar at kostnadene til UE beløper seg på ca. 50% av entreprisekostnaden på plassbygging. En stor forskjell i pris og kostnad er rigg, Lillebakken har ca. 200 000 ,- ekskl. Mva. i hele rigg prisen har Glassberget 10-20 % av total byggekostnad som rigg. Den oppgitte totalprisen på rigg ble ca. 10.000.000, - ekskl. mva. Her ser man at det er en betydelig forskjell mellom byggemetodene.

For plassbygde konstruksjoner bør det nevnes at prisene kan stige når det jobbes i vinterhalvåret ettersom kulden påvirker betongarbeidet og man må ta hensyn til snøbrøyting og fyringskostnader. Vinter og kulde vil også medføre ekstrakostnader på et modulprosjekt, men ikke i like stor grad grunnet mindre areal og tid.

I våre to referanseprosjekter vil plassbygd ha 75% av transportkostnadene som det modulbygd har. I dette tilfellet har modulene hatt veldig kort transportvei, og dette har vært gunstig for økonomien i prosjektet. På et mer langreist prosjekt ville nok denne kostnaden vært større på modulene, mens plassbygd har en mer stabil pris.

Vurdering av resultatenes holdbarhet: Resultatene fra intervju om tildelingskriteriene har vært god, men mer kortfattede enn for byggemetodene. Intervjuobjektene har hatt vanskeligere for å svare på spørsmålene og oppgi informasjon fordi tildelingskriteriene omhandler mye informasjon i fra anbudsrundene som bedriftene ikke ønsker å oppgi.

Dette kapitlet omhandler resultatene som studentene har innhentet for tildelingskriteriene og sammenlignet disse opp mot byggemetodene/ prosjektene.

Neste kapittel er analyse og diskusjon som vil handle om å sette sammen de resultatene som har blitt lagt frem og gjøre en drøfting av disse.

6. Drøfting / Analyse

Fra før av i oppgaven har plassbygd og moduler blitt beskrevet hver for seg i kapitlene 3. Teoretisk grunnlag og 4. Og 5. Sammenlikning/Resultat. For denne delen av oppgaven skal resultatene analyseres og settes opp mot hverandre, drøftes og diskuteres. Dette med grunnlag av fordeler og ulemper som ses hver for seg og til slutt være en veiledning for valg av byggemetode. I dette kapitlet skal det også drøftes de tildelingskriteriene som har blitt benyttet for oppgaven og se om de er hensiktsmessig, rom for forbedring og resultatene av et slikt konkurransegrunnlag. Hensikten med denne rapporten vil ikke være å sette den ene byggemetoden mer fordelaktig enn den andre, men legge fram fordeler/ulemper for begge byggemetodene og komme fram til når det lønner seg å benytte seg av byggemetoden. Valget vil begrunnes ut ifra de resultatene som blir lagt fram i dette kapitlet.

6.1 Drøfting

6.1.1 Arbeidsprosess, kompetanse og erfaring

Begge prosjektene har en like lang førprosjekteringsfase før byggestart. På Glassberget fulgte prosjekteringsfasen med inn i selve starten på byggefasen. En grunn til at et plassbygd prosjekt kan ha med prosjekteringen inn i prosjektet er ettersom bygget blir til underveis, som medfører at man kan gjøre endringer og bestemmelser underveis. Hvert plassbygd bygg er sitt eget unike bygg, som ikke kan følge tidligere arbeidstegninger på samme måte som et modulbygg. Der Lillebakken som moduler mest sannsynligvis har blitt utført før slik at man kan benytte seg av tidligere arbeidstegninger for et prosjekt, blir plassbygde bygg bygget så det har en del egne typer konstruksjoner. Det kan ha bli tatt utgangspunkt i et lignende bygg, men det kommer noen egne vrier for prosjektet.

Dette medfører at modulbyggerne kjenner til rekkefølgen slik den kommer, mens plassbyggerne må være mer obs så de er oppdatert på hvor endringer er gjort fra forrige gang.

Dessuten kan ikke modulprosjekt endres på etter at byggearbeidet har startet slik at alle endringer må være ferdig utarbeidet før monteringsstegning blir sendt fra konstruktører til produksjon. Begge byggemetodene har sine fordeler og ulemper. Plassbygd har mange endringsmuligheter, men på bekostning av effektiviteten til prosjektet. Der moduler har

effektiviteten, mangler de muligheten til å gjøre endringer på bygget. Prosjektene har to forskjellige tidsrammer der moduler har en varighet på ni måneder og plassbygd har en varighet på 19 måneder. Valget av byggemetode vil ikke være basert på selve tidsrammen, men hva som er byggets formål og målgruppe. Fra en side kan det være fordelaktig å velge moduler på grunn av den reduserte tidsrammen man kan oppnå, og velge plassbygd dersom man har et mer omfattende prosjekt som krever flere spesifikasjoner

6.1.2 Logistikk og transport

Ettersom bygging skal være effektiv må det nøye planlegging til for at det ikke skal skape problemer under levering og montasje. Dersom det kommer feil modul i forhold til rekkefølgen vil selve byggeprosessen stoppe helt opp. Dette er et realistisk problem, men vil sjeldent oppstå ettersom det planlegges presist og monteringen ikke vil starte før alt er avklart. Ettersom alt av byggematerialer blir sendt til byggeplass vil det være lavere krav til rigg og oppbevaring av utstyr og byggeplassen trenger en mindre oppbevaringsplass enn plassbygd. Rikken vil være en stor forskjell faktor for modul og plassbygd, særlig der rigg er en stor kostnad for plassbygde konstruksjoner vil det ikke være en kostnadsfaktor som har stor betydning for moduler. Her vil kostnaden være opp i 10% av hele totalkostnaden på en plassbygd plass, mens på Lillebakken havnet kostnader til rigg og drift på under en prosent av totalkostnaden.

Moduler ikke blir produsert med en større bredde enn 4,2 meter vil det medføre begrensninger for utformingen av bygget og bruksarealet. Med disse begrensningene vil modulbygging være begrenset til leilighet, boligbygg og enkle bygg, der det vil være vanskelig å oppnå den nødvendige størrelsen dersom man skal bygge et konferanserom, stort kontorlandskap eller forsamlingslokale. Det medfører at modulbygging i dagens tilstand ikke kan oppnå det potensiale som plassbygging. Ut ifra samtale fra intervju som ble gjennomført den 26.02.2019 er det per dags dato ikke mulig å levere en modul med mindre enn 4 vegger, pga. manglende stivhet. Dette vil være aktuelle å kunne forske videre på å finne en løsning med knutepunkter, spenn osv. kan være med å øke stivheten for en modul.

Dersom denne løsningen er mulig kan modulkonstruksjon kunne utfordre dagens plassbygging på plass og størrelse. Ettersom modulbygging vil avhenge av transport som form for distribusjon vil MBMH som leverer fra Hjellum stå ovenfor et dilemma dersom dem

skal distribuere moduler internasjonalt og med lengre avstander nasjonalt. Et alternativ vil være å sende det med båt i fra nærmeste kai, enn å bruke fraktbiler som form for transport (Wallance, 2011).

Selv med disse begrensingen hindrer det ikke at dagens moduler kan bygges som hotell eller skole for eksempel. MBMH har gjennomført bygging av et hotell bestående av moduler på Island. Noe som viser at selv de ovennevnte problemene er det gjennomførbart per dags dato, men at moduler kan dra med seg begrensinger som gjør at det vil virke mer fordelaktig å velge plassbygd for den typer prosjekter.

Ut ifra våre to referanseprosjekt lander bare transporten på modulprosjektet 25% over transporten til Glassberget, dette skyldes nok i hovedsak at det var kort vei for modulene fra fabrikk til byggeplass. Hadde det vært en lengre og mer komplisert transportvei ville nok denne kostnaden blitt en del høyere. Dette viser hvor lurt det vil være å benytte seg av leverandører som holder til lokalt for å begrense transportkostnaden, dette medfører og mindre transport som er en viktig faktor for bærekraft og miljø.

6.1.3 Miljøkrav og avfallshåndtering

For tildelingskriteriene i konkurransebeskrivelsen har Elverum kommune kun oppgitt krav om å oppgi hva entreprenører skal ha som prosjektets miljøkrav. Etersom kravene kun gir en tall beregnet prosent på hva som skal oppnås vil det være rom for å drøfte og diskutere hvordan dette utføres og hvilke ulemper og fordeler byggemetodene kan utfordres med. Det er også viktig å se på en helhetlig vurdering av miljø og avfall ettersom problemstillingen henviser til hva som kan bidra til at en byggemetode blir valgt.

For et plassbygd prosjekt vil arbeidet foregå på byggeplassen, det fører med at alt av materialer og behandlingen av disse vil skje ute i det åpne. Dette vil etterlate avfall på byggeplassen som må sorteres og håndteres på riktig måte. I motsetning til en modul bygg der kun fundamentet, innvendig «finish» og eventuelt utenomhusarbeid er det som blir bearbeidet på byggeplass vil dette føre med seg mindre avfall. Hvor mye som skal sorteres og håndteres vil også være opp til byggherren og bestemme. ØMF som er plassbygd bygger har en byggherre som ønsker at 80% skal sorteres, men endte opp med 70%. MBMH har et krav på 80% men ender opp med 65% sortering. Det viser at selv om plassbygd har mye mer

avfall oppnår de en høyere sorteringsgrad enn det et modulprosjekt får ut ifra sammenligning av disse to prosjektene. En tanke på hvorfor det har blitt sånn er nok måten ledere og arbeidere på plassene har håndtert avfallsproblemet på. Dersom det plassbygd prosjektet har en avfallshåndtering på 70% og modulprosjektet har en gjennomføring på 65%, men den totale vekten og mengden av avfallet fra et plassbygd prosjekt er mye mer så vil det på den ene siden være bra at det har en enda høyere gjennomføring grad av sortering, på den andre siden vil det være mye mer avfall totalt sett i henhold til «avfallsregnskapet» som gjør det virker negativ i forhold til modulprosjektet. Disse tallene for miljøkrav og gjennomføring er kun ut ifra et prosjekt av hver byggemetode så det vil være naturlig å betrakte at i de aller fleste tilfeller vil et modulprosjekt har bedre gjennomføring på grunn av de overnevnte fordelene.

Hvert byggeprosjekt bør uansett ha som mål å ha en høy gjennomføringsgrad av avfallshåndtering uansett prosjekt og mengde avfall som har vært på prosjektet.

6.1.4 HMS

For de to ulike byggemetodene er HMS veldig viktig for det skal sikres et godt og trygt arbeidsmiljø. Den største forskjellen på hvordan arbeidet foregår på de to byggemetodene er at ved en plassbygd plass vil alt bli produsert på plassen, så arbeidsstaben vil komme til møte nye typer hendelser hver dag. Mens de som er ansatt hos MBMH jobber på fabrikk eller som montører. Disse vil dermed gjøre den samme jobben på samme måte hver dag. Som en følge av dette vil de vite akkurat hva de holder på med, og vil komme borti få nye situasjoner. Dette vil gjøre at modulplassene vil oppleve en mye mindre grad av uønskede hendelser i form av feilvurdering av personer som misforstår hva som er lurt og trygt å gjøre når en ny type situasjon oppstår. Dette er noe ØMF rapporterer som en av grunnene med høyest hyppighet på innrapporteringer.

En annen ting som kan være med å bidra til at uønskede hendelser oppstår er størrelsen på arbeidsstabene. På Glassbakken var det antatt at det var innom mellom 150-200 stykker, mens på Lillebakken var det innom cirka 60 personer. For modulplassen må det legges til de ansatte som var en del av arbeidet på fabrikk i tillegg, da disse også er med å utgjøre en risikofaktor. Med et mindre antall arbeidere involvert vil man kunne være med å redusere risikoen for at uønskede hendelser skal inntreffe. Da et sted med flere personer vil ha en økt

risiko for at personlig feil inntreffer, og det kan gå utover flere personer. Den store arbeidsstaben arbeider med ting som skal lages på plassen. Denne kombinasjonen utgjør en større risiko enn en mindre arbeidsstab som jobber med faste oppgaver. Det er også oppgitt av at under oppsettingen av Glassberget var det innleid arbeidskraft, noe som ikke ble brukt på Lillebakken. Innleid arbeidskraft er også en risikofaktor da det ofte kommer arbeidskraft som ikke er opplært på samme måte som norske fagarbeidere. Gjelder både på kvalitet og sikkerhet i arbeidet, men også når det går på normer og skikker fra den opprinnelige kulturen kommer fra. Det kan virke som modulbyggerne baserer mer av arbeidskraften sin på faste ansatte enn hva plassbyggerne gjør. Noe som vil føre til at modulbyggerne har mer kontroll på hva slags ansatte de har på de ulike arbeidsplassene.

Plassbyggingen har mye av arbeidet sitt utendørs, arbeiderene må derfor være i stand til å kunne takle dårlig vær. Dette kan føre til at arbeiderene får vanskeligere arbeidsforhold, noe som igjen kan være med å gi dem en endring i atferd med tanke på mer slurv, og at de tar lettere på sikkerhet noe som igjen kan føre til svikt i sikring eller manglende verneutstyr siden de heller konsentrerer seg om været. Ved modulbygg er det også arbeid utendørs, men i en mye mindre grad. Modulene lages innendørs, og på plassen blir manglende utstyr koblet sammen innendørs. Utendørsarbeid som foregår er grunnarbeid, likt for begge. Heising må foregå utendørs, men om det er for dårlig vær må denne utsettes for at det ikke skal bli skummelt og upresist. Heising er også en stor risikofaktor ved plassbygging, da kran brukes nærmest daglig for å flytte og montere ulike ting.

Det kommer ut i H_1 -verdi at MBMAM at de har hatt en del arbeidsulykker som har ført til fravær fra arbeidsplassen, i hvilken fase disse har oppstått er ikke oppgitt. Det gir likevel en indikator på modulbygg ikke er så trygt som MBMH har oppgitt. ØMF som driver med plassbygging kommer godt under landssnittet på dette. Også på F-verdi scorer ØMF best, men her er også MBM under landssnittet. Dette tyder på at skadene som oppstår i arbeid ikke er så alvorlige, og at arbeiderne er fort tilbake på arbeid igjen.

For HMS har vi tatt i bruk tall fra EBAs HMS-statistikk som er en statistikk som viser H- og F-verdi i hver enkelt bedrift opp til hva landsgjennomsnittet er. Her har vi fått tall i fra MBMAB som er en søsterbedrift til MBMH, de har høyere skadetall enn hva vi har fått oppgitt at MBMH har. Disse brukes siden vi ikke har fått noe EBA-verdier fra MBMH.

Tabell for HMS statistikk.

	ØMF (Plassbygd)	Moelven Byggmodul AB (Modul)
H ₁ -verdi	2,5	7,9
Følgende EBA (Landsbasis)	6,04	
F-verdi	20,2	54,6
Følgende EBA (Landsbasis)	66,6	
Statistikk over hvilke hendelser som har medført til nesten ulykker og de hyppigste hendelsene	-Adferd -Oppførsel -Feilvurdering -Manglende bruk av verneutstyr -Svikt i sikring av områder	-Spikerpistol - Kutt

Tabell 4 HMS tall for ØMF og MBMAB, alle tall fra 2018

Oppsummert er HMS viktig for at arbeidsplassen skal være ett trygt og bra sted for de ansatte under byggeperioden. Hvordan HMS blir gjort har ikke så mye å si i valgprosessen av byggemetode, da de fleste bedrifter tar dette seriøst og det vil være vanskelig å bedømme på. Litt oppsiktsvekkende er det at moduler har høyere skade- og fraværstall enn hva plassbygd når det gjennom intervjuer av ulike personer har virket som at det er større sannsynlighet for at noe uønsket skal skje ved plassbygging.

6.1.5 Tildelingskriteriene

For denne oppgaven har det blitt benyttet tildelingskriterier fra Elverum kommune som et bidrag til sammenlikningen av byggemetodene. Etterhvert som gruppen har jobbet med disse for å finne ut hvordan dem skal brukes i oppgaven har det blitt gjort refleksjoner og tanker om hva som kunne vært annerledes med dem for å jobbe med. Dette er også satt opp i sammenligning med hvordan de kunne ha vært som en forbedring av konkurransegrunnlaget til Elverum ved videre føring.

Det vil bli lagt fram enkle ideer og tanker for videre arbeid av tildelingskriteriene. Punktet pris så skal hver leverandør oppgi priser i et ferdig utfylt tilbudsskjema som er satt opp, alle disse prisene omhandler selvkost timepriser, påslagsprosjenter, endringsarbeider og tilbudte priser. Alle disse omhandler pris og kostnad for forarbeidet og bygging, men ingen kostnader etter ferdig byggetid. En vurdering som kunne ha vært med i tildelingskriteriene er analyser som måler bygget på levetid, pris og klimautslipp. For klimautslippene kunne man brukt en LCA etter «vugge-til-grav» prinsippet. Samt en analyse som måler driftskostnader i kommende år. En livsløpsvurdering er fordelaktig for evaluering av miljømessige konsekvenser knyttet til produktet, der mange byggherrer i dagens samfunn ønsker å knytte sine bygg opp mot gode miljømål og bærekraft.

6.1.6 Oppgaveforståelse

Begge prosjektene har benyttet seg av tilvalgs prosess som en del av samspillmodellen mellom bruker og eier. Det plassbygde prosjektet hadde en tilvalgsprosess på 2,5 måned og modul prosjektet hadde en tilvalgsprosess på tre måneder under prosjekteringsfasen. Dette gir brukere muligheten til å komme med innspill om hvordan bygget/ leilighetene skal utforme seg før byggestarten setter i gang. Ved modulprosjektene må tilvalgsprossesen stoppe opp når byggetegningene blir sendt i fra konstruktør til produksjon, pga. at alle føringer som skal komme i veggene må være på plass i dette øyeblikket. Mens på ett plassbygd bygg vil brukerne ha mulighet til å komme med innspill også underveis i byggeprosessen, da bygget blir til underveis. Man kan legge inn føringer i himlinger og vegger under byggeprosessen og ikke låser seg på samme måte som ved moduler. Dersom bygget skal benyttes av bruker med spesielle behov og det er stort krav til universell utforming vil plassbygd være best i de fleste tilfeller.

Målsetninger.

Økonomiske målsetninger:

Glassberget hadde en økonomisk målsetning om å oppnå dekningsgrad på 7,1 % for prosjektet, mens Lillebakken der imot hadde en generell målsetning for prosjektet. Der det var ønskelig med et godt resultat, men de ville ikke ha noe mål i form av DG. For gjennomføring av et byggeprosjekt vil det å ha en generell målsetning være enklere å oppnå men vanskeligere å måle, dersom bedriften har en som mål ha en god økonomisk gevinst fra et prosjekt kan det variere ut ifra hva som betraktes som «god». I motsetning vil Glassberget

målsetning sette et definitivt mål der dersom det oppnås har det god økonomisk målsetning. Og enkelt å finne ut om målsetning var satt for høyt og kan på denne måten effektivt måle de involverte i prosjektet på hvordan prosjektene de er involvert i pleier å gå.

Samfunnsmessige målsetninger:

Begge prosjektene hadde som samfunnsmessige mål å benytte seg av klimavennlige løsninger for produkter, oppbevaring og tjenester. Med dette kan det trekkes inn de miljømessige målsetningene der begge bedrifter hadde miljøkrav på 80%. Begge bedrifter har oppgitt at de har mennesket i fokus når de setter målsetninger. Det kommer fra i målene at MBMH har gode mål for arbeidsplassen sin der det er viktig å ivareta arbeiderne på plassen. Bakgrunnen for dette kan være at dersom arbeiderne ivaretas godt vil det ikke oppstå feil når det bygges og MBMH har som mål om å ikke ha mer enn en feil per leilighet i løpet av første bruksår etter overlevering. ØMF legger fram ved sine mål at det ønsker ha tidsriktig prosjekter som tilfredsstillende kundene de bygger for å vise hensyn til naboer under byggetiden. Her ser man at ØMF har lagt mye vekt på hvem de bygger for og MBMH har lagt mye vekt for hvem som bygger. Men selv med disse punktene kan ikke trekke beslutninger om at den ene bedrifter satser kun på kundene sine og ikke de ansatte og motsatt. Det vil være naturlig å betrakte at begge bedrifter setter begge deler med like høy verdi som den andre bedriftene, slike ting komme nødvendigvis ikke fram i enkel målsetning der man lager en liste over hva som vektlegges for akkurat det prosjektet.

Oppsummert ser man at begge prosjektenes målsetninger baserer seg på mange av de samme verdiene. I henhold til problemstillingen der en sammenligning av byggemetode med vektlegging på tildelingskriteriene skal basere valg for en byggemetode så vil ikke de punktene som har blitt valgt ut ifra oppgaveforståelse være et stort bidrag til hva som kan føre til at man velger en byggemetode. Med en side kommentar at dersom man ønsker at et prosjekt har muligheten for å endre utforming under byggetid vil et plassbygd prosjekt være mer gunstig for valget.

6.1.7 Pris

For det siste punktet av tildelingskriteriene som omhandler pris var det planlagt at studentene skulle innhente priser som ble hentet inn fra tilbudsskjema og hente ut tallene fra de to prosjektene. Det var vanskelig å få hentet ut priser og tall fra bedriftene. Det medfører at

drøftingen av prisene ikke vil ha like mye resultater som de forgående punktene. Noe av det første som var ønskelig var at begge prosjektene var like i omfang slik at det skulle være enklere å sammenlikne. Og ut ifra problemstillingen om hva som kan føre til at man velger en byggemetode vil det være gunstig å ha to prosjekter innenfor likt omfang for å gi muligheten for sammenligning og sammenligningsverdi.

Glassberget er nesten dobbelt så stort som Lillebakken i m², og har flere leiligheter. For å se på totalkostnaden, og hva som er den dyreste byggemetoden har vi regnet ut totalkostnaden pr. m²-pris.

$$\text{Lillebakken: } \frac{33\,000\,000,-}{1300\text{m}^2} = 25\,385 \text{ kr per m}^2 \quad \text{Glassberget: } \frac{62\,000\,000,-}{2374\text{m}^2} = 26\,116 \text{ kr per m}^2$$

Ut ifra total m² pris er det ikke store prisforskjellen på de to ulike prosjektene tross at selve totalkostnaden på de er nesten ½. Her ser man at m²-prisen ikke skiller seg ut for mye.

Grunner til dette kan være at Glassberget har noen flere leiligheter enn Lillebakken så det vil bli mer m² som er mulig å selge der, pga. flere ulike type leiligheter der pris vil variere mer. I selve byggforløpet kan man ut ifra disse tallene si at modulbygg er billig å sette opp samtidig som deg går raskt. Mens de plassbygde er dyre å sette opp og langsomme.

Ettersom det ikke er oppgitt noe priser for UE og rådgivere for modulprosjektet vil det trekkes inn tanker ut ifra hvilke forskjeller det er imellom byggemetodene. Lillebakken prosjektet hadde rekruttert UE for å utføre graving og fundamentering, men også tekniske installasjoner. Man kan betrakte at disse kostnadene vil utgjøre en del av den totale kostnaden men ikke like stort omfang som for plassbygd. For Glassberget ble det antatt at kostnadene til UE beløper seg på ca. 50% av entreprisekostnaden, men dette avhenger av hva man ønsker å sette av til UE. En av grunnen til at det blir så store kostnader for UE for plassbygd er at disse er mye lengre med i byggefasen enn for moduler. En annen forskjell mellom de to prosjektene vil være at Lillebakken ikke hadde noe innleid arbeidskraft kontra Glassberget. På en side vil det være positivt for modul prosjektet at de sparer penger på denne fronten, men for det plassbygde prosjekt vil det være helt nødvendig å ha ekstra arbeidskraft for å gjennomføre. Derfor vil man ikke argumentere for at det er negativ å ha kostnader for innleid arbeidskraft. Det vil være andre måter å kutte kostnader når det kommer til slik som

materialer og benytte seg av lokale midler for å begrense transport kostnader. Det vil være naturlig å betrakte at Moelven får sine materialer fra egne divisjoner innenfor bedriften. Ettersom det ikke har mange tallverdier for modulprosjekt vil det være vanskelig å si hva som er den største kostnaden og den mest omfattende og utgjørende for prosjektet.

6.2 Analyse

Ting som er nevnt i oppgaven som vi trodde ville ha mer å si for hvilken type byggemåte som ville bli valgt var HMS, oppgaveforståelse og kompetanse og erfaringer. Da dette var punkter som viste seg og mest sannsynlig bli oppfylt uansett hva slags metode som ble valgt eller har vært vanskelig å finne ut om det har noe å si i løpet av arbeidsprosessen med oppgaven.

- HMS, Om det skulle brytes på HMS ville det ofte skyldtes pga. valgt entreprenør og arbeidere istedenfor byggemetoden.
- Oppgaveforståelsen vil gå mest på hva tilbyderen har lyst på å ha, og hva slags målsetninger som entreprenør og tilbyder har hatt lyst på. Oppgaveforståelse har mye å si generelt, men ikke i oppgaven vår for de punktene vi har valgt ut.
- Kompetanse og erfaringer, det å skulle skrive om kompetanse og erfaringer var vanskelig på lik måte som de fleste bedrifter synes det er vanskelig at de skal bli bedømt på dette. Da dette er et punkt de fleste føler de er gode på, og det ikke er lett å finne på noe nytt her.

Ting som har noe å si:

- Arbeidsprosessen, avhengig av hva slags byggemåte som blir valgt vil man kunne se hvor lang byggetiden vil bli. Er man ute etter ett bygg som kommer fort opp og raskt kan flyttes inn i velger man modulbygg. Er man ute etter ett litt mer spesielt bygg som er mer tidkrevende å sette opp velger man det plassbygde.
- Transport og logistikk, modulbyggeplassene trenger ikke mange ulike transportere inn på plassen. Den viktigste transporten, er den som bringer selve modulene fra

fabrikken til byggeplass. Ut ifra lokasjon på fabrikken blir reiselengde bestemt, og om denne er lang vil det ikke være gunstig å velge denne måten. Ved et plassbygd vil man ha mye trafikk på plassen med ulike leveranser. Her vil man ha både kortreiste- og langreiste leveranser. Dette gjør at et slikt byggverk kan være med å styrke det lokale næringslivet.

- Med tanke på rigg og drift vil et modulbygg knapt ha kostnader på dette sammenlignet med et plassbygd.
- Pris, prisen vil alltid ha mye å si når det skal settes opp nye bygg. Da de fleste nye oppsetninger kommer med et mål om å gå i pluss økonomisk. På dette området var modulbygget relativt mye billigere å få opp enn det plasstøpte. Dette fant vi ut av gjennom å regne om til m² pris.

Oppsummert kan man si at begge byggemetoder er bra og gunstige, men om man vil ha et raskt, ensformig og billig byggverk velger man moduler. Vil man ha et langsomt, eget og skreddersydd byggverk velger man å bygge på plassen.

For innhenting av data til oppgaven har studentene selv valgt ut hvilke faktorer som ønsket å sammenligne gjennom to ulike prosjekter av ulike byggemetoder som vil utgjøre en forskjell. Etterhvert som resultatene har blitt sammenlignet og analysert har det kom fram at noen av punktene ikke har stor innvirkning for valg av byggemethode som vi trodde det ville ha. Det har også vært en del av oppgaven å finne ut, ettersom hva som har størst innvirkning ikke var klart i begynnelsen av oppgaven.

Det finnes også andre måter under samme byggemetoder å bygge på, disse har vi sett bort i fra i vår oppgave. Alle disse innvirkningene, samt analysen og diskusjonen vil bli satt sammen i neste kapitel konklusjon.

7. Konklusjon

For denne oppgaven har studentene undersøkt følgende problemstilling:

«Hva kan føre til at en byggemetode blir valgt med utgangspunkt i sammenligning mellom en byggemetode med moduler og en med plassbygging med vektlegging på tildelingskriterier og konkurransegrunnlag fra Elverum kommune.».

Gjennom denne oppgaven har man sett flere forskjellige ulike aspekter som kan spille inn for valget av byggemetode. Oppgaven ble løst ved bruk av litteraturstudie til å begynne med i oppgaven, bruk av to referanseprosjekter og flere ulike intervjuobjekter for hver av dem. Ut ifra referanseprosjektene ble det skrevet ned data som senere ble brukt som resultatet for sammenligningen.

I løpet av arbeidet ble det oppdaget at flere av tildelingskriteriene ikke var fornuftige å gå i dybden på, og var bedre å bare skrive kort om. Dette gjelder; kontraktsform, rolle og arbeidsoppgaver og milepæler og framdriftsplan.

Det ble også oppfattet at i løpet av en arbeidsprosess som skal føre til valg av en byggemetode, er det mange ulike faktorer som skal drøftes.

Disse faktorene vil variere fra entreprenør til entreprenør og fra prosjekt til prosjekt. Ut ifra studier vi har gjort vil valget av byggemetoden mellom plass og moduler ofte basere seg aspekter som tid og pris. Men i noen sammenhenger kan det være lurt å se på faktorer slik som transport og logistikk for å se om prosjektet burde dra nytte av lokale leverandører med kort avstand eller større leverandører med lengre avstand.

Ut ifra analysen av sammenligning kan oppgaven oppsummeres med noen tanker som kan være gode retningslinjer for valg av byggemetode:

- 1) Om prosjektet ønsker et kort tidsperspektiv og en lav total kostnad bygger man i moduler. *Moduler har gjennom vår forskning vist at de kan fullføre en byggetid med mye volum på kort tid, denne typen bygg har en veldig konkurransedyktig pris.*
- 2) Ved plassbygging vil prosjektet gå over en lengre periode, og total kostnaden vil bli høyere.

Plassbygging tar lengre tid enn modulbygging, som en følge av dette vil også kostnadene bli høyere samtidig som byggeprosessen er større.

- 3) Om byggherre og brukere ønsker å ha mest mulig sjanse til å påvirke byggeprosessen velger man plassbygd.

Ved hjelp av tilvalgsfasen over tre måneder i starten av prosjektet får modulbrukerene gjort sine spesifikke valg på hvordan de vil ha modulene sine. Plassbygd vil kunne gjøre endringer underveis om de ser at noe kan gjøres annerledes, eller om byggherre/brukere har andre ønsker som er mulig å oppfylle.

- 4) Om man ønsker å ha et bygg som har en spesiell type utforming velger man plassbygd, da denne byggemetoden kommer med mye mindre restriksjoner enn modulene.

Å velge plassbygd dersom man ønsker å ha større areal på rom, utforme bygget etter eget ønske og god tidsramme for ferdigstilling. Moduler har ikke samme muligheter til utforming da restriksjonene på hvordan oppbygningen av hver enkelt modul skal være er veldig streng. Modulene er veldig ensformige i sitt design og har store begrensninger på dette område.

For punktene over ser man at mange av tankene for når man bør benytte seg av en byggemetode baserer seg på tildelingskriteriene.

Det finnes andre måter byggemetodene kan bli satt opp på, enn hva som blir skrevet om i oppgaven her. Vi spesifiserer nok en gang at oppgaven vår tar for seg de løsningene entreprenørene vi har samarbeidet med har valgt i våre referanseprosjekter.

8. Veggen videre / Videre arbeid.

I denne oppgaven har vi tatt for oss hvordan en byggemetode kan bli valgt foran en annen med hjelp av sammenligning og vektlegging på tildelingskriterier og konkurransegrunnlag fra Elverum kommune. Samt brukt aspekter som arbeidsprosess, transport og logistikk og HMS. Videre arbeid når oppgaven her er ferdig forsket på kan være; bedre utforming av moduler, prefab på plassbygd plass, bygningens LCA og driftskostnader samt hvordan BIM og 3D-modulering kan være med å utfordre eksisterende byggemetoder i fremtiden.

Ut ifra egne studier kom det tidlig fram at modulbygging hadde sine begrensinger med tanke på transport, ettersom byggene ikke kan overstige en viss bredde for å gjøre det mulig å transportere dem langs vegen. Dette ble senere spurt når studentene var på intervju om det var mulig og produserer moduler med mindre enn 4 vegger for å kunne optimalisere BRA. Noe som i dag ikke var mulig på grunn av manglende stivhet. Det vil være aktuelt å kunne forske på egenskapene for moduler slik at man kan finne en løsning for stivheten av modulen, for å finne ut om moduler har muligheten til å utfordre plassbygd på størrelse og BRA.

Det kommer også stadig mer prefab inn på de plassbygde plassene, hulldekker, vegger, baderomskabiner, osv. Det ville vært spennende og blitt med på et prosjekt som hadde basert seg på mest mulig pre fabrikasjon, og sett hvordan dette ville foregått. Når mest mulig av tekniske fag kommer inn ferdig og kun trengs og monteres på plassen. Er det mulig å spare noe på tid og penger her, samtidig som kvaliteten blir like god som på et vanlig prosjekt?

I konkurransegrunnlaget og tildelingskriteriene til Elverum kommune var det mye fokus på hvor mye bygget kom til å bli kostende når det var ferdig oppsatt. Med et så stort bygg som Ydalir vil det følge med store driftskostnader. Derfor ville det vært spennende og ta både en LCA- og kostnadsanalyse i løpet av 25-50-75-100 år. Dermed ville man fått svar på hvor godt byggverkene holder seg med tanke på bærekraft. Samt om de millionene man sparer i dag på å investere i den billigste metoden vil tape seg i løpet av kommende år eller vise seg som en smart investering.

Med den farten teknologien utvikler seg i dag vil man kunne tro at man snart får sett byggverk som er skapt ved hjelp av BIM og 3D-modulering. Den dagen dette blir et aktuelt tema ville det også vært spennende og laget en oppgave som sammenligner denne byggemetoden oppimot de byggemetodene vi har i dag.

Litteraturliste

- Arbeidstilsynet (2019) *Roller i HMSarbeidet - Verneombud*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/roller-i-hms-arbeidet/verneombud/> (Hentet: 03.04 2019).
- Brurås, S. (2012) *Nyhetsvurderinger*. Ij-Forlag.
- DIFI (2018) *Konkurransesgrunnlag*. Tilgjengelig fra: https://www.ntnu.no/viko/harvard-eksempler?fbclid=IwAR2OtkN7K52oRT_QXEB-F8dhsAf_P6fy7RX4TMmxP3guvwyX6B0KN_uDGV8 (Hentet: 17.01 2019).
- DIFI (2019) *Tildelingskriteriene*. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/anskaffelsesprosessen/anskaffelsesprosessen-steg-steg/avklare-behov-og-forberede-konkurransen/spesifikasjoner-krav-og-kriterier/tildelingskriterium/utforming-av-tildelingskriterier> (Hentet: 16.01 2019).
- Eriksen, M. F. og Sørdsdal, O.-J. (2016) *Hulldekke vs platendekker i boligprosjekter*, NTNU. Tilgjengelig fra: https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmloi/bitstream/handle/11250/2410871/MFEriksen_OJSoersdal_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Hentet: 19.10.2018).
- Kunsthistorie (2012) *Romersk arkitektur*. Tilgjengelig fra: https://kunsthistorie.com/fagwiki/Romersk_arkitektur (Hentet: 15.01 2019).
- Rognsaa, A. (2015) *Bacheloroppgaven*. Oslo, Norge: Universitetsforlaget.
- Sabri, O. K. (2019) *Why conflict occur in roads and tunnels projects in Norway*. PhD., NTNU. (Hentet: 12.03.19).
- SINTEF (2000) *Teknisk godkjenning*. Tilgjengelig fra: <https://sintefcertification.no/Product/Download/338> (Hentet: 05.05.2019 2019).
- Skedsmo-Betong (2018) *Tiltak som kan gjøres ved betongstøping i kuldegrader*. Tilgjengelig fra: <http://skedsmo-betong.no/ofte-stilte-sporsmal> (Hentet: 10.01.2019 2019).
- Thue, J. V. (2009a) *Elementbygging Elementbygging*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/elementbygging> (Hentet: 05.04.2019).
- Thue, J. V. (2009b) *Ferdighus Ferdighus*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/ferdighus> (Hentet: 05.04.2019).
- Thue, J. V. (2018) *Prefabrikasjon Prefabrikasjon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/prefabrikasjon> (Hentet: 05.04.2019).
- Wallace, D. (2011) *System for modular building construction, 1*. Tilgjengelig fra: <https://patentimages.storage.googleapis.com/96/c7/5d/80f8202006d29a/US8397441.pdf>.
- Østnor, T. (2018) *Massivtre og Plastøpt betong: en casestudie - forskjeller, erfaringer og forbedringspotensial*, NTNU. Tilgjengelig fra: https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmloi/bitstream/handle/11250/2562806/18874_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Vedleggliste

Vedlegg 1 - Oversikt over intervjuer

Tidspunkt	Kilde	Bedrift	Stilling	Hvordan
19.10.18	Odd Anders Amdahl	ØM. Fjeld AS	Leder for kompetanse og erfaring	Telefon
14.12.18	Emma Østerbø / Mette Østby	Moelven Industrier ASA / Moelven Byggmoduler Hjellum AS	Kompetanserådgiver / Entreprenør	Skype
07.1.19	Hans Erik Skari	Elverum kommune	Prosjektleder	Telefon
29.1.19	Mette Østby	Moelven Byggmoduler Hjellum AS	Entreprenør	Mail
19.2.19	Andre Olsen Lianger	ØM. Fjeld AS	Prosjektleder på Glassberget	Møte på byggeplass
26.2.19	Tommy Andre Baksetersveen	Moelven Byggmodul Hjellum AS	Prosjektleder på Lillebakken	Møte på byggeplass
26.2.19	Magnus Krogh / Knut Mathias Sanden	Moelven Byggmodul Hjellum AS	Konstruktører	Møte på byggeplass
27.2.19	Mette Østby	Moelven Byggmodul Hjellum AS	Entreprenør	Mail
12.3.19	Andre Olsen Lianger	ØM. Fjeld AS	Prosjektleder på Glassberget	Mail
26.3.19	Ivar Buskerud Bjørnstad	Moelven Byggmoduler Hjellum AS	Prosjektleder på Lillebakken	Mail
04.4.19	Odd Anders Amdahl	ØM. Fjeld AS	Leder for kompetanse og	Telefon

			erfaring	
26.04.2019	Mette Østby	Moelven Byggmoduler Hjellum AS	Entreprensjef	Telefon
02.5.19	Anne Cathrine Amdahl	Moelven Industrier ASA	HMS-sjef	Telefon
09.5.19	Andre Olsen Liangner	ØM. Fjeld AS	Prosjektleder på Glassberget	Telefon

Det er skrevet referater fra de fleste møter. Med hensyn til personer som har vært med i intervju og i samråd med veileder har vi blitt enige om og ikke publisere intervjuene som vedlegg. Om noen har interesse av å lese intervjuene med svar kan de kontakte et av gruppemedlemmene som har tilgang til disse via minnepenn.

