



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGÅVE

Plasstøypet og prefabrikkert dekke – ei samanlikning

Cast-in-place concrete and precast slabs – a comparison

Lars Olav Bjørkedal

Erlend Bø

Geir Morten Lund Græe

Byggingeniør

FIN/Institutt for byggfag/Prosjekt- og byggeleiing

Rettleiar: Tor Arild Segtnan

19.05.2023

Eg stadfestar at arbeidet er sjølvstendig utarbeida, og at referansar/kjeldetilvisingar til alle kjelder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Forord

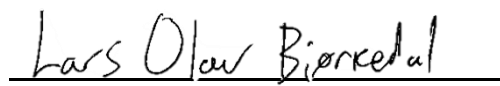
Denne bacheloroppgåva er eit avsluttande arbeid i byggingeniørstudie ved Høgskulen på Vestlandet, campus Bergen. Med eit omfang på 20 studiepoeng har oppgåva vorte forma i perioden januar til mai 2023.

Etter å ha fått eit positivt svar på søknad om oppgåvesamarbeid, valde vi å inngå ein relasjon med entreprenøren Consto Bergen. Hausten 2022, før oppgåvestart hadde vi ein dag med omvising, presentasjonar og prat med dei, for å saman utarbeide ei problemstilling. På denne måten kunne vi utarbeide ei oppgåve som både var interessant for oss som studentar og samstundes nyttig for Consto Bergen. Det var heile tida eit mål for oss å finne fram til ei oppgåve som var givande å gi seg i kast med.

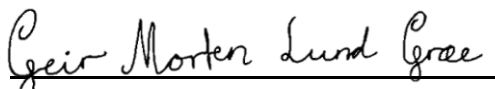
Til å byrje med hadde vi ei oppgåve som strekte seg over eit stort spekter. Vi hadde eit utgangspunkt om å samanlikne arbeid utført på byggjeplass med arbeid utført på fabrikk. Etter vidare undersøkingar skjønnte vi raskt at vi måtte snevre inn omfanget av studiet vårt. Oppgåva har teke form etter kvart som vi har tileigna ny kunnskap om emne.

Vi ynskjer å takke vår interne rettleiar på HVL, Tor Arild Segtnan, for gode råd til oppgåveutvikling, men òg til korleis vi som studentar kan jobbe mest mogleg effektivt. Vidare vil vi takke vår eksterne rettleiar hjå Consto Bergen Richard Hasselgreen, Nobi ved Kjetil Gulbrandsøy, i tillegg til alle informantar som har delt sin kunnskap med oss.

Bergen, 19.05.2023


Lars Olav Bjørkedal


Erlend Bø


Geir Morten Lund Græe

Samandrag

Oppgåva tek sikte på å finne ut kva byggjeform som er mest lønsam i samband med oppsetting av betongdekke i nye bygningar. For å sjå nærare på dette har det vorte gjennomført ei kvalitativ forsking og casestudie med utgangspunkt i eit eksisterande prosjekt på Mølleneset i Bergen. Prosjektet Mølleneset vert utført av Consto Bergen som også er samarbeidspartner i utarbeiding av oppgåva.

I gjennomføring av eit byggjeprosjekt er det mange val og faktorar som må drøftast og ta stilling til. Denne bacheloroppgåva ser spesifikt på ein prosess i oppsetting av råbygg, utforming av betongdekke. For å kunne drøfte ulike moment ser vi på problemstillinga:

Er det meir lønsamt å nytte prefabrikkerte hulldekke kontra plasstøypde dekke?

Studien har vorte forma etter kvart som ny kunnskap har kome til, og kan såleis kallast for eksplorerande. For å samle data har det mellom anna vorte gjort intervju, synfaringar og kalkylar. Gjennom eit litteraturstudie er det funne relevant og underbyggjande teori på feltet for å gi truverd til oppgåva. Intervjua er gjort med anleggs- og prosjektleiarar, fordelt på ulike avdelingar i Consto konsernet. På den måten får ein fanga opp skilnadar basert på kvar i landet prosjekt vert utført.

Hovudpunkta som er vektlagt i resultatet er lønsemd med omsyn til kostnad, tid, klimaavtrykk, HMS og logistikk. For å generalisere svaret mest mogeleg har ein sett på eit spesifikt dekke utan for mange spesielle og uvanlege omsyn. I resultatet går det fram at det er svært lite forskjell på kostnad, klimaavtrykk og HMS for dei to byggjeformene. Den største skilnaden finn vi for tid og logistikk. Det er klart mest lønsamt med hulldekke når det gjeld tidsbruken på byggjeplassen. Logistikken vert meir omfattande med bruk av hulldekke og talar såleis for val av plasstøypde dekke.

Abstract

The aim of this study is to find out which method of construction is most profitable when installing concrete slabs in new buildings. To accomplish this, we have done qualitative research and a case study based on an existing project on Mølleneset in Bergen. The project is executed out by Consto Bergen, our partner in this thesis.

In the implementation of a construction project, there are many choices and factors that needs to be discussed and determined. This bachelor thesis dives specifically into the making of a concrete slab in a new construction. To examine various issues, we ask the question:

Is it more profitable to use precast hollow core slabs or cast-in-place slabs?

The thesis has been shaped as new information has appeared, this design is called exploratory research. We have collected data through interviews, inspections and calculated estimates. Through literary review we have found relevant and sustaining theories on the field of study to create a credible thesis. The interviews have been with site and project managers in different departments in the Consto group. Which has provided different points of views depending on the geographical placement of the project.

The thesis focuses on profitability, emphasising cost efficiency, time, climate, HSE and logistics. To ensure a representative answer to our problem we have picked out a slab without any special considerations. In the results we can see that there is very little difference between cost efficiency, climate and HSE for the two ways of building. The biggest contrast is found in time and logistics. It is clear that the use of precast slabs will save a huge amount of time on-site. While logistics favour the cast-in-place slabs because the precast slabs are more extensive to use.

Figurliste

Figur 1 – Produktivitet. Indeks 2000=100. Frå «Produktivitetsfall i bygg og anlegg», av S. Todsén, 2018 (https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg).	1
Figur 2 – Logoen til Consto, henta frå https://consto.no/	2
Figur 3 – Prosjekt Mølleneset. Henta frå https://www.nordr.com/no/boliger-til-salgs/molleneset/til-salgs/galleri	3
Figur 4 – Høvesvis ARK- og RIB-modell av prosjekt Mølleneset	3
Figur 5 – Logoen til Nobi. Henta frå https://www.nobi.no/	4
Figur 6 – Oppgåva sin forskingsdesign	7
Figur 7 – Framstilling av portlandsement (Søpler, 2006, s. 34).....	16
Figur 8 – Høvesvis fordelar og ulemper ved plasstøypd dekke	23
Figur 9 – Høvesvis fordelar og ulemper ved hulldekke	23
Figur 10 – Oversikt av fordeling av kostnader for plasstøypd- og prefabrikkert dekke.	24
Figur 11 – Sektordiagram med prosentvis fordeling av kostnadane for plasstøypd dekke.	26
Figur 12 – Sektordiagrammet med prosentvis splitting av kostnadene for hulldekke	1
Figur 13 – Tidslinje for plasstøypd dekke og hulldekke	2
Figur 14 – Oversikt over korleis utsleppa fordeler seg på dei ulike systema.....	3
Figur 15 – Etasjeskiller av plasstøypd betong. Frå "Brannmotstand for etasjeskillere i tre og betong" av SINTEF Byggforsk, 2020 (https://www.byggforsk.no/Document/Index/1538/#). .	3
Figur 16 – Etasjeskiller av hulldekkeelement. Frå "Brannmotstand for etasjeskillere i tre og betong" av SINTEF Byggforsk, 2020 (https://www.byggforsk.no/Document/Index/1538/#). .	4
Figur 17 – Vekting av plasstøypd- og prefabrikkert dekke.....	7

Tabelliste

Tabell 1 – Oversikt over informantane	11
Tabell 2 – Prisdifferanse mellom plasstøpt dekke og hulldekke	30
Tabell 3 – Inndeling av produktfasen i EPD	39
Tabell 4 – Oppsummering av resultatene	52

Bileteliste

Bilete 1 – Armeringsjern som blir bunde saman med ei bindemaskin, Foto: Erlend Bø.....	17
Bilete 2 – Forskaling av plasstøpt dekke med støtter, Foto: Erlend Bø.....	18
Bilete 3 – Produksjon av hulldekke hjå Nobi på Voss, Foto: Lars Olav Bjørkedal.....	19

Innhold

Forord	I
Samandrag	II
Abstract	III
Figurliste.....	IV
Tabelliste	V
Bileteliste.....	V
Innhold.....	VI
Ordforklaring.....	IX
1 Innleiing	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Consto Bergen.....	2
1.3 Prosjekt Mølleneset.....	3
1.4 Nobi.....	4
1.5 Problemstilling.....	4
1.6 Avgrensing	5
1.7 Disposisjon.....	5
2 Metode.....	6
2.1 Metode og forskingsdesign	6
2.1.1 Forskingsdesign	6
2.2 Intervju	7
2.2.1 Halvstrukturert intervju	8
2.2.2 Intervjuguide.....	8
2.2.3 Transkripsjon	9
2.2.4 Koding	10
2.2.5 Ustrukturert intervju	10

2.2.6 Intervjuobjekt.....	11
2.3 Casestudie	11
2.3.1 Synfaring	12
2.4 Litteraturstudie	13
2.5 Validitet, reliabilitet og objektivitet	13
3 Teori	15
3.1 Klima.....	15
3.2 Betong	15
3.2.1 Tilslag	16
3.3 Armering	17
3.4 Forskaling	18
3.5 Plasstøyp	18
3.6 Hulldekke	19
3.7 EPD	20
3.8 Økonomiske kostnader.....	21
4 Resultat og drøfting	22
4.1 Resultat frå intervju.....	22
4.2 Kostnad	24
4.2.1 Plasstøyp.....	25
4.2.2 Hulldekke.....	26
4.2.3 Drøfting	29
4.3 Tid	31
4.3.1 Plasstøyp.....	33
4.3.2 Hulldekke.....	34
4.3.3 Drøfting	36
4.4 Klima.....	38

4.4.1	Plasstøyppt.....	39
4.4.2	Hulldekke.....	40
4.4.3	Drøfting	41
4.5	Logistikk	44
4.5.1	Plasstøyppt.....	44
4.5.2	Hulldekke.....	45
4.5.3	Drøfting	46
4.6	HMS	48
4.6.1	Plasstøyppt.....	49
4.6.2	Hulldekke.....	49
4.6.3	Drøfting	50
5	Konklusjon	52
6	Vidare arbeid	55
7	Referansar.....	56
8	Vedlegg	62
	Vedlegg 1 – Kostnadsestimat plasstøyppt dekke.....	62
	Vedlegg 2 – Kostnadsestimat hulldekke	63
	Vedlegg 3 – Samanlikning av klimagassutslepp.....	64
	Vedlegg 4 – Intervjuguide.....	67
	Vedlegg 5 – Intervju I Consto Bergen	68
	Vedlegg 6 – Intervju II Consto Sør	73
	Vedlegg 7 – Intervju III Consto Nord.....	79
	Vedlegg 8 – Samandrag fabrikkbesøk hulldekke	82
	Vedlegg 9 – Meldeskjema.....	84

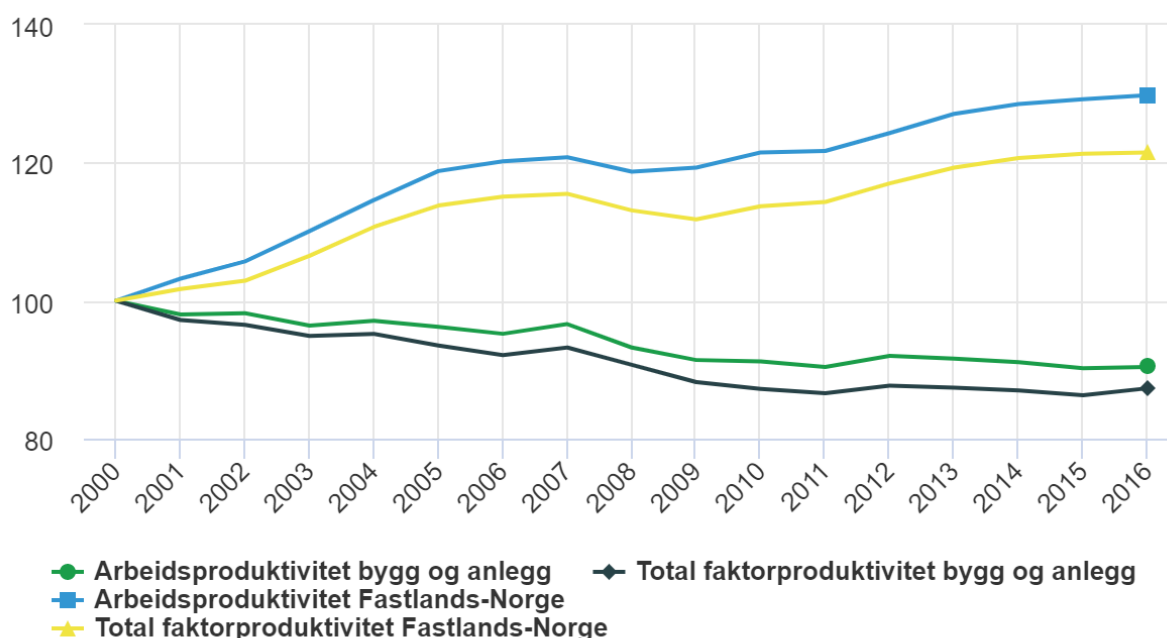
Ordforklaring

ARK	Arkitekt
CO₂ eq	Karbondioksid - ekvivalentar
EPD	Environmental product declaration (Miljødeklarasjon)
FAS	Forskaling, armering og støyping
FN	De forente nasjoner
GWP	Global warming potential (Globalt oppvarmings potensial)
HMS	Helse, miljø og sikkerheit
HVL	Høgskulen på Vestlandet
MPa	Megapascal
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
PCR	Product category rules (produktkategoriregler)
RIB	Rådgivande ingeniør byggjeteknikk
SSB	Statistisk Sentralbyrå

1 Innleiing

1.1 Bakgrunn

Bygg- og anleggsbransjen er i ein synkende trend når det kjem til produktivitet samanlikna med resten av næringane i landet. Dette kjem fram i SSB sin artikkel om produktivitetsfall i bygg og anlegg. Ein faktor som ikkje er teke med i betraktinga er den auka bruken av prefabrikkerte element- og modulbygg (Todsens, 2018). I dag ynskjer verksemdar å vere lønsame og effektive. Lønsemd er ei vanleg måleining for kor bra ei verksemd går.



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 1 – Produktivitet. Indeks 2000=100. Frå «Produktivitetsfall i bygg og anlegg», av S. Todsens, 2018

(<https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>).

I næringa er det stor semje om at industrialisering av byggjeprojekt vil auke forutsigbar bruk av gode løysingar, materialar og redusera kostnader og feil (Bygg21, 2019, s. 5).

Industrialisering i byggjebansjen kan til dømes vere ein enkel produksjon av element til golv eller veggjar som vert laga på fabrikk. Dette opnar opp for ein raskare montering og ferdigstilling enn plassbygging. Det vert òg argumentert med betre kvalitet, betre kontroll med materiale samt mindre toleransar (Berg, 2005, s. 8). Men kor lønsamt er dette eigentleg?

Benjamin Franklin var tidleg ute med å seie at «time is money» (Franklin, 1820). Eit slik sitat står seg like godt den dag i dag og kan på mange måtar relaterast til byggjenæringa. Det er ei

kjensgjerning at byggherre vil ha nybygg opp så fort som mogleg utan at det går ut over kvaliteten på bygget.

I tillegg er miljø viktigare enn nokon gong. Noreg har signert parisavtalen med intensjon om å redusera klimagassutsleppa med 50 prosent fram mot 2030 (Miljødirektoratet, 2022).

Ettersom at bygg- og anleggssektoren har eit stort klima- og miljøavtrykk, lyt ein heile tidagjere vurderingar for å nå desse måla. Ein ser at halvparten av klimagassutsleppa i sektoren kjem frå produksjon og transport av material. Ved å finne løysingar på berekraftsutfordringane kan næringa verte ein del av løysinga og ikkje problemet (Grønn Byggallianse, 2022, s. 6–7). Men vil det løne seg å nytte eit fabrikkprodusert element, når transportlengda til byggjeplassen er aukar?

Formålet med oppgåva er å sjå på kva valet av byggjeform har å seie for ei rekkje faktorar i eit prosjekt. Gjennom denne forskinga ynskjer vi at lesaren skal verte både opplyst og merksam på korleis valet i utføring verkar inn.

1.2 Consto Bergen

Oppgåva er eit samarbeid med byggentreprenøren Consto Bergen AS.



Figur 2 – Logoen til Consto, henta frå <https://consto.no/>

Dei er ein del av konsernet Consto AS, som er eit av Noregs leiande konsern innafor bygg og anlegg. I 2021 omsette konsernet for 8 milliardar NOK. Dei er landsdekkande og består av fleire regionale driftsselskap, i tillegg har dei selskap i Sverige. Fordelt på alle selskapa utgjerdette over 1300 tilsette (Consto, u.å.-b). Consto er ein totalentreprenør som utfører alle typar byggjeprojekt. Avdelinga Consto Bergen har Vestland fylke som marknad, med hovudkontor i Bergen. Dei utviklar samt bygger bustader og alle typar næringsbygg for både offentlege og private oppdragsgivarar (Consto, u.å.-a). Consto Bergen vart oppretta i 2012, og har i dag om lag 55 tilsette. I 2022 omsette dei for 600 millionar NOK (R. Hasselgreen, personleg kommunikasjon, 25. april 2023).

1.3 Prosjekt Mølleneset

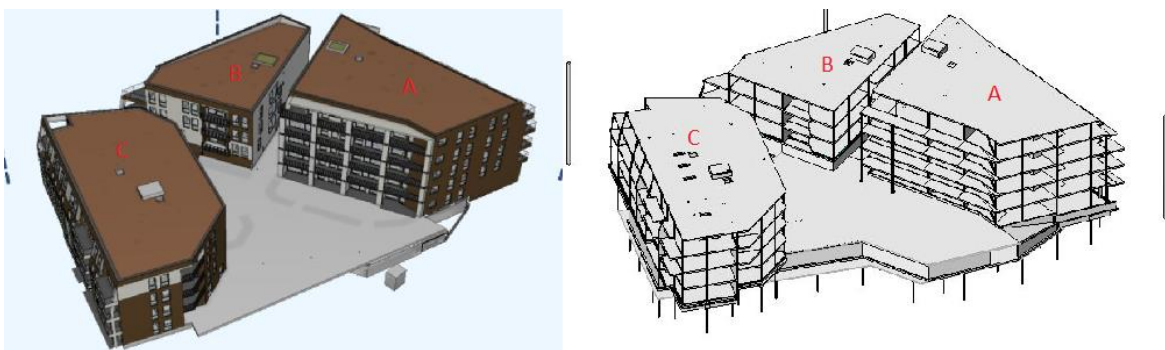
Oppgåva tek føre seg prosjektet Mølleneset. Det er ei oppføring av eit bustadkompleks ved sjøkanten til Store Lungegårdsvatnet i Bergen. Arbeidet er utført av vår samarbeidsbedrift Consto Bergen med Nordr som byggherre. Prosjektet består av tre bygg og vil totalt innehalde 67 leilegheiter.



Figur 3 – Prosjekt Mølleneset. Henta frå <https://www.nordr.com/no/boliger-til-salgs/molleneset/til-salgs/galleri>

For Consto Bergen er Mølleneset eit stort prosjekt med ein kontraktsverdi på 194 millionar NOK ekskludert meirverdiavgift. Bygginga starta hausten 2022 og prosjektet er planlagt å vere ferdigstillt i 2024. Bygget ligg i eit tidlegare industriområde som no skal transformerast til bymiljø.

Studien har rotfeste i dekke over plan 1, altså golvet i andre etasje i C-bygget. Det er eit 250 millimeter tjukt betongdekke som strekkjer seg over 500 kvadratmeter og har eit volum på om lag 130 kubikkmeter. Av dei tre bygga på Mølleneset er det C-bygget som har enklast geometri, og som eignar seg best for samanlikning av plasstøypete- og prefabrikkerte dekke. Grunnen til at det blir sett på dekke i andre etasje er for å komme opp på eit meir generelt nivå, der arbeidsprosessane kan utførast på standardiserte måtar.



Figur 4 – Høvesvis ARK- og RIB-modell av prosjekt Mølleneset

1.4 Nobli

Ein stor del av oppgåva vår omhandlar prefabrikkerte element og forholda rundt dei. Vi valde difor å ta kontakt med Nobli AS for både å få innblikk i, og utarbeide grunnlag for resultatet i oppgåva.

Nobli er eit leiande betong- og industrikonsern som produserer og leverer tenester innan vatn og avløp (VA), bygg, samferdsel, ferdigbetong og sandtak. Lokasjonen deira er på tre stadar: Askøy, Voss og Bergen. I Bergen har dei sal av byggjeverer samt salskontor med prosjektering. På Askøy har dei ei avdeling som produserer og sel VA-relaterte varer. På Voss har dei elementfabrikken sin i tillegg til sandtak, butikk og blanderi for ferdigbetong (NOBI, u.å.-b).



Figur 5 – Logoen til Nobli.

Henta frå <https://www.nobi.no/>

1.5 Problemstilling

Å velje korleis ein utfører og set opp ein bygningskonstruksjon vil alltid vere ei avgjersle som må gjerast i forkant av eit prosjekt. Denne bacheloroppgåva baserer seg på at vi ynskjer å gå i djupna på og samanlikne moment som kan gjere valet lettare. Med dette som bakgrunn har vi valt å sjå spesifikt på ei arbeidsoppgåve som skjer relativt tidleg i oppføringa av ein bygning, nemleg å setje opp etasjeskilje. For å finne svar på kva konsekvensar val av utføring vil ha på eit prosjekt har vi kome fram til følgande problemstilling:

Er det meir lønsamt å nytte prefabrikkerte hulldekke kontra plasstøyt dekke?

Ordet lønsam kan tolkast på fleire måtar. Ordboka seier noko «som løner seg», «.gjev fortjeneste» og «som byr på fordelar» («Lønsam», u.å.). Det er meir enn kroner og øre som påverkar valet av byggjeprosess, og såleis kan ein vinkle perspektivet på lønsemd mot til dømes tid, klima og logistikk.

1.6 Avgrensing

Vi har valt å ha hovudfokus på kostnad, tid, HMS, klimafotavtrykk og logistikk. Oppgåva er avgrensa til oppføring av nye bygningar, og omfattar ikkje anlegg eller renoveringsprosjekt. Samanlikninga tek føre seg tida før og under bygging. Det vil seie at me til dømes ikkje har teke med drifts- og vedlikehaldsfasa til bygget. I studien har vi valt å neglisjere beresystemet grunna oppgåva si avgrensa tid og omfang. Plattendekke blir rekna som ein hybrid mellom plasstøyt og prefabrikkert dekke. I utgangspunktet skulle oppgåva òg sjå på dette, men grunna tid og omfang er ikkje denne byggjeforma gått i djupna på. Sjølv om oppgåva er retta mot entreprenøren sin ståstad, vil den framleis vera relevant for både byggherre og leverandør av prefabrikkert dekke.

1.7 Disposisjon

Bacheloroppgåva presenterer innleiingsvis bakgrunnen for val av problemstilling samt ein presentasjon av samarbeidspartar og aktuelle prosjekt. I tillegg kjem naturlegvis problemstillinga og avgrensinga til oppgåva fram her. Vidare snakkar vi om metodane vi har nytta. I metodekapittelet vert det nemnt litt generelt om metodane, før fordelar og ulemper og og til slutt korleis vi har brukt desse til å utarbeide resultatet. Kapittel 3 er det som vi har valt å kalle teori. Teorikapittelet har vi valt å trekkje inn for at lesaren skal få ei innføring i naudsynte omgrep og element vi meiner trengs for å knyte saman resten av oppgåva.

Resultata av datainnhentinga kjem inn i kapittel 4. Vi har delt kapittelet inn i fem område som vi ynskjer å leggje vekt på. Først blir utfordringane knytt til kvart delkapittel presentert, før det kjem fram særigne kvalitetar for kvar byggjemetode i høve til fokusområde. På slutten av kvart delkapittel blir det drøfta fordela og ulempe med begge byggjeformene.

Kapittel 5 er sjølve konklusjonen. Her blir det samanfatta ei kort oppsummering av det føregående arbeidet. Dei viktigaste momenta frå resultata blir trekt fram, og sett i lys av problemstillinga, før ein konkluderer.

Dei aller siste delane av oppgåva er vidare arbeid, der det blir peika på tema som ikkje inngår i denne oppgåva, men som kunne vore interessante å forska på. Vidare kjem Referanselista som viser alle kjeldene som har vorte nytta, og til slutt vedlegg med dokument som er framstilt i arbeidet med denne oppgåva.

2 Metode

2.1 Metode og forskingsdesign

Forskningsmetode er korleis ny kunnskap og viten innhentast og behandlast i løpet av forskingsprosessen. Det inneberer å samle, organisere, analysere og tolke data, med formål om å generere ny kunnskap og innsikt (Larsen, 2017, s. 17). Metode kan beskrivast som ein kvar framgangsmåte eller middel som tener dette formålet (Hellevik, 2002, s. 12).

I forskingssamanheng skil ein ofte mellom kvalitative og kvantitative metodar. Kvalitativ data beskriv erfaringar og meiningar, og setter søkjelys på korleis eller kvifor noko skjer.

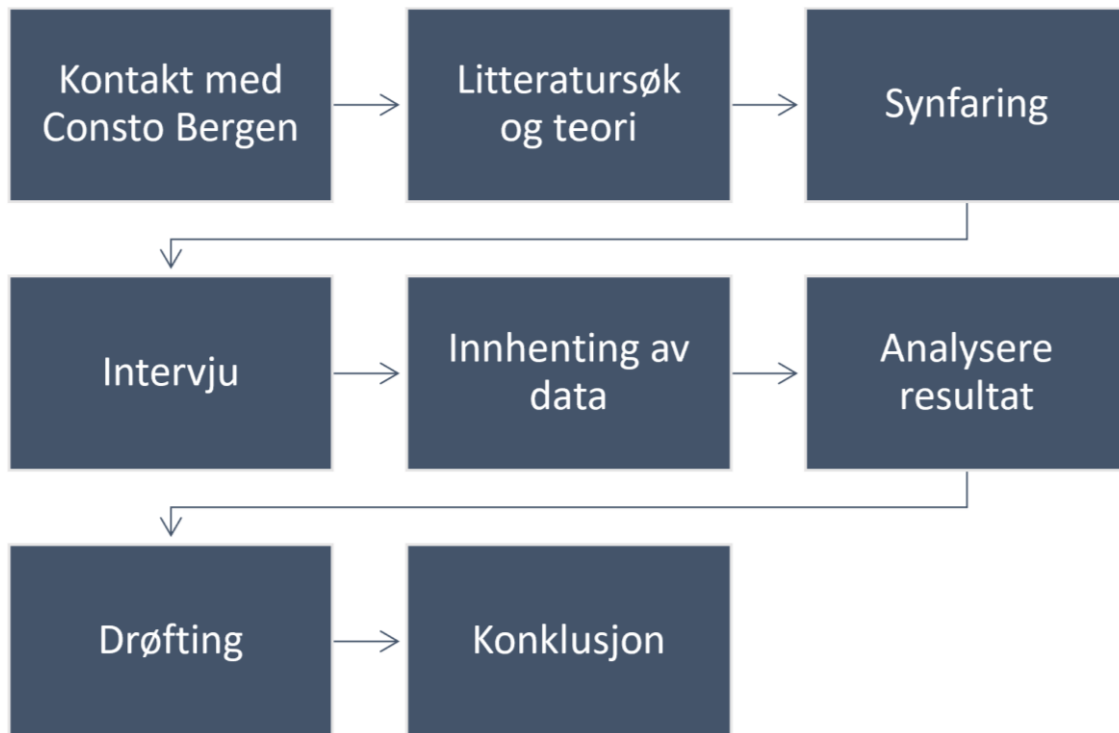
Kvantitativ data skildrar at noko skjer, og brukar ofte breiare undersøkingar for å kartlegge dette (Krumsvik, 2014, s. 113). Kvantitative metodar har ein fordel med at dei gir data i form av målbare einingar (Dalland, 2020, s. 54).

Val av metode blir avgjort med tanke på kva som er best for problemstillinga. Vi ynskte finne ut kva som er mest lønsamt av prefabrikkert og plasstøypt dekke. For å svare på denne problemstillinga best mogleg valde vi å gjennomføre intervju, datainnsamling, synfaringar og casestudie.

Denne bacheloroppgåva er basert på ein kvalitativ forskningsmetode, som har som formål å undersøke «hvordan noget gjøres, siges, oppleves, fremtræder eller udvikles» (S. Brinkmann & Tanggaard, 2020, s. 15). Ved å bruke ein kvalitativ metode får vi eit djupare perspektiv på problemstillinga vår. Innsamling av data frå fleire kjelder, som intervju og synfaringar, gir oss ein meir fullstendig forståing av det vi studerer.

2.1.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign er ei form for prosjektskildding som inneberer å skildre dei sentrale elementa i eit forskingsprosjekt (Brottveit, 2018b, s. 63). Vårt forskningsdesign kan sjåast på som eksplorerande. Det vil seie at vi formar oppgåva etter kvart som ny kunnskap blir kjent (Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag, 2019). Figur 6 viser forskningsdesignet vi enda opp med.



Figur 6 – Oppgåva sin forskingsdesign

2.2 Intervju

Ein av hovudmetodane i kvalitativ forskning er intervju. Eit intervju kan vere ansikt til ansikt, over telefon eller via e-post. Dei kan nyttast for mellom anna akademisk analyse og målingar, i tillegg til å få ei betre forståing av eit individ i ei gruppe. Omfanget av eit intervju kan variere, Fontana og Prokos seier at det kan vere «a one-time brief exchange, such as five minutes over the telephone, or it can take place over multiple lengthy sessions, at times spanning days or weeks..» (Fontana & Prokos, 2016, s. 9–10).

Fontana og Prokos peiker også på at det finst tre formar eit intervju kan utførast på; strukturert, semistrukturert og ustrukturert. Som ein del av oppgåva vår ynskte vi å gjennomføre ei rekkje intervju. Dette for å få ulike synspunkt og lytte til kva bransjen har å seie til tema knytt til vår problemstilling. Intervjua vart i hovudsak gjort som semistrukturerte intervju også kalla halvstrukturerte intervju.

2.2.1 Halvstrukturert intervju

I eit halvstrukturert intervju vert det utarbeida ein intervjuguide med emne som ikkje er like fast bestemt som i eit strukturert intervju. Eit halvstrukturert intervju har som hensikt å skape ein litt meir open samtale. Framgangsmetoden er at ein stiller same spørsmål og diskuterer rundt dei same emna med kvar informant. Ved å nytte denne forma for intervju har vi som forskarar meir fleksibilitet. Ein kan avvike frå den originale planen og kome med relevante oppfylgingsspørsmål som kan vere nyttige for problemstillinga. Samtidig har ein ei fast ramme rundt sjølve intervjuet med ein intervjuguide som utgangspunkt. Ein har på førehand valt kva ein vil vite noko om, men intervjuobjekta sine svar er med å styre samtalen (S. Brinkmann & Tanggaard, 2020, s. 39–45).

Fordelen er at ein skaper meir flyt i samtalen og ein kan hoppe fram og tilbake i spørsmåla for å få til dette. Ei ulempe er at jo mindre strukturert eit intervju er, jo vanskelegare er det å trekkje ut den naudsynte dataen. Samstundes er det viktig å påpeike at ein kan få betre svar i eit halvstrukturert intervju kontra eit strukturert intervju, då den som blir intervjuet står friare i svara. Eit eksempel som Brinkmann og Tanggaard peiker på i ei skildring av strukturert intervju er at intervjuobjekta lettare kan verte usikre i svara sine. Til dømes om informantane skal kvantifisere opplevingane sine på ein skala frå 1-6, kan dei lett svare 3 dersom dei blir i tvil og usikre på kva spørsmålet går ut på (S. Brinkmann & Tanggaard, 2020, s. 39–45).

Vi valde å bruke denne metoden for å få kome tettare på informantane samstundes som vi får svar på det vi lurar på. Før intervjuet tok til brukte vi tid på å utarbeide ein intervjuguide som fungerte som eit ror i samtalen. Etter det første intervjuet justerte vi litt på den for å få eit meir utfyllande resultat. Sidan vi var tre studentar valde vi å dele oss inn med forskjellige roller før sjølve intervjuet. Der hadde vi ein fast intervjuar og dei to andre kom med eventuelle oppfylgingsspørsmål. For ikkje å miste eller gå glipp av viktige poeng i intervjuet, vart dei tekne lydopptak av. Dette var på førehand klarert med dei involverte samt meldt inn til SIKT.

2.2.2 Intervjuguide

Ein intervjuguide kan utformast på fleire måtar. Ofte er det vanleg å ha nokon tematiske hovudpunkt med eigne overskrifter samt stille spørsmål under kvart punkt (Brottveit, 2018a, s. 90).

Då vi utarbeida intervjuguiden, var hovudfokuset vårt på spørsmål og tema retta mot prosjekt- og anleggsleiarar som informantar. Med bakgrunn i problemstillinga om lønsemd, trakk vi ut to emne: planlegging og utføring samt helse miljø og sikkerheit (HMS). I tillegg hadde vi ein innleiingsdel og ein avslutningsdel. Sjå Vedlegg 4 – Intervjuguide.

I innleiingsdelen var målet å få ein kort introduksjon av informantane og kva slags erfaring dei hadde. Vidare kom vi inn på kva utfordringar og gevinstar det var ved bruk av utføringsmetodane. På HMS delen diskuterte vi rundt arbeidsforhold og ulike omsyn samt avfall. Avslutningsvis hadde vi eit meir opent spørsmål knytt til framtida i byggjebransjen.

Vi nytta også denne intervjuguiden i samband med samtalar under fabrikkbesøk. Vi valde å legge dette inn i guiden, sjølv om vi ikkje kalla denne samtalen for eit intervju. Grunnen til det er at vi på førehand hadde eit formål med samtalen, noko vi lurte på. På denne delen av intervjuguiden hadde vi litt andre spørsmål, men temaet klima var i monitor.

Avslutningsspørsmålet var likt som for dei andre. Undervegs tok vi notat for å i ettertid kunne skape eit samandrag eller oversikt over svara.

2.2.3 Transkripsjon

Det å transkribere betyr å transformere talespråk til skriftspråk. I denne prosessen blir eit møte som går føre seg ansikt til ansikt, gjenfortalt gjennom skriftleg tekst. Forskjellen på munnleg tale og det skrivne språket er stor, og det fører dessverre til at element som tonefall og ordlyd går tapt. Transkripsjonen tek føre seg den levande intervjusamtalen og bryt den ned til enkel tekst som står svart på kvitt. Denne prosessen gjer det enklare å hente ut data frå samtalen for vidare analyse. Når det kjem til framgangsmåten for transkribering, eksistera det svært få standardiserte måtar å gjere det på. Det viktigaste er at det på førehand har vorte klargjort eit felles grunnlag for nøyaktig korleis dei aktuelle intervjuar skal transkriberast. Det vil til dømes dreie seg om kor vidt samtalen skal gjentakast ordrett, om toneleie skal noterast, eller om kroppsspråket skal påpeikast (S. Brinkmann & Kvale, 2015 s. 203-210).

For vår oppgåve var det innhaldet i intervjuar som var viktigast. I tillegg hadde vi eit sterkt ynskje om å transkribere dei så raskt som mogeleg, medan det endå var fersk i minne. Vi bestemte på førehand at transkripsjonen skulle formulerast anonymt og mest mogleg ordrett. Dette innebar at personnamn blei erstatta med informant og tal. Dersom noko blei gjentatt fleire gonger valde vi å summere det opp med ei setning. I tillegg la vi til tidsstemplingar i

byrjinga av kvar setning, for å lettare kunne gå tilbake dersom det måtte fleire til for å avgjere det som blei sagt. Alle desse vala gjorde vi for å gjere transkripsjonane mest mogleg oversiktleg for vidare analyse.

2.2.4 Koding

Koding er ein av dei mest kjente metodane for å analysere og kategorisere innsamla data. Det gjer det lettare å finne gjentakande svar og samanlikne kodane for til dømes meiningar, handlingar og følelsar (Gibbs, 2018, s. 187).

For å analysere dataen vi fekk ut av intervju, las vi gjennom transkripsjonane og trakk ut fordelar og ulemper med dei forskjellige byggjeformene. Desse sette vi vidare opp i ein tabell med fordelar på den eine sida og ulemper på den andre. Med dette som grunnlag tolka vi svara og laga nøkkelord for å kunne presentere synspunkta på ein oversikteleg måte. Vi utarbeida til slutt ei ordskey for kvar av metodane, delt inn i fordelar og ulemper.

2.2.5 Ustrukturert intervju

Det å nytte ein samtale mellom to personar for å danne seg kunnskap er like gammalt som det menneskelege språket og kommunikasjon. Det at vi kan spørje nokon om ting vi ikkje er kjent med for å dele kunnskap er ei unik evne menneske har (S. Brinkmann, 2014, s. 279).

Eit ustrukturert intervju er eit svært opent intervju der det ikkje er førebudd noko særleg spørsmål. Brinkmann viser til eit eksempel om ein samtale om ei livshistorie. Ein kan ikkje førebu mange spørsmål for å finne ut ein livshistorie. Ein bør heller fasilitere og legge til rette for at denne blir fortalt (S. Brinkmann, 2014, s. 286).

Vi har valt å trekkje inn dette i metoden ettersom vi hadde sporadiske spørsmål då vi vitja byggjeplassen eller hadde møter med ulike personar i verksemdene. Når vi har hatt korte samtalar i person eller korrespondanse på e-post for å få svar på mindre spørsmål kan dette sjåast på som eit ustrukturert intervju. Innhaldet i svara på desse har ikkje vorte transkribert og analysert på same måte som dei halvstrukturerte intervju. Slike samtalar har opplyst oss som oppgåveskrivarar og samstundes har nokon av svara supplert utforminga på resultata.

2.2.6 Intervjuobjekt

Valet av intervjuobjekt er gjort med bakgrunn i dei som hadde best forutsetningar for å svare på spørsmåla. I første omgang ynskja vi å intervjuje basar og formenn, men etterkvart tenkte vi at det var betre å snakke med nokon som har eit høgare ansvar. Dette for å mellom anna få inn økonomiske synspunkt. I samråd med vår eksterne rettleiar vart vi sett i kontakt med anleggs- og prosjektleiarar i verksemda. Utvalet er frå ulike regionar i Consto konsernet. Dette var for å sjå om val av byggjeform var ulik ut i frå kvar i landet dei jobba. Tabell 1 presenterer informantane. Vi har som nemnt valt å erstatte namna til intervjuobjekta med informant og tal, for å anonymisera dei.

Informant	Erfaring og utdanning	Vedlegg
1	Prosjektleder. Har jobba i Consto Bergen i 8-9 år. Tidlegare tilsett som prosjektingeniør hjå Skanska, og prosjektleder hjå Backe. Utdanna forskalingssnikkar, og bachelor i byggfag.	<u>5</u>
2	Betongformann. Jobbar for Consto Bergen. Utdanna forskalingssnikkar. Kurs i betongelement montering.	<u>5</u>
3	Anleggsleder. Jobbar i Consto Sør. Tidelegare jobba i Peab. Utdanning frå teknisk fagskule.	<u>6</u>
4	Anleggsleder. Har jobba i Consto Nord i 11 år.	<u>7</u>

Tabell 1 – Oversikt over informantane

2.3 Casestudie

Eit casestudie, også kjent som kasusstudium er ein “forskningsstrategi som set fokus på eit tydeleg avgrensa studieobjekt” (Befring, 2007, s. 39). Føremålet med denne metoden er å dyrke kunnskap og fremje ei overordna forståing av det som vert studert. Denne typen studie er godt eigna dersom ein ser på eit strategisk utval for å danne ei universell oppfatning av det aktuelle fagområdet (Wæhle et al., 2020).

Vårt casestudie omhandlar Consto Bergen sitt byggjeprojekt på Mølleneset, som ligg ved Store Lungegårdsvatnet i Bergen. Vi har gjennom heile oppgaveperioda hatt tilgang til

byggjeplass samt brakkerigg. På brakkeriggen hadde mellom anna prosjektleiaren kontor. Dette gjorde at vi raskt kunne avklare spørsmål rundt prosjektet og få tilgang til naudsynt data. Vi fekk invitasjon til prosjektet sitt digitale web-hotell som inneheldt ulike 3D-modellar, armeringslister, formteikningar og liknande. Tilgangen til byggjeplass og ulike dokument har styrka vår kunnskap til utføring av oppgåva og vore avgjerande for resultatet og drøftinga.

Ei vanleg meining ved casestudie er å tru at ein ikkje kan trekke generelle konklusjonar ut i frå eit enkelttilfelle. Flyvebjerg setter spissen på dette i sin artikkel «Fem misforståelser om casestudiet». Her argumentera han for at eit enkelt casestudie kan gi verdifull innsikt og kunnskap på ulike områder (Flyvebjerg, 2020, s. 628). I vårt tilfelle kan ein case vere eit prosjekt. Med dette som bakgrunn kan ein seie at vi har moglegheit til å oppnå eit generalisert resultat med å berre sjå på eit spesifikt prosjekt.

2.3.1 Synfaring

Fangen seier i si bok at ein ikkje avgrensar casestudie til ei bestemt datainnsamlingsmetode. Ho peikar også på at det ikkje er fastsett noko måte å gjere greie for dei ulike metodane og korleis dataene vert innsamla. Det er derimot viktig å vere grundig i både planlegginga og utføringa (Fangen, 2010, s. 187–188).

Gjennom forskinga har vi som nemnt hatt tilgang til byggjeplassen på Mølleneset. Denne har vi vore å besøkt under ulike fasar av bygginga for å skape eit praktisk bilete på det vi ser på. Vi vitja mellom anna prosjektet under armering og ved utstøyping av dekke.

For å få meir kompetanse om prefabrikkerte element, fekk vi arrangert ei omvising på Nobi sin elementfabrikk på Voss. Her fekk vi sjå korleis produksjonen gjekk føre seg, samt forhøyrte oss om utfordringar dei møter på.

2.4 Litteraturstudie

Teorien vår er utarbeida med bakgrunn i litteratursøk for å definere relevante omgrep som oppgåva omhandlar. Litteraturstudie kan definerast som ein metode med formål om å «sammanställa en beskrivande bakgrund som motiverar att en empirisk studie görs eller at beskriva kunskapsläget inom ett vist område» (Forsberg & Wengström, 2015, s. 25).

For å sikre oss gode kjelder i prosjektet har vi nytta HVL sitt bibliotek på Campus Bergen. I tillegg har databasar og søkemotorar som Oria og Google Scholar vore gode verktøy. Vi har sett på tidlegare relevant forskning på emne, ved å lese publiserte bachelor- og masteroppgåver frå både HVL og NTNU.

Ved søk dukkar det opp mange kjelder, då gjeld det å vere kjeldekritisk og velje ut dei kjeldene som passer best til fagfeltet som skal undersøkjast. Ein bør stille seg spørsmål som «kven står ansvarleg?» og «kven er kjelda produsert for?» (Søk & Skriv, 2022).

I søkeprosessen var det lett å hamne inn på ulike produktleverandørar sine nettsider, spesielt på det som omhandlar prefabrikkerte element. Dei kan tenkjast å vere til for å fremje eit spesifikt produkt levert av ein leverandør. For å ikkje favorisere eller vere produktspesifikke, valde vi å ikkje nytte desse kjeldene for å definere omgrep.

2.5 Validitet, reliabilitet og objektivitet

For at den kvalitative forskinga skal bidra til oppgåva, er det viktig at den er både påliteleg og truverdig. Når vi vurderer kvalitativ forskning, vurderer vi ut i frå tre hovudkriterier: validitet, reliabilitet og objektivitet (Mehmetoglu, 2004, s. 143). Validitet, eller gyldigheit, fortel i kva grad ein kan trekkje gyldige slutningar frå resultata som er funne. Altså validitet handlar om å fjerne feil eller forventningar som kan påverke resultata (Dahlum, 2021).

Reliabilitet handlar om kor pålitelege resultata frå forskinga er, og om dei kan etterprøvast på ein lik måte. Dette forutsett at om ulike forskarar brukar dei same data, vil dei uavhengig av kvarandre trekkje omtrent same konklusjon (Mehmetoglu, 2004, s. 143).

Objektivitet i ei forskingsstudie handlar om at funn og resultat frå studien er nøytrale. Dette inneber at ein kan vere trygg på at studien sine konklusjonar speglar informantane sine synspunkt. På den måten vil forskaren si oppfatning, interesser eller perspektiv ikkje påverke

dataene (Mehmetoglu, 2004, s. 144).

For å sikre høgast mogleg validitet i oppgåva har vi gjort fleire tiltak. Gjennom heile oppgåva har vi hatt ein nøytral stilling til både prefabrikkert og plasstøyppt dekke, for å sikre at oppgåva ikkje blir påverka av forhandsbestemte haldningar eller erfaringar. Vi har òg som nemnt vore kjeldekritiske i utarbeiding av teori.

Under intervju har vi prøvd å ikkje stille leiande spørsmål som kan påverke svara i kva som er best av plasstøyppt og prefabrikkert dekke. Vi har også gitt intervjuobjekta moglegheit til å sjå over transkripsjonen i tilfelle det var noko som vart tolka feil eller at deira meining ikkje vart rett omtalt. På denne måten sikrar vi at dataene vi samlar inn er pålitelege og representative for verkelegheita.

3 Teori

3.1 Klima

Det er anslått eit forbruk på 12,5 milliardar kubikk betong i verda kvart år, som gjer det til det mest brukte bygningsmaterialet. Til saman er dette nok betong til å lage 32 søyler på 1x1 meter frå jorda til månen (Seehusen, 2021).

Når det er snakk om så store bygningsmassar så vil det vere heilt essensielt og vurdere korleis dette påverkar miljøet. For å kunne gjere det må vi først forstå kvar utsleppa kjem ifrå. Mesteparten av utsleppa kjem frå produksjon av sement, og det er estimert at det blir frigjort i snitt 0,85 tonn CO₂ pr tonn sement globalt sett. Det totale utsleppet blir då om lag 2 milliardar tonn CO₂ som tilsvara 6 prosent av verda sitt totale utslepp. Det spesifikke utsleppet for Noreg er noko lågare på 2,4 prosent av dei totale CO₂-utsleppa. Ein av hovudgrunnane til dette er at vi har god tilgang på fornybar energi (Norsk Betongforenings miljøkomité, 2016, s. 6–10).

Bruken av betong etterlet seg eit stort klimaavtrykk, men er det eigentleg så alvorleg som vi skal ha det til? Nye studiar viser at betongen tek opp karbondioksid gjennom sitt livsløp. Det er anslått at opptil 43 prosent av den CO₂-en som blei frigjort under produksjon av sement kan bli bunden igjen i betongen. Enkelte forskarar meiner òg at det er så betydeleg at det burde takast med i FN sitt klimarekneskap (Bjørnstad, 2016).

3.2 Betong

Konstruksjonsmaterialet betong består av sement, vatn, stein, sand og ulike tilsetjingsstoff ut i frå kva eigenskapar ein ynskjer (Brørs, 2019b).

Definisjonen på tilsetjingsstoff er «material added during the mixing process of concrete in a quantity not more than 5 % by mass of the cement content of the concrete, to modify the properties of the mix in the fresh and /or hardened state» (Standard Norge, 2012, s. 5). Det vil seie at tilsetjingsstoffa er noko vi tilfører betongen for å til dømes påskunde herding, gjere betongen meir frostbestandig eller auke styrken til betongen ved redusert vassmengde (SINTEF Byggforsk, 2010).

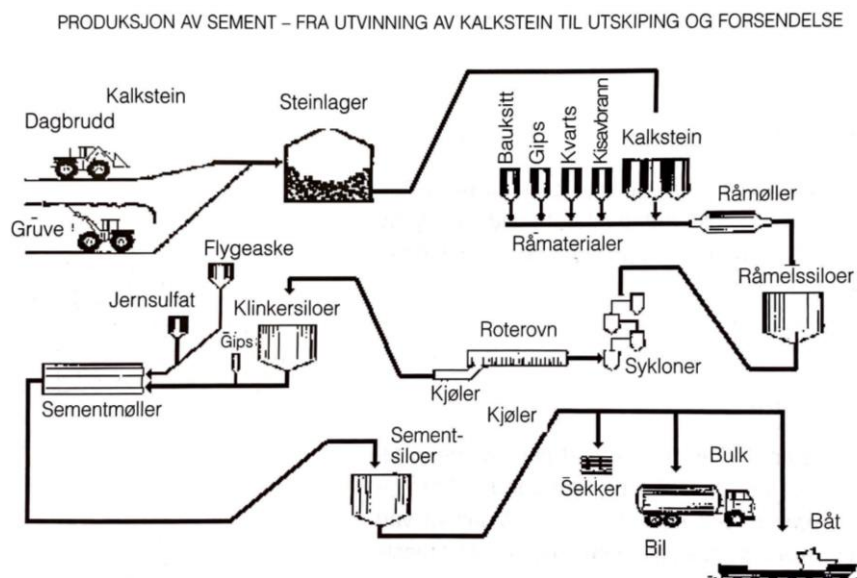
Det er fleire ulike grupper tilsetjingsstoff, men den klart største gruppa er plastiserande og

superplastiserende stoff. Plastiserende og superplastiserende stoff bruker vi for å auke formbarheita til betongen utan å auke vassinnhaldet. Resultatet av å redusere vassmengda vil vere at betongen er lettare å arbeide med. Den får auka styrke og vil bidra til ein rimelegare betong sidan ein redusera vass- og sementinnhaldet (SINTEF Byggforsk, 2010).

3.2.1 Tilslag

Tilslag er ein fellesnemning på stein, sand og knust bergmateriale som blir brukt for å lage betong, men som ikkje bidreg kjemisk i betongen si herding (Gunnarsjaa, 2021b). Generelt seier vi at tilslaget utgjør 65-75 prosent av betongen sitt volum. Sidan tilslaget har stor betydning for eigenskapane og kvaliteten, vil det difor også ha ein betydeleg innverknad på totaløkonomien for produksjon av betong (SINTEF Byggforsk, 2012).

Portlandsement er den mest brukte type sement i dag. Sement vert framstilt ved at kalkstein eller mergel med tilsetjing av andre materialar som kvarts, sandstein, leire, og liknande blir finpulverisert. Fortløpande varmast den finpulveriserte kalksteinen til byrjande smelting i roterande omnar. Her vert kalksteinen malt til klinker, før ein tilset 3-5 prosent gips og mindre tilsetjingsstoff som til dømes flygeaske (Nesse, 2019). Til slutt står ein att med sement som det ferdige produktet. Figur 7 er ein illustrasjon på korleis sement vert framstilt.



Figur 7 – Framstilling av portlandsement (Søpler, 2006, s. 34).

Sidan det er stor variasjon i prosjekta i bygg og anlegg, er det også fleire krav til betongen. Den må ha ein tilfredsstillande eksponering-, bestandigheit- og fastheitsklasse i henhold til krav i prosjektet. Fastheitsklassar har ofte nemningar som B30, B45 og liknande. Desse nemningane viser til betongen sin trykkfastheit i megapascal (MPa). Til dømes betyr ein fastheitsklasse på B30 at betongen skal ha ein trykkfastheit på minst 30 MPa for å tilfredsstillast krava. Klassifiseringane er standardisert i Norsk Standard (NS-EN 1992). Standarden gir oss allmenne reglar for kvaliteten til betongen og er grunnlaget for prosjektering av betongkonstruksjonar (Standard Norge, 2023).

3.3 Armering

Betong tek godt opp krefter i trykk retning, men eignar seg dårleg for strekkrefter (Thue, 2019). Strekkreftene som oppstår i betongen, må takast opp av armering. Kombinasjonen av armering og betong utgjer ein effektiv utnytting av eigenskapane til materiala; stålets strekkfastheit og betongen sin trykkfastheit (Søpler, 2006, s. 143).

Armering er jernstenger som er lagd med kammer eller riller. Dette er for at betongen skal hefte godt til armeringa. Ut i frå kor store krefter som oppstår i konstruksjonen, bruker vi ulike storleikar på armeringa. Dei vanlegaste armeringsstorleikane er frå 5 til 32 millimeter i diameter, der armeringa på 5 millimeter som regel vert sveist saman til armeringsnett (Brørs, 2019a).

Når armering vert lagt i forskalinga, skal den leggjast etter ein armeringsteikning. Rett plassering vil hindra korrosjon av armering sidan den har rett overdekning. Samstundes sikrar det at konstruksjonen får rett bereevne. Overdekning er avstanden frå betongoverflata inn til armeringsjerna. Jo større overdekning, jo betre beskyttelse mot korrosjon. Ved støyping av betong er det viktig at armeringa ikkje flyttar på seg eller vert liggande på botn. For å sikre rett overdekning og avstand leggjast armeringa i armeringsstolar. Armeringsstolane er avstandshaldara (Søpler, 2006, s. 144).



Bilete 1 – Armeringsjern som blir bunde saman med ei bindemaskin, Foto: Erlend Bø

Vidare bindast armeringa saman med ståltråd. For å binde brukar ein anten ei bindemaskin eller tang. Dette gjer at armeringa blir tyngre og ikkje flyt opp under støyp. Bilete 1 viser binding av armering med ei bindemaskin.

3.4 Forskaling

Forskaling er ein vesentleg del av betongarbeidet. Ein kan seie at den har to hovudfunksjonar. Det er sjølve forma som skal gi betongen ein viss fasong og utsjånad. Den skal tole trykket av den ferske betongen. I tillegg verkar den som ein bærande konstruksjon, som ein kan gå og arbeide på (Søpler, 2006, s. 141).

Det er fleire typar forskaling alt etter bruk og krav til overflate. Den ferdige betongoverflata blir bestemt av overflata til forskalinga. Materialet forskalinga er laga av kan vere tre eller stål. Tradisjonell forskaling består av plater eller bord av tre. Ved støyping av høgare veggjar er det meir aktuelt å bruke systemforskaling av stål, då det gir ei større flate og er meir effektivt (Vågsland & Brørs, 2019). I Bilete 2 ser ein døme på ein oppsett dekkeforskaling med understøtter. Dette bilete er teke på prosjektet Mølleneset.



Bilete 2 – Forskaling av plasstøypd dekke med støtter, Foto: Erlend Bø

3.5 Plasstøyp

Plasstøypd betong, også kjent som "in situ" er eit uttrykk som i byggjeteknisk samanheng blir brukt om betong som vert støypd på byggeplassen (Gunnarsjaa, 2021a).

Støyping på byggeplass blir ofte omtalt som tradisjonell støyping, og er den mest vanlege bruken av betong. Betongen blir enten levert til byggeplass i betongbilar, eller den kan verte blanda på staden. Fersk betong er flytande, og ein treng difor ei forskaling som betongen kan herde i for å oppnå ynskt fasong. Ved støyping på grunn er det viktig at underliggande masser er avretta, godt drenerte og eventuelt isolert for å forhindre at vatn kan skade konstruksjonen.

Eit typisk døme på ein slik skade er telehiv som kan føre til sprekker i eit betongdekke. Når forskalingsarbeidet er ferdig blir nødvendig armering, og eventuelle røyr eller anna teknisk installasjon, lagt på plass i støypeforma før betongen blir fylt i (Byggstart, u.å.).

Når betongen har kome på plass startar den å herde. Det er viktig å etterbehandle betongen i denne fasen for å sikre eit godt resultat. Rett etterbehandling er viktig for betongen sin fast- og bestandingheit, i tillegg til at det redusera faren for oppsprekking. Ofte blir det lagt ein plastduk over betongen for å beskytte den mot uttørking. Duken ligg på i ei til to veke. I nokon tilfelle, som til dømes om summaren kan sol og vind føre til auka svinn av vatn. Då må ein tilføre fukt for å sikre det øvste laget av betongen mot oppsprekking (Kontrollrådet, 2022).

3.6 Hulldekke

Hulldekke er prefabrikkerte betongelement som blir brukt som tak og etasjeskilje. Elementa er lange dekkestriper med gjennomgåande kanalar parallelt med spennretninga. Armeringa ligg mellom kanalane, og kan vere enten slakkarmering eller forspent armering. Denne utforminga gir hulldekka høg styrke og stivheit, og relativ låg vekt («Hulldekke-element», 2019).

Vi observerte produksjonen av Hulldekke på fabrikk til Nobi på Voss. Der blei elementa støypt på 70 meter lange baner. Først spente dei opp ynskt antal wirar i botnen av bana, og eventuelt i toppen viss elementet skal ha ekstra styrke. Etterpå blei betongen lagt ut ved hjelp av ei maskin, som òg lagde dei innvendige kanalane. Før støypinga hadde det vorte utarbeida ein plan på rekkjefølgja av elementa. Den rekkjefølgja brukte dei til å måle opp plasseringa av utsparingane og eventuelle løfteøyre. Etter om lag 12 timar blei elementa kapp i dei planlagde lengdene sine. Deretter vart dei løfta opp på eit apparat som bora hol på undersida av alle dei innvendige kanalane, eit i kvar ende. Dette for å hindre kondens og oppsamling av fukt som kan føre til vidare skade. Det ferdige produktet vart ført ut av lokala og sendt på lagring i vente på transport (T.Nordpoll, personleg kommunikasjon, 15. februar 2023). Bilete 3 viser produksjon av hulldekke.



Bilete 3 – Produksjon av hulldekke hjå Nobi på Voss, Foto: Lars Olav Bjørkedal

Frå fabrikk blir hulldekka transportert til byggjeplassen der dei skal monterast. Før elementa kan leggest på plass er det viktig at beresystemet dei skal ligge på har rett mål og høgde. Hulldekka blir løfta med ei kran som er utstyrt med to løftekløper som blir festa i kvar sin ende av elementet. Når dei to første dekkeelementa er komne på plass i ein etasje blir det sett opp rekkverk rundt og det er trygt for arbeidarane å gå på dei. Når dekke er på plass blir avstanden mellom elementa i tillegg til høgdeforskjellen justert i forhold til gitte krav. Etter grundig sjekk blir fugene reingjort og forberedt for fugestøyp. Fugemassen er ein finkorna mørtel som har ein fastheitsklasse på minimum B30. Den vert tømt eller pumpa ned i fugene. Når alt arbeidet med fugestøyp er ferdig må drenshola i dei innstøypte kanalane inspiserast og eventuelt borast på nytt (Betongelementforeningen, 2020, s. 97).

3.7 EPD

EPD står for Enviromental Product Declaration og er eit kortfatta dokument som summerer miljøprofilen til eit produkt, komponent eller teneste gjennom heile livsløpet (EPD Norge, 2015). EPD blir laga etter ISO-standarden 14025 Environmental Labels and Declaration Type III. Dette betyr at miljødeklarasjonen blir verifisert av ein godkjent tredjepart (T. Brinkmann et al., 2018, s. 21).

For å utarbeide ein EPD, må vi ha produktkategoriregler (PCR). PCR er både ei rettleiing og eit krav for korleis ein skal gjennomføre livsløpsvurderinga og korleis EPDane skal utformast (EPD Norge, 2016a). Alle norske EPDar nyttar den europeiske standaren EN 15804 som ein grunnleggjande PCR for alle byggevarer. Når ein EPD er henvist til EN 15804 kan den bli brukt til samanlikning med tilsvarande EPDar, sidan EPDane vil vere av lik kvalitet (EPD Norge, 2016b).

3.8 Økonomiske kostnader

I samband med økonomiske kostnader i eit prosjekt, skil ein ofte mellom basisestimat, styringsramme og kostnadsramme. Basisestimat er kostnadane ein legg inn i kostnadsestimatet før forventa tillegg og uforutsette kostnader inkluderast (Rolstadås, 2021). Forventa tillegg skal dekke kostnadene til usikkerheiter som det er rimeleg å anta vil inntreffe. Dette kan vere at einingsprisane er dyrare enn antatt eller at det oppstår behov utover det som er vurdert i kalkylen. Uforutsette kostnader skal dekke kostnadane som ikkje kan verte forutsett. Med andre ord, kostnader som ikkje kan forventast (E.Segbø, personleg kommunikasjon, 2023).

4 Resultat og drøfting

I dette kapitlet presenterer vi resultatene som kjem fram av datainnsamlinga. Først kjem ei oversikt over kva vi fekk ut av intervjuet, før vi vidare går inn på hovudfaktorane som vi har valt å trekkje inn i problemstillinga. Underkapitla er bygd opp slik at vi først går inn på kvar enkel byggeform, for så å argumentere i ei samla drøfting til slutt. For å skapa ein truverdig argumentasjon trekkjer vi inn resultat frå intervjuet for å underbygge kalkulasjonar og anna litteratur.

4.1 Resultat frå intervju

Det første arbeidet vi starta med i oppgåva vår var intervjuet. Vi hadde som utgangspunkt ei problemstilling som tok føre seg kostnadsforskjellen mellom plasstøpte dekke og hulldekke. For å sjekke kor relevant denne problemstillinga var, i tillegg til å undersøkje om det var andre interessante synspunkt rundt dei to byggemetodane, ynskte vi å snakke med bransjen. Vi var ute etter å høyre på erfaringane til dei som hadde jobba med akkurat dette. Den beste måten å få til dette på, var ved å gjennomføre intervjuet.

Det første intervjuet var med Consto Bergen, dette vart halde på byggeplassen Mølleneset. Resten av intervjuet måtte gjennomførast via internett på grunn av dei store avstandane. Begge måtane å gjennomføre intervjuet på fungerte godt, kvaliteten var like god for alle. Då transkripsjonane var ferdige, satt vi igjen med fire dokument med tekst. Desse vart så gjennomarbeidde og koda.

Figur 8 syner ordskeya for plasstøypte dekke, den viser fordelar til venstre og ulemper til høgre.



Figur 8 – Høvesvis fordelar og ulemper ved plasstøypd dekke

Figur 9 syner ordskeya for hulldekke, den viser fordelar til venstre og ulemper til høgre.

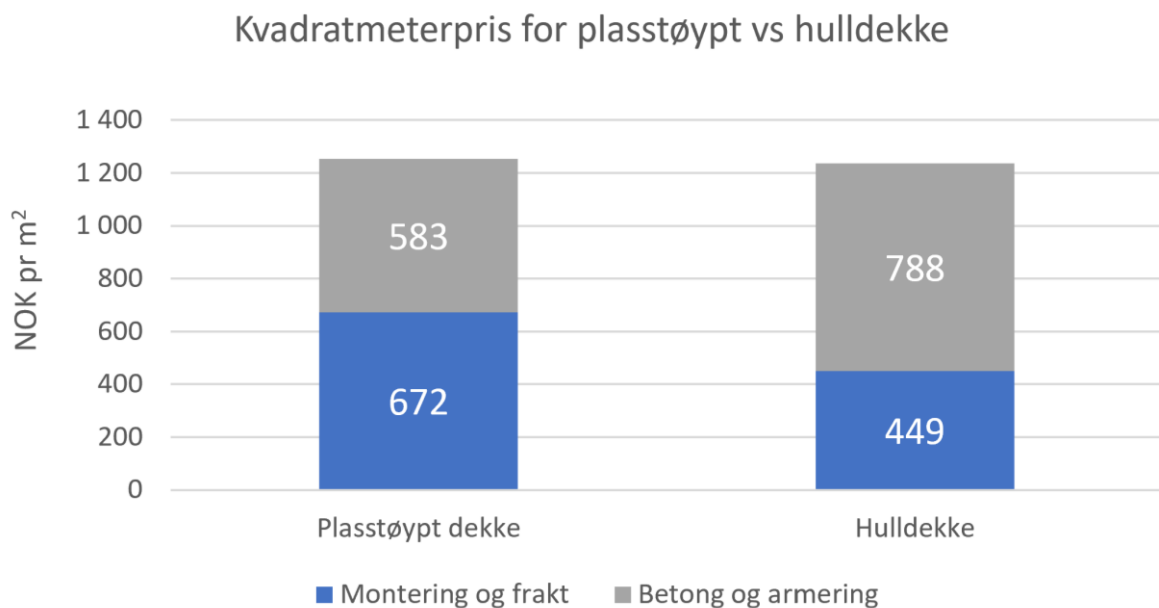


Figur 9 – Høvesvis fordelar og ulemper ved hulldekke

4.2 Kostnad

«Money speaks in a language all nations understand – Aphra Behn» (*The State of the Language*, 1990, s. 183).

Eit av dei viktigaste føremål ei verksemd har, er å tene eigaren sine interesser. Det vil som regel vere å tene pengar, noko som inneber å maksimere avkastninga på den investerte kapitalen (Gårseth-Nesbakk, 2020). Difor er det naturleg at ein av hovudfaktorane som vert vurdert i valet mellom prefabrikkert og plasstøypt dekke, er kva som gir lågast kostnad i kroner. For best å kunne samanlikne kostnadane, så er det kalkulert ein kvadratmeterpris. I tillegg diskuterer vi risiko og marknad, som også må takast omsyn til når kostnadane vert vurdert. Figur 10 viser kostnaden pr kvadratmeter inkludert montering ved dei to byggjeformene. Montering inkluderer arbeidstimar og utstyrskostnader som skjer på byggjeplassen. Alle kostnader som nyttast i denne oppgåva er eksklusiv moms.



Figur 10 – Oversikt av fordeling av kostnader for plasstøypt- og prefabrikkert dekke.

Når ein mottek ein førespurnad om å gje eit tilbod på eit prosjekt frå ein byggherre, vert det utarbeid ein kalkulasjon for å gje ein tilbodspris. Ein grunnleggande føresetnad for å estimere eit tilbod er å vurdere kva utføringsmetode som skal nyttast. Dei viktigaste faktorane som blir vurdert i ei slik slutning, er type bygg, tid til ferdigstilling, storleik på byggjeplassen og kvar i landet bygget er plassert. Det å velje rett byggjeform er avgjerande for å oppnå eit vellykka prosjekt.

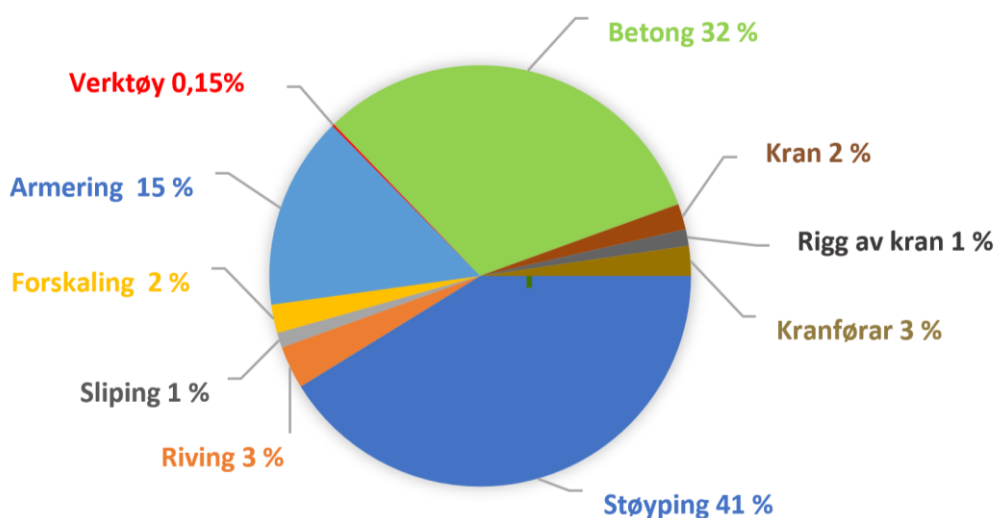
4.2.1 Plasstøyp

Svært få byggjeprojekt er like og prosjektkostadane vil variere frå plass til plass. Sett i lys av tid og ressursar på oppgåva, kan vi ikkje sjå på alle former og plasseringar av dekke. Vi har som nemnt, valt dekke på Mølleneset som utgangspunkt for kostnadssamanlikninga. Dei første plana inneheld ulike lokale tilpassingar som til dømes vassette konstruksjonar, noko som gir fleire spesielle kostnadar. Dette vil vere vanskeleg å samanlikne på eit generelt nivå, og er ein av grunnane til at vi har valt dekke i andre etasje. Prisar for materiale samt timelistene har vi fått av Consto Bergen.

For å kalkulere totalprisen til det plasstøypte dekke, har vi teke med betong, armering, forskaling, løn til arbeidarane og leige av kran i kalkylen. Det er også teke med leige av maskinar som vert nytta i samband med dekkestøyp. I desse inngår bindemaskiner, armeringsklipper, stavvibrator og slipemaskiner. Løna til arbeidarane inkluderer åtte arbeiderar til støyping, tre til riving og ein til sliping av dekke i underkant. I tillegg er det teke med leige av kranførar. Sidan byggjeplassen allereie har ein kran i bruk, så har vi i samarbeid med Consto estimert at kranen blir brukt 80 prosent av tida utelukkande til dekke. Difor er det trekt 20 prosent av kostnaden på postane: leige av kran og løn til kranførar. Sjå Vedlegg 1 – Kostnadsestimat plasstøyp dekke.

I samanlikninga av dei to byggjeformene er det ikkje teke med uforutsette utgifter i samband med snø. Totalt kostar plasstøyp dekke 1 255 NOK pr kvadratmeter, der betong inkludert armering utgjer 47 prosent av totalen. Figur 11 illustrerer prosentvis fordeling av dei ulike kostnadane for det plasstøypte dekke på Mølleneset.

KOSTNADSOVERSIKT FOR PLASSTØYPT DEKKE



Figur 11 – Sektordiagram med prosentvis fordeling av kostnadane for plasstøypt dekke.

Prisen på plasstøypt betong vil vere stabil og forutsigbar i forhold til marknaden. Dette er fordi arbeidet blir utført på staden, og ikkje vil bli påverka i like stor grad av marknaden sine svingingar. I tillegg er det fleire av dei større entreprenørane i Noreg som har eigenproduksjon på betong. Det vil seie at dei har eigne betongarbeidarar som kan utføre arbeidet. Med ein eigenproduksjon har ein eit anslag av både kostnadar og tidsbruk ved støyping av betongkonstruksjonar. Det gjer det mogleg å estimere ein meir nøyaktig pris, samstundes som ein lettare kan setje opp ein påliteleg tidsplan (R.Hasselgreen, personleg kommunikasjon, 27. mars 2023).

4.2.2 Hulldekke

For å finne ut kva dekke på Mølleneset ville kosta ved bruk av prefabrikkert hulldekke, tok vi kontakt med Nobi Bergen. Her fekk vi eit komplett tilbod på ei hulldekkeløysing for dekke. Sjå vedlegg 2 – Kostnadsestimat hulldekke.

Konstruksjonen er i utgangspunktet prosjektert for plasstøypt betong, difor vil beresystemet passe dårlegare for montering av hulldekke. Bygget er prosjektert med plasstøypte betongveggar og sjakter der det burde ligge konsollar eller eit anna opplegg for hulldekke. Det er også nokre utfordringar med innfestinga til balkongane ved bruk av hulldekke. Dette har vi valt å ikkje ta høgde for, då det ville medført omprosjektering, som igjen ville auka omfanget av oppgåva betydeleg.

I kalkylen er det nytta hulldekkeelement med tjukkelse på 265 millimeter med 7 spenntau. Sidan dekke ikkje har ei rektangulær form, har det vorte gjort tilpassingar, som har ført til ein høgare pris. Prisen for tilpassingane er spesifisert og inkludert i totalprisen. Tilpassingane inkluderer langs- og skråsaging av element, innstøypte løfteankre, ekstra slisser og gummiband for opplegg. Ein sliss er ein lang og smal utskore spalte i betongen («Slisse», 2023). Etterarbeidet som går med i kvadratmeterprisen for dekke er: kontroll og oppboring av dreneringshol, fugeing og isolere av vertikale fuger mot vegg innvendig og utvendig samt sårflinking av elementa.

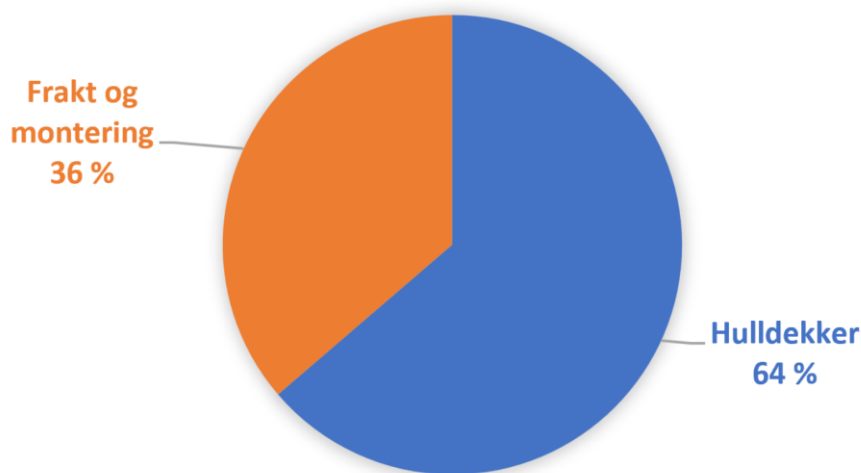
Prefabrikkerte hulldekke blir som regel levert som eit fullstendig tilbod med både element og montering. Montering inneber transport til byggeplass, rigging og bruk av mobilkran, fugeing av skøyter samt løn til montørar. Det blir kun gjennomført ein standard dimensjonering frå leverandøren av prefabrikkerte element. Dette inneber berekning for vertikale laster, bestemming av oppspenning, mengde spennarmering, utarbeiding av monteringsplan, monteringsliste og produkteikningar. Saman med RIB vert det også utarbeid detaljar for knutepunkt og kor mykje kapasitet elementa har for horisontale laster.

Prosjekteringskostnadar varierer også ut i frå ulike prosjekt. Etter samtale med RIB på dette prosjektet kjem det fram at hulldekke er svært effektivt når bygget har ein enkel geometri. Mølleneset derimot, har meir krevjande geometri og utkraga balkongar. Det gir fleire utfordringar med prefabrikkerte hulldekke, som lettare kan løysast med eit plasstøypde dekke. Dette har med fordelinga av krefter å gjere. Prosjekteringa vil vere meir omfattande om ein skal nytte hulldekke for dette prosjektet. Ein av grunnane er at det må prosjekterast for stålrammer til bering og koordinering med stålleverandør. Vi har som nemnt avgrensa oss til eit bygg som er ferdig prosjektert, og dermed ikkje teke høgde for ekstra prosjekteringskostnader. For enklare bygg som til dømes kontorbygg, vil det normalt vere mindre arbeid med prefabrikkert.

Hulldekkene produserast i 1200 millimeter breidde, og brutto produsert areal fakturerast. Det vil seie at ein fakturerer for heile elementlengda, uavhengig om dei til dømes vert skråskjært. Dersom ein skal montere på vinteren kan ein få eit vintertillegg. Tillegget kjem av at det er ynskjeleg å sikre kvaliteten på utføringa av fugestøypen. Dette blir gjort mellom anna ved å nytta tilsetjingsstoff for betre fastheitsutvikling. Det vil også bli fakturert ein større kostnad dersom det er naudsynt å varme opp dekke under fugestøyp. Desse tilhøva er spesielle, og ikkje tekne med i prisberekninga av dei prefabrikkerte elementa. (K.Gulbrandsøy, personleg

kommunikasjon, 17. mars 2023). Estimert totalpris for hulldekke inklusiv frakt er 1 237 NOK pr kvadratmeter. Figur 12 viser at produksjon av hulldekke utgjør 64 prosent av kostnadene, medan frakt og montering utgjør dei resterande 36 prosent.

KOSTNADSOVERSIKT FOR HULLDEKKE



Figur 12 – Sektordiagrammet med prosentvis splitting av kostnadene for hulldekke

Ein viktig faktor å ta i betraktning når ein skal vurdere kostnadane, er påverkinga marknaden har på prisane. Prisen på prefabrikkerte betongelement vil variere med konjunktoren i marknaden (K.Gulbrandsøy, personleg kommunikasjon, 17. mars 2023). Konjunktur vil seie eit «forhold som bestemmer den økonomiske utviklinga i et samfunn, et marked, en bransje eller rådende markedsforhold» («Konjunktur», 2023). I samband med hulldekke vil det seie at auka etterspurnad gjev ein høgare pris. Dette gjer at prisen kan endre seg frå planleggingsfasen til anbodet.

4.2.3 Drøfting

Gjennom intervju har vi fått inntrykk av at bransjen oppfatar prefabrikkerte hulldekke som ei dyrare løysing, men at det er meir tidseffektivt. Ved hjelp av Figur 10 kan vi sjå at det berre er 1,4 prosent forskjell i totalprisane i dette tilfellet. Sjølv om hulldekke er dyrare enn armert plasstøyppt dekke, så er kostnadane ved montering og frakt vesentleg lågare. Hovudårsaka til at montering og frakt er billigare ved prefabrikkerte hulldekke, er at ein ikkje bruker tid på støyping på byggjeplassen.

Sidan kostnadane for begge byggjeformene er basisestimat, vil det vere ein usikkerheit med omsyn på dei reelle kostnadane. Vi kan forvente at usikkerheitene knytt til kostnadane er vesentleg større enn prisforskjellen mellom dei to byggjeformene.

Som vi ser av resultata, vil kostnadane for plasstøyppt dekke vere lettare å føresjå i høve til marknaden. Dette skuldast både at prefabrikkert i større grad er konjunkturavhengig, samstundes som at fleire av dei større entreprenørane i Noreg har ein eigenproduksjon av betong. Det kan tenkjast å gjere det lettare å gi eit estimat på prisen på førehand.

Ein viktig faktor å ta omsyn til ved vurdering av lønsemd, er risikoen til kvar av metodane. For plasstøyppt dekke, der arbeidet vert gjennomført på byggjeplassen, er risikoen for feil i byggjeprosessen høgare. Ei årsak kan vere at forskalinga vert bygd på feil måte, armeringa vert plassert feil eller at betongen ikkje tilfredsstillte gitte krav. Konsekvensane av dette er auka kostnadar grunna til dømes forseinkingar i prosjektet, ombygging eller liknande.

Prefabrikkerte element blir laga og testa på fabrikk. Der er det kontrollerte forhold som reduserer en for feil og manglar over tid. Derimot så er det ein høgare risiko for at elementa vert skada under transport til byggjeplassen. Dette avhenger sjølvsagt av transportruta frå fabrikk og på veg- og vêrforhold. Å erstatte øydelagde element kan vere både kostbart og tidkrevjande, det er difor ein viktig risiko som må vurderast nøye. I intervju med Consto Nord kom det fram at eit alternativ i val av byggjemetode, var å bruke prefabrikkerte element frå utlandet. Dei konkluderte med at lang avstand og sjåførar med lite erfaring på glatte vegar, utgjorde for høg risiko. Det kan skape forseinkingar og eventuelle skadar på elementa under transport. Difor gjekk dei ikkje vidare med dette alternativet.

Ein anna risiko ved prefabrikkerte hulldekke er auka kostnadar dersom det kjem endringar i byggjefasen. I intervju med Consto Bergen kom det fram at det er sær s vanskeleg å tilpasse

ferdiglaga element. Tilpassingar kan til dømes vere kjerneboringar og utsparingar. Ofte må det bestillast nye element dersom det vert gjort endringar, noko som gir både forseinkingar og auka kostnader. På den andre sida kom det fram at Consto ved plasstøypte dekke, støypte flatt golv, før dei i ettertid kjernebora for gjennomføringar og liknande. Ei endring i utforminga på dekke kan òg lettare tilpassast med forskaling. Dette vil vere vanskelegare å få til med hulldekke. Ein kan såleis seie at ein er avhengig av at prosjekteringa i større grad er gjennomført og bestemt, før arbeidet går i gang ved bruk av prefabrikkerte element.

	Plasstøypd dekke	Hulldekke
Kostnad [NOK]	629 125	620 044
Pris pr m ² [NOK]	1 255	1 237

Tabell 2 – Prisforskjell mellom plasstøypd dekke og hulldekke

I utgangspunktet er det svært liten skilnad i kostnad mellom plasstøypd og prefabrikkert dekke. Difor bør ikkje prisforskjell mellom dei to byggjemetodane åleine vere utslagsgivande i valet av utføring. Dersom marknaden har stor etterspurnad etter hulldekke, kan det vere meir lønsamt med ei plasstøypd løysing. I tillegg er det viktig å vurdere risiko for kvart enkelt prosjekt med omsyn til transport og kompleksitet til bygget.

4.3 Tid

«Lost time is never found again» (Franklin, 1835, s.114).

For ei entreprise er det alltid bestemt eit tidspunkt for ferdigstilling. Byggjetida er oftast svært kort, og det er difor viktig å starte byggjearbeidet så raskt som mogleg. For å klare det gitte tidskravet er det avgjerande at oppdraget er godt planlagt og at det er valt rett byggjeform (Tyrén, 2012, s. 19).

Ein av dei aller viktigaste faktorane i byggjebansjen er tid. Når eit val skal takast i eit prosjekt er det svært ofte tida som blir lagt til grunn for avgjersla. Det som er spesielt for tida er at den heng saman med kostnadane, og det er ikkje uvanleg å høyre at tid er pengar. Men kva utgjer eigentleg tida i eit prosjekt?

Prosjekteringa er det første ein startar med i eit byggjeprosjekt. Kor lang tid det tek er avhengig av kompleksiteten for bygget. Frå før av har byggherre ein tanke eller ide om kva det er som skal byggjast. Denne tanken må vidareutviklast til eit skisseprosjekt. Skissa bør ta føre seg dei mest grunnleggjande elementa til bygget. Den bør omfatte eit romprogram, ei kostnadskalkyle og plassering av vitale bygningsdelar (E.Segbø, personleg kommunikasjon, 2023).

Etter at skisseprosjektet har vorte fullført går prosjektet over i neste fase, forprosjektet. No går ein meir bestemt inn for å avgrense plassbehov, tekniske anlegg, vurdering av materialbruk i berande konstruksjonar, fasadar, og andre detaljar som byggherren ynskjer å fokusere på. Det siste som skjer i prosjekteringsfasen er detaljprosjekteringa. No skal alle detaljer på plass, alt frå farge på veggjar til type dørhandtak. Denne delen av prosjekteringa kan ofte gå føre seg samstundes med oppføringa av bygget (E.Segbø, personleg kommunikasjon, 2023).

Byggjetida startar opp når alle formalitetar har kome på plass. Entreprenøren byrjar å planlegge korleis han skal utføre bygginga og sett opp ein framdriftsplan. Her blir det sett opp kor mange arbeidarar som må til på kvar post kvar veke. Når planen er klar går det vidare til byggjefasen der det fysiske arbeidet med tomt og konstruksjon startar. Det er viktig at planen blir fylgt opp kontinuerleg og tilpassa etter utviklinga i prosjektet. Parallelt med bygginga blir det gjort internkontrollar for å sikre god kvalitet på utføringa. Etter kvart som prosjektet går framover, får ein ei oversikt om resursbruken er fordelt rett, eller det må takast grep for å rekke tidsfristen.

Når bygget er ferdig går det over i avslutningsfasen. Entreprenøren går først ein kontrollbefaring med sine underentreprenørar, for å sjekke at alt er utført med omsyn arbeidsteikningane, før han går ferdigbefaring med byggherren. Eventuelle merknadar må utbetrast og godkjennast på ein etterkontroll før bygget er ferdigstilt. Det siste som skjer er overtaking av bygget. Då blir det utarbeida ein ferdigattest som entreprenør og byggherre underteknar i einigheit (E.Segbø, personleg kommunikasjon, 2023).

I byggjebransjen er der også faktorar som verkar direkte inn på den totale lengda av byggjetida. For desse vil det vere gunstig å bruke kortast mogleg tid frå prosjektet blir kontrahert til det blir overlevert. Dei tre største faktorane er byggjelån, løn til funksjonærar, og rigg og drift.

For å finansiere bygging tek utbyggjar ofte opp eit byggjelån. Lånet blir betalt ut av banken etter kvart som bygget reiser seg. Det vert betalt renter til ei kvar tid av den summen som er lånt. Eit byggjelån har normalt høgare renter enn andre lån, ettersom at det er av høgare risiko for långivaren. Banken trekkjer renter av lånet heilt til bygget er ferdig (Brækhus, 2021).

Funksjonærar er frå gammalt ei nemning for arbeidstakarar som utførar kontorarbeid (Gisle, 2023). I vår oppgåve omfattar uttrykket prosjektleiar, prosjektingeniør og anleggsleiar. Desse har til felles at dei er naudsynte for å drifte og planlegge arbeidsplassen. Dei må vere ein del av prosjektet igjennom heile byggjetida.

Rigg og drift kan ofte vere ein krevjande post på arbeidsplassen. Posten er samansett av to delar. Den første delen er rigg, som omfattar dei elementa på byggjeplassen som må vere til stades for at arbeidet skal kunne verte gjennomført. Typiske riggpostar er opparbeiding av arbeidsveg, straumskap og brakkerigg. Den andre delen av posten er det som går på drift. Med drift går det meir på det å drive byggjeplassen frå dag til dag, og setje opp vekeplanar og kontrollere at dei tilsette har det dei treng (Tyrén, 2012, s. 34).

Alle desse tre faktorane har ein ting til felles. Dei er avhengige av tid. Jo lengre prosjektet går jo lengre er det naudsynt å ha dei på plass. Kan ein til dømes jobbe inn ein månad ved å jobbe effektivt, vil ein gjere store innsparingar fordi ein kan avvikle byggjeplassen før.

Tida kan òg vere ein konsekvens for prosjektet. Ved inngåing av kontrakt mellom entreprenør og byggherre kan det avtalast dagmulkt. Dagmulkt er ei økonomisk straff som entreprenør må betale til byggherre for kvar dag som prosjektet vert forseinka. Kor stort beløpet er, vil variere

med storleik på prosjektet (Finstad, 2022). Denne type bot vil verke som ein motivator for entreprenøren, og kan vere med på å bestemme korleis bygget vert utført. Dersom tidleg arbeid, som til dømes grunnarbeid vert forseinka, må utførande ha tilgjengeleg tidsreservar. Viss ikkje må byggjemetoden endrast for å hente inn igjen tapt tid for å unngå dagmulkt.

4.3.1 Plasstøyp

Prosjektet i vårt casestudie har ei løysing med plasstøypte veggjar og dekke. Arbeidet med Mølleneset gjekk parallelt med vår oppgåveskriving. Dette, i tillegg til at Consto Bergen har eigenproduksjon av betong, gjorde at vi fekk høve til å vere med å observere under bygginga.

I mars månad starta arbeidet med FAS dekke over plan 2. FAS står for forskaling, armering og støyping. Consto har valt ein framgangsmåte der dei først sett opp dekkeforskalinga med understøtter før armeringa vert lagt på plass og bunden saman, akkurat slik som for vanleg tradisjonelt betongarbeid. Det som skil seg ut derimot, er at det berre er større gjennomføringar som det vert laga ut sparingar for før støypinga. Alle mindre tekniske gjennomføringar blir kjernebora i ettertid. Dette er den framgangsmåten dei meiner er mest effektiv. Då slepp dei å bruke mykje tid på å måle opp og lage til alle ut sparingar for mindre gjennomføringar som til dømes springvatn og avløp.

Når all armeringa er komen på plass gir dei beskjed til betongleverandør som kjem fortløpande med betong. Betongformann bestiller så mykje betong som er naudsynt, og er i dialog med leverandør medan leveringa føregår. Dette gir høve for å endre leveransen dersom det skulle vise seg at det trengst meir eller mindre betong. Dette er ein luksus som er tilgjengeleg ettersom at byggjeplassen er sentralt plassert og transportvegen er kort.

Utfordringane for denne dekkestøypen var ustabil og skiftande vêr, og då spesielt med tanke på snø. Snø er den nest største trusselen for støypearbeid etter kulde. Den blir liggande i forskalinga og kan danne isklumpar som igjen kan lage luftlommer i betongdekke, eller skape andre deformasjonar. For å unngå dette problemet vert det lagt snøsegl over forskalingsforma. Snøseglet er ein litt tjukk presenning som blir bretta ut og lagt over armeringa i påvente av betong. Rett før, eller når vêret tillèt det, blir snøseglet og snøen løfta vekk med kran, i tillegg til at det blir kontrollert for restar av snø. Dette er eit naudsynt grep som må takast for å sikre kvaliteten. Omfanget av denne operasjonen er derimot ikkje så stor at det har fått ein eigen

post i berekninga av tida.

Sjøelve dekkestøypen startar ofte om morgonen, dagen etter at armeringsarbeidet er ferdig. Då er heile arbeidsdagen tilgjengeleg og det er god tid til å handtere eventuelle uforutsette situasjonar. Til dekkestøypen vert det nytta ein pumpebil til fordeling av betong. Den stasjonerte pumpebilen blir supplert av betongbilar som køyrer skyttel mellom betongfabrikk og byggjeplass heilt til arbeidet er ferdig. Til slutt blir betonggolvet dekkja med ein presenning for å kontrollere temperatur og fuktinnhald. Så startar herdeforløpet. Betongen står i 28 dagar før den har nådd full styrke. I løpet av heile denne perioden er det naudsynt at dekke er understøtta. Forskaling langs kantane kan derimot fjernast dagen etter støypinga, i tillegg til at vidare arbeid med betongveggar kan starte.

Arbeidet vi observerte tok ti dagar med fem til åtte arbeidarar i sving. Etter at dekke hadde herda byrja arbeidet med riving av forskaling og støtter under dekke, samt sliping av undersida som tok to dagar.

I intervju med Consto Bergen nemnde dei eit tidlegare prosjekt som dei måtte endre frå plasstøypt til ferdigelement. Dette var først og fremst på grunn av plassmangel, men dei blei positivt overraska over store innsparingar i tid. Det resulterte i at dei brukte enda fleire ferdigelement fordi dei hadde lite tid i utgangspunktet. Consto Sør var svært opptatt av tidsbruken på byggjeplassen. Dei meinte at kostnaden for dei to byggjemetodane var relativt like, og at det var tidsperspektivet som utgjorde den store skilnaden. Plasstøypte dekke har lite potensial for auka framdrift fordi det må stå 28 dagar å herde før det er mogleg å starte med innvending arbeid. Det førar til at det går lang tid før kvar etasje blir ferdigstilt. Consto Nord hadde lite erfaringar med plasstøypte dekke og hadde ikkje så mange formeiningar om tidsbruken rundt det. Sjå vedlegg 5-7 for ein nærare kikk på intervjuet med Consto.

4.3.2 Hulldekke

I vår oppgåve ynskte vi å undersøke om prefabrikkerte element var ein meir lønsam byggjeform. I eit møte med salsavdelinga til Nobi vart det avklart at prosjektet på Mølleneset kunne late seg gjennomføre med ei prefabrikkert løysing. Salsavdelinga kom seinare tilbake til oss med eit tilbod på hulldekke for det aktuelle planet. Den største skilnaden mellom plasstøypt og prefabrikkert er beresystemet. For hulldekke er det vanleg med beresystem i

stål. Dette er ikkje inkludert i tilbode frå Nobi.

Ettersom at hulldekke er ein alternativ byggjemetode for Mølleneset, hadde vi ikkje same høve til å gjere observasjonar slik som for den valde løysinga med plasstøypd dekke. I tilbodet frå Nobi var det vedlagt betingelsar for montering. Dei stilte krav til at innvendig og utvendig areal er planert og godt køyrbart for mobilkran, lift og elementbilar. Elementa må kunne heisast på plass i ein og samla etappe utan avbrot. Vidare skal hulldekka monterast etter betongelementboka, slik som det er skildra i teorikapittel 3.6 om hulldekke.

Kalkulasjonsavdelinga til Nobi estimerte at det totale arbeidet for dekke ville ta fire dagar. Då er det rekna to og ein halv dag til kraning og montering av hulldekke, etterfylgt av ein og ein halv dag med fugestøyping. Estimaten forutsett at alle monteringsbetingelsane vart overhaldne, og at arbeidet får halde fram uforstyrta. Sjølv bestillinga har ei leveringstid på 10-12 veker, men dette er svært avhengig av prosjekteringsgrunnlaget frå RIB. Dersom det er mykje som er uavklart kan det ta lengre tid (K.Gulbrandsøy, personleg kommunikasjon, 17. mars 2023).

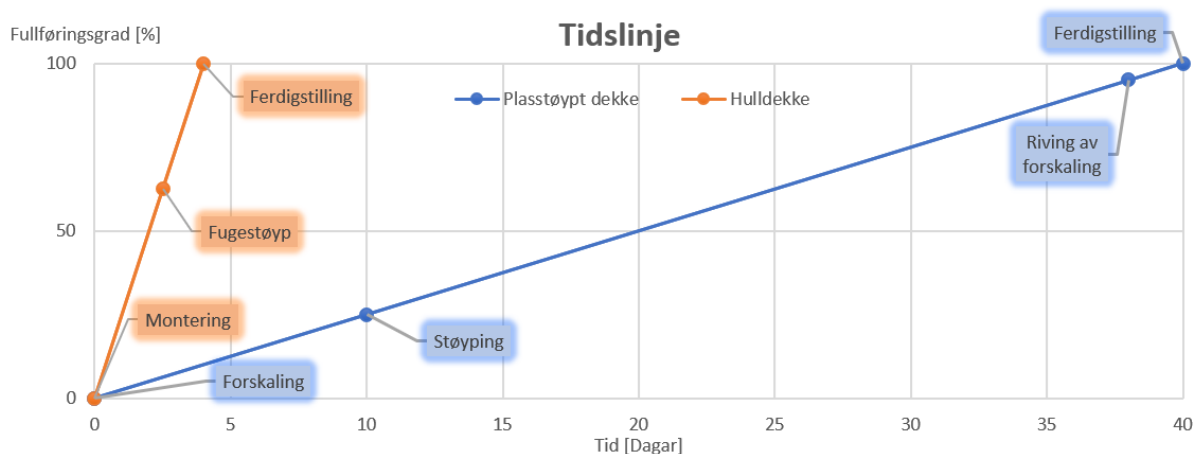
I intervju med Consto Bergen, som hadde relativt lite erfaring med prefabrikkert betong, peika dei på høve for å gjere tilpassingar. Dei frykta det ville ta lang tid å få på plass gjennomføringar fordi ein ikkje kan lage ut sparingar akkurat der ein vil med hulldekke. Consto Sør hadde gode erfaringar med prefabrikkerte element. Dei meinte at hulldekke var den desidert mest effektive måten å byggje på. Ved å bruke hulldekke er det lite forarbeid, monteringa går svært raskt og det er minimalt med ventetid før vidare arbeid kan starte. Ved å nytte seg av denne metoden er det mogleg å gjere store tidssparingar på byggjeplassen. På den andre sida er hulldekke avhengig av ein leverandør. Dette gjer det svært sårbart for feil ved produksjon og levering. Dersom det skulle mangle eit element med spesiell utforming, eller at det har teke skade, så kan dette koste prosjektet dyrt. Det kan gå lang tid før ei erstatning er på plass, og gevinsten av spart tid kan verte vekk.

Consto Nord nytta seg mest av prefabrikkerte element, og meinte at det var den raskaste metoden. Dei brukte eit golvsystem som laga klaring mellom hulldekke og det innvendige golvet. Dette var for å kome innfor dei gitte krava for støy mellom etasjane. Fordelen med dette golvsystemet var at det gav rom for tekniske føringar langs hulldekka. Dei sparte ikkje så mykje tid på montering av element, men dei fekk store innsparingar seinare i prosjektet når dei andre fagområda skal inn med sine komponentar. Felles for alle intervjuar var trua på ei

framtid med auka bruk av prefabrikkerte metodar som hulldekke. Mindre tid i kvart byggjeprojekt og meir komplekse bygg aukar behovet for god planlegging. Dette gjer prosjekteringa meir omfattande, men også meir kompatibel med ei prefabrikkert løysing. Sjå vedlegg 5-7 for intervju med Consto.

4.3.3 Drøfting

Det er mange variablar som påverkar tida på ein byggjeplass. Felles for dei alle er at den tida ein brukar, får ein aldri tilbake. Det er difor viktig å gjere dei rett vala. Kva som er det beste alternativet er ikkje lett å sjå i starten av eit prosjekt, men det er svært enkelt å sjå i etterkant. Sett i heilskap er det vanskeleg å velje om det skal nyttast plasstøypte dekke eller hulldekke, men med tida i fokus er det derimot ikkje så vanskeleg. Figur 13 viser ei tidslinje for byggjetida for dei to ulike metodane. Plasstøyt dekke har ei varigheit på 40 dagar, medan hulldekke har ei varigheit på 4 dagar. Det er 36 dagar i forskjell, altså over ein måned.



Figur 13 – Tidslinje for plasstøyt dekke og hulldekke

Det er viktig å påpeike at vi har hatt moglegheita til å observere og måle tidsbruken for det plasstøypte dekke på Mølleneset. Det gjer at varigheita er heilt reel og vil vere nøyaktig. For hulldekke er det lagt til grunn eit pristilbod, der det har vorte estimert ein forventa lengd på arbeidet basert på tidlegare erfaringar hjå Nobi. Med dette i betraktning, så vil hulldekke vere den mest effektive byggjeforma å nytte, uansett om det skulle vise seg at den reelle arbeidsprosessen skulle ta litt lengre tid.

Det som ikkje vert fanga opp av tidslinja er prosjekteringstida. Den er avhengig av kompleksiteten til bygget. I samtale med RIB blir det sagt at prosjekteringstida normalt sett er kortare for prefabrikkerte konstruksjonar. På Mølleneset er det ein del spesiell geometri og tekniske løysingar som truleg ville gjort berekningane vanskelegare og meir tidkrevjande. Ut over dette er det ikkje noko meir datagrunnlag for arbeidet som skjer før bygginga. Det er dermed vanskeleg å seie noko anna enn at det mest sannsynleg ville teke litt meir tid å prosjektere vårt casestudie med hulldekke.

Ei annan løysing dei har nytta seg av på Mølleneset er kjerneboring av gjennomføringar. Dette er noko som er vanskeleg å gjere på hulldekke. For å få til det må det ligge til grunn ei målsett teikning som viser kvar armeringa ligg, då det er svært kritisk å bore igjennom den. Det kan også lagast hol for gjennomføringar på fabrikk. Då vil det vere behov for meir detaljerte modellar som har oversikt over alle tekniske detaljar. Det vil vere ein tidkrevjande jobb. Plasstøypt dekke tilfører dermed prosjektet meir fleksibilitet for seinare arbeid som vil ha ei betydning for den totale byggjetida.

4.4 Klima

«The Earth is a fine place and worth fighting for. – Ernest Hemingway» (Danics, 2022, s. 123).

Det er ofte utbygger sin intensjon å byggje med lågast mogleg klimagassutslepp og lågast mogleg kostnad. Ein vil altså få mest miljø for pengane. I tillegg har byggjebansjen ei stor innverknad på klimagassutslepp knytt til produksjon og transport av materialar (Førland-Larsen & Bramslev, 2013, s. 9).

Eit av våre fokusområde i ordet lønsemd er miljø. Vi ynskte å samanlikne klimagassutsleppa for dei ulike vala av material og byggjeform. For å få kunnskap om dette har vi drege nytte av EPD-Norge sine brukarretteiingar for korleis ein skal lese, tolke og samanlikne forskjellige EPD-ar. Dei ulike EPD-ane har vi fått ved å ta kontakt med dei aktuelle produsentane.

EPD-Norge sin brukarretteiing for tolking av EPD for betong peiker på ei rekke formalitetar som lyt vere på plass for å kunne nytte dataen. I tillegg seier den noko om korleis ein kan samanlikne eit betongelement med fabrikkbetong. For at ei samanlikning skal vere reell må ein sjå på dei same faktorane. Det å samanlikne ein EPD for fabrikkbetong med ein for hulldekke er ikkje haldbart aleine. Grunnen til dette er at ein deklarerer eining med hulldekke inneheld både betong og armering, medan den for fabrikkbetong berre er betong. Det er då anbefalt å samanlikne desse på konstruksjonsnivå (EPD Norge, u.å., s. 3).

I vår samanlikning drog vi inn ein EPD for det bestemte hulldekke vi hadde. For å få eit likt innhald for den plasstøypte betongen, valde vi å legge saman ein EPD av den gitte betongen samt armeringa som nyttast.

Kvar enkelt EPD gir oss informasjon om ulike fasar av produktet sitt livsløp. Vi har valt å samanlikne den fasen som inneber alt frå produksjon til ferdig levert på byggjeplass, produktfasen. Den fasen er delt opp i A1-A4 som vist i Tabell 3.

A1	Framstilling av råvarer
A2	Transport av råvarer
A3	Tilverking/produksjon
A4	Transport til byggjeplass

Tabell 3 – Inndeling av produktfasen i EPD

Noko av grunnen til at vi ikkje vi har valt å ta med fleire fasar er enkelt og greitt fordi nokon av EPDane ikkje inneheldt fleire fasar. Då har ein ikkje grunnlag for å samanlikne produkta.

Ein EPD inneheld mykje informasjon, men det vi har valt å sette søkjelys på er det globale oppvarmingspotensialet, GWP. Det er ein indikator på kva oppvarmingseffekt ulike drivhusgassar har på atmosfæren samanlikna med effekten av CO₂ (Toldnæs, 2022). Tala i GWP er såleis oppgitt som CO₂ ekvivalentar. Teke i betraktning at dei ulike komponentane er deklartert med forskjellige einingar i sine respektive EPDar, har vi teke utgangspunkt i heile dekke for at tala skal samsvara.

4.4.1 Plasstøyp

I denne betraktninga har vi kombinert EPDar frå to ulike byggjeverar: ferdigbetong B30 og kamstål til bruk i betong. Avstanden frå den aktuelle betongleverandøren til byggjeplassen er 5,5 kilometer. Den deklarte eininga for betong er 1 kubikkmeter. Då vi etterspurde EPD for betong vart denne avstanden lagt inn direkte, slik at vi ikkje behøvde å rekne om utsleppet for 1 kubikkmeter. Ein standard betongbil fraktar 7-8 kubikkmeter betong pr tur. For å få støyp ut vårt dekke krevst det difor mellom 16-19 bilar for å få nok mengde (NOBI, u.å.-a).

Transportutsleppet for det støypte dekke blir summen av transport for betong og armering. Avstanden frå fabrikk til byggjeplass kan her vere ulik då dei kan vere produsert på forskjellige stadar. Vi valde å nytte ein tilfeldig leverandør med omtrent same avstand som betongleverandøren.

Armeringa har ein deklartert eining på 1 kg. EPDen er oppgitt med ein transportavstand på 64 kilometer, med bakgrunn i at det er snittavstanden dei køyrer armeringa ut. Utsleppet for A4-transport er difor dividert med 64 kilometer og multiplisert med 6 kilometer for å få eit

representativt tal (Norsk Stål, 2022).

Etter å ha slått saman EPDane, ser ein at produksjon av betong og armering samla gir eit utslepp på 25,7 tonn CO₂ – eq. Oppsummeringa viser at det på produksjonssida er betongen som utgjer den største parten mellom desse to. Den største delen av utsleppet kjem frå tilverknaden av råvarene til betong. På transportdelen viser det seg at betongen har 265,4 kg CO₂ – eq medan armering ligg på 9,1 kg CO₂ – eq. Dette er truleg grunna at det krevst fleire betongbilar enn det gjer for å frakte armeringa.

Totalt sett i heile fasen har den plasstøypte betongen i dekke eit utslepp på 26 tonn CO₂ – eq.

4.4.2 Hulldekke

I EPDen for hulldekke er den deklarererte eininga 1 kvadratmeter. Det betyr at kvart tal i EPD gjeld pr kvadratmeter. A4 delen som omhandlar transport til byggjeplass er oppgitt med ein standard avstand på 50 kilometer. Etersom at hulldekke er produsert på ein fabrikk på Voss, vert avstanden lengre enn dette, nærare sagt 107 kilometer. For å få reelle utslepp har vi gjort om til utslepp pr kilometer ved å dividere på 50 kilometer. Dette har igjen vorte multiplisert med avstanden mellom fabrikk og byggjeplass. Ved å multiplisere med total antal m² kan ein estimere eit utslepp for transport av element til dekke.

Etter kommunikasjon med salssjef i Nobi har ein fått oppgitt kor mykje element ein får med på ein bil. Med omsyn til at det her er relativt korte spenn og at hulldekka ikkje veg meir enn 370 kg/m², kan ein anta 27 tonn pr lass. Det resulterer i at ein må ha 7 bilar for å få med alt. Elementa vert normalt transportert med lastebil og hengar. Totalt utgjer utsleppet frå transport til byggjeplassen 1 641 kg CO₂ – eq.

I samandraget skil A1 delen seg ut som den største. Det vil seie at det er tilverknaden av råvarene som utgjer mest. Av heilskapen til klimaavtrykket frå hulldekke er A1 delen på heile 85% av det totale utsleppet.

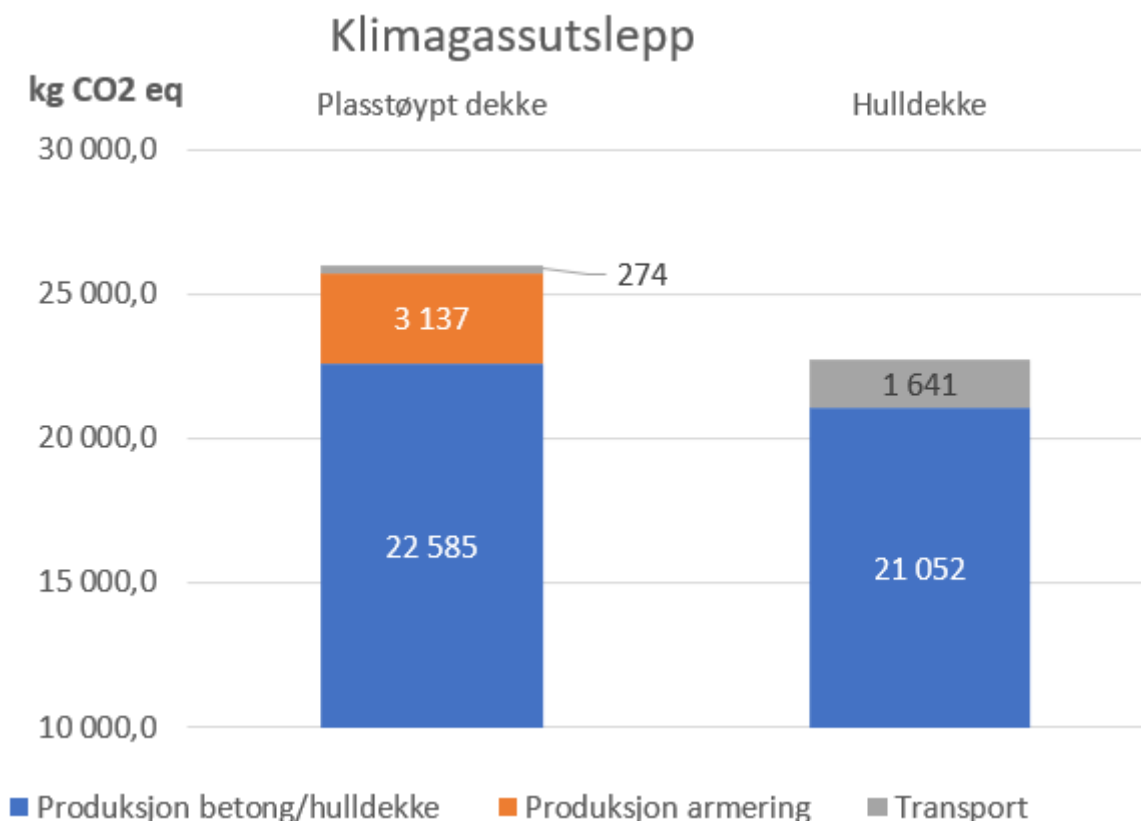
Då vi var på fabrikkbesøk på Voss nemnde Nobi korleis dei arbeidde for å bidra positivt til miljøet. Der kom det fram at dei brukte det dei kalla «miljøbetong» ved produksjonen av hulldekke. Denne betongen er klassifisert som lågkarbon. Vidare såg vi på kva dei gjorde med eventuelle restar som vert danna ved til dømes saging eller øydelegging av element. Desse vart køyrt opp til deira eige sandtak omlag 3 kilometer frå fabrikk. Der vart dei knust ned

og vidare nytta som fyllmasse eller singel. På denne måten utnytta dei mesteparten av det dei produserte. I tillegg kom det fram at dei jobba mot å kunne gjenbruka den knuste massen i produksjon av betong i framtida.

Totalt sett i heile fasen har hulldekke eit utslepp på 22,7 tonn CO₂ – eq.

4.4.3 Drøfting

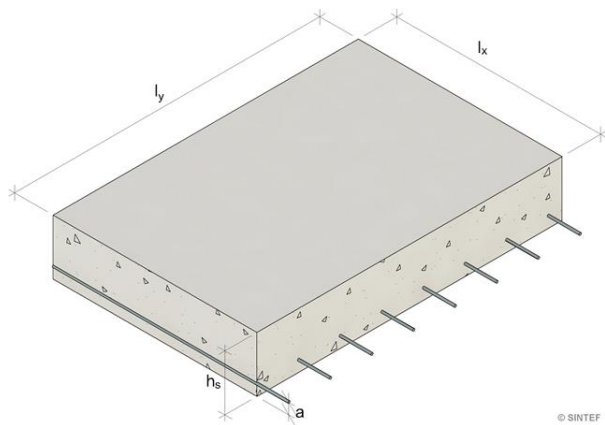
Det er mange faktorar som spelar inn i kor mykje utslepp det er i ei slik samanlikning. I produksjonsfasen ser ein ut av tala at hulldekke har noko mindre utslepp enn det støypte dekke. Dette kan tenkjast å ha med at dei vert produsert på ein fabrikk i ein prosess, og såleis er eit ferdig produkt når det kjem fram. Det støypte dekke består av både armering og betong, som vert produsert på to ulike fabrikkar før det vert samansett på byggeplassen. Likevel ser ein i Figur 14 under at det ikkje er armeringa og transporten av den, som gjer at utslaget nødvendigvis er større. Sjølv om transportavstanden er vesentleg lengre for hulldekke, har det eit mindre utslepp enn betongen aleine. Utslepp knytt til spenntaua som nyttast i hulldekke ligg innbakt i produksjonstala og har ikkje sin eigen post i EPDen.



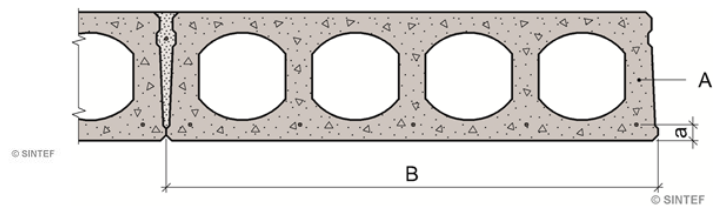
Figur 14 – Oversikt over korleis utsleppa fordeler seg på dei ulike systema

Ein ser i samandraget i vedlegg 3 at forskjellen på utsleppet for dette dekke er omtrent 3300 kg CO₂ – eq. For å setje dette i perspektiv, svarar skilnaden til det same utsleppet som ein passasjer har når den flyr tur-retur Oslo – New York 6 gongar (International Civil Aviation Organization, 2023).

For begge partane er det A1 som er den største delen, og ein ser at skilnaden for betong B30 og hulldekke er på vel 1500 kg CO₂ – eq. Dette kan ha si naturlege forklaring i at det nyttast mindre betong ved utstøyping av hulldekka. Etersom at store deler av tverrsnittet til hulldekka er hule, medan det for betongdekke fyller heile. Tverrsnitta er illustrert i Figur 15 og Figur 16.



Figur 15 – Etasjeskiller av plaststøpt betong. Frå "Brannmotstand for etasjeskillere i tre og betong" av SINTEF Byggforsk, 2020 (<https://www.byggforsk.no/Document/Index/1538/#>).



Figur 16 – Etasjeskiller av hulldekkeelement. Frå "Brannmotstand for etasjeskillere i tre og betong" av SINTEF Byggforsk, 2020 (<https://www.byggforsk.no/Document/Index/1538/#>).

Ein anna fordel i at elementa blir produsert på ein fabrikk er mengdekontroll. Blanderiet og produksjonslinja snakkar tett i forkant av støyping, og dei veit då nøyaktig kor mykje betong som trengs for å lage det aktuelle elementet. På denne måten vert det ikkje noko restbetong på fabrikk. På den andre sida blir det alltid bestilt noko meir betong enn kva som trengs for å støype eit plaststøpt dekke. Grunnen er at ein ikkje kan risikere å ha for lite betong om noko uforutsett skulle skje. Ferdigbetong er eit flytande produkt som størknar kontinuerleg, og det må difor støypast ut i sin heilskap. Likevel må ein påpeike at betongleverandøren har tiltak for utnytte eventuell restbetong. Eit tiltak kan til dømes vere å nytte restbetong til å støype murarprodukt eller legoklossar (Ølen Betong, u.å.).

I denne vurderinga er det som nemnt ikkje teke med anna enn prosessen med å få produkta til byggjeplassen. Det vil seie at ein ikkje tek omsyn til dei utsleppsfaktorane som er ved støyping av dekke og å heise på plass element. Under desse utøvingane vil det krevjast ein pumpebil for betongutlegging, og ein mobilkran for heising av element. Med omsyn til at eit slikt dekke blir støypt på ein dag, kan ein tenkje at dette ikkje utgjør ein stor part. Hulldekka derimot tek det 2,5 dagar å montere. Mobilkranen kan difor sleppe ut noko meir enn det pumpebilen vil. Samstundes må ein påpeika at dette truleg ikkje vil vere utslagsgivande basert på dei tala ein har i transportdelen og at dei er små i forhold til resten.

4.5 Logistikk

«Amateurs talk strategy and professionals talk logistics» (Hugos, 2018, s. 2).

Byggjebransjen involverer fleire ulike aktørar. I samband med dette er det avgjerande med god logistikk for å effektivisere og ha ein god flyt i prosjekta. Omgrepet logistikk inneber å administrere og planleggje korleis varer og material strøymer gjennom ei verksemd («Logistikk», 2023). Innafor byggjebransjen vil logistikk ta for seg planlegging, styring og koordinering av materialar, utstyr og tilsette som er involvert i byggjeprojektet. Dette inkluderer kjøp av råvarer, transport til byggjeplass, avfallshandtering og lagerstyring. Altså det handlar om å forstå heilskapen av verdikjeda (E.Segbø, personleg kommunikasjon, 2023).

Rett logistikk på byggjeplassen vil bidra til å redusera kostnadar, auke produktiviteten og betre lønsemda i ei verksemd. Logistikkplanlegging er òg viktig for å sikre at alt av materiell og utstyr er på rett plass til rett tid.

Byggjeprojekta kan vere komplekse og har som nemnt fleire ulike aktørar. Det kan til dømes vere byggherre, arkitekt, prosjekterande og entreprenørar. For å sikre prosjektet sin effektivitet og flyt, er det avgjerande med tett samarbeid og kommunikasjon mellom dei ulike partane. God kontroll på logistikk bidreg positivt til at prosjektet opprettheld flyt og tidsplan.

4.5.1 Plasstøyp

Det å støype dekke er ei samansett oppgåve. Prosessen krev nøye planlegging og koordinering både før og under utføring. Vidare nemner vi ulike moment som krev dette.

Både forskaling og armering er arbeidsoperasjonar som skjer parallelt, men då gjerne på ulike stadar. I intervjuet var det fleire som nemnde at dei gjerne batt saman armering som dei seinare heisa heil på plass. Når dei gjer dette kan dei halde fleire tilsette i arbeid samstundes. Ved oppsetjing av eit bygg er det optimalt at armeringa vert levert i bolkar, til dømes ein etasje om gongen.

Under støyping må også betongbilar koordinerast. Til dømes i det dekke vi har sett på er det 16-19 betongbilar som skal inn og ut av byggjeplassen. Det er då viktig at alle fasane har den rette framgangen sånn at betongbilane ikkje står og ventar for lenge. I tillegg er betongen eit ferskt produkt som herdar, noko som gjer at det lite rom for feil i utføringa ved støyping.

I arbeidet med å lage eit plasstøypt dekke lyt ein ha ein viss lagringsplass. Det gjeld for både armering og forskaling med støtter. Dette er tungt utstyr, noko som krev eit lyftereiskap for å handtere. Det er difor vanleg å ha ein tårnkran på byggjeplassen. Den er vanlegvis plassert der gjennom heile byggjetida i alle fasar, ikkje berre betong. I forkant av eit byggjeprojekt inngår planlegging av kvar ein slik installasjon skal stå. Ein ser altså på kva som gir best logistikk for heile prosjektet. I intervjuet med Consto Sør nemnde dei eit døme der dette var komplisert. Der måtte dei setje opp ein spesialbygd kran med fire bein midt i gata, slik at trafikken kunne gå som normalt under. Dette er tilfelle der byggjeplassen er nært eit sentrum og har liten plass. I alle intervjua kom det fram at byggjeplassane ofte vart mindre og mindre, spesielt sentrumsnært.

4.5.2 Hulldekke

I samband med bruk av hulldekke er det fleire faktorar som gjer at det er avhengig av skikkeleg logistikk. Som vi såg i ordskya frå intervjua vert logistikk trekt fram som ei ulempe med hulldekke.

Som entreprenør er eit alternativ å setje vekk arbeidet med montering av hulldekke til dei som leverer. Då er det viktig med eit godt samspel mellom entreprenør og leverandør. Uventa situasjonar kan oppstå sjølv med god planlegging og begge partar lyt vere fleksible såleis. For hulldekkearbeid er ein avhengig av å få produsert dei rette elementa i tide. Leveransen til byggjeplassen kan verte påverka av vêr- og trafikkforhold. Eit anna punkt som må planleggjast er at sjølv moneringsarbeidet vil påverke kvar det er mogleg for andre å arbeide på byggjeplassen (Betongelementforeningen, 2020, s. 49).

I intervjuet med Consto Nord vart logistikk i samband med leveranse påpeika. Det er jo kjent at det kan vere eit tøffare vinterhalvår i Nord-Noreg, noko som påverka trafikkforholdet. I tillegg til at leveransen kan verte forseinka, kan i verste fall eit vogntog skli av vegen og skade elementa.

I betongelementboka kjem det fram at ved lengre transport kan båt eller tog vere aktuelle transportmiddel. Det krev ofte at elementa må handterast minst to gonger for omlasting (Betongelementforeningen, 2020, s. 52). Etter fabrikkbesøk på Nobi lærte vi at kvar handtering av element er ein kritisk operasjon, då dei kan verte skada. Dette underbyggjer viktigheita med planlegging av transport og montering.

Vidare kjem det fram i intervjuet med Consto Bergen at dei erfara at ein helst ikkje bør lagre elementa på byggjeplassen. Det ideelle er å få dei levert og heist på plass i same vending. Ein av grunnane til dette er den tidlegare nemnde ofte avgrensa størrelsen på byggjeplassen. Dei seier også at leverandørane vanlegvis er svært rutinerte på dette.

For at monteringa skal gå smertefritt er ein avhengig av at hulldekka er lagt opp i rett rekkefølge på bilen slik at ein slepp å leite etter rett element. Ein måte å løyse dette på er til dømes å laste elementa i motsett rekkefølge av korleis dei skal monterast (Betongelementforeningen, 2020, s. 71). I intervju 1 kjem dette også fram som eit døme på «stor logistikk planlegging» i forkant av slikt arbeid.

Ved montering av hulldekke er det verdt å nemne at det skal inn ein mobilkran på byggjeplassen i tillegg til bilen som fraktar elementa. Dette krev sin plass. Ein mobilkran krev som ein tommelfinger regel ein oppstillingsplass på ti gonger ti meter. Fraktbilen har ei lengde på 20 meter (Betongelementforeningen, 2020, s. 54 og 70).

4.5.3 Drøfting

Av resultatata ser vi at begge arbeida krev ein form for logistikk. På det plasstøypte dekke ser ein at entreprenøren må planleggje kvar dei skal setje inn ressursane sine under FAS. I tillegg krev sjølve støytinga ein logistikkplanlegging både for mengde og betongbilar inn og ut. På den andre sida krev hulldekka samla ei større planlegging frå to partar, både entreprenør og leverandør. Intervjua viser klart at samspel er svært viktig. Det å få rett element til rett tid er nøkkelen til å lykkast med denne byggjeforma. I bygg- og anleggsnæringa nyttast ofte omgrepet just in time om akkurat dette. «Just in time» er eit uttrykk som basere seg på ein filosofi om å effektivisere produksjon, ved at nettopp varer, tenester og aktivitetar koordinerast slik at dei kjem på rett plass til rett tid («Just in time (JIT)», 2017).

Ut av dette kan vi seie at prefabrikkerte elementa krev meir planlegging i forkant av oppstart. Samstundes betyr det ikkje at plasstøypt er rett fram. I intervjuet med Consto Sør påpeikast det at logistikk må planleggast tidleg. Dette gjeld i forkant av val av byggjeform. Det kjem fram at før prosjektering ser ein på kva ein kan byggje, kva material og kva riggforhold ein har. Ut frå dette kan ein planlegge kva logistikk ein skal legge til grunn. Ettersom at frakt av hulldekke krev ein lengre bil enn betongbil, må ein heile tida vurdere kva plass ein har. Til dømes krev hulldekka kanskje noko større oppstillingsplass, men færre koordineringar med

bilar inn og ut, kontra plasstøpt dekke. I intervjuet med Consto Bergen påpeikast det at akkurat denne koordineringa i praksis gjerne ikkje er så forskjellig. Dette grunna at om ein får til å koordinere betongbilar under støyping, klarer ein også å handtere ein bil med element og mobilkran.

4.6 HMS

«It is the danger which is least expected that soonest comes to us. – Voltaire» (*Edge-tools of Speech*, 1886, s. 93).

HMS er ei forkorting for helse, miljø og sikkerheit. Helse omhandlar det å førebyggje dei negative verknadane av å arbeide, til dømes skade og sjukdom. Under helse kjem òg det å jobbe for å fremje fordelane av å arbeide, til dømes psykisk, fysisk og sosialt velvære. Miljø tek for seg det ytre miljøet. Det vil seie å ta ansvar for omgivnadane rundt seg. Dette ved eksempelvis god forvaltning av ressursar, redusere avfall og jobbe imot forureining frå verksemda til luft, vatn og jord. Sikkerheit omfattar å førebyggje mot skadar på materiell og menneskjer (Botnmark, 2021, s. 24–25).

Bygg- og anleggsbransjen er ein skade- og ulykkesutsatt bransje. Det er 5,2 rapporterte arbeidsulykker pr 1000 tilsette i byggje- og anleggsverksemd. Til samanlikning så har alle næringar eit gjennomsnitt på 3,8 rapporterte arbeidsulykker. I 2021 var det totalt 39 arbeidsulykker med dødeleg utfall, der 10 av desse var i bygg- og anleggsnæringa (Statistisk sentralbyrå, 2022). Difor er det spesielt viktig med gode HMS-rutinar.

For å sikre god HMS i bygg- og anleggsbransjen nyttast det fleire praktiske metodar. Mellom anna risikovurdering, god opplæring, vernerundar og bruk av verneutstyr. Medan HMS-prosedyrar ofte varierer frå verksemd til verksemd, er det nokon generelle HMS-reglar som alle må forholde seg til (Arbeidstilsynet, u.å.-c).

Byggherreforskrifta skildrar pliktene byggherren må følgje for å sike at HMS blir ivaretatt. Byggherren må utarbeide ein plan for sikkerheit, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan). Det er viktig at SHA-planen er utforma for det bestemte bygget eller anleggsarbeidet (Arbeidstilsynet, u.å.-c). Det er også krav i byggherreforskrifta om at planlagt arbeid skal dokumenterast godt ved hjelp av ein HMS-plan (Byggherreforskriften, 2009).

Risikovurdering som sikker-jobb-analyse (SJA) og risiko- og sårbarheitsanalyse (ROS) er døme på metodar som er viktige for å minske risikoen på byggjeplass (Beggerud, 2016, s. 104). Det er også viktig å heile tida satsa vidare på god opplæring og kompetanseutvikling. Dette bidreg til at verksemda saman kan utføre arbeidet på ein sikker og effektiv måte.

4.6.1 Plasstøyp

Betongarbeid er ein stor del av byggjeprosessen og involverer mykje folk. Arbeidet er variert og inneber bruk av forskjellig utstyr. Det blir brukt verktøy som hammar, tang og større utsyr som kranar og transportband (Brørs, 2019c). Dette arbeidet er fysisk krevjande og kan vere farleg dersom tryggingstiltak ikkje fylgjast nøye. Det er difor viktig å ha gode HMS-protokollar for å hindre at arbeidarane skadar seg.

Mykje av utstyret som blir brukt i samband med støyp og anna betongarbeid er tungt. Det tyngste løftast med kraner, men mindre utstyr må flyttast manuelt av arbeidarane sjølv. Då er det viktig med god løfteteknikk. Gjentakande bruk av dårleg løfteteknikk kan føre til belastning- og slitasjeskader (Arbeidstilsynet, u.å.-b).

Ved arbeid med betong, må ein vere merksame på moglege helsefarar. Når sementen reagerer med vatn vert det danna ei sterk basisk løysing (Arbeidstilsynet, u.å.-a). Dersom ein pustar inn betongstøv kan det forårsake irritasjon og i verste fall betennelse i luftvegane. Får betongen kontakt med huda kan det føre til irritasjon, eksem eller etseskadar. Mykje kontakt med våt sement kan også føre til at ein blir allergisk mot krom som nyttast i betong. Når betongen har herda er ofte overflata ru og skarp. Dette aukar sjansen for sår om ein ikkje nyttar hanskar ved arbeid med betong (Brørs, 2019c).

Eit anna viktig moment i HMS er som nemnt avfallshandtering. Det kjem fram i alle intervjua at arbeid med plasstøyp betong genererer ein del avfall. Ettersom at forskalinga må tilpassast dei gitte teikningane i eit prosjekt, må den ofte kappast. Det er her den største delen av avfallet kjem frå. I tillegg føl det også med armeringskapp.

4.6.2 Hulldekke

Prefabrikkerte element byr på ein del andre utfordringar enn plasstøyp betong grunna vekt og størrelse. Det er hyppig bruk av kran og mykje av arbeidet blir utført i høgda. Difor blir HMS-tiltak som fallsikringssele, sikringstau og rekkverk brukt i samband med montering av prefabrikkerte element.

Arbeidstilsynet publiserte i 2020 ein rapport som tok for seg ulykker i bygg- og anleggsbransjen. Eit av kapitla omhandlar ei analyse av ulykker med prefabrikkerte element. Analysen er basert på ulykker som er registrert i arbeidstilsynet sine register i perioden 2015

til 2020. I dei ulykkene prefabrikkerte element var inkludert, samt det er var nok informasjon til å kunne analysere dei, enda utvalet av rapporten på 21 ulykker. Utvalet viste at berre tre av tilfella vart vurdert til å ikkje vere moglege dødsulykker. Fire av ulykkene var sikre dødsulykker, medan dei resterande var potensielle dødsulykker (Mostue et al., 2020, s. 45). Som referanse får arbeidstilsynet varsel om rundt 2300 ulykker årleg, der 600 er ulykker knytt til bygge- og anleggsverksemd (Mostue et al., 2020, s. 22).

Utfordringa med at elementa er store og har høg vekt gjer at avvik og ulykker ofte får alvorlege konsekvensar. I Intervju med Consto Bergen påpeikar dei at det er meir tunge løft som kan framstå ubehagelege. Frå rapporten ser vi at ei av dei vanlegaste årsakene til ulykker er at ein mistar kontrollen på elementa. Døme kan vere ei uventa eller uynskt rørsle, ein velt eller at elementa brotna saman og fell ned. Dette skjer truleg fordi elementa var dårleg festa og sikra (Mostue et al., 2020, s. 49).

Eit anna gjentakande avvik på byggeplass var at arbeidarar oppheld seg i faresona. I elleve av ulykkene var det arbeidarar i faresona som vart skada. Rapporten viser til at ulykkene skjedde når arbeidarane flytta element manuelt medan dei hang i ein kran, til dømes ved lossing og montering. Fleire av ulykkene som oppstod var i samband med at arbeidet ikkje vart utført i etter planen. Døme på dette kan vere fordi det ikkje var plass til å flytte elementa, at elementa vart midlertidig lagra ein anna plass eller at dei sette seg fast (Mostue et al., 2020, s. 47).

Gjennom intervju kom det fram at bransjen meiner det er mindre avfall ved bruk av prefabrikkerte element. På elementfabrikken på Voss produserast hulldekke i eigne støypebaner. Betongen har då ein fastheit som gjer at ein ikkje treng forskaling. Støyping på fabrikk er kontrollert, som vil seie at det ikkje brukast meir spennarmering enn det som er naudsynt for å spenne dei opp. Restane av spennarmeringen som blir brukt, blir levert til gjenvinning.

4.6.3 Drøfting

Før ein vel byggemetode bør ein vurdere risikoane knytt til HMS. Ein ser at ulike feil ved montering og sikring av prefabrikkerte element gir risiko for alvorlege ulykker og i verste fall død. Dei mest vanlege skadane ved plasstøyt dekke er ulike slitasjeskadar på arbeidarane grunna tungt manuelt arbeid. Likevel må ein nemne at oppsetting av dekke, kan medføre arbeid i høgda, noko som utgjer ein risiko. Det er vanskeleg å skilje betongarbeid frå anna

arbeid i høgda. Dette kan tenkjast å vere grunnen til at ein ikkje har like konkrete tal på alvorlege skadar i samband med plasstøyppt dekke. Begge risikoane kan reduserast ved å fylgje HMS-prosedyrane.

Ein ser at helseproblem som ofte inntreff under støyting av dekke er allergiske reaksjonar, kutt eller hudirritasjon. Likevel er det viktig å nemne at ein vil ha den same problemstillinga på elementfabrikken. Begge partane må arbeide med betong og stål, men det kan tenkjast å vere større eksponering ved oppsetting av dekke enn det er på elementproduksjon. Dette kjem av at det er meir armering i plasstøyppt dekke.

Etter fabrikkbesøk på Voss kom det fram at det generelt er lite skadar under produksjon av hulldekke. Dette kjem av at det er kontrollerte og kjente produksjonsprosessar. Ein typisk skade som vart nemnt var til dømes overtråkk ved at ein arbeidar trødde på ein betongklump. Denne typen skade kan likevel tenkjast å oppstå ved arbeid med eit plasstøyppt dekke.

Som vi ser i ordskyene vert mengda avfall trekt fram som ein fordel på hulldekke, medan det er ei ulempe for plasstøyppt. Det at ein nyttar så fast betong at ein slepp forskaling ved produksjon av hulldekke, gjer at ein her sparar inn mykje avfall. Likevel må ein få fram at det er ein vesentleg større mengde betongkapp frå produksjon, enn det er for plasstøyppt dekke. Handtering av dette omtalast i kapittel [4.4.2](#) om klima. Om ein ser på avfall på byggeplassen, ser ein at plasstøyppt dekke produserer meir. Med omsyn til at hulldekka er ferdig laga når dei vert levert, får ein mindre avfall på byggeplassen. I intervju med Consto Sør blir det nemnt at strø frå transport av element, utgjer litt tre-avfall. Samstundes blir dette lagt opp og handtert fortløpande under montering.

5 Konklusjon

Industrialisering har vorte ein viktig nøkkel for å kunne effektivisere arbeidet på byggjeplassen. I ei tid der arbeidet skal gå raskt, og alle skal tene mest mogleg, er det naudsynt å velje den mest gunstig byggjeforma. Gjennom intervju, synfaringar og kalkulasjonar tilknytt prosjekt Mølleneset, har vi undersøkt forskjellen på å produsere eit dekke på ein byggjeplass og ein fabrikk. Oppgåva er vurdert i lys av problemstillinga:

Er det meir lønsamt å nytte prefabrikkerte hulldekke kontra plasstøpt dekke?

Det at Consto Bergen var i byrjinga av gjennomføringsfasen på Mølleneset, gav oss gode føresetnadar for innhenting av data frå dei ulike arbeidsprosessane med plasstøpt dekke. Vi kunne hente ut tal og mengder fortløpande, i tillegg til at vi hadde tilgang til rekneskapan deira for resterande utgifter. For å få representative tal for prefabrikkerte hulldekke tok vi kontakt med Nobi, som allereie var leverandør til Consto. Frå kalkulasjonsavdelinga hjå Nobi fekk vi eit tilbod på lik linje med kva dei ville gjort for ein reell kunde. Dei viktigaste resultatane frå studien er summert i Tabell 4.

	Plasstøpt dekke	Hulldekke
Kostnad	Pris/m ² : 1 255 NOK	Pris/m ² : 1 237 NOK
Tid	40 dagar på byggjeplass	4 dagar på byggjeplass
Klima	26 tonn CO ₂ -eq	22,7 tonn CO ₂ -eq
Logistikk	Plan for FAS og resursbruk	Planlegging og transport
HMS	Dårleg ergonomi	Klemfare

Tabell 4 – Oppsummering av resultatane

Tabell 4 listar opp dei viktigaste haldepunkta for vurderingskriteria i denne oppgåva. For tydeleggjere innhaldet i tabellen har vi laga ein figur der vi har vektlagt dei ulike kriteria for plasstøpt dekke og hulldekke med bra, middels eller dårleg. Vurderinga i Figur 17 er gjort ut ifrå kva som er mest lønsamt for prosjektet. Den vert presentert til slutt i dette kapittelet.

I kostnadssamanlikninga ser vi at kvadratmeterprisen for dei ulike byggjeformene er nesten identiske, med ein forskjell på berre 1,4 prosent. Ein så liten skilnad kan ikkje vektleggast åleine i ein konklusjon. Tek ein omsyn til kostnadar knytt til usikkerheit og prisregulering i marknaden, vil forskjellen vere ubetydeleg. Med dette i betraktning må vi sjå på andre moment som til dømes risikofaktorar, for å undersøke kva byggjemetode som er mest lønsam. Det kjem fram av resultata at hulldekke ber ein høgare grad av risiko. Både då dei er konjunkturavhengig, og at det vert kostbart å gjere større endringar i byggjefasen, sidan elementa må både lagast og transporterast. Skadar frå frakt og fleire handteringar kan òg bidra til ein meirkostnad. Derimot kan tidleg og grundig planlegging redusere risiko og fare for feil. Basert på dei økonomiske kostnadane kan vi ikkje med sikkerheit fastslå om plasstøypet dekke er meir lønsamt enn hulldekke eller motsett.

Tida på byggjeplassen er avhengig av svært mange faktorar, alt frå dei små vala i kvardagen til dei store avgjerslene i prosjektet. Det kan vere vanskeleg å sjå for seg den beste løysinga i starten av eit prosjekt, men det er ganske enkelt å vere etterpåklok. Gjennom intervju viser det seg at mange av vala ofte er basert på tidlegare erfaring. Verksemda har som regel god erfaring med den løysinga dei vel, framfor å sette seg inn i ein alternativ måte som kan vere like så god eller betre.

Viss vi ser på tidsaspektet rundt valet mellom plasstøypet dekke og hulldekke er der ein av dei som skil seg tydeleg ut. Ved å nytte hulldekke kan ein spare 36 dagar med arbeid på byggjeplassen. Det vil seie ein månad mindre med løn til funksjonærar, driftskostnadar og renter på eventuelle byggjelån. Ein annan stor fordel dette medfører er at etter fire dagar med montering og fugestøyp, er dekke heilt ferdig og innvendig arbeid kan byrje. Ulempene er at det krev meir forarbeid med planlegging og prosjektering, i tillegg til at det er mindre fleksibelt for tilpassingar i ettertid. Med omsyn til dette vil hulldekke vere den desidert beste byggjeforma for utnyttinga av tida.

Sett i lys av klimaavtrykk ser ein at det vil vere ein fordel å nytte hulldekke. Sjølv med ein vesentleg lengre transport frigjev denne byggjeforma mindre CO₂-eq enn det plasstøypete dekke. Ettersom tilverknaden av råvarene i betong utgjer største delen av utsleppa for begge partar, peikar fordelene mot hulldekke, då tverrsnittet tillèt mindre bruk av betong.

Logistikk viser seg å vere ein viktig faktor i valet mellom plasstøypet- og prefabrikkert dekke. Fellestrekk for begge byggjeformene er at planlegginga må skje i god tid for å ha best mogleg

kontroll. Utfordringa med bruk av prefabrikkerte er at ein involverer ein ekstern part. Då er samspelet mellom entreprenør og leverandør avgjerande for å få til eit velfungerande prosjekt. Såleis krev det lengre og meir spesifikk planlegging ved bruk av hulldekke enn plasstøypet dekke. Det viser seg spesielt der utforminga på dekke krev mange tilpassingar på vinklar og liknande. Det bidreg til at ein må planlegge nøye rekkefølga på elementa. Eit anna moment er at montering av hulldekke krev større oppstillingsplass, og dersom dei må lagrast krev dei mykje plass. Derimot så kjem det fram av intervjua at koordinering ofte ikkje er så forskjellig i praksis for begge metodane. På det plasstøypete dekke er det største logistikkarbeidet fordeling av ressursar samt leveranse av armering. Samla kan vi fastslå at hulldekke vil krevje meir arbeid med logistikk, og at det her er fordel med plasstøypet dekke.

I HMS-arbeidet viser det seg å vere både fordeler og ulemper ved begge byggeformene. Når det gjelder dei tilsette si sikkerheit, kjem det tydeleg fram at det er høgare risiko for alvorlege skader med hulldekke. Dette skuldast hovudsakleg elementa sin storleik og vekt. Ulykkene som er direkte knytt til plasstøypet dekke går mest på slitasjeskadar, allergiske reaksjonar samt irritasjonar i både hals og på hud. På den andre sida ser vi fleire av dei same ulykkene på elementfabrikken.

Når det gjeld avfallshandtering, vil det for byggeplassen sin del vere en fordel å bruke hulldekke. Sidan elementa vert produsert på fabrikk, er det ikkje naudsynt å bruke forskaling. Ulempa med elementproduksjon er at det vert betongkapp, det vil ein ikkje få ved bruk plasstøypet dekke. Likevel kan det tenkast å vere lettare å handtere avfallet på ein fabrikk og seinare resirkulere det. Det kjem fram at det er meir arbeid knytt til HMS for hulldekke fordi konsekvensane er så alvorlege når dei først inntreff. Med dette kan vi konkludere med at plasstøypet er det mest gunstige med omsyn til HMS.

	Plasstøypet dekke			Hulldekke		
Kostnad		■			■	
Tid	■					■
Klima		■			■	
HMS		■			■	
Logistikk		■		■		

Bra	■
Middels	■
Dårleg	■

Figur 17 – Vekting av plasstøypet- og prefabrikkert dekke

Etter ei samla vurdering kjem vi fram til at valet mellom prefabrikkert og plasstøypt dekke er avhengig av kvart enkelt prosjekt. Med bakgrunn i kriteria vi har vurdert, vil prefabrikkerte hulldekke vere det mest lønsame valet med tanke på kor mykje tid som vert spart. Ein viktig føresetnad for å lykkast med bruk prefabrikkert er tidleg planlegging.

Derimot er vurderingskriterier som dekke sin styrke og lyd kvalitet ikkje vurdert. Ut frå intervju kjem det fram at desse ville verte betre for eit plasstøypt dekke. Spesielt samanbinding og prosjektering av knutepunkt er vesentleg enklare når alt vert støypt i eitt. Om ein må auke høgda på etasjeskilje for å innfri lydkrav med bruk av hulldekke, vil plasstøypt dekke vere eit betre alternativ. Dette vil vere mest aktuelt på bustadbygg, medan det for næringsbygg er andre krav til lyd og arealdisponering. Hulldekke tillèt større spennvidde og ein står dermed friare i innvendig arealbruk. Sidan næringsbygg ofte har ein enklare utforming vil det difor vere betre å nytte hulldekke.

6 Vidare arbeid

Denne oppgåva har samanlikna val av byggjeform på dekke med gitte forutsetningar. Som nemnt er det sjeldan at eit prosjekt er heilt likt eit anna. Det er difor fleire moglege synsvinklar for å sjå på den same problemstillinga.

Det ideelle i ei samanlikning vil vere å ha mest mogleg informasjon og data for å samanlikne. Ved å trekkje inn fleire prosjekt med andre lokasjonar og geometriar vil det potensielt underbyggje eller utfordre konklusjonen. Eit alternativ er å sjå på eit bygg der hulldekke vert nytta og vurdere korleis det hadde kome ut med plasstøypt dekke. Å gå djupare inn i dei halvfabrikkerte byggjeformene plattendekke og bubbledeck, vil òg vere ei interessant vinkling for å utvide samanlikninga.

Eit anna forslag til vidare arbeid vil vere å byggje på det som har vorte sett på i denne oppgåva med nye faktorar. Faktorane kan til dømes vere akustikkforhold, styrkeberekningar og etterarbeid av dekke.

Ei vurdering av andre bygningsdelar er også noko som vil vere nyttig. Dette kan til dømes vere å samanlikne plasstøypte veggjar med prefabrikkerte veggelement. Ved å legge dette til vår studie kan det moglegvis endre korleis ein sett opp byggjeprojekt i dag.

7 Referansar

- Arbeidstilsynet. (u.å.-a). *Arbeid med sement, fersk mørtel og betong*. Henta 29. mars 2023 frå <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/arbeid-med-sement-fersk-mortel-og-betong/>
- Arbeidstilsynet. (u.å.-b). *Ergonomi*. Henta 29. mars 2023 frå <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/>
- Arbeidstilsynet. (u.å.-c). *HMS i bygg og anlegg*. Henta 24. mars 2023 frå <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/hms-i-bygg-og-anlegg/>
- Befring, E. (2007). *Forskingemetode med etikk og statistikk* (2. utg.). Det Norske Samlaget.
- Beggerud, R. (2016). *HMS: Teori og praksis* (5. utg.). Fagbokforlaget.
- Berg, T. F. (2005). *Industrialisering som mulig vei for reduksjon av byggekostnader*. Norges Byggeforskningsinstitutt. <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/krd/red/2004/0074/ddd/pdfv/252503-industrialisering-bku-2.pdf>
- Betongelementforeningen. (2020). *Betongelementboken: Bind G Transport og montasje* (2. utg.). Betongelementforeningen. <https://betongelementboka.betong.no/betongapp/BookG.asp?isSearch=0&liID=Forord&DocumentId=BindG/Forord.pdf&BookId=G>
- Bjørnstad, L. (2016, 8. desember). *Kan vi bruke betong med god klimasamvittighet?* <https://forskning.no/bygningsmaterialer-klimatek/kan-vi-bruke-betong-med-god-klimatek/379248>
- Botnmark, K. M. (2021). *HMS-boka* (2. utg.). Fagbokforlaget.
- Brinkmann, S. (2014). Unstructured and semi-structured interviewing. I P. Leavy (Red.), *The Oxford handbook of qualitative research* (s. 277–289). Oxford University Press.
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2015). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (3. utg.). Sage.
- Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (2020). *Kvalitative metoder: En grundbog* (3. utg.). Hans Reitzel.
- Brinkmann, T., Köhler, S., Boeth, A. & Metzger, L. (2018). *Environmental product declarations* (8). https://www.epd-norge.no/getfile.php/139851-1548770295/Dokumenter/2019%20Studie8-Band1_EPD%20Benefits%2C%20Expectations%20and%20Fulfilments.pdf
- Brottveit, G. (2018a). Den kvalitative forskningsprosessen og kvalitative forskningsmetoder. I G. Brottveit (Red.), *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder: Om å arbeide forskningsrelatert*. Gyldendal Akademisk.

- Brottveit, G. (2018b). Om forskningsdesign. I G. Brottveit (Red.), *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder: Om å arbeide forskningsrelatert* (s. 62–74). Gyldendal Akademisk.
- Brækhus, S. (2021, 23. august). Byggelån. I *Store norske leksikon*.
<https://snl.no/byggel%C3%A5n>
- Brørs, K. (2019a, 8. januar). *Armering*. NDLA. <https://ndla.no/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:1:eaf487bb-a2ad-4725-8e57-fd709dd4cade/topic:2:158640/resource:1:141146>
- Brørs, K. (2019b, 8. januar). *Hva er betong?* NDLA. <https://ndla.no/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:1:eaf487bb-a2ad-4725-8e57-fd709dd4cade/topic:2:158640/resource:1:142929>
- Brørs, K. (2019c, 9. januar). *HMS for betongarbeideren*. NDLA.
<https://ndla.no/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:1:eaf487bb-a2ad-4725-8e57-fd709dd4cade/topic:2:158640/resource:1:160304>
- Bygg21. (2019). *Industrialisering av byggeprosjekter*.
<https://dibk.no/globalassets/bygg21/industrialisering-av-byggeprosjekter.pdf>
- Byggherreforskriften. (2009). *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge eller anleggsplasser* (FOR-2009-08-03-1028). Lovdata. <https://lovdata.no/forskrift/2009-08-03-1028>
- Byggstart. (u.å.). *Støpe såle: En komplett guide (pris, regler, tips)*. Henta 21. januar 2023 frå <https://www.byggstart.no/guide/stope-sale>
- Consto. (u.å.-a). *Consto: Consto Bergen*. Henta 18. januar 2023 frå <https://consto.no/selskaper/consto-bergen-as/>
- Consto. (u.å.-b). *Consto: Fakta om Consto*. Henta 18. januar 2023 frå <https://consto.no/om-oss/fakta-om-consto/>
- Dahlum, S. (2021, 9. mars). Validitet. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/validitet>
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving* (7. utg.). Gyldendal.
- Danics, P. R. (2022). *UPSC quotes handbook*. Prabhat Prakashan.
- Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag. (2019, 23. mai). *Veiledning for forskningsetisk og vitenskapelig vurdering av kvalitative forskningsprosjekt innen medisin og helsefag*. Forskningsetikk.
<https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/med-helse/vurdering-av-kvalitative-forskningsprosjekt-innen-medisin-og-helsefag/>
- Edge-tools of Speech*. (1886). Ticknor and Company.
- EPD Norge. (u.å.). *Bruksanvisning for EPD - betongelementer og fabrikkbetong*. Henta 17.

- mars 2023 frå <https://www.epd-norge.no/getfile.php/136567-1470750683/Dokumenter/Bruksanvisninger%20tolke%20EPDer/Bruksanvisning%20for%20EPD%20-%20betongelementer%20og%20fabrikkbetong.pdf>
- EPD Norge. (2015, 15. april). *Hva er en EPD?*. <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/>
- EPD Norge. (2016a, 15. april). *PCR på høring*. <https://www.epd-norge.no/pcr-pa-horing/category312.html>
- EPD Norge. (2016b, 15. april). *PCR på høring*. <https://www.epd-norge.no/pcr-pa-horing/category312.html>
- Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon* (2. utg.). Fagbokforlaget.
- Finstad, F. B. (2022, 6. oktober). Dagmulkt. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/dagmulkt>
- Flyvbjerg, B. (2020). Kvalitative metoder: En grundbog. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (Red.), *Fem misforståelser om casestudiet* (3. utg., s. 621–657). Hans Reitzel.
- Fontana, A. & Prokos, A. H. (2016). *The interview: From formal to postmodern*. Routledge.
- Forsberg, C. & Wengström, Y. (2015). *Att göra systematiska litteraturstudier: Värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning* (4. utg.). Natur & kultur.
- Franklin, B. (1820). *Advice to a Young Tradesman*. <https://books.google.no/books?id=1P1eAAAACAAJ>
- Franklin, B. (1835). *The Works of Benjamin Franklin*. Campe. <https://books.google.no/books?id=u6dQO80rgrsC>
- Førland-Larsen, A. & Bramslev, K. T. (2013). *Nullutslippsbygg—Er det mulig? Tekniske og økonomiske perspektiver fra utbyggers ståsted*. Grønn Byggallianse. <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Nullutslippsbygg-Veileder.pdf>
- Gibbs, G. (2018). *Analyzing qualitative data* (2. utg.). SAGE Publications.
- Gisle, J. (2023, 22. januar). Funksjonær. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/funksjon%C3%A6r>
- Grønn Byggallianse. (2022). *Strategi*. <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2022/03/Gronn-Byggallianses-strategi.pdf>
- Gunnarsjaa, A. (2021a, 7. november). in situ—Byggeteknikk. I *Store norske leksikon*. http://snl.no/in_situ_-_byggeteknikk
- Gunnarsjaa, A. (2021b, 23. november). Tilslag. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/tilslag>
- Gårseth-Nesbakk, L. (2020, 31. desember). Bedrift. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/bedrift>

- Hellevik, O. (2002). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap* (7. utg.). Universitetsforlaget.
- Hugos, M. H. (2018). *Essentials of supply chain management* (4. utg.). Wiley.
<https://books.google.no/books?id=bvNKDwAAQBAJ>
- Hulldekke-element. (2019, 16. juli). I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/hulldekke-element>
- International Civil Aviation Organization. (2023). *ICAO Carbon Emissions Calculator*.
<https://applications.icao.int/icec/Home/Index>
- Just in time (JIT). (2017, 8. september). I *Byggordboka*.
<https://www.byggordboka.no/artikkel/les/just-in-time-jit>
- Konjunktur. (2023, 13. mars). I *Det Norske Akademiske ordbok*.
<https://naob.no/ordbok/konjunktur>
- Kontrollrådet. (2022, 28. september). *Etterbehandling av betong – dette gjøres etter støping*.
<https://kontrollbetong.no/aktuelt/artikler/etterbehandling-av-betong-dette-gjores-etter-stoping/>
- Krumsvik, R. J. (2014). *Forskningsdesign og kvalitativ metode: Ei innføring*. Fagbokforlaget.
- Larsen, A. K. (2017). *En enklere metode: Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode* (2. utg.). Fagbokforlaget.
- Logistikk. (2023, 13. april). I *Bokmålsordboka*. Språkrådet og Universitetet i Bergen.
<https://ordbokene.no/bm,nn/ordbokene.no>
- Lønsam. (u.å.). I *Nynorskordboka*. Språkrådet og Universitetet i Bergen. Henta 8. mai 2023
frå <https://ordbokene.no/bm,nn/search?q=1%C3%B8nnsom%7C1%C3%B8nsam>
- Mehmetoglu, M. (2004). *Kvalitativ metode for merkantile fag*. Fagbokforlaget.
- Miljødirektoratet. (2022, 28. september). *Miljømål 5.2. Miljøstatus*.
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klimate/miljomal-5.2>
- Mostue, B. A., Nyrønning, C. Å., Winge, S. & Gravseth, H. M. (2020). *Ulykker i bygg og anlegg—Rapport 2020* (Rapport 2020:2).
https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2020/kompass-tema_nr2_2020-ulykker-i-bygg-og-anlegg.pdf
- Nesse, N. (2019, 16. juli). Portlandsement. I *Store norske leksikon*.
<http://snl.no/portlandsement>
- NOBI. (u.å.-a). *Ferdigbetong fra NOBI: Over 60 år med effektive leveranser*. Henta 7. mai 2023
frå <https://www.nobi.no/ferdigbetong-og-sandtak/ferdigbetong/>
- NOBI. (u.å.-b). *Om NOBI: Nobi—Norsk Betongindustri. Totalleverandør betongprodukter*.
NOBI. Henta 4. april 2023 frå <https://www.nobi.no/om-nobi/>

- Norsk Betongforenings miljøkomité. (2016). *CO₂ utslipp – Sement og Betong – Utfordringer og Perspektiver*. https://betong.net/wp-content/uploads/NB-rapport-nr-1_CO2_rapport-m_NY-FORSIDE.pdf
- Norsk Stål. (2022). *Oversikt over våre EPD'er: Miljødeklarasjoner (EPD)*. <https://www.norskstaal.no/Default.aspx?ID=6997>
- Rolstadås, A. (2021, 7. oktober). *Kostnadsestimat: Prosjektledelse*. I *Store norske leksikon*. https://snl.no/kostnadsestimat_-_prosjektledelse
- Seehusen, J. (2021, 21. juni). *Det eneste vi forbruker mer av, er vann – hvorfor er betong så ekstremt populært?* TU. <https://www.tu.no/artikler/vi-bruker-betong-nok-til-a-bygge-32-soyler-til-manen-hvert-ar-br/509660>
- SINTEF Byggforsk. (2010, 1. september). *572.207 Tilsetningsstoffer for betong— Byggforskserien*. https://www.byggforsk.no/dokument/590/tilsetningsstoffer_for_betong?gclid=Cj0KCQiAw8OeBhCeARIsAGxWtUyCK-u0hY7weap0oqUFFDZgF_f4JRAb-GjZMWwKhpvuTCKxl7q6tsIaAumeEALw_wcB
- SINTEF Byggforsk. (2012, 1. november). *572.115 Tilslagsmaterialer for betong— Byggforskserien*. https://www.byggforsk.no/dokument/588/tilslagsmaterialer_for_betong
- Slisse. (2023, 29. mars). I *Det Norske Akademiske ordbok*. https://naob.no/ordbok/slisse_1
- Standard Norge. (2012). *Tilsetningsstoffer for betong, mørtel og insjiseringsmasse. Del 2: Tilsetningsstoffer for betong. Definisjoner, krav, samsvar, merking og etikettering (NS-EN 934-2:2009+A1:2012)*.
- Standard Norge. (2023, 19. januar). *NS-EN 1992 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner*. <https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/eurokoder1/eurokode-2-prosjektering-av-betongkonstruksjoner/>
- Statistisk sentralbyrå. (2022, 3. oktober). *Arbeidsulykker*. <https://www.ssb.no/helse/helseforhold-og-levevaner/statistikk/arbeidsulykker>
- Søk & Skriv. (2022, 2. desember). *Kjeldevurdering*. <https://www.sokogskriv.no/kjeldebruk/kjeldevurdering.html#korleis-stiller-teksten-seg-til-andre-tekstar>
- Søpler, B. (2006). *Betongboka* (2. utg.). Gyldendal.
- The State of the Language*. (1990). University of California Press.
- Thue, J. V. (2019, 16. juli). *Betong*. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/betong>
- Todsén, S. (2018, 19. januar). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. Statistisk sentralbyrå. <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall->

i-bygg-og-anlegg

Toldnæs, J. P. (2022, 13. januar). Globale oppvarmingspotensialer. I *Store norske leksikon*.
https://snl.no/globale_oppvarmingspotensialer

Tyrén, C. W. (2012-august). *Bygningsproduksjon* (2. utg.). Byggenæringens Forlag.

Vågsland, M. & Brørs, K. (2019, 8. januar). *Forskaling*. NDLA.
<https://ndla.no/nb/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:1:eaf487bb-a2ad-4725-8e57-fd709dd4cade/topic:2:158640/resource:1:144402>

Wæhle, E., Dahlum, S. & Grønmo, S. (2020, 14. mai). Case-studie. I *Store norske leksikon*.
<http://snl.no/case-studie>

Ølen Betong. (u.å.). *Bærekraft*. Henta 15. april 2023 frå [https://www.olenbetong.no/barekraft](https://www olenbetong.no/barekraft)

8 Vedlegg

Vedlegg 1 – Kostnadsestimat plasstøypet dekke

Arbeid/utstyr	Mengde	Eining	Stk.pris	Kostnad [NOK]
Støyping	540	Timar	480	259 200
Riving	43	Timar	480	20 640
Sliping	15	Timar	480	7 200
Forskaling	530	m ²	26	13 780
Armering	9 137	kg	10	93 200
Bindemaskin	7	Stk	85	595
Armeringsklippar	2	Stk	33	66
Betong	124	m ³	1 604	199 297
Stavvibrator	5	Stk	49	245
Slipemaskin	1	Stk	102	102
Kran	1	Stk	12 400	12 400
Rigg av kran	1	Stk	8 000	8 000
Kranfører	1	Stk	14 400	14 400
Sum				629 125
Pris/m ²				1 255
Merknader				
Støyping	Støyping omfattar 8 arbeidarar			
Riving	Riving omfattar 3 arbeidarar			
Sliping	Sliping omfattar 1 arbeidarar			
Rigg av kran	Kostnad omfattar leige for ei kran i ei veke. Krana blir brukt i arbeidet med dekke i 80% av tida			
Forskaling	Det er vanleg å leige litt ekstra forskaling, dette er for at geometrien skal gå opp			
Dekke	Effektivtdekke er 501kvm, vegg utgjer 23kvm			
<i>Alle tal er henta frå Consto Bergen sitt rekneskap</i>				

Vedlegg 2 – Kostnadsestimat hulldekke

Prosjekt	Mølleneset	Prosj.nr.		NOBI
Prosjekt	Studieprosjekt	Utf.		
Prosjekt del	Hulldekker	ktr		
Vedr.		DATO	17.03.2023	
		Versjon	1	

Kontaktperson : Lars Olav Bjørkedal

	enh	mengde	ant.	Totalt	pris	Sum	Sum totalt
Beskrivelse							
Varenr.							
DO1	Hulldekker.	m2	501,24	1	501,24	788,13	395 044,00
	HD265 - 7 spennetau. Elementlengde : varierende.						
	Opplegg på plassstøpt vegg og stål						
	Brannklasse R60, Eksponeringsklasse XC1						
	Tilpasninger kalkulert :						
	Langsaging av elementer :	mtr	20,15				
	Sikringsaging av elementer :	stk	12,00				
	Elementer med innstøpte løfteankre :	stk	11,00				
	Antall ekstra slisser, side og endeslisser	stk	27,00				
	Gummibånd for opplegg på betong	mtr	64,00				
	Std. prosjektering er inkludert. Dimensjoneres for oppgitte laster.						
	Avstivningsberegning ikke inkludert.						
	Hulldekker produseres alltid i 1200mm bredde, og brutto produsert areal faktureres.						
	Avvik opp mot tilbudt areal kan derfor skje.						
	Alle tilpasninger avregnes ved fakturering.						
	Byggets geometri tilslir at det blir utstøpningsfelt. Ikke medregnet.						
	Forutsatte laster : Egenlast 1,8 kN/m2. Nyttelast 2 kN/m2						
	Stripe-/punktlast er ukjent, og ikke hensyntatt.						
	Montasjegods er ikke medregnet, inngår i pris montering.						
	Leie av løfteutstyr er ikke medregnet, inngår i pris montering.						
	Montering av prefab.						
	Se vedlagte betingelser.	stk	1,00	1,00	1,00	225 000,00	225 000,00
	Sum leveranse levert og montert						620 044,00
	Nettopris						620 044,00
	+ 25% mva						155 011,00
	Sum inkl. mva						775 055,00

Bergen, 17/3-2023

NOBI AS



Kjetil Gulbrandsøy

Utrekning av kostnad pr kvadratmeter				
Arbeid	Mengde	Eining	Stk.pris	Kostnad [NOK]
Hulldekke	501	m ²	788	395 044
Levering og montering	1	Stk	225 000	225 000
Sum				620 044
Pris/m ²				1 237

Vedlegg 3 – Samanlikning av klimagassutslepp

Samanlikning klimagassutslepp

FORMLAR:

$$\text{Utslepp pr km} = \frac{\text{Utslepp oppgitt}}{\text{km oppgitt}}$$

$$\text{Utslepp gitt km} = \text{Utslepp pr km} * \text{km}$$

$$\text{Utslepp for dekke} = \text{utslepp pr eining} * \text{mengde i dekke}$$

$$1000 \text{ kg} = 1 \text{ tonn}$$

GWP= Globalt oppvarmings potensial

A1 = Produksjon av råmateriale

A2 = Transport av råmateriale

A3 = Tilverknad av produkt

A4 = Transport til byggjeplass

Hulldekke:

Forutsetningar i EPD hulldekke pr m²:
Lastebil med hengar, Euro 6.
Avstand 50 km

A4 i EPD	1,53 kg CO ₂ - eq
Avstand i EPD	50 km
Utslepp pr km	0,0306 kg CO ₂ - eq/km
Avstand frå fabrikk til byggjeplass	107 km
Utslepp pr m ² til byggjeplass	3,27 kg CO ₂ - eq
Antal m ² hulldekke i etasjen	501,24 m ²
Utslepp frå transport for dekke	1641,2 kg CO ₂ - eq

Fasar:	pr m ²
A1	38,5 kg CO ₂ -eq
A2	2,4 kg CO ₂ -eq
A3	1,1 kg CO ₂ -eq
A4	3,3 kg CO ₂ -eq
SUM	45,3 kg CO₂ -eq

Fasar:	For dekke på 501,24 m ²
A1	19297,7 kg CO ₂ -eq
A2	1198,0 kg CO ₂ -eq
A3	556,4 kg CO ₂ -eq
A4	1641,2 kg CO ₂ -eq
SUM	22693,2 kg CO₂ -eq
SUM i tonn	22,7 tonn CO₂ -eq

Prosent av total	
A1	85,04 %
A2	5,28 %
A3	2,45 %
A4	7,23 %

Plasstøypet Betong:

Forutsetningar betong pr m³:
Lastebil, Euro 6.
Avstand 5,5 km

A4 i EPD	2,14 kg CO ₂ - eq
Avstand i EPD	5,50 km
Utslepp pr km	0,39 kg CO ₂ - eq/km
Avstand frå fabrikk til byggeplass	5,50 km
Utslepp pr m ³ til byggeplass	2,14 kg CO ₂ - eq
Antal m ³ betong i prosjektet	124,00 m ³
Utslepp frå transport for dekke	265,36 kg CO ₂ - eq

Forutsetningar armering pr kg:
Lastebil, Euro 6.
Avstand 6 km

A4 i EPD	0,0102 kg CO ₂ - eq
Avstand i EPD	64 km
Utslepp pr km	0,000159 kg CO ₂ - eq/km
Avstand frå fabrikk til byggeplass	6 km
Utslepp pr kg til byggeplass	0,000956 kg CO ₂ - eq
Antal kg i etasjen	9541 kg
Utslepp frå transport for dekke	9,1 kg CO ₂ - eq

Fasar:	Betong: pr m ³	Fasar:	Armering: pr kg
A1	166 kg CO ₂ -eq	A1-A3	0,33 kg CO ₂ -eq
A2	11,1 kg CO ₂ -eq		
A3	5,0 kg CO ₂ -eq	A4	0,000956 kg CO ₂ -eq
A4	2,1 kg CO ₂ -eq	SUM	0,33 kg CO ₂ -eq
SUM	184,3 kg CO ₂ -eq		
	For dekke på 124 m³		For dekke med 9541 kg
A1	20584,0 kg CO ₂ -eq	A1-A3	3137,1 kg CO ₂ -eq
A2	1376,4 kg CO ₂ -eq		
A3	625,0 kg CO ₂ -eq		
SUM A1-A3	22585,4 kg CO ₂ -eq	A4	9,1 kg CO ₂ -eq
A4	265,4 kg CO ₂ -eq	SUM	3146,2 kg CO ₂ -eq
SUM	22850,7 kg CO ₂ -eq	SUM i tonn	3,1 tonn CO ₂ -eq
SUM i tonn	22,9 tonn CO ₂ -eq		

Samla samanlikning:

Sum for betong + armering i dekke:			Sum Hulldekke:		
Fasar:	For dekke på 124 m ³		Fasar:	For dekke på 501,24 m ²	
A1-A3	25722,4 kg CO ₂ -eq		A1	19297,7 kg CO ₂ -eq	
			A2	1198,0 kg CO ₂ -eq	
			A3	556,4 kg CO ₂ -eq	
SUM A1- A3	25722,4 kg CO ₂ -eq		SUM A1-A3	21052,1 kg CO ₂ -eq	
A4	274,5 kg CO ₂ -eq		A4	1641,2 kg CO ₂ -eq	
SUM	25996,9 kg CO ₂ -eq		SUM	22693,2 kg CO ₂ -eq	
SUM i tonn	26,0 tonn CO ₂ -eq		SUM i tonn	22,7 tonn CO ₂ -eq	

Skilnad = differansen mellom produkta

	Skilnad mellom produkta	
Total	3303,68 kg CO ₂ -eq	
Utslepp t/r Oslo - New York (pr pers)	542,8 kg CO ₂	
Antal turar	6	

$$\text{Antal turar} = \frac{\text{skilnad}}{\text{utslepp fly}}$$

Utsleppstal er henta frå tre ulike EPD-ar:

- * B30 M60 D22 - 200mm A1-A4 av Ølen Betong AS
- * Kamstål til bruk i betong av Norsk Stål AS
- * Hulldekke-element 265 av Nobi AS

Tal frå utslepp på flytur er henta frå ein kalkulator laga av ICAO som er ein organisasjon i tett samarbeid med FN.

URL: <https://applications.icao.int/icec/Home/Index>

Vedlegg 4 – Intervjuguide

Intervjuguide

Innleiing:	
Er det greit at vi tek opptak av samtalen for slik at vi får med alt?	
Kan du fortelje kort om deg sjølv, arbeidsstilling, erfaring i Consto, erfaring med prefab og plasstøyp.	
Kva føretrekker du å utføre? hulldekke, plasstøyp eller plattendekke?	
Til prosjektleiarar/anleggsleiarar i Consto	
Hovuddel:	Merknad
1. Planlegging og utføring:	
Kvifor føretrekk du den metoden framføre dei andre?	
Kva utfordringar har du i planlegging av slikt arbeid? Gjerne fleire metodar.	Logistikk
Kva gevinst ser du med dei ulike metodane i planlegging og utføring?	
Under kva forhold tenkjer du det er best å bruke dei ulike metodane?	Vær, årstid.
2. Helse, miljø og sikkerheit:	
Erfarar du noko forskjell i arbeidsforholda ved bruk av dei ulike metodane? Tyngre? Meir skadar?	
Krevst det meir arbeid rundt HMS ved den eine eller andre metoden? Kva faktorar?	
Korleis ser du på avfallsmengda i utføring av ein eller anna metode? Meir avfall på ein type.	
3. Avslutning	
Merknad	
Korleis trur du utviklinga i bruken av betong vil sjå ut i framtida? Meir bruk av prefab?	
Til produsent av element:	
1. På fabrikk	
Korleis held dykk kontroll på klimaavtrykket i produksjon?	Korleis bli utsleppsfrie
Kva tiltak har de for å redusere dette?	
Blir det mykje avfall?	
Prøvar de å utvikle produkta dokkar? Spesielt mtp. HD og spenn/styrke.	
2. Avslutning	
Korleis trur du utviklinga i bruken av betong vil sjå ut i framtida? Meir bruk av prefab?	
Til prosjekterande:	
Tek det lenger tid å prosjektere for hulldekke enn plasstøyp?	

Vedlegg 5 – Intervju I Consto Bergen

Møte ved Consto Bergen – På kontor Mølleneset

Transkripsjon med tidsstempel [MM:SS]

Intervjuar: Geir Morten (GM), Lars Olav (LO), Erlend (E)

Intervjuobjekt: informant 1 (I1), informant 2 (I2)

GM: (01:59) Kan du fortelje litt om deg sjølv? Kva arbeidsstilling og erfaring har du i Consto?

I1: (02:06) Eg har jobba i Consto i 8-9 år. Eg jobba i læretida som forskalingsnekker + eit år. Så tok eg forkurs, før eg gjekk vidare på ingeniørskulen og tok bachelor i byggfag. Så har eg jobba nokre år som prosjektingeniør i Skanska. Så var eg innom Backe der eg jobba som prosjektleiar i to år, før eg begynte i Consto. Så no har eg vert 8-9 år i Consto som prosjektleiar. Eg har hatt AMFI Voss, Verjåtunet Sykehjem på Os, Citybox opp i gata her og knutepunktet Voss og nå her. Så det har stort sett vært totalentrepriser alt sammen. Så vi har ansvar fra A til Å i byggeprosjektet.

GM: (03:37) Har du erfaring med prefabrikkert og plasstøpt betong?

I1: (03:47) Både meg og I2 har bakgrunn som forskalingsnekkere og har kurs på betongelement montasje. Så vi har vert borti begge deler, men eg har vert mest borti plasstøpt. Min erfaring eller det første eg tenker på er at ein får eit betre bygg når vi plasstøyper. Du har fleire moglegheiter og det er lettare å kunne bygge om. For eksempel så var Citybox eit elementbygg der vi skulle ribbe heile bygget og sette inn nye kjerneboringar og diverse. Då er det litt begrensingar på kva ein kan trykke igjennom med tanke på at man ikkje veit kor wirar er og kva det er dimensjonert for.

I2: (04:47): Eg var med på Villa Amtmann-prosjektet og det var jo eit bygg som der vi måtte velje element grunna plassmangel. Og det var eigentleg ein veldig positiv oppleving. Vi tenkte også at det var mykje begrensingar, men dei var veldig fleksible dei som leverte elementa. Så tidsmessig og sånne ting så var det ei stor besparing for Villa Amtmann.

I1: (05:29) Ja det er kanskje meir fleksibelt når du har prosjektert i god tid. Det er jo det som ofte skjer, som på Voss for eksempel så skreiv vi kontrakt i mai også begynte vi i juni. Så det er begrensning på kor mykje vi kan prosjektere på førehand. Så viss ein har god tid på prosjektering så er mykje mogleg med elementmontasje og du kan gjerne få meir ting komplett gjennomtenkt, både som skal være utenpå fasadar og alt før du begynner.

I2: (05:56) Det skal seiast at på Villa Amtmann så var det plasstøpte dekke og element veggjar. Vi hadde nokon hull- og plattendekke innimellom, men hovudsakeleg var det plasstøpte dekke det gjekk i.

I1: (06:12) Sånn som her og på Voss er det vanntett konstruksjon i nederste del. Det veit eg at det er nokon som gjer med element òg, men eg føler det er tryggare å gå med plasstøpt. Så min første oppfatning er at plasstøpt er eit betre bygg, men det er gjerne meir effektivt med element viss ein har tid til å prosjektere det på førehand.

GM: (06:43) Kva problemer har du med planlegging av element og plasstøypte konstruksjonar?

I1: (06:54) Sånn som her så kjerneborar vi alle utsparingar etter vi har støypt flatt og alt er ferdig. Du kan gjere dette på element også, men du står friare til å plassere ...

I2: (07:14) Oppspente dekke er spesielt sårbar.

I1: (07:18) Så du må jo vite kor armeringa ligg, men begge deler er jo mogleg vil eg sei. Eg vil sei at det kanskje krev at du har kome lengre i prosessen med elementmontasje i prosjektering.

I2: (07:36) Mhm, tekniske fag.

GM: (07:38) Ja, så litt forskjellig på logistikken då? Eg ser for meg at ein skal ha mange betongbilar inn og ut, kontra viss det kjem med element så er det ein prosess.

I1: (07:52) Ja, altså sånn som på Horisont. Kanskje stort prosjekt å sammenlikne med, men logistikken er at du må ikkje ta inn meir enn du monterer. For vis du begynner å lagre på dei og omrokkerar/omstabler, så blir det mykje tid som går vekk. Så logistikken må jo vere sinnsjukt god, slik at det som kjem med bilen må heisast og monterast. Det må ikkje mangle noko ...

I2: (08:20) Det må gjerne vere stabla i rett rekkefølge på bilen.

I1: (08:25) For det er jo ei stor logistikk-planlegging, men ...

I2: (08:28) Men leverandøren er som sagt ufatteleg flinke med det der. Og du skal ikkje halde på mykje med element før du kjem inn i det. Du er jo vant til å ha logistikk på betongbilar og såne ting, så du klarer å ta det over til ein elementbil.

I1: (08:52) Eg merkar at eg er litt negativ til element i forhold til plasstøyp. Det er sikkert fordi eg har dreve mindre med det.

I2: (09:01) Men det har endret seg. Veldig mange av oss, baser og alt etter vi hadde Villa Amtmann prosjektet, til det positive altså. Vi har litt meir trua på betongelement.

GM: (09:16) Er det nokon forhold du tenker er betre, viss du tenkjer på vêret og årstid, at det kan være betre og bruke plasstøyp framføre prefabrikkert eller omvendt?

I2: (09:29) Element er jo veldig sårbart viss det er kaldt. Alle fuger må jo støypast etter kvart og då kjem ein ikkje vidare.

I1: (09:45) Det er jo så lite betong, så det klarer ikkje å lage noko varme sjølv. Har du plasstøyp så er det gjerne tjukkare konstruksjonar som produserer meir varme og tålar betre kulde. Men bikker du 20 minusgrader så svir det uansett. Som på Voss, så var det 23-24 minusgrader så da måtte vi opp med presenning også måtte vi fyre med kokoverk under dekkene. Så det skjer noko når vi bikker 20 minusgrader uansett, men det er klart at element ...

I2: (10:43) Element hadde ikkje vert aktuelt i det heile tatt der.

I1: (10:55) Element stoppar gjerne tidligare, altså på ein høgare temperatur enn plasstøyp.

I2: (11:04) Men elles så er det vell mykje likt. Sånn i forhold til vatn, regn, vind så blir det mykje det same. Vind, så er det jo krankapasiteten det går på. Om du heiser forskaling eller element så blir det same. Frost er nok den største forskjellen.

GM: (11:46) Er det noko forskjell med arbeidsforholdene? Er den eine metoden spesielt tyngre enn den andre?

I2: (12:00) Spesielt dekke-armeringa. Eit plasstøyppt dekke er mykje tyngre å montere, enn å legge ned eit element. Veggarmering for så vidt òg, men spesielt dekkearmering vil eg sei.

I1: (12:18) Vi syr jo veldig mange veggmatter liggande.

I2: (12:22) Jadå, men det er ikkje alle som gjer det. Men vi driv med det.

I1: (12:26) Det er nokon som har det ståande på sånn bukk. Men det er vell meir risiko med element-montasje. Du går ein del i sele og sånne ting.

GM: (12:39) Det krever litt meir arbeid rundt HMS då kanskje?

I1: (12:41) Ja logistikk og folk på byggeplassen ellers.

I2: (12:48) Det er meir tyngre løft. Ubehagelege løft og. Ofte på maks krankapasitet og litt sånn. Men du har jo ofte enkelt element maks av det du kan. Det er ikkje alltid like gøy.

I1: (13:05) Ja det er litt sånn ekkel følelse.

I2: (13:12) Men du tenkte sånn fysisk på arbeidarane?

GM: (13:16) Ja, om det slik at ein ser at det er fleire skader på den eine metoden eller den andre?

I1: (13:26) Er det dei same folka som går og monterer? Gjorde vi det sjølv på Villa Amtmann?

I2: (13:33) Då hadde vi med oss ein mann frå fabrikk som leverte elementa i ei veke. Også fekk vi litt erfaringar frå han før vi gjekk i gong sjølv. Dei som monterte mest der oppe var dei som var nettopp utdanna.

GM: (14:13) Er det noko meir avfallsmengde av plasstøyppt?

I1: (14:22) Ja det gjer det nok.

I2: (14:23) Definitivt.

I1: (14:25) Det er jo ein del både i forskaling og plast. Så det blir jo ein del avfall i produksjonen. Du har materiell -og armerings kapp, men vi veit jo ikkje kva det blir på fabrikkane.

I2: (14:45) Nei det veit vi ikkje. Det som skjer før vi får elementa på plass.

I1: (14:50) Men for vår del så blir det mindre avfall med elementer.

GM: (14:59) Korleis trur dykk utviklinga blir i framtida? Trur dykk det vil bli meir bruk av prefabrikkert?

I1: (15:13) Vi ser jo det at det er ein del bygg, når prisforespørselen kjem, så er det tenkt prefabrikkert. Eg veit ikkje om byggherre har ein oppfatning om at dette er billigare. Men då har jo vi snudd oss ein del gonger. Sånn som her var det jo prefabrikkert i utgangspunktet, men så snudde vi oss om og plasstøyppte det. Same gjor vi på RNH. Det òg var elementbygg i utgangspunktet.

GM: (15:50) Kvifor gjorde dykk dette?

I1: (15:52) Nei, vi har jo ein ganske god betongproduksjon. Dersom vi skulle kjøpt inn som ein underentreprenør så trur eg ikkje vi ville tatt sjansen på det. For då veit ein korkje tid eller pengar. Men når vi har vår eigenproduksjon og kan rekne med den, så veit vi kva det kostar per kvadratmeter.

I2: (16:09) Eg trur det er lettare å vurdere det viss bygget er litt gjentakande. At det er litt enkle båsar eller ting går. Her er jo ting veldig forskjellig. Det er jo òg ein ting som kan gjere at det tek lengre tid. Det kan gjere det litt ekkelt og velje kanskje.

I1: (16:31) Byggetida blir jo kortare og kortare. Ein presser jo den alltid. Så det er jo klart med det i bakhovudet så blir det nok sikkert meir elementproduksjon framover.

GM: (16:49) Byggeplassane blir jo mindre og mindre, vertfall rundt her i området.

I1: (16:51) Ja dette er også ein faktor.

I2: (16:54) Absolutt.

I1: (16:58) Det har jo vert ei auke dei siste årene. Altså meir og meir den tankegangen der tømrarne bygger ferdigvegger. Det gjorde vi på Voss, også heisa vi på plass så får du tett hus på eit blunk. Så du kan sitte på førehand og prosjektere bygget også kan du bygge mykje raskare, og det trur eg vil vere ein faktor som vil gjere at det blir meir element framover. Ikke berre for betong, men også for andre fag.

GM: (17:54) Meir aktuelt på kontorbygg og liknande føreløpig? Meir like bygg?

I1: (17:58) Ja det er jo fleksibiliteten som gjerne, nei eg veit ikkje.

I2: (18:09) Kontorbygg eller der det er trangt.

I1: (18:12) Men bolig er nok betre på lyden med plasstøpt. Så bolig er nok meir aktuell med plasstøpt enn element.

E: (18:31) Du nevnte at det var lettare å gjenbruke plasstøpt betong. Du trur ikkje det hadde vært mogleg å demontere betongelementa for å bruke dei på et anna prosjekt?

I1: (18:46) Det er jo sikkert mulig, altså viss du ender opp med kortare eller samme spenn. Men eg veit ikkje om du klarer å demontere utan å øydelegge dei.

I2: (18:57) Dei er jo forankra i enden på ein måte, ein støyper dei saman.

I1: (19:03) Då må ein rive og kappe dei slik at dei blir kortare. Då kan ein gjerne gjenvinne dei, men du støyper jo både i kilene i mellom og i endane med armering sånn at det blir ein stiv kile på eit vis. Så viss ein skal begynne å bygge det så løysner det frå kvarandre. Eg trur det smuldrer. Så ein må nok kappe dei.

I2: (19:26) Ser ikkje for meg at det er så lett å få til.

I1: (19:31) Men det som eg tenkjer ved å gjenbruke bygg, altså for eksempel Citybox så ribba vi jo ned til at det kun var stål og element som var igjen, også tok vi på ein etasje. Då var det nokon kjerneborringar fra før av, slik som bygget var brukt tidligere. Også skulle jo vi på ein måte ta båsar med hotellrom inn og kjernebore til alle toalett og sånt. Då er det på en måte begrensa kor mykje du kan kjernebore for dei nye sjaktene. Og då blei det litt sånn kor skal vi gå med føringane. Setter vi aggregat på toppen eller i bunnen? Kor er det mogleg å komme frem? Så dette hadde nok vert betre med plasstøpt. Du kan vere meir fleksibel med utsparingar viss du skal bygge om.

LO: (22:03) På Villa Amtmann når dykk gjekk for veggelementa. Kven er det som tar den avgjerla?

I2: (22:12) Det er vel eigentleg prosjektleiar i lag med anleggsleiar.

I1: (22:22) Ein får jo gjerne eit prosjekt i henda som ikkje er knadd så veldig. For ein reknar jo gjerne på det ein månads tid også gjer ein ein pris og får ei bestilling. Då skal det jo starte fort og det var jo slik der oppe òg. Der var det jo grunnarbeidet som tok lang tid. Og då har dei sikkert tenkt på kva som er mest effektivt for å få opp bygget.

GM: (22:46) Men er det slik at ein må endre prosjekteringa i forhold til knutepunkt også vidare?

I1: (22:492') Ja, då må ein begynne på nytt igjen holdt eg på å sei, men det er ikkje prosjektert så mykje frå før av. Litt i forhold til anbudsfasen der du ser litt på spennene og sånt også gjer han ein antatt kilomengde armering. Så det er ingenting som er prosjektert når ein begynner. Også begynner vi på ein måte å prosjektere laster og sånt. Så av og til treffer vi på kiloen og av og til ikkje. Det er litt sånn risikosport, men det er sånn det er.

Vedlegg 6 – Intervju II Consto Sør

Møte ved Consto Sør – På Teams

Transkripsjon med tidsstempel [MM:SS]

Intervjuar: Geir Morten (GM)

Intervjuobjekt: informant 3 (I3)

GM: (00:06) Då kan du begynne å fortelje kort om deg sjølv, litt om arbeidsstillinga og erfaringa i consto.

I3: (00:12) Ja, mitt namn er..., jobbar som anleggsleiar i Consto Sør. Vi held no på med ombygging av eit kjøpesenter på amfi *Madla* der vi har revet ein etasje og skal sette opp ein ny ein i stål og hulldekke, der vi har litt utfordring fordi vi har eit eksisterande plasstøyppt dekke som er for svakt i forhold til dei lastene som det skal ta opp. Der vart det sett på nytt stål, *HSQ* og hulldekke oppå det gamle før vi fekk stålet vidare opp. Så det har vore ei utfordring, det er snakk om ein ca. 2000 m² vi held på med. Så det har vore litt sånn konstruksjonsmessige utfordringar både med rådgivande bygg, RIB sida, men vi har fått opp stålet og begynn med *VRPen* på taket no i dag. Har tidlegare jobb i PEAB. Jobba både med plassbygd betong, plattendekke, hulldekke og element. Og har bakgrunn frå teknisk skule i Tromsø.

GM: (01:30) Kva føretrekker du å utføre? Hulldekke, plasstøyppt eller plattendekke?

I3: (01:36) Det er alt etter situasjonen, men hulldekke er det raskaste, garantert. Plattendekke har du tørketid for kvar etasje på ca. 27-28 dagar. Der alt av *doka-støtter* må stå. Så bygg du da eit bygg på fleire etasjar så får du gjerne ei *doka-støtte* ståande i tre-fire etasjar under før du kan rive støttene. Det har vi hatt litt utfordring med, førre prosjekt eg var på var fire leilegheitsbygg med 72 leilegheiter. Det største bygget var sju etasjar. Der var det veldig greitt med element, då greidde vi å bygge ein etasje i veka. Med plattendekke og elementveggar. Men så har du det med at du ikkje får begynt innvendig før omtrent heile konstruksjonen er oppkomen.

GM: (02:38) Nei

I3: (02:40) Når du seie 30 daga eller 28 dagar som tilsvara fire veker, det er jo ein månad og då er du komen fire etasjar opp. Det gjer at framdrifta blir slik at vi må begynne øvst og bygge oss nedover. Elles så er element og plattendekke veldig greitt, hulldekke der treng du berre at to etasjar er montert, med kantstøyp og fugestøyp så kan du jobbe under, så det er det raskaste. Plattendekke greier ikkje så store spenn, då må ein inn med deltabjelkar og berebjelkar, medan hulldekke kan ha opptil 17 meter spenn, så dei er veldig unik slik. Men då greier ein ikkje så mykje laster, gjerne ei makslast på rundt 300 kg/m². Nokon plassar er ein nesten avhengig av plasstøyppt, der ein skal støype inn dragarar, f. eks parkeringskjellar med søyler og betongdragarar der vil det vere ein fordel med plasstøyppt. Du kan bruke hulldekke som forskaling viss det skal stå over tid, men det er jo det at det må stå 28 dagar og tørke før du kan begynne å rive. Så det blir litt etter kva slags prosjekt det er, men det som går raskast er jo

plattendekke og betongelement viss du tenkjer på berre betongen.

GM: (04:37) Så det er litt utfordringar med planlegginga av slikt arbeid?

I3: (04:41) Nokon firma gjer slik at dei planlegg i to etappar. Dei sett opp heile skalet før dei begynn å planlegg inn tømmer og innreiing. Det er den greiaste måten, då får dei(betong) gjort seg ferdig, så har du ein rein konstruksjon du kan starte på. Men det kan gå utover framdrifta, men då må ein kanskje møtast på middeelvegen.

GM: (05:12) Du snakka om at du kan begynne før innvendig med hulldekke på etasjar under.

I3: (05:23) Ja.

GM: (05:24) Ser du nokre andre gevinstar mtp planlegging og utføring med dei ulike metodane.

I3: (05:30) Forarbeidet med hulldekke er veldig lite, det blir gjerne ein stål i betongkonstruksjon som skal bere det. Med plattendekke må det settast opp støtter, litt som når ein skal plasstøype, du må ha *doka-støtter* og *doka-bjelkar* som står like tett som ved plasstøypt fordi dei 5cm med plattendekke blir som ei forskaling. I plattendekke kan ein legge inn både sprinklar, vatn, el før ein støyper du kan til og med få dei ferdige med el-boksar frå fabrikk, det same med dysekopling til sprinklar også ferdig frå fabrikk. Men det blir gjerne slik at du har bygd ein etasje, så er det fire dagar med teknisk, så er det to dagar med armering også er det støyp. Dagen etter du har støypt kan du begynne med vegg

GM: (06:45) Plattendekke er ikkje så veldig mykje brukt her omkring (Bergen) så det er veldig spennande

I3: (06:55) Ja det er veldig greitt, og på større prosjekt får du gjerne sveist armering som du berre rullar ut i staden for alle dei lengdene. Det heisar du berre rett på plass og rullar ut etter du er ferdig med dei tekniske faga. Det er eit veldig godt system å jobbe med.

GM: (07:15) Erfarar du nokon forskjell i arbeidsforholda, at den eine metoden er tyngre ein den andre? Du snakka om at du kan rulle ut armering så vil jo det kanskje vere lettare for dei som driv med det?

I3: (07:26) Det er ikkje noko tyngde, fordi du brukar jo krana til å gjere den jobben. Ved bruk av fallne lengder så blir det jo mykje draging av armering. Du heisar heile bunten opp og fordelar utover, men du må ha nokre gode jernbindarar. Dei slepp ein på hulldekke, der er det jo kun stort sett sveising av dyblar (utydeleg) og landstrandssoner. Du kan seie at med ein gang du har lagt eit hulldekke så kan du jo gå på det og arbeide. Med ein gang du har fugestøypt og landstøypt så kan du køyre med lift på. Går det 5-7 dagar så kan du belaste det med 80%, så det er veldig greitt å jobbe med.

GM: (08:35) Er det ein av dei metodane der du må jobbe meir med HMS-en rundt?

I3: (08:44) Med tanke på HMS-en så er det plasstøypt, der er det mykje. Du har om du brukar *perien* Eller brukar *Doka* forskaling. Det er tunge elementforskalingar som må stivast av når dei blir sett opp, må bruke skråstog, må låsast. Men det funkantar det og, enkelte koplar saman større flak før dei heisar dei på plass, men det er mykje mekanisk arbeid før du kan låse forskalinga. Element er berre å heise opp og stage, så er dei ferdige, så fyller du dei med betong.

GM: (09:36) Det blir jo veldig tunge løft då.

I3: (09:38) Det er tunge løft, du er veldig avhengig av ein god BAS, og ein god kranfører. Der kan du ikkje kimse med HMS-en, der er ikkje rom for det. Vi har vore skåna for ulykker på dei prosjekta vi har jobba på, men det er ei faresone du jobbar i, der er risiko. Alle må vere vakne når dei jobbar med det.

GM: (10:18) Trur du ein må ta meir omsyn til HMS ved hulldekke ein plasstøypt?

I3: (10:25) Det er jo løft ved hulldekke, men der har du en del sikringstiltak du kan gjere slik at løftet går trygt, men alt du skal løfte innehar jo ein risiko. Men det er veldig greitt å løfte store flake og framdrifta går fort. Slik som det er no i marknaden så er det jo mange som vinn ambod på tid. Firmaet tenar på det og byggherre tenar på det. Dess mindre rente ein betalar i byggetida dess betre er det, slik har det. Det krympast inn heile tida, kor lang tid vi har på eit prosjekt.

GM: (11:21) Merkar du også om byggeplassane vert mindre, og at det krevjar meir logistikk?

I3: (11:30) Ja det er veldig krevjande, vi har eit prosjekt i Kristiansand der vi bygg fylkeshus der vi har sett opp ei kran som står på fire bein, og trafikken kan gå under. Det var den einaste moglegheita for å få opp ei byggekran, midt i gata. Det er første gang ei slik type kran har blitt sett opp i Norge, veldig vanlig i Italia og nedover Europa. Logistikken er veldig viktig, og du må eigentleg sjå før du begynn å prosjektere på kva du kan bygge, og kva material du kan bruke, og kva riggforhold du har. Er det mogleg å få ein semi-trailer med 17 meter hulldekke inn på plassen. Så det er mykje forarbeid før du kjem ut i produksjonen. Det er og mogleg ein må bygge om litt for å få det til, spesielt i byar og der det er lite riggområder. Første pri er å greie og få det inn til byggeplass. Vi hadde eit prosjekt på *Bamle*, eit leilegheitskompleks, rett under breivikbrua. Så alt som skulle inn måtte ha ei makshøgde på 2,4 meter for å komme inn på byggeplass. Det var ei stor utfordring.

GM: (13:29) Er der nokre begrensingar i forhold til været, vind og årstid og slikt?

I3: (13:32) Ja, vind er styrande for prosjektet, og alt av tunge løft. Då er det kranfører som har alt av styring, det er han som bestemmer alt. Når det kjem over 12 m/s, alt etter kva du løftar, men då er det stopp.

GM: (14:06) Korleis er det med kulde og slikt?

I3: (14:10) Kulde er eit problem. Plattendekke må forvarmast før du støyper på vinterstid. Då må bygget dekkast til med presenning også må du ha varme under. Det

kan ikkje vere kuldegrader i plattendekke når du støyper. Det er ei utfordring. Det same gjeld for plasstøpt. Ein annan ting er at du ikkje må få snø i forma. Det løyser vi gjerne ved å legge snøsegl på kvelden, som vi heiser av neste dag. Men så er det slik at dess høgge bygget vert dess meir vind vert det, også skal du dekke til og varme opp råbetongen, det krev ein del. Då er det viktig å ha eit *kokoverk* eller liknande i reserve når du held på. Vi har opplevd at vi har måtte utsette støyp fordi kokoverka ikkje har virka. Men vi sei at vi aldri brukar å prosjektere med dårleg vær, kun god vær.

GM: (15:39) Viss det blir kaldt nok så vil jo alt bli seigt å gjere, kanskje plasstøpt der kan du drive på lenger?

I3: (15:48) Ja det er veldig mange tiltak du må gjere. Tidlegare fekk ein også ei begrensing på fugestøyp for hulldekke ved minusgrader. Det er jo veldig tynn fuge og då frys den under herdeprosessen. Men no har det kome ein fugestøyp som verkar ned til minus 15 grader trur eg. Du må tilpasse deg for dei produkta du brukar. Vinter og betong passar veldig dårleg saman, men då er det veldig greitt med elementmontasje, altså hulldekke, då er du tryggare på at du kan ha framdrift.

GM: (17:12) Korleis er det med avfallsmengder på byggeplassen? Kan den bli redusert vIs ein nyttar prefabrikkert?

I3: (17:22) Det blir det, garantert. Det er veldig stor forskjell. Alt som har med plasstøyp og forskaling lagar mykje avfall.

GM: (17:41) Gjeld det plattendekke også?

I3: (17:42) Nei, det er lite avfall med plattendekke. Dei er gjerne forskala mot ytterkant, og der er det støypt inn blekk som har rett høgde. Så ved bruk av det er det sjeldan noko forskaling, med unntak av rundt nokre utsparingar. Men av og til er utsparingane også ferdig forskala når dei kjem. Då blir det lite avfall. Det einaste avfallet som blir er strøet som ligg mellom dei på bilen, men dei er det som regel nokon som forsvinn med. Det er sjeldan at fabrikkjen tek det i retur fordi det ikkje er noko kvalitetsmateriale, det er kun til strø. Men dei som monterer er flinke til å legge det på pallar, så det er ikkje noko som ligg å sleng. Når bygget er ferdig støypt er det heilt reint, det er ingen ting til overs, ingen forskaling som ligg og sleng eller spikar som stikk opp.

GM: (19:39) Er det slik at dei som leverer hulldekke monterer dei, eller har dykk egne folk til det?

I3: (19:46) Det kjøpar vi ferdig montert. Både bygg med hulldekke og plattendekke, der kjøpar vi ferdig montert. Det har litt med HMS-en å gjere. Viss du har to firma som skal jobbe saman så er det ikkje alltid det går like greitt. Det gjer at det er veldig greitt å kjøpe alt ferdig med eit konsern. Det er ein fordel når det kjem til betong at du ikkje har så mange grensesnitt. At eit firma skal levere betongelementa, så skal eit anna skal forskale og støype, då kan ein miste ein del av kontinuiteten og framdrifta. Då kan ein fort verte avhengige av andre som igjen kanskje ikkje møte opp når dei skal. Det er slike tidstjuvar som kan ta heile framdrifta.

GM: (21:12) Kva er det som avgjer om du brukar hulldekke, støypar dekke eller nyttar plattendekke?

I3: (21:22) Det er ofte plassen og tilgjengelegheita som avgjer det. Kva bygget skal nyttast til, kor mykje laster der er. Hulldekke har jo ei begrensing på laster, og det er vanskeleg å ha skjulte dragarar. Dermed er det slik at viss det er store laster og det skal vere skjulte dragarar så går vi oftast for plasstøyp.

GM: (22:06) Korleis trur du utviklinga blir i framtida? Trur du det blir meir bruk av prefabrikkert?

I3: (22:15) Eg trur det. Det vi slit med no er leveransane, mykje av dei prefabrikkerte løysingane kjem frå utlandet. Mykje av stålet kjem frå Ukraina. Akkurat no har det gått veldig greitt. I Norge er vi litt for små til å spesialisere oss på element. Nokre firma har prøvd, og nokre firma greier det så vidt, men det blir så små leveransar kvar gang. Så det er ein hard konkurranse. Spørsmålet blir då, skal vi produsere element her, eller skal vi ha ein stor fabrikk i Europa som kan levere til rett tid. Det er betre at vi står for montasje og bygg i staden for at vi skal produsere det og, men det er jo ein smakssak. Er det eit firma som startar opp, så brukar vi jo dei. I Consto så brukar vi mest mogleg lokale firma. Vi kjøpar veldig sjeldan tenesta frå andre plassar. Det har litt med å vere litt innovativ i marknaden blant dei som jobbar med det same. Då får ein veldig god dialog, eit godt samarbeid og skapar igjen trivsel, framdrift og økonomi, det er jo det vi skal leve av.

GM: (24:05) Vi skal jo sjå litt på miljøet og klima, då er det jo klart at skal ting fraktast lang av garde så blir det jo ein utsleppsfaktor.

I3: (24:20) Det er ein ting vi i konsernet ser på, det handlar litt om å sjå på gevinsten av langreist og kortreist og om det er der det skal sparast. Vi må sjå på ressurstilgangen, og korleis vi skal nå det målet med å redusere klimautslepp. Vi i konsernet er veldig opptatt av å prøve å skape null-utslepps prosjekt raskast mogleg. Vi har to slike prosjekt i Consto, det er ei utfordring, men vi må berre ta den. Det er det målet vi skal oppnå med tida, og det blir dykk som må greie det

GM: (25:19) Det er vell også slik at dette er noko som byggherre også stiller krav om?

I3: (25:22) Det gjer dei. Det er ei veldig interessant framtid som kjem no. Det er mange utfordringar som står ved døra, men det blir morosamt. Det er alltid morosamt med noko nytt og nye løysingar. No skal alt gjerast på den mest miljøvenlege måten, den raskaste og billigaste måten, og med best kvalitet. Så det er jo eigentleg litt motstridande.

GM: (26:08) Merkar du noko på om arbeidarane syns det er greitt å omstille seg frå ein av metodane til den andre, eller er det slik at dei likar best å gjere det dei kan.

I3: (26:25) Der variera det veldig mykje. Det er stor forskjell på arbeidarane, kor mykje nytt dei klarar å lære seg, om dei har lyst å vere der dei var. Men eg trur at dei som har lyst å vere der dei var fort mistar grepet. Du må følgje med i tida, det er så

mykje som endrar seg. At du bygg rett opp og rett bort er likt, og golvflatene er beine, det er sjeldan vi bygg dei med 45 grader fall. Men nye ting og nye materialar kan vere ei utfordring, så vi prøvar å forenkle og forbetre byggjeteknikken heile tida. Nokon gangar merkar vi at det kanskje ikkje var lurt å gjere det på den måten vi gjord det på. At det blir for mykje fukt, for lite luft, og at du kanskje må gjere om på noko. Til dømes det med passiv hus og aktiv hus, der var det ikkje heilt etter boka med ein gang fordi det vart for lite luft, det blei mygl og slike ting. Det som ikkje var tenkt på var at husa blei for tett, og då måtte dei sjå på andre løysingar. Men det er akkurat det som er med utvikling, at det handlar om å lære og feile. Det er ikkje alt du greier og rekne ut på eit ark før du har sett det over tid. Vis vi skal sjå på det kostnadsmessige så vil eg seie at plasstøypet kontra element har veldig liten forskjell, men det er tidsperspektivet som er viktig. Viss du kun kan forholde deg til kostnadar så kan du plasstøype alt, men har du eit tidsperspektiv så må du gjere noko anna. Mykje av det arbeidet blir jo gjort på fabrikk og er inklusiv i kvadratmeterprisen, då har du ein fast pris som du kan forholde deg til. Det er ikkje noko uforutsett som dukkar opp, stort sett. Eg er veldig for element, det er berre å heise på plass. Dei seier at du ikkje er tømrrar og murar lengre, du er montasjemann. Du monterer eit bygg, du bygg ikkje det. Det er veldig artig å vere i denne bransjen. Det er nye utfordringar kvar dag.

Vedlegg 7 – Intervju III Consto Nord

Møte ved Consto Nord – På Teams

Transkripsjon med tidsstempel [MM:SS]

Intervjuar: Geir Morten (GM), Lars Olav (LO)

Intervjuobjekt: I4

GM: (00:06) Kan du fortelje litt kort om deg sjølv? Kva arbeidsstilling du har og kor lenge du har jobba i Consto?

I4: (00:18) Eg har jobba i Consto i snart 11 år. Så starta eg nede og har jobba oppover eigentleg. Eg starta på Jekta Storsenter våren 2012 i Tromsø, som var eit veldig stort prosjekt då. Så har eg helde på med ein del bustadar, noko næring, hotell og nå driv eg med helsehuset i Harstad. Det er eit prosjekt til 400 millionar eks. moms. På det prosjektet er eg anleggsleiar også har eg med meg ein prosjektleiar.

GM: (01:30) Har du erfaring med både prefabrikkert og plasstøypet betong?

I4: (01:35) Eigentleg mest prefabrikkert. Og det har litt med at dei fleste eigne betongarbeidarane vi har, høyrer til i Tromsø. Og det er mykje jobb i Tromsø, og då er det ikkje lønsamt å sende dei til andre byar. Også har vi ein elementfabrikk ved Storsteinnes. Også sør for Narvik så ligg Nordland-betongelement som produserer mest hulldekke.

GM: (02:21) Så det har litt med mannskap å gjere at du føretrekk prefabrikkert framføre plasstøypet? Eller for å spørje på ein anna måte, kva metode føretrekk du?

I4: (02:41) Eg likar prefabrikkert. Det har ofte med tiden å gjere, tiden betyr ofte veldig myke i eit prosjekt. Vi har jo jobba med den fasen på Harstad Helsehus og der har vi vert inne på å få eit eigentleg fått eit komplett prefabrikkert råbygg frå Aust-Europa. Så viss dykk tenkjer på klimaavtrykk så er dette eigentleg galskap. Så er det masse risikofaktorar vi også må vurdere. Fordi vi veit jo at vi er i Nord-Norge og det er ikkje alle som er like kjent med det. Det er veldig mykje dårleg skodde utenlandske transportørar og viss du har ein stram plan også går det.. eg veit ikkje. Det må vere snakk om sikkert fleire 100 vogntog. Og skulle ein av dei gå i grøfta så tar det tid å stable seg på beina igjen.

GM: (03:43) Ja, så det vil vere litt utfordringar logistikkmessig?

I4: (03:46) Ja, viss ein skulle gått for den løysinga, men nå er transportkostnadane også gått vanvittig mykje opp. Eit anna alternativ er jo å få elementa med båt, viss ein er i nærleiken av ei kai. Men det vi har landa på, er å engasjere eit betongfirma til å støype alt av fundament og plasstøypete veggjar. Også kjøpar vi hulldekke frå Nordland-betongelement som dei monterer.

GM: (04:18) Så dykk får ei komplett pakke med element og montering?

I4: (04:24) Ja.

GM: (04:28) Oppe i Nord så er vell dykk prega av vêr, vind og årstider, er det nokon utfordringar i forhold til dette?

I4: (04:38) Nei, i forhold til kulde så er det nok ein fordel med prefabrikkert. Det fins jo ein del «heatwork» viss dykk har høyrte om det. Dei har jo fabrikk her i Narvik, og dei har ein del løysingar i forhold til oppvarming og herding også vidare. Men det er klart at det er kostbart og tidkrevjande.

GM: (05:21) Krev det meir arbeid rundt HMS når du driv med prefabrikkert kontra plasstøyp på eit dekke for eksempel?

I4: (05:39) Altså i Nord er det veldig sjeldan at vi støyper dekke. Eg veit at i Sør så har dei ein del av dei plattendekka som blir støypt ut. Men dei har vi veldig lite av. Vi har jo ein betongpris i Nord som eigentleg heilt hinsides i forhold til austlandet i vertfall. Så det er stort sett hulldekke som blir brukt. Men akkurat HMS i det, så er det mange cowboyer i bransjen, som klatrer og henger på forskaling så eg trur det bikker til prefabrikkert der òg. Men det er klart at det er jo mykje i forhold til løfting av element, og avsperringar og sånt. Det må vi jo ta hensyn til. Mykje tunge løft.

GM: (06:48) Så det er ikkje så mykje plasstøypte dekke i Nord? Det er jo interessant.

I4: (06:56) Eg har jo vert med på eit prosjekt der viss ein får ein skavank i hulldekke, så har eg vert med på at det har kollapsa under løfting. Og eg har sett på bilder at det ramlar som eit korthus. Dekke for dekke etasjevis nedover. Så det er klart at ein KS-kontroll på dekket før dei blir heisa kan være lurt. For når såne ting går gale så går det veldig gale.

GM: (07:54) Korleis er det med avfallsmengde når du driv med prefabrikkert?

I4: (08:10) Det blir mykje avfall i forbindelse med støyp med trevirke og forskalingsmateriell. Vi bruker jo mykje formolje og såne ting. Så eg tror nok at prefabrikkert er heilt klart mindre avfall ja.

GM: (08:33) Korleis trur du utviklinga vil bli i framtida? Trur du det blir meir bruk av prefabrikkert, meir industrialisering? Eller er det veldig avhengig i kor i landet ein befinner seg?

I4: (08:47) Ja eg trur det er veldig forskjellig i kor i landet ein er. Også har det veldig mykje med pris å gjere. Og sjølvstags tidsbesparing, for tid er jo penger. Men sånn som nå så har Norcem varsla prishopp og det har vell med CO2 å gjere. Dei skal jo bygge CO2 lagringssenteret sitt og dette auker jo prisen på sementen. Men det vil jo gjelde uansett om det er prefabrikkert eller plasstøypt. Så eg trur nok pris har veldig mykje å sei, men eg trur mykje industrialisering er framtida. Det ser ein jo på andre komponentar som baderooms-kabinar og ytterveggs-element.

GM: (09:44) Viss du kort skal sei nokon ulemper mellom hulldekke kontra eit plasstøypdekke.

I4: (09:55) Tid er den største fordelten ved bruk av hulldekke. Det er det som betyr mest. Det fine med plasstøypt er at du kan legge mye føringar som trekkerør og såne ting skjult i plattendekke. Pris er også viktig. En kubikk betong koster sånn ca. 2300 kr her i Nord, og eg har høyrte at i Oslo området er det heilt nede på 8-900 kr.

GM: (12:55) Ja er det på grunn av lange avstandar?

I4: (13:04) Ja og fordi det er monopol. Altså vi har eit selskap i Narvik og eit i Harstad som ikkje har nokon konkurrentar. Så dei kan nesten ta kva dei vil. Men det er klart at viss du har nokon kjempestore oppdrag så kan ein få mobile blandeverk levert. Men då skal du opp på relativ stor mengde.

LO: (13:45) Men når dykk bestiller element frå Europa så er det vell veldig sårbart viss eit av dei er skada?

I4: (13:58) Ja, altså det kjem an på byggets utforming. Men er det ganske firkanta så kan det jo erstattast slik at det er likt med dei andre. Men det var ein vurdering som vi gjorde, altså om ein bil får stopp eller går i grøfta, eller transportskadar når det blir så store mengder så kan det bli ille. Eg veit ikkje om dykk er kjent med BREEAM. Prosjektet her i Alta er eit BREEAM prosjekt med klassifisering «GOOD», så det er ikkje veldig ille. Men det seier eigentleg ingenting om transporten, men det vil jo være galematias å bygge eit BREEAM-prosjekt også hentar du det frå Estland med fleire hundre bilar. Det hadde vert spesielt.

GM: (14:57) Kan jo lure litt på kva retning det går mot?

I4: (15:01) Ja, vi hadde også ein forespurnad i frå eit selskap frå Vestlandet. Dei kunne levere med båt til Harstad, men det er utruleg mykje logistikk. Å vite kostnaden med all den omlastinga og intertransporten i Harstad, den veit vi ikkje før vi er ferdig.

GM: (15:28) Nei klart det. Du er avhengig av å få rett element til rett tid.

I4: (15:33) Ja, også blir jo ikkje båten liggande der. Så vi må jo mellomlagre også må du ha masse intertransport, så det er veldig stor risikofaktor i det.

GM: (15:47) Blir mange handteringar av elementa også, då blir det jo veldig sårbart.

I4: (15:52) Ja, altså kvar omlasting er jo ein risiko.

GM: (18:12) Er det forskjell i etterarbeidet på dei to metodane? Vi har fått inntrykk over at flatene er glattare slik at det er lettare for for eksempel malaren og gå på innvendig i prefabrikkerte vegger.

I4: (18:26) Ja det vil eg sei både og. Viss dei har det litt for travelt på fabrikk, så kan ein fort få ein nuppete overflate som gjer at vi må slipe veggen eller heilsparkle. Så det er viktig å dedikere kva overflate du skal ha til fabrikk. Så det er klart at viss dei ikkje leverer det så går rekninga til dei.

GM: (18:54) Korleis er etterarbeidet til hulldekkene?

I4: (19:06) Ja, tenker du på avrettingsmassar på grunn av overhøgde? For ofte sånn som i leilighetsbygg så bruker vi ofte noko som heiter «Granab». Som er eit golv som vi byggjer oppå hulldekkene sånn at vi skal kunne ta lydkrava. Så eg trur ikkje det er så veldig mykje ... Sånn som det er på helsehuset så må vi ha ein påstøyp oppå alle hulldekkene i betong, med isolasjon for å dempe lyd.

Vedlegg 8 – Samandrag fabrikkbesøk hulldekke

Besøk elementfabrikk på Nobi Voss.

Notat frå produksjonshall hulldekke fabrikk:

- Under besøket støypte dei 200 mm element.
- 4 stk baner som dei støyper hulldekka i.
- Banene er 70 m lange. Ved bruk av toppwire brukes ikkje heile banen si lengde.
- Under produksjonen har dei 3 tilsette til stede. Ein på maskina som formar hulldekka, ein som går etter å lagar slisser og utsparingar, og ein som reingjer og ryddar opp etterkvart.
- Ved optimal drift, støyper dei på dagskift og sager og lagar klart på nattskiftet. Når vi er der jobbar dei berre dag.
- Det er ulike typar understell på støypemaskina etter kva tjukkelse hulldekka skal ha. Dette må dei vite i forkant, då det tek litt tid å bygge om.
- Produksjonen bestiller betong av eige blanderi. Den kjem inn på skinner og det vert ingen rest.

Korleis held dykk kontroll på klimaavtrykket i produksjon?

Bruker miljøbetong.

Kva tiltak har de for å redusere dette?

Det kan oppstå feil og skader på hulldekke element. Eit problem kan vere menneskeleg svikt, til dømes at det kappes feil og liknande. I tillegg til dette må elementa handterast og flyttast i fleire omgangar. Stablast, flyttast til lager og lessast på bil. Det kan då oppstå skader på kantar og endar. Dei kan i slike tilfelle ta inn att elementa i produksjonshallen og kappe av det som er skada. Det er mogleg å bruke oppatt kortare lengder så lenge antal wire og korleis dei er oppspent stemmer overens med der dei skal nyttast. På denne måten reduserer dei mengda skrap. Her vises det til eit eksempel på eit 12 m langt element med skade på enden. Då kan mesteparten nyttast oppatt. Det resterande kappet, blir transportert til deira eige sandtak ca. 3km frå produksjonen. Her fjernes wiren og betongen knusast. Den kan då nyttast som fyllmasse eller grøftesingel.

Blir det mykje avfall?

Ved produksjon av hulldekke, seier dei på forhånd kva hulldekke dei skal støype til blanderiet og får ut eksakt mengde betong til dette. Det betyr at det er lite restbetong. Hovudmengda avfall frå denne produksjonen er stål. Ved oppspenning av wire blir dei forlenga og dette må kappast vekk. Stålet blir kildesortert og levert til gjenvinning. Her får bedrifta betalt for å levere metallavfall.

Prøvar de å utvikle produkta dykkar? Spesielt mtp. HD og spenn/styrke.

Målet er at vi kan nytta den betongen vi knuser tilbake i ny betong som blir brukt i produksjon.

Spørsmål om logistikk:

Dei har ikkje for stor lagerplass på fabrikk. Det betyr at dei er avhengig av at dei som skal ha elementa er klare for å ta i mot fortløpande. Dette kan skape problem, spesielt når det er store prosjekt. Ved mindre prosjekt har dei litt meir spelerom og kan til dømes velje eit produsert element som passar og heller produsere nytt til dei som ikkje er klare til å ta i mot. Dei leverer mest hulldekke til næring, men òg til bustadbygg.

Kva utfordringar er der knytt til HMS, og kva er risikoen med å jobbe med hulldekke?

Det er generelt lite skade på folk. Ein typisk skade som kan oppstå er vriding i foten om nokon tråkker på ein betongklump.

Vedlegg 9 – Meldeskjema

16.05.2023, 08:27

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



[Meldeskjema](#) / [Bachelor](#) / Vurdering

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer

229051

Vurderingstype

Standard

Dato

03.03.2023

Prosjekttittel

Bachelor

Behandlingsansvarlig institusjon

Høgskulen på Vestlandet / Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap / Institutt for byggfag

Prosjektansvarlig

Tor Arild Segtnan

Student

Erlend Bø

Prosjektperiode

09.01.2023 - 12.06.2023

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Lovlig grunnlag

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 12.06.2023.

[Meldeskjema](#)

Kommentar**OM VURDERINGEN**

Sikt har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Vi har vurdert at du har lovlig grunnlag til å behandle personopplysningene, men husk at det er institusjonen du er ansatt/student ved som avgjør hvilke databehandlere du kan bruke og hvordan du må lagre og sikre data i ditt prosjekt. Husk å bruke leverandører som din institusjon har avtale med (f.eks. ved skylagring, nettspørreskjema, videosamtale el.)

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

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Se våre nettsider om hvilke endringer du må melde: <https://sikt.no/melde-endringer-i-meldeskjema>

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Lykke til med prosjektet!