

Lena Aarnes  
Charlotte F. Røvang

## Bærekraftig boligproduksjon

Precut konstruksjonsvirke i bindingsverket  
Et tiltak på veien til avfallsfrie byggeplasser

**Mai 2020**

### **NTNU**

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

**Bacheloroppgave**

**2020**





Lena Arnes  
Charlotte F. Røvang

## **Bærekraftig boligproduksjon**

Precut konstruksjonsvirke i bindingsverket  
Et tiltak på veien til avfallsfrie byggeplasser

Bacheloroppgave  
Mai 2020

### **NTNU**

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



Kunnskap for en bedre verden



Oppgavens tittel:	Dato: 20.05.20			
Bærekraftig boligproduksjon <i>Precut konstruksjonsvirke i bindingsverket</i> <i>Et tiltak på veien til avfallsfrie byggeplasser</i>	Antall sider: 83			
	<table border="1"> <tr> <td>Masteroppgave:</td> <td>Bacheloroppgave</td> <td>X</td> </tr> </table>	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	X
Masteroppgave:	Bacheloroppgave	X		
Navn: Lena Marie Aarnes og Charlotte Fangan Røvang				
Veileder: Fred Johansen				
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Sverre Kirkevold				

**Sammendrag:**

Rapportens hensikt er å vurdere precut konstruksjonsvirke som en produksjonsprosess for bindingsverk i nybygg opp imot bærekraftig utvikling og kravene i prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser». Kravene er at det verken skal genereres avfall på byggeplass eller hos produsent. I tillegg skal avfallet tilbake i produksjonen uten transport og på samme foredlingsnivå. Prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» er et nasjonalt innovasjonsprosjekt ledet av John R. Moen og Harald Aas.

Det er gjennomført en komparativ studie for å sammenligne tre ulike produksjonsprosesser i de tre bærekraftige dimensjonene. Produksjonsprosessene er precut konstruksjonsvirke, fallende lengder av konstruksjonsvirke og kombinasjonen av fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke. Det er tatt utgangspunkt i et boligprosjekt på Pepperstadkollen i Vestby for å kartlegge produksjonsprosessene.

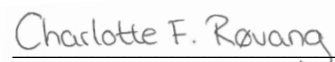
Resultatene i denne rapporten indikerer at precut konstruksjonsvirke reduserer avfallsmengden i forhold til bruk av fallende lengder av konstruksjonsvirke. En kombinasjonslinje som produserer fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke har lavest total mengde avfall, men har en høy investeringskostnad. Det er en høyere materialkostnad for precut konstruksjonsvirke enn for fallende lengder av konstruksjonsvirke, men framdriften går fortere. Rask framdrift gir et høyere dekningsbidrag, men det forutsetter kontinuerlig produksjon og lik bemanning. Precut konstruksjonsvirke øker sikkerheten på byggeplassen samt forbedrer helsen og arbeidsmiljøet til tømmerne, samtidig som risikoen ikke flyttes til næringen.

**Stikkord:**

Avfallsfrie Byggeplasser
Bindingsverk
Bærekraftig utvikling
Precut konstruksjonsvirke



Lena Marie Aarnes



Charlotte F. Røvang

## **Abstract**

The purpose of this report is to consider precut solid timber as a production process for stud work in new buildings up against sustainable development and the requirements in the project "Avfallsfrie Byggeplasser". The requirements are that the construction site and the production must be waste-free. In addition the waste must return to the production without transport and at the same process level. The project "Avfallsfrie Byggeplasser" is a national innovation project led by John R. Moen and Harald Aas.

A comparative study has been conducted to compare three different production processes in the three sustainable dimensions. The production processes are precut solid timber, mixed lengths of solid timber and the combination of finger jointed and precut solid timber. The survey of the production processes is based on a housing project at Pepperstadkollen in Vestby.

The results of this study indicate that precut solid timber reduces the amount of waste compared with the use of mixed lengths of solid timber. A combination line that produces finger jointed and precut solid timber has the lowest total amount of waste. It has, however, a high investment cost. Precut solid timber has a higher material cost than mixed lengths of solid timber, but the progress is faster. Rapid progress makes a higher contribution, but it requires continuous production and equal staffing. Precut solid timber increases the safety of the construction site as well as it improves the health and working environment of the carpenters, while at the same time it doesn't transfer the risk to the industry.



## Forord

Denne rapporten er en avsluttende bacheloroppgave ved studiet ingeniørfag - bygg, institutt for vareproduksjon og byggteknikk ved NTNU i Gjøvik.

Rapportens hensikt er at byggingen av et bindingsverk i precut konstruksjonsvirke skal sammenlignes med to andre produksjonsprosesser og vurderes opp imot en bærekraftig utvikling og kriteriene i «Avfallsfrie Byggeplasser». Gjennomføringen er utført som en komparativ studie av variabler innenfor de tre bærekraftige dimensjonene; miljø, økonomi og sosiale forhold. Det har blitt tilegnet mye lærdom og erfaring i bachelorperioden ved å fordype oss innenfor dette temaet. Dette er noe vi kommer til å ta med oss videre.

Vi ønsker å takke alle som har bidratt til rapporten. Vår veileder Fred Johansen, førstelektor ved institutt for vareproduksjon og byggteknikk ved NTNU i Gjøvik, ønsker vi å takke for gode råd til gjennomføringen av rapporten. Våre kontaktpersoner i OBOS Block Watne; Sverre Kirkevold, Christian Michaelsen, Thore Kristoffersen og Frank Joakim Angle ønsker vi å takke for et svært godt samarbeid. De har vært veldig behjelpelig via mail og tatt seg tid til nødvendige og givende møter. Videre vil vi rette en takk til Paul André Bergene Holm som er salgssjef i Bergene Holm og Jon Magnus Andersen som er prosjekteringsleder i Jatak Are Brug for å ha bidratt med data og informasjon som har vært avgjørende for gjennomføring av rapporten. Vi ønsker også å takke John R. Moen som er daglig leder i BA digital for en innføring i prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser», der han er en av prosjektlederne. Til slutt vil vi å takke familie og venner for støtte underveis.

# Innholdsfortegnelse

Abstract .....	ii
Forord .....	iii
Innholdsfortegnelse .....	iv
Tabelliste .....	vii
Figurliste.....	viii
Begreper i rapporten.....	ix
Kontaktpersoner .....	xi
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.1.1 Regionalt pilotprosjekt .....	2
1.1.2 Det nasjonale innovasjonsprosjektet – Avfallsfrie Byggeplasser .....	3
1.1.3 Utviklingsprosjekt - Konstruksjonsvirke .....	4
1.1.4 OBOS Block Watne .....	5
1.2 Samfunnsperspektiv.....	5
1.2.1 Bærekraftig utvikling .....	5
1.2.2 FNs Bærekraftsmål.....	6
1.2.3 De tre dimensjonene.....	7
1.3 Problemstilling.....	9
1.4 Avgrensing.....	9
2 Teori .....	12
2.1 Avfallssituasjonen .....	12
2.1.1 Trevirke .....	14
2.1.2 Emballasje .....	15
2.1.3 Sirkulær økonomi .....	15
2.1.4 Avfallspyramiden .....	16
2.2 Utslippssituasjonen.....	17
2.2.1 Trevirke .....	17
2.2.2 Godstransport .....	18
2.3 SHA .....	18
2.4 Konstruksjonsvirke.....	19
2.4.1 Leverandør - Bergene Holm.....	20
2.4.2 Leverandør - Jatak.....	21
2.4.3 Leverandør - Maxbo.....	22
2.4.4 Fallende lengder av konstruksjonsvirke.....	22

2.4.5	Tilpassede lengder av konstruksjonsvirke.....	22
2.4.6	Precut konstruksjonsvirke .....	23
2.4.7	Fingerskjøtet konstruksjonsvirke .....	23
2.5	Bindingsverk.....	24
2.6	Den fjerde industrielle revolusjon .....	25
2.6.1	BIM .....	26
3	Metode.....	28
3.1	Framgangsmåte – problemstilling .....	29
3.1.1	Valg av boligprosjekt .....	29
3.1.2	Valg av produksjonsprosesser.....	31
3.1.3	Valg av variabler .....	32
3.1.4	Valg av leverandører .....	33
3.2	Litteraturstudie.....	33
3.3	Informasjon- og datainnsamling.....	34
3.3.1	Kvalitativ og kvantitativ metode .....	34
3.3.2	Miljø .....	35
3.3.3	Økonomi.....	37
3.3.4	Sosiale forhold.....	39
3.4	Resultater, diskusjon og konklusjon.....	39
3.5	Relabilitet og validitet .....	40
4	Resultat.....	41
4.1	Miljø .....	41
4.1.1	Precut konstruksjonsvirke .....	41
4.1.2	Fallende lengder av konstruksjonsvirke.....	43
4.1.3	Fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke .....	45
4.1.4	Emballasje .....	47
4.1.5	Sammenligning.....	48
4.2	Økonomi .....	49
4.2.1	Precut konstruksjonsvirke .....	49
4.2.2	Fallende lengder av konstruksjonsvirke.....	50
4.2.3	Fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke .....	53
4.2.4	Sammenligning.....	54
4.2.5	Årlige kostnader .....	54
4.3	Sosiale forhold.....	56
5	Diskusjon.....	58
5.1	Miljø .....	58
5.1.1	Avfallsmengde .....	58

5.1.2	Utslippsmengde.....	66
5.2	Økonomi .....	68
5.3	Sosiale forhold.....	73
5.4	Generalisering.....	75
6	Konklusjon .....	77
7	Videre arbeid .....	79
	Litteraturliste .....	80
	Vedlegg .....	86

## Tabelliste

Tabell 1.1: Gevinst/gebyr-løsning fra dialogkonferansen i 2018.....	2
Tabell 2.1: Avfall i kg/m <sup>2</sup> fra nybygg fordelt i ulike fraksjoner og bygningstyper .....	13
Tabell 2.2: Vektprosent i en gjennomsnittlig restavfallscontainer for ulike byggeprosjekter .	14
Tabell 2.3: Fasthetsklasser .....	20
Tabell 4.1: Total avfallsmengde hos Jatak Are Brug .....	42
Tabell 4.2: Total avstand og utslipp for precut konstruksjonsvirke .....	43
Tabell 4.3: Total avfallsmengde på byggeplassen .....	44
Tabell 4.4: Total avstand og utslipp for fallende lengder av konstruksjonsvirke .....	45
Tabell 4.5: Avfallsmengde for precutanlegget uten avkapp .....	46
Tabell 4.6: Total avstand og utslipp for fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke.....	47
Tabell 4.7: Sammenligning av total avfallsmengde i alle produksjonsprosessene. ....	48
Tabell 4.8: Sammenligning av total mengde utslipp i alle produksjonsprosessene. ....	48
Tabell 4.9: Totalt kostnad for bindingsverk i precut konstruksjonsvirke og transport .....	49
Tabell 4.10: Total kostnad for akkordlaget i eneboligene med precut konstruksjonsvirke .....	50
Tabell 4.11: Total kostnad for fallende lengder av konstruksjonsvirke og transport.....	51
Tabell 4.12: Forhåndsmålebrev og akkordoppgjør for akkordlaget i rekkehusene.....	51
Tabell 4.13: Total kostnad for akkordlaget i eneboligene med fallende lengder.....	52
Tabell 4.14: Total kostnad for avfallshåndtering .....	52
Tabell 4.15: Sammenligning av total kostnad.....	54
Tabell 4.16: Sammenligning av tidsbruk .....	54
Tabell 4.17: Sammenligning av årlige kostnader.....	56
Tabell 5.1: Sammenligning av avfallsmengde med lik dimensjonering .....	59
Tabell 5.2: Sammenligning av total avfallsmengde når sagbruket er avfallsfritt.....	62
Tabell 5.3: Sammenligning av total utslippsmengde når trevirke er CO <sub>2</sub> -nøytralt. ....	66

## Figurliste

Figur 1.1: Bærekraftsmål som Avfallsfrie Byggeplasser legger vekt på .....	6
Figur 1.2: De tre dimensjonene: miljø, økonomi og sosiale forhold.....	7
Figur 1.3: Avgrensninger i en byggesak .....	11
Figur 1.4: Trevirkets løp fra råvare i skogen til tilpasset i ferdig bygg.....	11
Figur 2.1: Avfallsmengdene fortsetter å øke .....	12
Figur 2.2: Norges totale avfall i 2018, fordelt på ulike byggeprosjekter .....	13
Figur 2.3: Avfallspyramiden .....	16
Figur 2.4: Hundegger Speed-Cut SC3.....	21
Figur 2.5: Konstruksjonsvirke kappet og utfrest for innfestningspunkt.....	23
Figur 2.6: Krav til avstand mellom fingerskjøt og kvist .....	24
Figur 2.7: Oppbyggingen av et bindingsverk.....	25
Figur 2.8: Forskjellene mellom de fire industrielle revolusjonene .....	26
Figur 3.1: Arbeidsprosess.....	28
Figur 3.2: Oversiktsbilde over Pepperstadkollen .....	29
Figur 3.3: Fasaden til eneboligene i kjede nr. 4-12 .....	30
Figur 3.4: Rekkehus nr. 14-38 og eneboliger i kjede nr. 4-12 .....	30
Figur 3.5: Valg av variabler og produksjonsprosesser .....	31
Figur 3.6: Jatak Are Brugs BIM-modell av bindingsverket i eneboligene .....	32
Figur 3.7: Trevirkets løp i produksjonsprosessene.....	35
Figur 3.8: Svill med utskjæringer for innfestningspunkter .....	36
Figur 4.1: Produksjonsprosessen for precutet konstruksjonsvirke.....	41
Figur 4.2: Produksjonsprosessen for fallende lengder av konstruksjonsvirke .....	43
Figur 4.3: Produksjonsprosessen for fingerskjøtet og precutet konstruksjonsvirke.....	45
Figur 5.1: Avfallet fra precutanlegget hos Jatak Are Brug .....	63

## Begreper i rapporten

Hva	Definisjon
Avfall	Alt trevirke som tas ut fra produksjonen eller fra byggeplassen, selv om det går til gjenvinning
Avkapp	Avfall på grunn av tilpasning til en prosjektert lengde trevirke
Utskjæring	Avfall på grunn av tilpasning til prosjektert tverrsnitt i trevirke
«Avfallsfrie Byggeplasser»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avfallsfri produksjon på byggeplass</li> <li>2. Avfallsfri produksjon hos produsent</li> <li>3. Avfall skal tilbake i produksjon uten transport</li> <li>4. Produktet skal tilbake til produksjon på samme foredlingsnivå</li> </ol>
Prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser»	Utvikle helt nye løsninger, teknologi og systemer som gjør det mulig å realisere «Avfallsfrie Byggeplasser». I første omgang er prosjektet avgrenset til fraksjonene tre, gips og metall, samt emballasje (papp, papir og plast) i nybygg.
Foredling	Bearbeiding av råvare til ferdig produkt
Konstruksjonsvirke	Kløyvd og tørket tømmer som er sortert med hensyn til fasthet
Vrak	En feilprodusert lengde konstruksjonsvirke
Råtre	Konstruksjonsvirke før det er ferdig vare
Precut konstruksjonsvirke	Konstruksjonsvirke som er skåret ut på detaljnivå
Fallende lengder av konstruksjonsvirke	Variierende lengder på konstruksjonsvirke
Fotkapp	Standardiserte lengder på konstruksjonsvirke

Fingerskjøtet konstruksjonsvirke	En limt skjøt mellom to lengder med konstruksjonsvirke
Bindingsverk	Konstruksjonsvirke som brukes i bærevegger og leilighetsskiller
CO <sub>2</sub> - ekvivalenter	Gassers oppvarmingseffekt omregnet til mengde CO <sub>2</sub>
SHA	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
Kalkulasjon	En mengde- og kostnadsberegning
Rekvisisjon	Varebestilling
Akkord	Prestasjonsbasert godtgjørelse på et forhåndsdefinert arbeid
Akkordlag	Tømrere som arbeider på en gitt akkord
Forhåndsmålebrev	Forhånds målt tidsbruk i henhold til akkordtariff for et akkordlag
Kapitalkostnad	Alle kostnader for finansiering av egenkapital eller lån, for eksempel renter



## Kontaktpersoner

Christian Michaelsen	Byggeleder i OBOS Block Watne på prosjektet Pepperstadkollen
Frank Joakim Angle	Tømrerbas i OBOS Block Watne på prosjektet Pepperstadkollen
John R. Moen	Daglig leder i BA digital og prosjektleder i prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser»
Jon Magnus Andersen	Prosjekteringsleder i Jatak Are Brug AS
Paul André Bergene Holm	Salgssjef i Bergene Holm AS
Sverre Kirkevold	Teknologi og innovasjonssjef i OBOS Block Watne og prosjektleder for «Utviklingsprosjektet for konstruksjonsvirke»
Thore Kristoffersen	Rådgiver og tidligere kalkulasjonssjef i OBOS Block Watne



# 1 Innledning

I denne rapporten skal vi vurdere precut konstruksjonsvirke som en produksjonsprosess for bindingsverk i nybygg. Dette er en del av vår oppdragsgiver OBOS Block Watne sitt utviklingsprosjekt for konstruksjonsvirke. Dette utviklingsprosjektet er igjen en del av det nasjonale prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser».

Innledningsvis vil vi forklare bakgrunnen for utviklingsprosjektet. Videre skal vi forklare hva vi skal finne ut av, hvordan vi avgrenser rapporten og hvordan vi skal se dette fra de tre bærekraftige dimensjonene; miljø, økonomi og sosiale forhold. Deretter har vi et kapittel med teori for å forstå resultatene som blir presentert senere. Før resultatene blir presentert er det et metodekapittel som presenterer framgangsmåten og metodene som har gitt oss våre resultater. Etter å ha presentert resultatene diskuteres de opp imot den innledende informasjonen om «Avfallsfrie Byggeplasser» og teorien vi har lagt fram. Resultat og diskusjon er delt opp i underkapitler som er basert på de tre bærekraftige dimensjonen. Til slutt har vi trukket en konklusjon som svarer på problemstillingen.

## 1.1 Bakgrunn

Prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» stiller krav til en produksjons generering av avfall. Det skal verken genereres avfall på byggeplass eller hos produsent. I tillegg skal avfallet tilbake i produksjonen uten transport og på samme foredlingsnivå. Målet med prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» er å utvikle produksjonsprosesser som tilfredstiller disse kravene.

Begrepet avfallsfrie byggeplasser ble tatt i bruk av John R. Moen i et innlegg på Byggeindustriens hjemmeside i september 2017. I innlegget skriver han at en overgang til sirkulærøkonomi i næringen og introduksjon av avfallsfrie byggeplasser vil være et viktig steg hvis vi ønsker å ta ansvar for byggebransjens miljøbelastning.

Artikkelen til John R. Moen (2017) fikk mye oppmerksomhet, og vekket byggebransjens nysgjerrighet. John R. Moen formidlet i en telefonsamtale (22.01.2020) at han tok kontakt med kommunene Stavanger og Sandnes i desember 2017, hvor han spurte om de hadde interesse av å være med på utviklingen av prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser». De kom

raskt tilbake med en positiv tilbakemelding, og startet siden opp et regionalt pilotprosjekt. Videre har det regionale pilotprosjektet blitt utviklet til det nasjonale innovasjonsprosjektet «Avfallsfrie byggeplasser».

### 1.1.1 Regionalt pilotprosjekt

Byggherrene Sandnes eiendomsselskap KF og Stavanger kommune fortalte under en dialogkonferanse 8. april 2019 at de startet det regionale pilotprosjektet med å be om hjelp ved å invitere bygg- og anleggsbransjen til dialogkonferanse i andre kvartal i 2018. Det ble stilt flere spørsmål til deltakerne i forkant av konferansen. Der kom det fram at deltakerne hadde troen på at det er mulig å redusere avfallsmengden på byggeplassen. Videre kom det fram i et av spørsmålene at 6,7 % av deltakerne mente det ikke er samfunnsnyttig å redusere avfallsmengden. I et annet spørsmål kom det fram at 20,7 % mente det ikke ville være en økonomisk gevinst å redusere mengden avfall (6,9 % svarte vet ikke på dette spørsmålet).

Etter at byggherrene Sandnes eiendomsselskap KF og Stavanger kommune hadde gjennomgått innspillene fra første dialogkonferanse inviterte de til en ny dialogkonferanse i fjerde kvartal i 2018. Her var målet å sette et nullpunkt for avfallsreduksjonen og få til en gebyr/gevinst-løsning i forhold til måloppnåelse.

	<b>Avfall kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Bonus kr</b>	<b>Gebyr kr</b>	<b>Sprang kr</b>
	Mer enn 60		1 000 000	250 000
	60		750 000	150 000
	55		600 000	200 000
	50		400 000	150 000
	45		250 000	250 000
<b>Nullpunkt</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	35	250 000		250 000
	30	400 000		150 000
	25	600 000		200 000
	20	750 000		150 000
	Mellom 20 og 16	1 000 000		250 000

Tabell 1.1: Gevinst/gebyr-løsning fra dialogkonferansen i 2018

Nullpunktet ble lagt på 40 kg/m<sup>2</sup> mot dagens avfallsnivå på rundt 60 kg/m<sup>2</sup>, ifølge erfaringstall fra NHP for større bygninger (se tabell 2.1). Avfallet blir i tabellen definert som alt som tas ut fra byggeplass, selv om det går til gjenvinning.

Byggherrene Sandnes eiendomsselskap KF og Stavanger kommune la så ut to prosjekter på anbud i slutten av 2018 og starten av 2019. Det ene anbudet er Kleivane skole, som omfatter en ny skole og flerbrukshall på Skårli. I dette anbudet ønsket de at tilbyder skulle forplikte seg til en lavere avfallsmengde enn nullpunktet. Morten Braut i Sandnes kommune fortalte at byggingen startet i årsskiftet 2019/2020 med et mål om å komme helt ned til 15 kg/BRA. Det andre anbudet omfatter en ombygging av Tastaveden skole. Rune Kommedal i Stavanger kommune fortalte at byggingen av Tastaveden skole ikke har startet ennå på grunn av lav konkurranse. Selv om byggingen ikke har startet ennå, og at kravene muligens må senke noe, har de likevel fått fokus på å redusere avfallsmengden. Byggherrene var derav først ute med å stille krav rettet mot definisjonen av prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser».

### **1.1.2 Det nasjonale innovasjonsprosjektet – Avfallsfrie Byggeplasser**

John R. Moen fra BAdigital og Harald Aas fra Nasjonalt program for leverandørutvikling presenterte seg som ledere av det nasjonale innovasjonsprosjektet under dialogkonferansen 8. april 2019. Målet med prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» er at entreprenører og produsenter skal utvikle helt nye løsninger, teknologi og systemer som gjør det mulig å realisere avfallsfrie byggeplasser og avfallsfri produksjon, samtidig som produsentene styrker sin konkurransekraft. Systemgrensen gjelder i første omgang kun nybygg, og fraksjonene tre, gips og metall, samt emballasje (papp, papir og plast).

Det nasjonale innovasjonsprosjektet arrangerte en workshop 8. mai 2019, hvor produsenter og entreprenører skulle dele innsikt fra bransjen. Designfirmaet Halogen AS la fram en rapport fra workshopen. Der kom det fram flere utfordringer og tiltak knyttet til utviklingen av en produksjonsprosess som ikke skal genere avfall, hverken på byggeplass eller ute hos produsent.

Hovedutfordringer:

1. Planlegging og bestilling skjer for sent i prosessen, og er ikke presis nok
2. Skade på materialer under transport, håndtering, oppbevaring og montering fører til avfall
3. Mangelfull kompetanse, kultur, holdning for å etablere nulltoleranse for avfall
4. Mye svinn og avkapp i produksjon og på byggeplass

Hovedtiltak:

1. God, tidlig og koordinert planlegging med digitale verktøy

2. Logistikk for retur og gjenbruk av emballasje
3. Incentiver som fremmer avfallsfrie byggeplasser
4. Monteringsklare produkter i form av precut og moduler levert til byggeplass

I rapporten til Halogen ble definisjonen av avfall som ble utarbeidet under workshopen lagt fram. Definisjonen går ut på at avkapp fra produksjonen hos produsent eller på byggeplass som tilbakeføres inn i produksjon, og med det aldri forlater produksjonsområdet (produksjonsbedriften eller byggeplassen) som avfall, ikke regnes som avfall. John R. Moen formidlet i en telefonsamtale i april i 2020 at det nasjonale innovasjonsprosjektet har videreutviklet definisjonen, men at dette ikke har blitt offentliggjort ennå. I tillegg til at det ikke skal generes avfall på byggeplass eller i produksjon er det to nye kriterier som må oppfylles for at avfallet som oppstår i produksjonen ikke skal bli regnet som avfall:

1. Avfall skal tilbake i produksjon uten transport
2. Produktet skal tilbake til produksjonen på samme foredlingsnivå

Etter workshopen var det nasjonale innovasjonsprosjektet i gang, og igangsetting av utviklingsprosjekter i grupper/enkeltelskaper kunne begynne. Innovasjon Norge kan støtte utviklingsprosjektene med finansiell hjelp. Bak det nasjonale prosjektet står 11 av landets største byggherrer, som samlet skal stille krav til «Avfallsfrie Byggeplasser». Byggherrene ser for seg å kunne stille disse fire kravene i sine anbud innen 2022, eller så snart løsninger er tilgjengelig på markedet.

### **1.1.3 Utviklingsprosjekt - Konstruksjonsvirke**

OBOS Block Watne engasjerte John R. Moen i mai 2019. Det var ønskelig å få til et utviklingsprosjekt hvor det skal utvikles en produksjon for konstruksjonsvirke som gir null avfall på både byggeplass og hos produsent (vedlegg 1A). De avgrensner seg altså til ett enkelt materiale der avfallsmengden skal reduseres ned til null (eller tilnærmet null). I første omgang begrenser dette prosjektet seg til nybygg og produksjon av konstruksjonsvirke til nybygg. Hensikten er å ta ut læring som en senere kan nytte mot andre produkt- og materialområder. På OBOS Block Watnes hjemmeside blir det lagt fram i et intervju fra 2019 med Sverre Kirkevold, teknologi og innovasjonssjef i OBOS Block Watne og en av prosjektlederne i utviklingsprosjektet, at de har valgt å fokusere på konstruksjonsvirke fordi trevirke er en

vesentlig innsatsfaktor i alle deres bygg. Det er et materiale de forbruker opp mot 8 000 trailerlass av hvert eneste år.

Et møte som ble arrangert 19. september 2019 markerer starten på forprosjektet til utviklingsprosjektet. Boligbygg AS og OBOS Block Watne hadde blitt enige om å samarbeide i utviklingsprosjektet. Prosessen videre ble blant annet å få til et samarbeid med en produsent av konstruksjonsvirke (vedlegg 1B). Ifølge Sverre Kirkevold hadde OBOS Block Watne allerede avtaler med Løvenskiold og Maxbo, og inngikk derfor et samarbeid med Bergene Holm, hvor Løvenskiold Vækerø AS er medeier. På det neste møtet som fant sted 3. oktober, og som markerer avslutningen på forprosjektet, begynte de på prosjektplanen (vedlegg 1C). Prosjektplanen skulle brukes for å søke om støtte fra virkemiddelapparatet, Innovasjon Norge, for å kunne etablere utviklingsprosjektet.

#### **1.1.4 OBOS Block Watne**

OBOS Block Watne (2020) er en boligbygger som eier hele verdikjeden. Dette omfatter akkvisisjon (kjøp av eiendom), prosjektutvikling/prosjektering, salg og bygging av boliger. All bygging gjøres med egne tømrere. Dagens OBOS Block Watne startet som et sagbruk og trelasthandel i 1872, men Gabriel Block Watne overtok virksomheten i 1926. Virksomheten begynte da med husbygging. Siden den gang har det vært ulike eiere og i 2014 kjøpte OBOS-konsernet selskapet. OBOS Block Watne er i dag et heleid datterselskap av OBOS Boligbyggerlag. OBOS-konsernet er Norges største boligbyggerlag og boligforvalter I april 2020 endret selskapet navn fra Block Watne til OBOS Block Watne. Hovedkontoret er i Oslo sentrum, med 14 distriktskontorer fra Trøndelag til Agder.

## **1.2 Samfunnsperspektiv**

### **1.2.1 Bærekraftig utvikling**

John R. Moen publiserte en ny artikkel i 2018 på Byggeindustriens hjemmeside, hvor han skriver at drivkraften til prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» har bakgrunn i å utvikle en bærekraftig bransje, samtidig som det skal øke Norges konkurransekraft.

Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (1987) definerte en bærekraftig utvikling som en utvikling som skal imøtekomme dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov.

For ikke å bruke opp ressursene på jorda hevder FN-sambandet (2020) at vi må finne løsninger som balanserer belastningen på miljøet med forbruket og økonomien vår, og vi må finne bedre måter å fordele ressursene på. FN har satt 17 bærekraftsmål som skal utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030.

### 1.2.2 FNs Bærekraftsmål



Figur 1.1: Bærekraftsmål som «Avfallsfrie Byggeplasser» legger vekt på (Moen og Aas, 2019)

John R. Moen og Harald Aas formidlet under dialogkonferansen 9. april 2019 at prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» leverer på flere av FN's 17 bærekraftsmål (2020). De har lagt spesielt vekt på bærekraftsmål 12, gjøre mer med mindre ressurser, bærekraftsmål 11 - Bærekraftige byer og samfunn, og bærekraftsmål 13 - Stoppe klimaendringene.

Mål 11: Bærekraftige byer og samfunn. Gjøre byer og bosettinger inkluderende, trygge, motstandsdyktige og bærekraftige.

Mål 12: Ansvarlig forbruk og produksjon. Delmål 12.2: Innen 2030 oppnå en bærekraftig forvaltning og effektiv bruk av naturressurser. Delmål 12.5: Innen 2030 betydelig redusere avfallsmengden gjennom forbud, reduksjon, gjenvinning og ombruk. Delmål 12.6: Stimulere

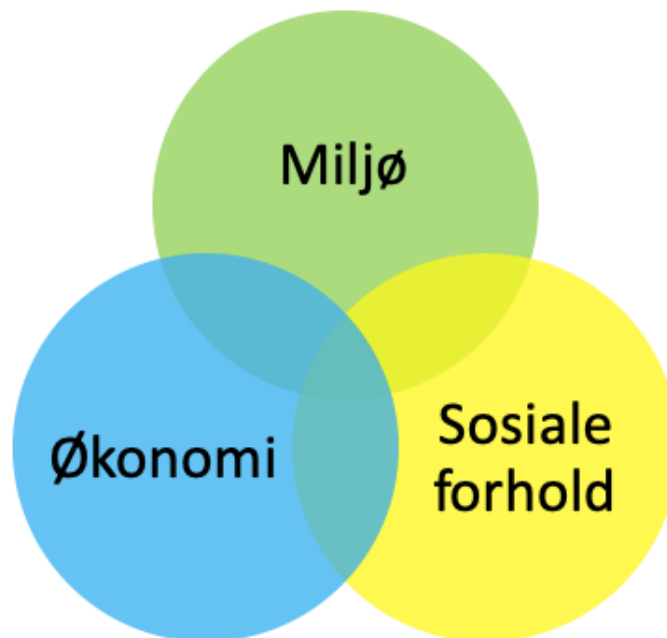


selskaper, særlig store og flernasjonale selskaper til å innføre bærekraftige arbeidsmetoder og integrere informasjon om bærekraft i sine rapporteringsrutiner.

Mål 13: Stoppe klimaendringene. Bekjempe klimaendringer og konsekvensene av dem. Effektene ved klimaendringene kjenner ingen landegrenser og globale løsninger er avgjørende.

### 1.2.3 De tre dimensjonene

Ifølge FN-Sambandet (2019) består bærekraftig utvikling av tre dimensjoner: miljø, økonomi og sosiale forhold. Skal prosjektet «Avfallsfrie byggeplasser» utvikle en bærekraftig byggebransje må det tas hensyn til alle dimensjonene.



Figur 1.2: De tre dimensjonene: miljø, økonomi og sosiale forhold. Inspirert av FN-Sambandet (2019).

#### Miljø

Ifølge FN sambandet (2019) handler miljødimensjonen om å stanse klimaendringer for å ta vare på naturen og klimaet. Dimensjonen legger til grunne at menneskenes livsgrunnlag er helt avhengig av naturen. Hvis økosystemene våre ødelegges og havet og lufta blir varmet opp vil verden være mer sårbar for naturkatastrofer og ressursmangel.

John R. Moen (2017) hevder at hvis byggebransjen skal bidra til å senke sin miljøbelastning er prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» et viktig steg i riktig retning. Det er med på å

oppfylle FNs (2020) bærekraftsmål 12 som handler om å sikre bærekraftig forbruk- og produksjonsmønstre. Innunder bærekraftsmål 12 tar delmål 12.05 og 12.06 for seg avfallsreduksjon. Dette er viktig for å redusere det økologiske fotavtrykket og det kan oppnås ved å endre produksjonsmetoder i næringen. Dagens situasjon er at det forbrukes mer ressurser enn hva som er bærekraftig for planeten.

For å oppnå FNs bærekraftsmål 13 vil reduksjonen av utslipp CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra transportsektoren være en avgjørende faktor. Først og fremst må CO<sub>2</sub>-utslippet kuttes, og det som allerede er sluppet ut må fanges opp og lagres. I tillegg må det satses på fornybare energi, nye industrielle systemer og endring i infrastruktur for å begrense skadeomfanget.

## **Økonomi**

Ifølge FN Sambandet (2019) går den økonomiske dimensjonen ut på å sikre økonomisk trygghet for mennesker og samfunn.

John R. Moen (2018) hevder at den fjerde industrielle revolusjonen vil føre til endringer og digitalisering av bygg- og anleggsbransjen. Dette fordi byggebransjen har vært konservativ og hatt en arbeidseffektivitet som har stått stille de siste 30 årene. Videre hevder han at norske myndigheter mangler visjonær tenking som fører til at Norge kan miste konkurransekraften fordi vi ikke henger med på utviklingen. Han tar opp at Danmark, Finland, Nederland, Frankrike og til dels Sverige har høye ambisjoner om hva sirkulær økonomi kan tilføre samfunnet av endring og vekst. Mangel på framtidsrettet tenkning fra norske myndigheter kan derfor føre til at Norge mister vesentlig konkurransekraft i forhold til nabolandene. Myndighetene må ta grep for at det norske næringslivet skal være en førende aktør i bygg- og anleggsnæringen, men bærekraftig utvikling ifølge FN sambandet (2019) er bare mulig hvis en økonomisk vekst gjøres på en bærekraftig måte.

## **Sosiale forhold**

Ifølge FN sambandet (2019) handler den sosiale dimensjonen om hvordan mennesker har det. Det går ut på å sikre rettferdig grunnlag for et anstendig liv og om muligheten til å påvirke egne liv og samfunnet de lever i. FNs (2020) bærekraftsmål 8 tar for seg anstendig arbeid og økonomisk vekst og i delmål 8.8 kommer det fram at det skal fremmes et trygt og godt arbeidsmiljø.

John R. Moen (2018) hevder at muskulær kraft vil bli omformet til maskinkraft på grunn av digitaliseringen i den fjerde industrielle revolusjonen. Ifølge arbeidstilsynet (u.å a) er byggebransjen en risikabel bransje med flere arbeidsskader enn de fleste andre bransjene i Norge. Maskinkraft kan redusere risikoen, men utviklingen er likevel etisk diskuterbar fordi den kan medføre tap eller endringer av arbeidsoppgaver som har vært en stor del av yrkene på byggeplassen.

### 1.3 Problemstilling

Med bakgrunn i OBOS Block Watnes utviklingsprosjekt for konstruksjonsvirke, ønsket de at vi skulle vurdere bruk av precut konstruksjonsvirke i bindingsverk i nybygg. Vår problemstilling er som følger:

*Hvordan påvirkes de bærekraftige dimensjonene når et bindingsverk skal bygges med precut konstruksjonsvirke, og målet er å tilfredsstille kravene i «Avfallsfrie Byggeplasser»?*

De bærekraftige dimensjonene er miljø, økonomi og sosiale forhold, og kravene i «Avfallsfrie Byggeplasser» er:

1. Avfallsfri produksjon på byggeplass
2. Avfallsfri produksjon hos produsent
3. Avkapp skal tilbake som ressurs i produksjon uten transport
4. Avkapp skal tilbake til produksjonen på samme foredlingsnivå

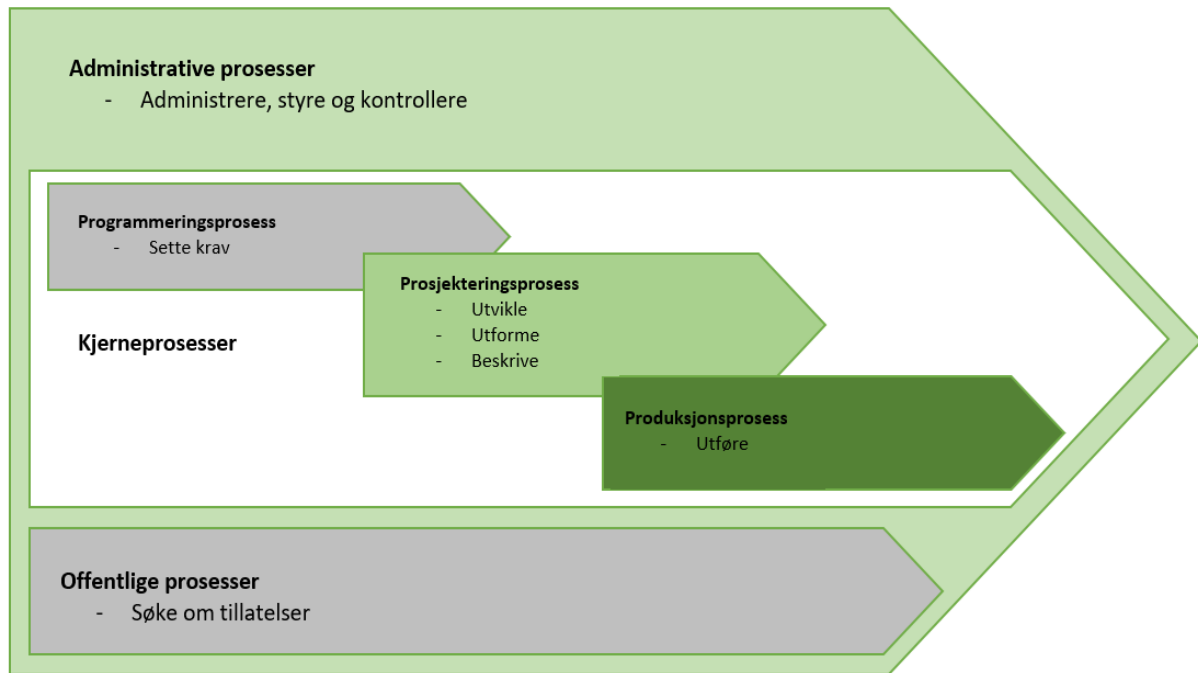
### 1.4 Avgrensning

Rapporten skal ta for seg bindingsverk, nærmere bestemt bærende vegger og leilighetsskiller av konstruksjonsvirke. Byggingen av et bindingsverk i precut konstruksjonsvirke skal sammenlignes med to andre produksjonsprosesser og vurderes opp imot en bærekraftig utvikling og kriteriene i «Avfallsfrie Byggeplasser».

Produksjonsprosessene er bindingsverk i precut konstruksjonsvirke, fallende lengder av konstruksjonsvirke og kombinasjonen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke. Vi har avgrenset oss til et boligprosjekt som har brukt precut konstruksjonsvirke som produksjonsprosess. Miljødelen av rapporten deles igjen inn i en avfalls- og utslippsdel. I

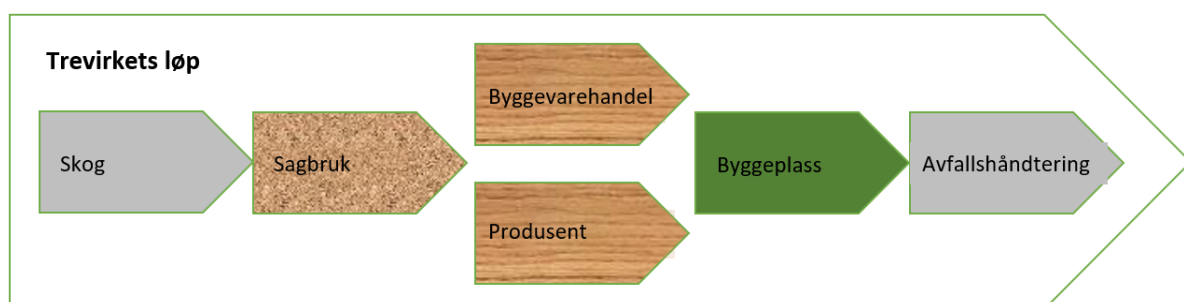
avfallsdelen avgrensar vi oss til mengden treavfall som generes i de ulike leddene i trevirkets løp (figur 1.4). Vi skal ikke fokusere på mengde emballasjeavfall, men se på metoder for å unngå emballasje eller optimal bruk av emballasje og likevel holde avfallet fra trevirke nede. I utslippsdelen avgrensar vi oss til å se på utslippet av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra trevirke og transport som foregår på lastebil. Vi følger produksjonsprosessene fra teoretisk kalkulert mengde til faktisk mengde oppsatt i bygget, og ser i økonomidelen av rapporten på tilhørende kostnader som må dekkes av OBOS Block Watne. Vi ser ikke på rigg og driftskostnader, da vi kun tar for oss bindingsverket som er en del av hele byggeprosjektet. Kostnadene er uten merverdiavgift med mindre noe annet er oppgitt. Sosiale forhold avgrensas til utfordringer knyttet til SHA som oppstår på grunn av valg av konstruksjonsvirke på byggeplassen, da vi kun fokuserer på arbeidstakerne i ett enkelt prosjekt. Utfordringer som er like for de ulike produksjonsprosessene er ikke relevante.

Figur 1.3 viser delene av en byggesak vi skal ta for oss. Eikeland (1999) deler byggeprosessen inn i tre parallelle prosesser; administrative-, kjerne- og offentlige prosesser. Den administrative prosessen innebærer å administrere, styre og kontrollere byggesaken, hvor vi skal ta for oss kostnader. Kjerneprosessen kan deles inn i tre selvstendige delprosesser: Programmering, prosjektering og produksjon. Programmeringsprosessen innebærer å sette krav til hva bygget skal tilfredsstillе, og vil ikke være en del av denne rapporten da disse kravene allerede er satt. I prosjekteringsprosessen skal bygget utvikles, utformes og beskrives. I denne prosessen har vi nytte av teoretisk mengde trevirke som er prosjektert i bindingsverket i eneboligene. Produksjonsprosessen er i utgangspunktet kun definert som den fysiske utførelsen av bygget, men vi skal i tillegg følge produksjonsprosessen av konstruksjonsvirke fra før det ankommer byggeplassen for fysisk utførelse. Til slutt har vi de offentlige prosessene som omfatter å søke om tillatelser for byggeprosjektet hos myndighetene, og dette vil heller ikke være en del av denne rapporten.



Figur 1.3: Avgrensninger i en byggesak. Inspirasjon til figur er hentet fra Eikeland (1999)

Trevirkets løp starter i skogen, men denne rapporten skal følge trevirke først etter at det har blitt transportert til et sagbruk for foredling. Etter foredlingen kan trevirket bli videreforedlet på sagbruket, transportert til en byggevarehandel eller til en produsent. Deretter blir trevirket kjørt ut til byggeplass i ønsket mengde. Det oppstår i dag avfall i flere ledd i dette løpet og det krever avfallshåndtering. Hva som skjer med avfallet, gjenbruk eller deponi, vil ikke være en del av denne rapporten. Vi skal derimot fokusere på at dette skal gå avfallsfritt. Det er i utgangspunktet en transportetappe mellom hvert ledd. Figur 1.4 illustrerer dette.

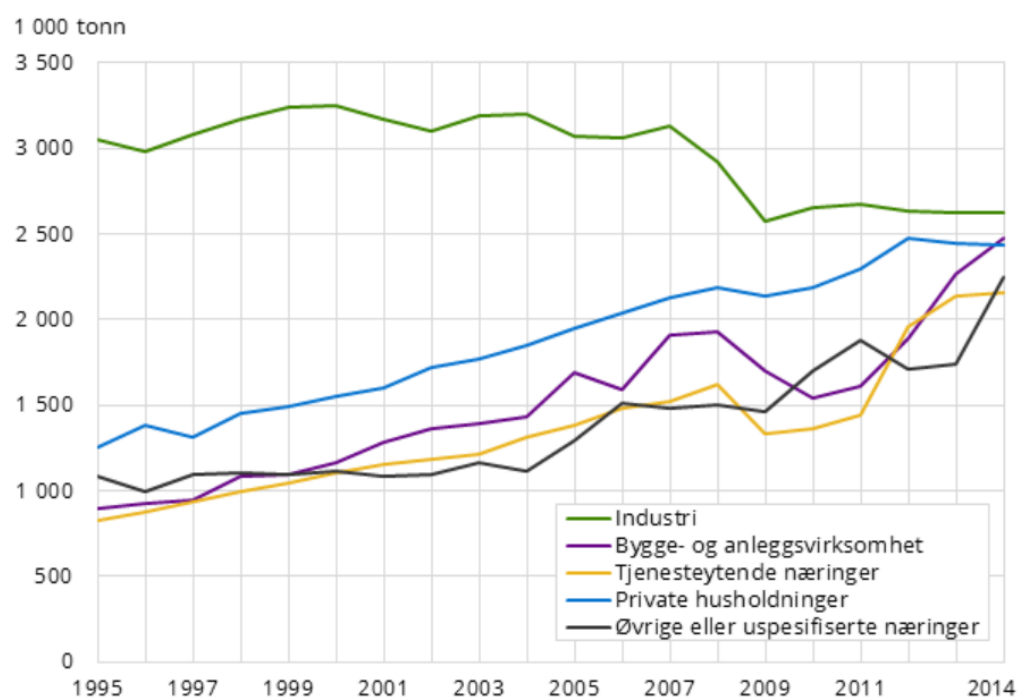


Figur 1.4: Trevirkets løp fra råvare i skogen til tilpasset i ferdig bygg.

## 2 Teori

### 2.1 Avfallssituasjonen

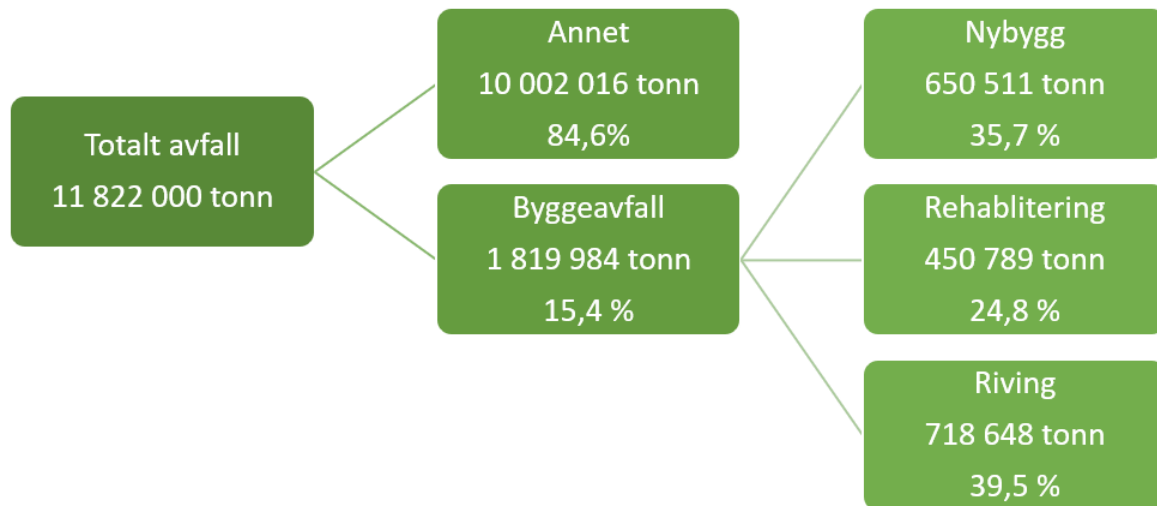
John R. Moen (22.01.2020) fortalte i en telefonsamtale at han så i SSBs statistikk (2016) at den totale avfallsmengden årlig fortsatte å øke. Dette til tross for mange tiltak for avfallsreduksjon de siste 20 årene.



<sup>1</sup> Forurensede masser er ikke inkludert.  
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 2.1: Avfallsmengdene fortsetter å øke (SSB, 2016)

Etableringen av prosjektet «Avfallsfrie byggeplasser» er altså en reaksjon på dagens avfallssituasjon. Dette for å hindre at avfallet oppstår i det hele tatt. I 2018 kastet byggeaktiviteten i Norge litt over 1,8 millioner tonn avfall, se figur 2.2. Dette utgjorde ca. 15,4 % av Norges totale avfallsmengde. Nybygging sto for 650 511 tonn (SSB, 2020 a og b). I tillegg oppstår det avfall under produksjon av byggevarer i industrien, som gjør at avfallsmengden er enda større. Industriavfallet går inn under annet i figur 2.2.



Figur 2.2: Norges totale avfall i 2018, fordelt på ulike byggeprosjekter (SSB, 2020 a og b)

Tabell 2.1 er hentet fra en rapport skrevet av Norby og Wærner som er utgitt av Norwegian Green Building Council (NGBC) i 2017. Den gjengir bearbejdede erfaringstall for nybygg fra Nasjonal handlingsplan sin kildesorteringsveileder og viser at total mengde avfall ved bygging av eneboliger er 38,5 kg/m<sup>2</sup>. For større bygg ligger mengden på rundt 60 kg/m<sup>2</sup>.

FRAKSJON	SMÅ BOLIGER	STORE BOLIGBYGG	NÆRINGSBYGG	ANDRE BYGG
BETONG, REN	1,72	16,71	18,47	16,36
EE-AVFALL	0,08	0,14	0,64	0,09
GIPS	4,17	6,22	4,1	4,54
GLASS	0	0,03	0,16	1,04
METALL	0,4	2,3	3,79	4,22
PAPIR	1,52	1,77	1,03	2,96
PLAST	0,44	0,75	0,24	0,39
TREVRISKE	12,33	16,36	13,02	16,22
BLANDET AVFALL	17,61	14,25	16,76	16,09
ANNET	0	0,21	0,4	1,97
FARLIG AVFALL	0,23	0,23	0,23	0,23
<b>SUM</b>	<b>38,5</b>	<b>58,97</b>	<b>58,84</b>	<b>64,11</b>
ASFALT	0	5,6	6,8	82,63

**SMÅ BOLIGER** = ENEBOLIGER, REKKEHUS OG VÅNINGSHUS

**STØRRE BOLIGBYGG** = SAMMENBYGDE BOLIGBYGG MED FLERE ETASJER, BOLIGER MED FLERE BOENHETER

**NÆRINGSBYGG** = FABRIKKER, LAGERBYGG, HOTELLER, GARASJEANLEGG OG INDUSTRIBYGG

Tabell 2.1: Avfall i kg/m<sup>2</sup> fra nybygg fordelt i ulike fraksjoner og bygningstyper (Nordby og Wærner, 2017)

Norby og Wærner henviser til en annen rapport av Hovland og Wærner (2015) som har gjort en undersøkelse av 30 restavfallscontainere for å finne ut hva disse inneholder; 4 fra nybygg, 21 fra rehabilitering, 1 container til riving og 2 fra kombinasjoner av disse. I tillegg var containerne fra ulike faser i byggeprosessen. Tallene er derfor ikke statistisk representative,

men tallene kan brukes til å finjustere avfallstallene fra de ulike fraksjonene i tabell 2.1. Norby og Wærner har bearbeidet tallene fra denne undersøkelsen, gjengitt i tabell 2.2.

FRAKSJON	NYBYGG	REHABILITERING (alle containere)	RIVING
BETONG, REN	8,5	10,71	3,5
EE-AVFALL	1,19	1,66	0
GIPS	22,73	3,01	0
GLASS	0,1	1,1	0
METALL	1,18	5,29	11,44
PAPIR	4,63	6,04	0
PLAST	2,8	4,84	1,03
TREVRIRKE	13,5	24,27	58,62
BLANDET AVFALL	37,62	35,47	13,58
ANNET	3,62	6,36	11,83
FARLIG AVFALL	4,15	1,25	0
<b>SUM</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**SMÅ BOLIGER** = ENEBOLIGER, REKKEHUS OG VÅNINGSHUS

**STØRRE BOLIGBYGG** = SAMMENBYGDE BOLIGBYGG MED FLERE ETASJER, BOLIGER MED FLERE BOENHETER

**NÆRINGSBYGG** = FABRIKKER, LAGERBYGG, HOTELLER, GARASJEANLEGG OG INDUSTRIBYGG

Tabell 2.2: Vektprosent i en gjennomsnittlig restavfallscontainer for ulike byggeprosjekter (Nordby og Wærner, 2017)

## 2.1.1 Trevirke

I 2018 var treavfallet fra nybygging 113 881 tonn (SSB, 2020 a). Dette utgjør 17,5 % av alt avfallet et nybygg genererer. Fra tabellene 2.1 og 2.2 kan vi se at erfart avfall fra trevirke er:

$$12,30 \frac{kg}{m^2} + 2,40 \frac{kg}{m^2} \text{ (13,5 \% av 17,61 kg blandet avfall)} = 14,70 \frac{kg}{m^2} \text{ for småhus}$$

Under undersøkelsen av restavfallcontainerne gjorde Hovland og Wærner (2015) noen betraktninger for trevirke. Trevirke var den fraksjonen hvor det var mest feilsorteringer, og dette er bemerkelsesverdig når hele 17 av de 30 byggeplassene som var med på undersøkelsen sier at de sorterer trevirke.

SSB (2017) har laget en statistikk over avfall fra industrien. Den viser at det oppstår avfall under produksjon av byggevarer til byggeplasser, og fra trelast og trevareindustrien ble det kastet 37 000 tonn avfall i 2015. Det er ukjent hvor mye av dette som er trevirke, men alle industriene samlet kastet 66 000 tonn treavfall samme år. I rapporten Statistikk over BA-avfall skrevet av Skogesal (2019), hevder han at prefabrikkering av hus og elementer foregår i industrivirksomheter, og at slike produksjonsmetoder fører til mindre avfall på byggeplassen.



## 2.1.2 Emballasje

Skogesal (2019) hevder at avfallet fra nybygging består for det meste av emballasje i tillegg til kapp/rester av bygningmaterialer. Stortingsmelding 930 (2017-2018) definerer emballasje som et produkt bestående av materialer som brukes til innpakking, håndtering og beskyttelse ved levering av en vare fra produsent til forbruker. Materialene plast, papp og papir er vanlige emballasjeprodukter.

Stortingsmelding 930 (2017-2018) har som mål å redusere miljøbelastningen emballasje forårsaker. Dette målet skal oppnås ved å redusere mengden emballasje, optimalisere den emballasjen som brukes og gjenvinne emballasjen etter bruk. Standard Norge (2000) definerer formålet med emballasje som å beskytte en vare mot skader for å forhindre avfall.

## 2.1.3 Sirkulær økonomi

I en rapport utgitt av Sintef (2018) tar Moum, Skaar og Midthun opp flere grunner til at konseptet sirkulær økonomi har blitt utviklet. Dagens samfunn består hovedsakelig av lineær økonomi. Det vil si at ressurser fra Jorden blir brukt til et formål og deretter kastet når formålet er opphevet. Denne type ressursbruk går under prinsippet «vugge til grav». De to siste tiårene har bevisstheten rundt den økende etterspørselen og den begrensede tilgangen på ressurser fått mer fokus. Knappheten på viktige råvarer vil påvirke prisnivåene og hele det økonomiske systemet.

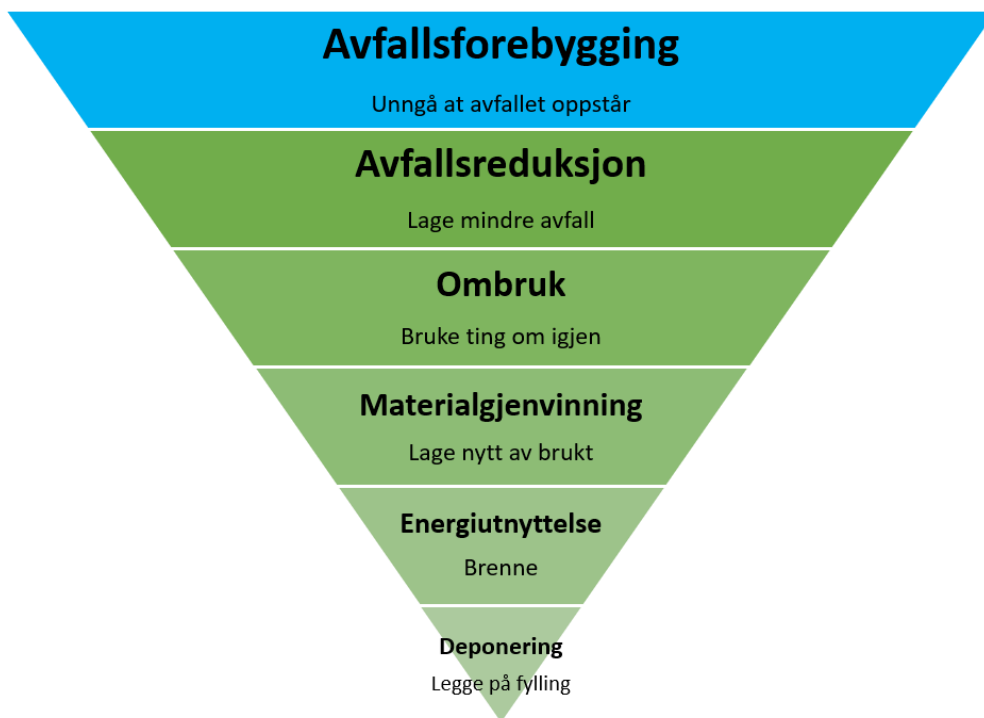
Ghisellini, Ripa og Ulgiat (2017) hevder i en annen rapport at sirkulær økonomi er en modell for økonomisk utvikling som fremmer maksimalt materialgjenvinning/gjenbruk av materialer, varer og komponenter for å redusere avfallsmengden. Modellen tar sikte for hele ressursenes livsløp, produksjon, forbruk, distribusjon og gjenvinning, hvor «vugge til vugge» prinsippet er målsettingen.

Flere europeiske land har startet opp sirkulære byggeprosjekter (Moum, Skaar og Midthun, 2018). I Danmark har en rekke bedrifter gått sammen og startet prosjektet Circle House. En av samarbeidspartnere 3XN arkitekters innovationsenhet GXN (u.å) skriver på sin hjemmeside at prosjektet går ut på at sirkulære prinsipper skal brukes til å bygge 60 boliger utenfor Aarhus. Målsettingen er at 90 % av byggematerialene skal kunne gjenbrukes uten at det mister noe verdi ved endt levetid for byggene. Prosjektet er ventet ferdig i 2020.

Park 20 | 20 (u.å) i Haarlemmermeer i nærheten av Amsterdam er et annet prosjekt hvor sirkulære prinsipper er brukt. Parken kombinerer bærekraftig design og «vugge-vugge»-optimalisert arbeidsmiljø. Zachariasse Consulting fra Nederland er rådgivningsfirmaet som står bak prosjektet. Circle House og Park 20 | 20 er to eksempler hvor nabolandene våre har kommet mye lengre i utviklingen av en sirkulær byggebransje.

## 2.1.4 Avfallspyramiden

Ifølge LOOP (2018) er avfallspyramiden en figur som illustrerer prioriteringene i norsk avfallspolitikk og EUs rammedirektiv for avfall. Målet er å behandle avfallet så nær toppen av pyramiden som mulig.



Figur 2.3: Avfallspyramiden (Inspirert av LOOP, 2018)

«Avfallsfrie Byggeplasser» og sirkulær økonomi er nært beslektet, men prinsippene er ikke helt like. John R. Moen (2020) formidlet at «Avfallsfrie Byggeplasser» vil levere resultater på et trinn over øverste nivå i avfallspyramiden. Det nye trinnet går ut på å forebygge at avfall oppstår. Dette resulterer i effektiv og redusert materialbruk. En sirkulær økonomi godtar derimot en viss mengde avfall så lenge den kan brukes om igjen eller gjenvinnes og få tilnærmet samme verdi.

## 2.2 Utslippssituasjonen

Olerud (2019) skriver i Store norske leksikon at klimagassutslipp er gassutslipp til luft som påvirker atmosfærens evne til å holde på varmen, og dermed klodens klima. Videre nevner Olerud og Lahn (2020) at eksempler på slike klimagasser er karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), lystgass ( $\text{N}_2\text{O}$ ) og fluorgasser (HFK, PFK og  $\text{SF}_6$ ). Alle disse gassene har svært forskjellig oppvarmingseffekt og levetid i atmosfæren, så for å kunne sammenligne dem regnes de om til  $\text{CO}_2$ -verdier. Den samlede mengden klimagasser kalles da  $\text{CO}_2$ -ekvivalenter.

Olerud (2019) hevder at mye av  $\text{CO}_2$ -utslippet kommer fra forbrenning av kull, olje og gass som hentes opp fra bakken, og går som menneskeskapt utslipp av klimagasser.

Menneskeskapt klimagassutslipp av betydning startet med den industrielle revolusjonen og har siden akselerert sterkt. Det er de menneskeskapt klimagassutslippene, med stadig større sikkerhet, som bidrar til klimaendringene. Det må handles umiddelbart for å bekjempe klimaendringene og konsekvensene av dem, som er FN's (2020) bærekraftsmål 13: Stoppe klimaendringene.

### 2.2.1 Trevirke

Ifølge Trefokus (u.å) er trær verdens mest miljøvennlige byggemateriale. Det er det eneste fornybare byggematerialet som finnes i ubegrensede mengder, men det forutsetter en bærekraftig skogforvaltning, bærekraftsmål 15.2. (FN-sambandet, 2020). Med andre ord er det et betinget fornybart materiale.

Myhre (2015) hevder at det naturlige innholdet av  $\text{CO}_2$  i atmosfæren er en del av et karbonkretsløp. I karbonkretsløpet for trevirke inngår prosessene fotosyntese, ånding, nedbrytning og forbrenning. Ifølge Bergene Holm (u.å b) binder treet 0,8 kg med  $\text{CO}_2$  per kubikkmeter i vekstfasen og avgir  $\text{O}_2$  i fotosyntesen. Ånding er den motsatte prosessen til fotosyntesen, hvor det forbrukes  $\text{O}_2$  og avgis  $\text{CO}_2$ . Nedbrytning og forbrenning er tilnærmet like prosesser, hvor det blir avgitt like mye  $\text{CO}_2$  som det ble bundet i vekstfasen og forbrukt like mye  $\text{O}_2$  som det planten produserte. Er tilveksten av trær likt uttaket av trær vil netto  $\text{CO}_2$ -utslipp være omtrent likt null. Trevirke vil da være et  $\text{CO}_2$ -nøytralt materiale.

## 2.2.2 Godstransport

Stortingsmelding 33: Nasjonal transportplan (2016-2017) tar opp at det er utfordringer knyttet til CO<sub>2</sub>-utslipp for vegtransport av gods. Lastebilen er ofte det eneste alternativet for transport av gods fra opprinnelsesstedet og helt fram til ulike destinasjoner. SSB (2020 c) har laget en statistikk over utslipp til luft. I 2018 stod veitrafikken for et utslipp på 9,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter til norsk luft. Det samme året ble det fraktet 264 millioner tonn varer på norske veier (SSB, u.å). Av det totale utslippet stod trelast- og trevareindustrien (med unntak av møbelindustrien) for 141 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (SSB, 2020 c). Videre står det i Stortingsmelding 33 at det forventes fortsatt en vekst i godstransporten i Norge, og den gjennomsnittlige veksten i totale godsstrømmer er forventet å øke med 1,5 % årlig fram mot 2050.

I artikkelen som John R. Moen skrev i 2018 hevder han at vi er på vei inn i den fjerde industrielle revolusjonen. Dette vil føre til en teknologisk utvikling som forventer å påvirke hva, hvor og hvordan varer produseres. Dette vil påvirke transportomfang og transportmønster i både Norge og globalt. Stortingsmelding 33 hevder at godstransporten står overfor store utfordringer når det gjelder effektivisering og omstilling, samtidig som hensynet til miljø og trafikksikkerhet skal ivaretas.

## 2.3 SHA

SHA er en forkortelse for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø. Ifølge paragraf 7 i Byggherreforskriften (2009) skal byggherren påse at det er utarbeidet en skriftlig SHA-plan før oppstart av arbeidet på en bygge- eller anleggsplass. Denne planen skal beskrive hvordan risikoforholdene i prosjektet skal håndteres, og forskriftens formål er å verne arbeidstakerne mot farer.

Ifølge Arbeidstilsynet (u.å a) er bygg- og anlegg blant de næringene med flest antall rapporterte arbeidsulykker og arbeidsskadedødsfall. Fallulykker er det som går igjen mest. I tillegg er finger- og håndskader hyppige ikke-dødelige skader, og årsaken til dette er for eksempel kontakt med sagblad og roterende utstyr. Som en innsats for å redusere antall fallulykker og antall skader på fingre og hender gjennomførte Arbeidstilsynet (u.å b) en kontroll på nesten 400 byggeplasser i september 2018. På byggeplasser hvor arbeidet ble

stanset var det i 9 av 10 tilfeller på grunn av uforsvarlig arbeid i høyden og 3 av 10 på grunn av manglende verneutstyr på sag.

Arbeidstilsynet (u.å a) skriver videre at bygg- og anlegg er mer utsatt for helseskadelig eksponering av støy, støv og kjemiske stoffer enn hele yrkesbefolkningen. Eksponeringen gir høyere risiko for arbeidsrelaterte luftveisplager. Andelen selvrapporterte muskel- og skjelettplager er også høyere enn i de fleste andre næringer. En del av årsaken til dette er at det er tungt fysisk arbeid, ugunstige arbeidsstillinger og gjentatte bevegelser.

Ifølge arbeidsmiljøloven (2005) er arbeidsmiljø en samlet vurdering av faktorer som kan virke inn på arbeidstakers fysiske og psykiske helse og velferd. I arbeidsmiljøloven stilles det krav til det fysiske og psykiske arbeidsmiljøet. Blant de fysiske kravene er det krav til støy, og verneinnretninger på maskiner og arbeidsutstyr. I tillegg skal arbeidsplassen innredes og utformes slik at arbeidstaker unngår uheldige fysiske belastninger, som kan komme av tunge løft og ensformig gjentakelsesarbeid.

## 2.4 Konstruksjonsvirke

I en rapport om konstruksjonsvirke har Øvrum (2012) definert konstruksjonsvirke som kløyvd og tørket tømmer, sortert med hensyn til fasthet. Sortering etter utseende kommer i andre rekke siden konstruksjonsvirket ofte bygges inn i konstruksjonen. Vanlig tykkelse på konstruksjonsvirke er primært 36 og 48 mm. De vanligste anvendelsene for konstruksjonsvirke er som bjelkelag, takbjelker, taksperer og stendere, samt limtre og takstoler.

Når konstruksjonsvirke sorteres deles det inn i fasthetsklasser. De vanligste fasthetsklassene som brukes i Norge er vist i tabell 2.3. De ulike klassene får navnet sitt fra den maksimale spenningen trevirket tåler før det går til brudd når det utsettes for bøying. Som vi kan se av tabellen øker fastheten med densiteten i trevirket.

Klasser NS-EN 338	Bøyefasthet N/mm <sup>2</sup>	Densitet kg/m <sup>3</sup>
C14	14	290
C18	18	320
C24	24	350
C30	30	380

Tabell 2.3: Fasthetsklasser (Øvrum, 2012)

Under en befaring på sagbruket til Bergene Holm (13.02.2020) forklarte Paul André Bergene Holm, salgssjef i Bergene Holm, prosessen som trevirke går igjennom hos dem. En tømmerstokk deles opp til ulike materialer, hvor 50 % av stokken blir til trelast og resten blir til biproduktene spon, sagmugg og bark. Trelasten går først gjennom en råsortering som sorterer dimensjonene. Før tømmeret videreforedles tørkes trevirke i tørkekamre. Tørkekamrene er tilknyttet et fyringsanlegg som produserer den nødvendige tørkeenergien. Tørking gir trevirket bedre egenskaper, blant annet fasthet og limbarhet. Etter at trevirket er tørket går trevirket videre til et justerverk som sorterer etter ulike krav (fasthet, kvist, kantkrav), og til slutt går det til høvling. I 2019 var avfallet i justerverket på 5 % og ved høvling var avfallet på 4,04 %. Mye av avfallet i justerverket kommer av at eksporteres kun fotlengder til utlandet, og sees det bort fra denne delen av produksjonen hevder Paul André Bergene Holm at avfallet er på 1-2 %. Den høye prosenten på 4,04 % skyldes fotkapp, kapping av virkesfeil og vraking av enkelte planker. Paul André Bergene Holm hevder at godt over 90 % av kapp-prosenten er relatert til andre årsaker enn fotkapp. For å unngå unødvendig vrak, kappes trevirket så sent i prosessen som mulig, da noen svakheter kan bli fjernet naturlig i foredlingen.

#### 2.4.1 Leverandør - Bergene Holm

Bergene Holm (u.å a) er et sagbruk og høvleri som ble opprettet i 1946 av Paul Bergene Holm. Bedriften har hovedkontor i Larvik og har åtte avdelinger til sammen i Norge. Kompetansen deres går ut på å videreforedle solide og miljøsertifiserte tømmerstokker fra norske skoger, til alt fra konstruksjonsvirke til profilert listverk.

Avdelingen Haslestad lokalisert på Holmestrand nord i Vestfold omfatter et sagbruk, et høvleri og et fingerskjøtingsanlegg. Paul André Bergene Holm har formidlet at av den totale produksjonen selges 60 prosent til norsk byggevarehandel og industrikunder og 40 prosent eksporteres.

## 2.4.2 Leverandør - Jatak

Jatak AS (u.å a) ble etablert i 2006, og er et landsdekkende bransjefellesskap bestående av 8 selvstendige bedrifter, i tillegg til 2 salgssingeniørkontorer. De konstruerer, beregner og produserer takstoler, elementer og precut til byggebransjen. Gjennom samarbeidet bedriftene har i Jatak AS blir løsninger og kompetanse både utviklet og delt mellom bedriftene.

Are Brug AS (u.å b) er en av de selvstendige bedriftene i Jatak AS. Her startet det hele med takstolproduksjon tidlig på 1980-tallet. I 2009 installerte Are Brug ny CNC-styrt Hundegger SC1, som medførte en revolusjon innen deres produksjonsteknikk når det kom til nøyaktighet, nytenkning og effektivitet. De neste årene økte produksjonen betydelig, blant annet på grunn av samarbeidet med Jatak AS, og de gikk derfor til innkjøp av enda en CNC-styrt maskin – Hundegger SC3. Are Brug har i dag fem produksjonslinjer. Gjennom samarbeidet har produktspekteret blitt utvidet til å omfatte bjelkelag, gitterdragere/hulldekke, veggssystemer i precut og elementer, og takkonstruksjoner som takstoler og takelementer.



Figur 2.4: Hundegger Speed-Cut SC3

Ved en befaring på Jatak Are Brug (14.02.2020) ble det sagt at alle produktene deres foredles fra fallende lengder av konstruksjonsvirke som kommer fra ulike sagbruk. Det benyttes ikke fingerskjøtede lengder.

### **2.4.3 Leverandør - Maxbo**

Maxbo ble etablert 1995 og er Norges største bo- og byggevarekjeder. Kjeden er heleid av Løvenskiold Handel som er Løvenskiold (u.å a og b) konsernets største virksomhet. Ut ifra sine 60 byggevarehus selger de et komplett sortiment av materialer for hus, hytte og hage.

### **2.4.4 Fallende lengder av konstruksjonsvirke**

På befaringen hos Bergene Holm (13.02.2020) ble det forklart at tømmeret kommer fra skogen i lengder mellom 3,0 m og 5,5 m. Det er få biter mellom 3,0 m og 4,0 m, så de fleste ligger mellom 4,0 m og 5,4 m. Fallende lengder betyr at lengdene på konstruksjonsvirke varierer. Det medfører at på en pall vil ikke trevirke bestå av like lengder, men en variasjon av lengder mellom 3,0 m og 5,5 m. Hensikten bak dette er at sagbruket vil utnytte tømmerstokken optimalt.

### **2.4.5 Tilpassede lengder av konstruksjonsvirke**

Paul André Bergene Holm (13.02.2020) forklarte videre at fotkappet trevirke er standardiserte lengder som bestilles av forbrukeren for å få en forutsigbarhet på lengdene. Fotkappet trevirke kan leveres i lengder fra 3,0 til 5,4 m i 30 cm intervall. Fallende lengder av konstruksjonsvirke som varierer mellom 3,0 og 5,5 m blir altså kappet ned til nærmeste forutsigbare lengde. Dette fører til et gjennomsnittlig avkapp på 0,15 cm, og for gjennomsnittlig lengde på 4,5 m gir det et avfall på 3 %. Fotkappede lengder gjør konstruksjonsvirke forutsigbart, men er et ekstra ledd som kan medføre et større avfall da lengden mest sannsynlig må tilpasses to ganger.

I tillegg kan spesifikke lengder bestilles fra sagbruket. Prosessen starter med fallende lengder, men i stedet for å kappe de i standardiserte mål blir de kappet i akkurat den lengden som de skal brukes til på byggeplassen. Dette kan sees på som en forenklet type precut konstruksjonsvirke.



## 2.4.6 Precut konstruksjonsvirke

Jatak (u.å c) forklarer precut som en metode hvor konstruksjonsvirke kappes på detaljnivå før det transporteres til byggeplassen for montering. Alle delene av bygningen blir kappet, utfrest for alle innfestningspunkter, garpet og laget hull som er tilpasset bygningsdelen i en Hundegger CNC-maskin. Deretter pakkes det i en logisk rekkefølge som merkes for at monteringen skal gå effektivt. Nøyaktigheten er avgjørende for prosessen og det måles på millimeteren.



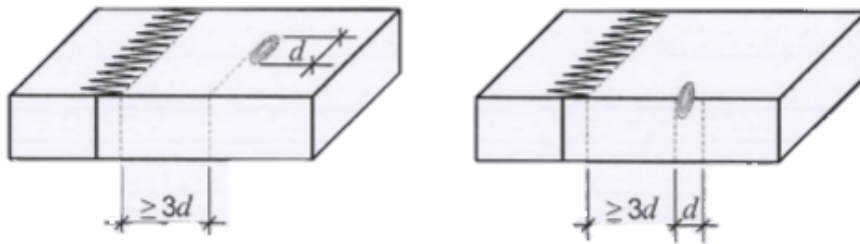
Figur 2.5: Konstruksjonsvirke kappet og utfrest for innfestningspunkt

## 2.4.7 Fingerskjøtet konstruksjonsvirke

Ifølge Standard Norge (2014) er fingerskjøtet konstruksjonsvirke en metode hvor to fallende lengder av konstruksjonsvirke skjøtes sammen til en lengde. Metoden går ut på å frese ut fingre i hver ende av de fallende lengdene slik at de kan skjøtes sammen. Endene påføres lim og deretter trykk som avhenger av geometrien til skjøten, fuktigheten og temperaturen til trevirke. Etter at trykket er påført skal trevirket flyttes til et sted hvor herdingen av limet ikke kan bli påvirket av vibrasjon eller andre typer ødeleggelse. Når prosessen er gjennomført har den fingerskjøtede lengden tilnærmet like fasthetsegenskaper som de fallende lengdene.

Det er mange krav som trevirke må oppfylle for å bli fingerskjøtet. Fuktigheten fra hver del skal testes gjennom prosessen da det ikke er likegyldig hvilke biter som settes sammen. Begge bitene må ha en fuktighet på 14-18 %, så avviket mellom bitene må være mindre enn 5 %. Større avvik kan føre til at bitene knuser hverandre i skjøten.

For å opprettholde fastheten kan ikke svakheter som sprekker og kvister være i nærheten av fingerskjøten. Sprekker er tillatt så lenge de ikke er større en 50 % av tykkelsen til trevirke. Kvister fører til et avfall på ca. 9 %. Det må være  $li + 3d$  avstand fra skjøten til en eventuell kvist, hvor  $li$  står for diameteren til de freste fingrene og  $d$  står for diameteren til kvisten. Erfart avkapp på grunn av kvist er hos Bergene Holm ca. 10 cm.

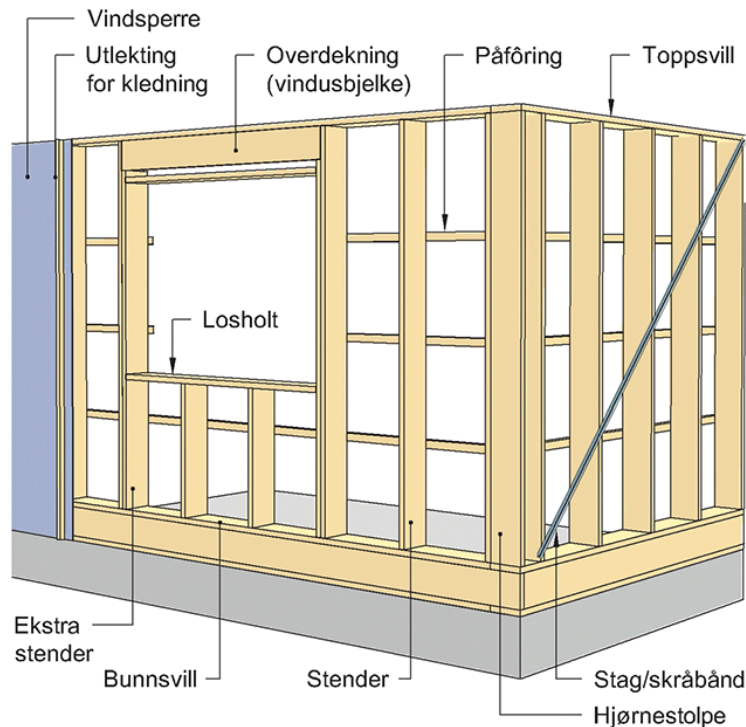


Figur 2.6: Krav til avstand mellom fingerskjøt og kvist (Standard Norge, 2014)

Maskinen som brukes hos Bergene Holm (13.02.2020) for fingerskjøt er Veinic Dimter og den kan skjøte tre ganger i minuttet. Dette er en eldre maskin og nyere teknologi har mulighet til å skjøte tolv ganger i minuttet.

## 2.5 Bindingsverk

SINTEF Byggforsk (2014) definerer bindingsverk som en byggemetode for trehus, og er en veggkonstruksjon utført som et rammeverk av tømmer. Bindingsverket er som oftest en bærevegg som får vertikal belastning fra tak eller etasjeskiller. Bindingsverket består av vertikale stendere og horisontale sviller i topp og bunn. Ofte supplert med skråavstivning, spikerslag og losholter. Det finnes ulike stendertyper som brukes i bindingsverk av tre, men det er konstruksjonsvirke som er mest brukt. Disse plasseres normalt i en avstand på c/c 600 mm, og festes med skruer eller spiker til topp- og bunnsvill.



Figur 2.7: Oppbyggingen av et bindingsverk (SINTEF Byggforsk, 2014)

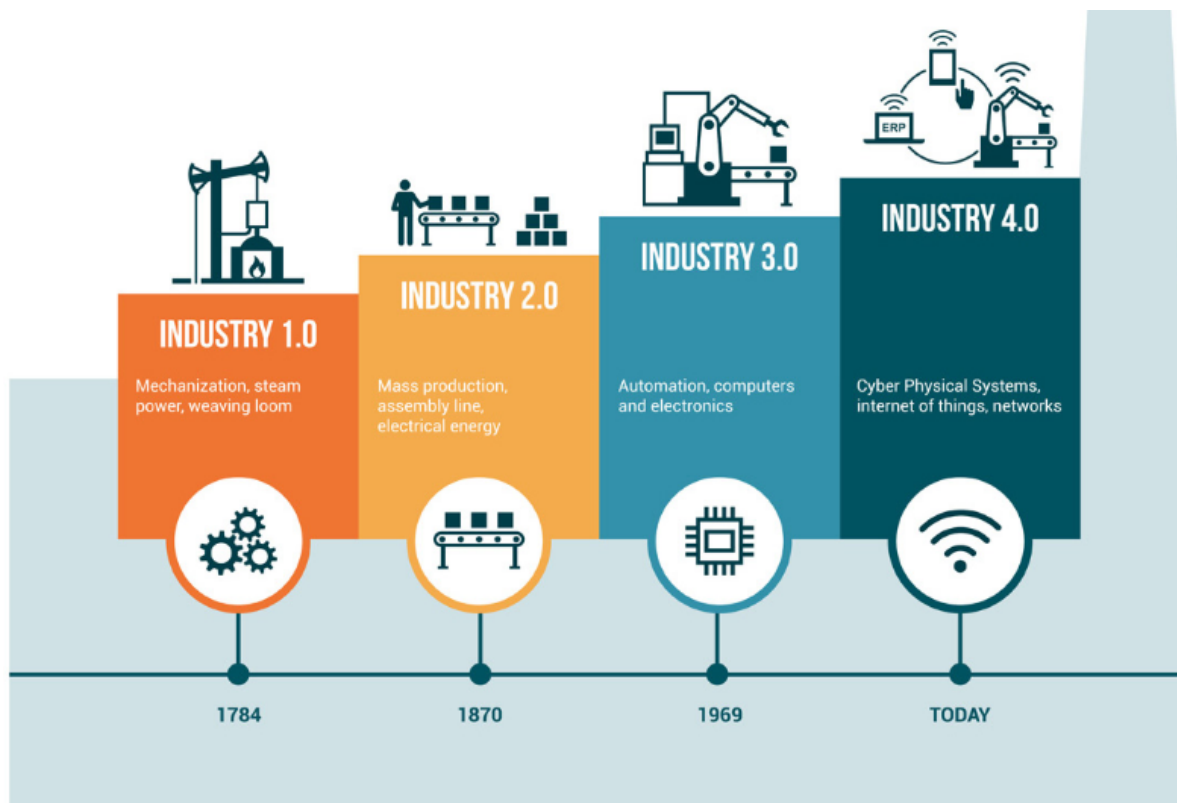
Ifølge SINTEF Byggforsk (2007) er de mest aktuelle stenderdimensjonene i et bindingsverk 36 mm x 148 mm, 48 mm x 148 mm, 36 mm x 198 mm og 48 mm x 198 mm. Disse dimensjonene er tilstrekkelige for toetasjes hus og ved romhøyder opp til 3,0 m.

## 2.6 Den fjerde industrielle revolusjon

Det fjerde industrielle revolusjonen er på et tidlig stadium, og ble introdusert som et globalt tema under World Economic Forum i 2016 under den årlige konferansen i Davos. Ny teknologi og innovasjon har gjort at de siste 250 årene har vært preget av flere industrielle revolusjoner. Dette har gitt menneskeheten et løft i levestandarden, men samtidig har det oppstått utfordringer for næringene som ikke har holdt følge.

Klaus Schwab (2016), grunnleggeren av World Economic Forum, hevder at grunnen til at blant annet World Economic Forum ser på det som en ny revolusjon og ikke en forlengelse av den tredje er begrunnet av tre faktorer: hastighet, omfang og systemene. Den første industrielle revolusjonen brukte vann og dampkraft som maskinkraft i produksjonen for å skape industri. Den andre industrielle revolusjonen gikk over til bruk av elektrisk kraft for å masseprodusere. Deretter tok den tredje industrielle revolusjonen elektronikk og

informasjonsteknologi inn i produksjonen. Dette medførte en grad av automatisering. Den fjerde industrielle revolusjonen viderefører denne automatiseringen ved at automatiseringen forgår i alle prosesser og at det blir tilkoblet internett.



Figur 2.8: Forskjellene mellom de fire industrielle revolusjonene. (Tully, u.å)

Byggebransjen digitaliseres i et stadig hurtigere tempo fordi det oftere blir stilt krav til bruk av BIM, digitale tvillinger og digitale leveranser. For å gjøre det mulig å realisere «Avfallsfrie Byggeplasser» må det utvikles helt nye løsninger, teknologi og systemer i tillegg til å bruke teknologien som allerede finnes. Mye av innovasjonen må skje hos produsentene som samtidig vil få styrket sin konkurransekraft. Dette går inn under FNs (2020) bærekraftsmål nr. 9. innovasjon og infrastruktur og delmål 9.4: Oppgradere infrastruktur og omstille næringslivet til å bli mer bærekraftig.

### 2.6.1 BIM

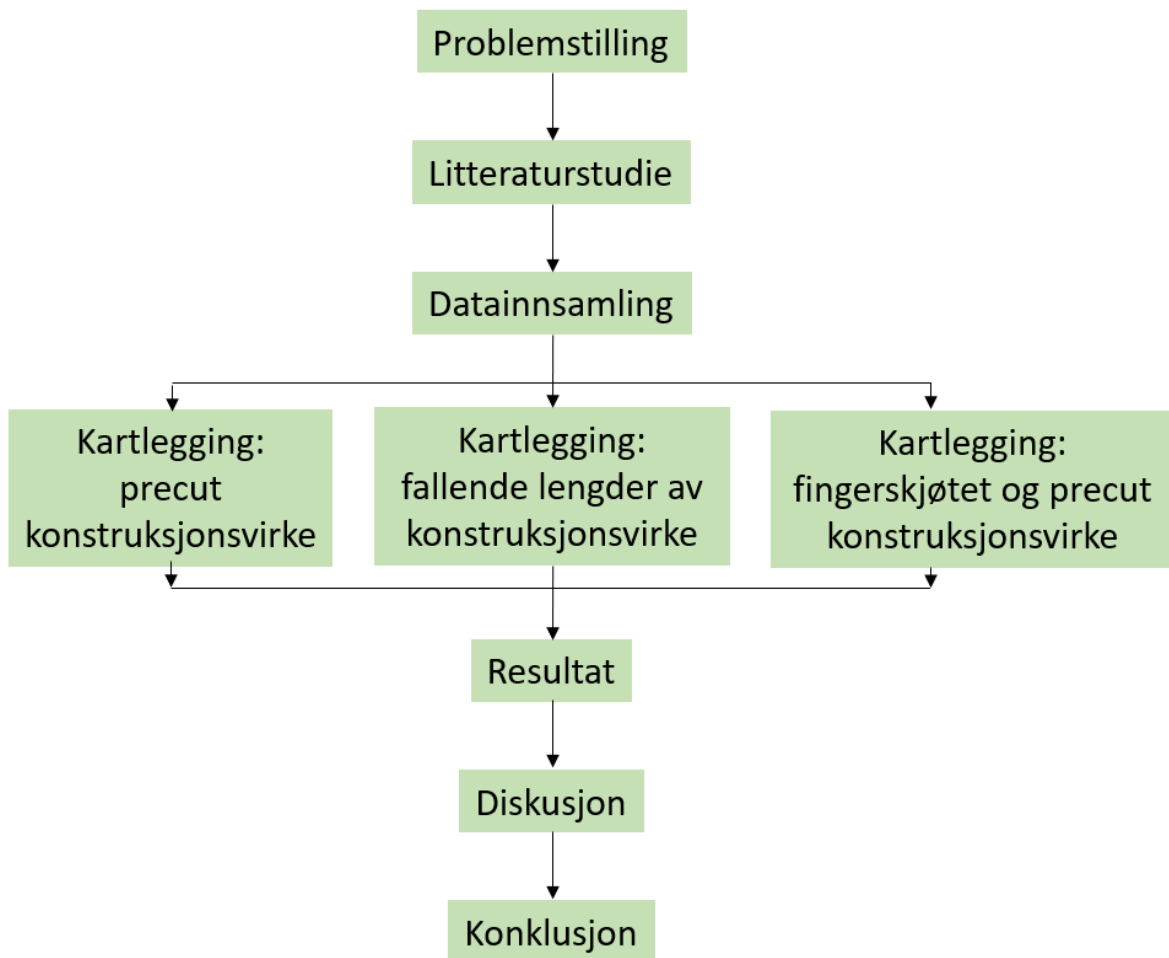
BIM står for bygningsinformasjonsmodellering. BIM academy (u.å) forklarer at BIM er en metode som brukes for å designe et prosjekt i en virtuell struktur, som gir en fullstendig digital beskrivelse av hvert enkelt byggeobjekt. Objektene i modellen hentes ut fra et

standardisert objektbibliotek som inneholder informasjon om funksjon, bruksområde og hva den er i stand til å gjøre. BIM kan brukes til å tegne et hus, veier, tunneler, sammensatte prosjekter osv. Selve BIM-modellen for prosjektet inneholder hele livssyklusen til prosjektet fra å designe, administrere, drifte, vedlikeholde og rive. Med BIM bidrar alle de ulike involverte aktørene med den virtuelle strukturen. Arkitekten, entreprenøren og konsulenten har ulike deler med informasjon de har tilgang til. Samtidig kommer alt av informasjonen om byggingen, ytelsen, sikkerheten og kostnadene fra samme kilde.

BIM sin hovedoppgave er å forbedre utførelsen av et byggeprosjekt fra start til slutt. På grunn av den nøyaktige visualiseringen blir det bedre kommunikasjon og forståelse på grunn av et standardisert og felles språk, samt kan det være et hjelpemiddel i mengdeberegninger. Nøyaktigheten i BIM medfører minimalt endring av designet underveis fordi alle de involverte aktører bidrar fra starten av utformingen og oppdager eventuelle problemstillinger tidlig.

### 3 Metode

En forenklet framstilling av vår arbeidsprosess er illustrert i figur 3.1. Figuren viser hvordan vi har jobbet oss ut fra en problemstilling og fram til en konklusjon. Arbeidsprosessen startet med å formulere problemstillingen under arbeidet med prosjektplanen. Vi fant relevant informasjon ved å holde møter med fagpersoner i OBOS Block Watne, veileder og eksterne fagpersoner, og ved å foreta en litteraturstudie. De ulike produksjonsprosessene ble kartlagt på grunnlag av informasjon og datainnsamlingen. Det representative og særegne for sceneriene er framstilt og sammenlignet i resultatene, og deretter diskutert. Til slutt ble det trukket en konklusjon.



Figur 3.1: Arbeidsprosess

## 3.1 Framgangsmåte – problemstilling

### 3.1.1 Valg av boligprosjekt

For å svare på problemstillingen har vi valgt å ta for oss et boligprosjekt. Vi var interessert i et byggeprosjekt i regi av OBOS Block Watne hvor det var tatt i bruk fallende lengder av konstruksjonsvirke og precut konstruksjonsvirke. Helst med så like boligtyper som mulig, men bygget med hvert sitt valg av konstruksjonsvirke. Sverre Kirkevold foreslo Pepperstadkollen i Vestby, et boligområde som bygges ut av distriktskontoret i Follo.



Figur 3.2: Oversiktsbilde over Pepperstadkollen (OBOS Block Watne, u.å)

I byggetrinn 2 på Pepperstadkollen (figur 3.3) ble det bygget fem eneboliger i kjede med precut konstruksjonsvirke i bindingsverket levert av Jatak Are Brug. Pepperstadkollen er ett av få boligprosjekter i OBOS Block Watne som har valgt å bruke precut konstruksjonsvirke. Vi valgte derfor disse boligene som utgangspunkt for våre produksjonsprosesser. Adressen er Caspar Wessels vei 4-12, de har et BRA på 152 m<sup>2</sup>, og er solgt for 5,7-6,1 millioner kroner.



Figur 3.3: Fasaden til eneboligene i kjede nr. 4-12 (OBOS Block Watne, u.å)



Figur 3.4: Rekkehus nr. 14-38 og eneboliger i kjede nr. 4-12 (OBOS Block Watne, u.å.)

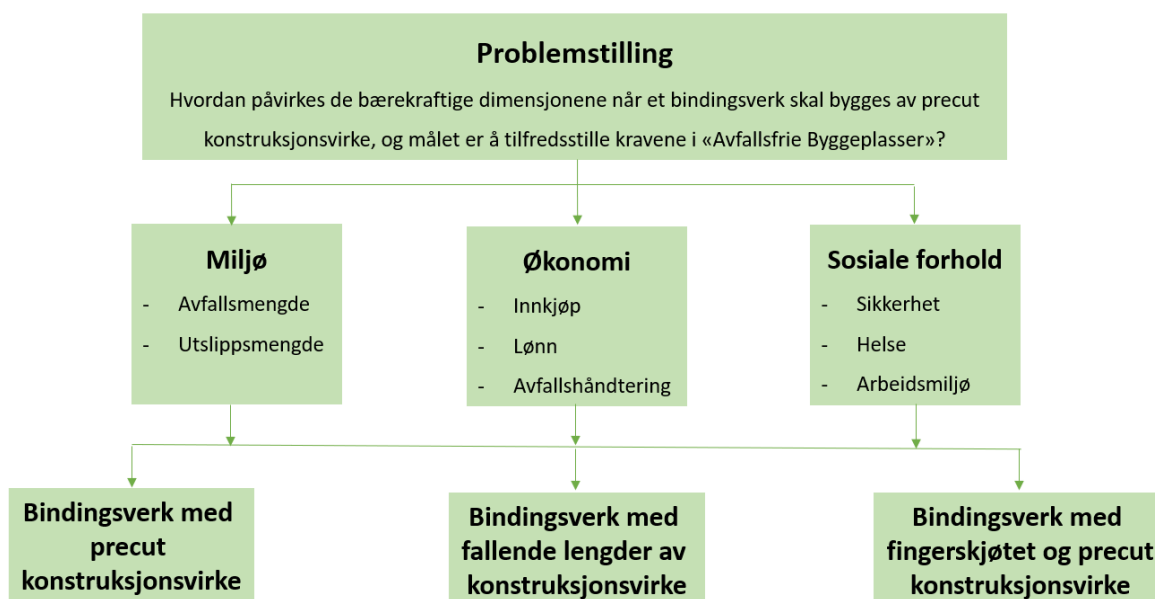
I utgangspunktet skulle produksjonsprosessen som ble benyttet i eneboligene sammenlignes med en tilsvarende bolig med bindingsverk bygget med kun fallende lengder av konstruksjonsvirke. Vi hadde tenkt å bruke rekkehusene på samme område til dette formålet (figur 3.3), men det viste seg at vanlig praksis i OBOS Block Watne er å kombinere bruken av



fallende og tilpassede lengder av konstruksjonsvirke i boligprosjektene. Avfallsmengden på byggeplassen ved en slik kombinasjon vil være noe mindre, da noen lengder vil være ferdig tilpasset på sagbruket og avfallet flyttes hit. I tillegg viste det seg at boligene var for ulike til at det var mulig å finne noe godt sammenligningsgrunnlag.

### 3.1.2 Valg av produksjonsprosesser

Målet med rapporten er å vurdere precut konstruksjonsvirke som produksjonsprosess. Valget av produksjonsprosesser har derfor falt på produksjonsprosesser av konstruksjonsvirke som vi har antatt at peker i hver sin retning på skalaen, fra verst til best på avfallsmengde. Fra verst til best har vi først produksjonsprosessen fallende lengder av konstruksjonsvirke, som vil ha avfall på byggeplassen. Videre har vi precut konstruksjonsvirke, som vil fjerne avfallet på byggeplassen, men flytte avfallet til produsent. Til slutt har vi en tenkt produksjonsprosess med kombinasjonen av fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke, som vil samle produsent og sagbruk og minimere avfallet hos produsenten. Figur 3.5 illustrere dette. Vi skal altså se på to ulike valg av konstruksjonsvirke på byggeplassen, men tre ulike produksjonsprosesser.



Figur 3.5: Valg av variabler og produksjonsprosesser

Da rekkehuset på Pepperstadkollen ikke kunne brukes som utgangspunkt for produksjonsprosessen bindingsverk med fallende lengder av konstruksjonsvirke, måtte vi endre fra en erfaringsbasert produksjonsprosess til en teoretisk produksjonsprosess med grunnlag i hvordan det hadde vært å bygge eneboligene på Pepperstadkollen med bruk av

produksjonsprosessen fallende lengder av konstruksjonsvirke i bindingsverket i stedet. Jon Magnus Andersen, teamleder for prosjektavdelingen på Jatak Are Brug, hadde allerede dimensjonert og tegnet eneboligene. I tillegg kunne rådgiver Thore Kristoffersen i OBOS Block Watne, som tidligere var sjef for kalkulasjonsavdelingen, endre fra precut konstruksjonsvirke til fallende lengder av konstruksjonsvirke i pakkene som benyttes i rekvisisjonen til eneboligene.



Figur 3.6: Jatak Are Brugs BIM-modell av bindingsverket i eneboligene

Alle produksjonsprosessene tar derfor utgangspunkt i de samme eneboligene, hvor produksjonsprosessen med precut konstruksjonsvirke er basert på erfaringstall fra gjennomføringen, fallende lengder av konstruksjonsvirke er teoretiske tall og fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke er en tenkt kombinasjon av fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke på sagbruket. For å minimere avfallet i produksjon har vi sett for oss dette som en ny produksjonslinje for å forbedre produksjonsprosessen. Denne produksjonslinjen er satt opp i et sagbruk, hvor trevirke blir skjøtet sammen til en uendelig lang planke. Plankene skjøtes sammen ved hjelp av fingerskjøt, som kjøres videre inn i en høvel, for så å bli kappet i riktig lengde med ønskede utskjæringer.

### 3.1.3 Valg av variabler

For å belyse hva en endring av produksjonsprosess kan medføre i et samfunnsperspektiv har vi valgt å bruke variabler i de tre dimensjonene innenfor bærekraft: miljø, økonomi og sosiale forhold.

Innenfor økonomi vil variablene være kostnadene knyttet til innkjøpet av konstruksjonsvirke til bindingsverket, lønnskostnaden til akkordlaget og avfallshåndteringen. Variablene for miljø vil være avhengige av transportmengden, materialvekten og avfallsmengden i produksjonen og på byggeplassen. Når det gjelder de sosiale forholdene skal vi se på variabler innenfor sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA).

### 3.1.4 Valg av leverandører

OBOS Block Watne har i sitt utviklingsprosjekt for konstruksjonsvirke inngått et samarbeid med sagbruket Bergene Holm. Samarbeidet grunner i avtaler OBOS Block Watne allerede har med Løvenskiold og Maxbo, i tillegg til at de er en av få som har et godkjent fingerskjøtanlegg i Norge. Valget av sagbruk falt derfor på Bergene Holm.

Kalkulasjonsavdelingen hos OBOS Block Watne har først estimert mengden materialer i eneboligene på en rekvisisjon til distriktskontoret i Follo. Rekvisisjonen tok utgangspunkt i at store deler av bindingsverket skulle være precut konstruksjonsvirke, men også noe fallende lengder av konstruksjonsvirke. Videre har byggeleder på Pepperstadkollen valgt å gi Jatak Are Brug tilgang til tegningsportalen deres for prising og senere produksjon av bindingsverket i kun precut konstruksjonsvirke. Jatak Are Brug er derfor et naturlig valg som produsent av precut konstruksjonsvirke i produksjonsprosessene. Jatak Are Brug får inn fallende lengder av konstruksjonsvirke fra ulike sagbruk, men vi har tatt utgangspunkt i Bergene Holm selv om de ikke er en leverandør per i dag

OBOS Block Watne har avtaler med Løvenskiold og Maxbo. Maxbo gir avtalepriser på blant annet konstruksjonsvirke. OBOS Block Watne handler altså de fallende lengdene fra Maxbo, og det ble derfor naturlig å bruke dem som byggevarehandel. I tillegg er Bergene Holm en av leverandørene av trevirke til Maxbo.

Kynningsrud er en totalleverandør av løft og transport, og de kjører trevirke for Jatak Are Brug. Vi har valgt å ta utgangspunkt i Kynningsrud som leverandør av transporttjenester i alle transportetapper.

OBOS Block Watne kjøper gjenvinningstjenester fra Norsk Gjenvinning til avtalepriser. Norsk Gjenvinning ble i tillegg et naturlig valg som leverandør av gjenvinningstjenester fordi de hentet avfallet fra rekkehusene på Pepperstadkollen.

## 3.2 Litteraturstudie

Det ble gjort en litteraturstudie for å innhente informasjon som danner grunnlaget for teorien i rapporten. Dette er for å få et teoretisk perspektiv og en grunnmur som er rettet mot problemstillingen til rapporten. Temaet var ukjent før det ble presentert for oss av oppdragsgiver og det var derfor viktig med en grundig litteraturstudie for å få forståelse samt

kunnskap på område. Det ble brukt Google Scholar og Oria for å finne faglige artikler, forskningsrapporter og faglige undersøkelser. Ved valg av litteratur ble det sortert etter relevans og dato.

## **3.3 Informasjon- og datainnsamling**

### **3.3.1 Kvalitativ og kvantitativ metode**

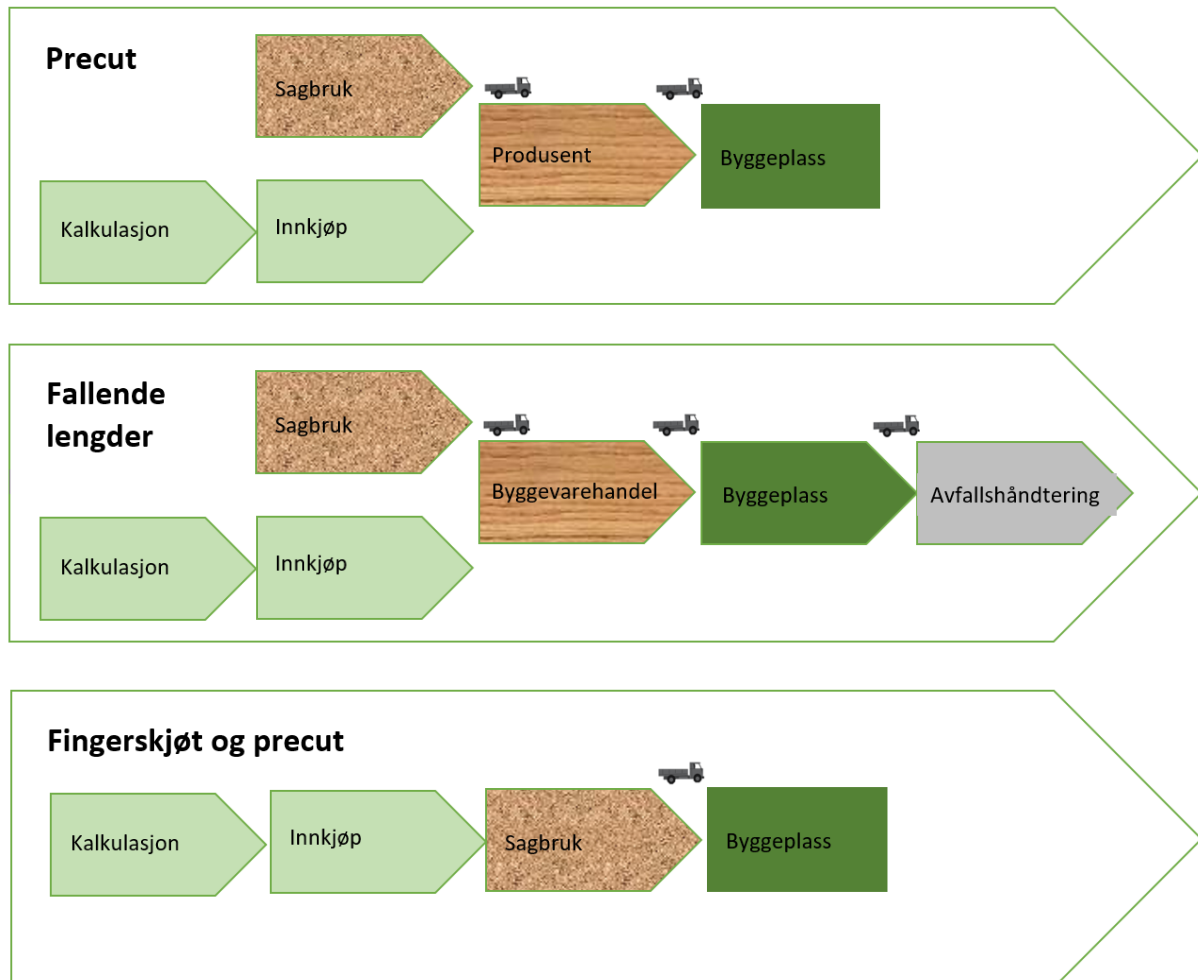
Ifølge Grønmø (2020 a og b) er kvalitativ og kvantitativ to ulike forskningsmetoder som brukes ved innsamling av informasjon og analyse av data. Metodetriangulering er at kvalitativ og kvantitativ metode utfyller hverandre og kombineres. Kvalitativ metode baseres på mye informasjon og data om hver undersøkelsesenheter for å få fram det særegne. Hensikten er å oppnå dybdekunnskap og helhetlig forståelse. Kvantitativ metode derimot baseres på informasjon og data som foreligger i form av målbare størrelser. Gjennom denne metoden kommer det representative for undersøkelsesenheter fram.

I denne rapporten tar vi utgangspunkt i et boligprosjekt for å gjennomføre en komparativ-studie av flere undersøkelsesenheter, til dette benytter vi en metodetriangulering for å utfylle og kombinere resultatene. Vi kvantifiserer det representative i både miljø og økonomi dimensjonen, og kvalifiserer særegenhetene innenfor sosiale forhold. Undersøkelsesenheterne våre er de ulike produksjonsprosessene: precut konstruksjonsvirke, fallende lengder av konstruksjonsvirke og kombinasjonen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke. Disse produksjonsprosessene er adskilte fenomener som skal sammenlignes for å illustrere hvordan produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke blir påvirket i de ulike dimensjonene.

For å innhente informasjon og data har vi hatt personlige møter på befaringer, telefonsamtaler og utvekslet mailer med relevante fagpersoner. Innhenting ble gjennomført som ustrukturerte intervjuer, hvor det ble forberedt spørsmål som ble besvart fritt under samtalen og dette går under kvalitativ metode. I tillegg har vi innhentet informasjon og data i form av litteratursøk, dokumentgjennomgang og egne beregninger som går under kvantitativ metode.

### 3.3.2 Miljø

Miljødelen av rapporten er knyttet til avfallsmengden og utslippsmengden som blir generert. Denne informasjonen samles inn for alle ledd og for alle transportetappene som er en del av trevirkets løp i hver produksjonsprosess. Vi har undersøkt både avfallsmengden i løpemeter, kubikk og kilo, dette på grunn av ulike egenskaper i trevirket i de ulike produksjonsprosessene.

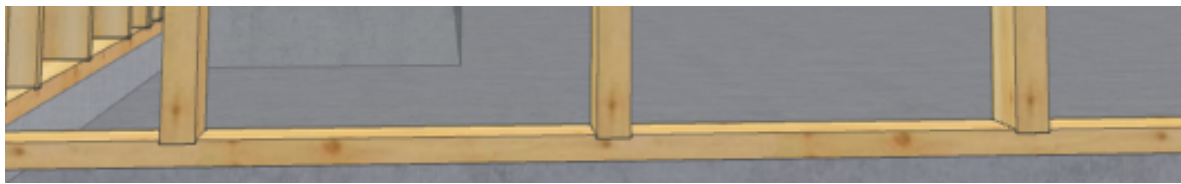


Figur 3.7: Trevirkets løp i produksjonsprosessene

Datainnsamlingen har blitt gjennomført ved å starte med nøyaktig mengde trevirke i bindingsverket, og jobbe oss baklengs ved å ta hensyn til avfallsproduksjonen i hvert ledd tilbake til sagbruket. Dette for å finne ut den nøyaktige materialmengden råtre som må produseres på sagbruket.

Nøyaktig mengde trevirke som benyttes i bindingsverket er basert på Jatak Are Brug sin leveranse av precut konstruksjonsvirke, med forutsetningen at det genereres null avfall på

byggeplassen. Jatak Are Brug lagde en BIM-modell med programmet Pamir Viewer og precutanlegget Hundegger CNC får informasjonen fra dette programmet. Til produksjonen av precut konstruksjonsvirke har Jatak Are Brug brukt maskinen Hundegger Speed-Cut SC3 til foredlingen av trevirke som ble brukt på Pepperstadkollen. Sagprogrammet i Hundegger CNC maskinen har gitt oss avfallsmengden ved precutanlegget. Avfallsprosenten vi fikk fra precutanlegget for kubikk er ulik avkappsprosenten i løpermeter i vedlegg 2A. Denne differansen har med utskjæringene i plankene å gjøre, som kun endrer tverrsnittet som påvirker volumet og ikke lengden. Derfor er beregningene gjort i kubikk.



Figur 3.8: Svill med utskjæringer for innfestningspunkter (BIM-modell – Eneboliger i kjede)

I produksjonsprosessen fallende lengder av konstruksjonsvirke ble den nøyaktige mengden trevirke sammenlignet opp imot rekvisisjonen Thore Kristoffersen lagde med kun fallende lengder av konstruksjonsvirke i C24 fasthet. I rekvisisjonen tok vi kun for oss materialene til tilsvarende formål som i Jatak Are Brug sin leveranse. Under samtaler med Christian Michaelsen, byggeleder på Pepperstadkollen, forteller han at han i noen tilfeller velger å endre på kalkulasjonens rekvisisjon og bestille tilpassende lengder som kan være med å bidra til raskere framdrift, samt mindre avfall. Vi valgte derimot å ikke ta hensyn til hans eventuelle endringer på denne rekvisisjon for å beholde de fallende lengdene. Dette for å illustrere ytterpunktet.

Utslipet fra trevirket er basert på hvor mye CO<sub>2</sub> det binder i vekstfasen og utslippet fra transport har blitt kartlagt med utgangspunkt i transportetappene mellom hvert ledd fra sagbruket til byggeplassen. Resultatet blir beregnet som utslippet fra trevirke og fra transportmidlene i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Utslipet fra transportmidlene er en kombinasjon av trevirkets vekt og antall kilometer. Vi har valgt å bruke CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, da den tar for seg flere klimagassers oppvarmingseffekt omregnet til mengde CO<sub>2</sub>.

For å beregne utslippet fra transport har vi brukt transportkalkulatoren til LCA.no AS. LCA.no AS (u.å.) er en leverandør av verktøy og tjenester for miljødokumentasjon og innovasjon som har utviklet en transportkalkulator for å beregne miljøpåvirkningen for

transporten og leveringen av byggevarer. Brekke al. forklarer i brukermanualen (u.å.) at kalkulatoren er utviklet i et oppdrag fra EPD-Norge og byggevareindustrien.

Det ble i eneboligene levert precut konstruksjonsvirke i tre omganger, og vi har antatt at det å bygge eneboligene med fallende lengder av konstruksjonsvirke hadde krevd samme antall leveranser. Det er gjort like antagelser som ved precut konstruksjonsvirke når det gjelder distansetype, kjøretøy og fyllingsgrad i transportkalkulatoren. Dette er basert på informasjonen vi fikk fra Jatak Are Brug sin transportsjef, Vidar Lindbeck og Jon Erik Semb fra Kynningsrud.

### 3.3.3 Økonomi

Økonomidelen er begrenset til kostnadene som OBOS Block Watne må dekke. Det betyr kostnadene til innkjøp av konstruksjonsvirke til bindingsverket, transport, akkordlaget og avfallshåndteringen. For å finne disse kostnadene tok vi kontakt med materialleverandørene og avfallsbyrået, og fikk tak i forhåndsmålebrev og akkordoppgjør.

Etter kjøp av tomt og utvikling av et prosjekt må det skaffes materialer for å kunne bygge det som er prosjektert. Ifølge Thore Kristoffersen beregner kalkulasjonsavdelingen mengden materialer i et byggeprosjekt som må bestilles, i form av en rekvisisjon. Til dette benytter de seg av noe de kaller pakker, og et eksempel på en pakke er en spesifikk vegg. Pakken for den spesifikke veggen oppgis i kvadratmeter, og inneholder da alle nødvendige materialer og arbeidsoppgaver som må gjennomføres for å få en ferdig vegg. Pakken tar også med seg en sikkerhetsmargin som gjennomsnittlig ligger på 10 %.

Jatak Are Brug leverte precut konstruksjonsvirke til eneboligene og hadde reelle kostnader å vise til, både for materialer og transport. OBOS Block Watne har avtalepriser hos Maxbo og bestiller derfor konstruksjonsvirke derifra. Vi fikk Christian Michaelsen, byggeleder på Pepperstadkollen, til å legge inn en bestilling hos Maxbo Lillestrøm. Dette slik at de kunne prise rekvisisjonen på fallende lengder av konstruksjonsvirke som vi mottok fra Thore Kristoffersen. Den inkluderte kostnaden for transport (vedlegg 4D).

Ifølge Christian Michaelsen, byggeleder i OBOS Block Watne, jobber de utførende ut fra et prinsipp på fire akkordlag. Hvert akkordlag består av to personer. Lagene jobber etter hverandre og forflytter seg etter hvert som de blir ferdig med sin del av bygget. Akkordlagene er Stamme, Fasade, Interiør 1 og Interiør 2. Bindingsverket settes opp av akkordlaget

Stamme, men dette er bare en del av ansvarsområdet deres. Nærmere bestemt er ansvarsområdet deres er å bygge bæresystemet, undergulvet, undertak/sløyfer, lekter for takstein, vindtetting og stillas for egne arbeider.

I pakkene som kalkulatørene bruker ligger også byggetiden inne, og det utarbeides et forhåndsmålebrev. Summen av alle pakkene gir tiden det vil ta å sette opp hele bygget. Totalt antall timer multiplisert med en avtalt kronefaktor vil utgjøre godtgjørelsen for arbeidsoppgavene. Jobber akkordlaget raskere enn det som er antatt timeforbruk vil timelønnen bli høyere.

Kalkulasjonsavdelingen til OBOS Block Watne hadde allerede et forhåndsmålebrev med teoretisk tidsbruk for eneboligene med bindingsverk i precut konstruksjonsvirke, og et akkordoppgjør som viste tiden de faktisk benyttet. For eneboligen med fallende lengder av konstruksjonsvirke gjorde Thore Kristoffersen om forhåndsmålebrevet til teoretisk tidsbruk med fallende lengder av konstruksjonsvirke. Problemet var imidlertid at vi ikke hadde noe akkordoppgjør å vise til. I og med at vi i utgangspunktet skulle bruke rekkehusene i denne produksjonsprosessen hadde vi allerede mottatt både forhåndsmålebrevet og akkordoppgjøret for disse. Forhåndsmålebrevet og akkordoppgjøret er basert på en blanding av fallende og tilpassede lengder av konstruksjonsvirke. Vi valgte likevel å sammenligne tiden de faktisk benyttet opp imot den teoretiske tiden til kalkulasjon i rekkehusene, for så å bruke denne prosentandelen i forhåndsmålebrevene til eneboligene. På denne måten lagde vi et akkordoppgjør for eneboligene med fallende lengder av konstruksjonsvirke som er tilnærmet virkeligheten.

For å kartlegge kostnadene til avfallshåndteringen tok vi kontakt med Christian Michaelsen for å få avfallsrapporten fra Pepperstadkollen for eneboligene. Avfallsrapporten ville gi konkrete tall på om det ble avfall selv om eneboligene ble bygget med precut konstruksjonsvirke. For å finne kostnadene for avfallhåndtering ved bruk av fallende lengder av konstruksjonsvirke forhørte vi oss med Stian Øyen som er salgssjef for Norsk Gjenvinning. Vi fikk OBOS Block Watnes avtalepriser på ut- og innkjøring, leie av container og avfallsmengden.



### 3.3.4 Sosiale forhold

Den sosiale delen er avgrenset til utfordringene knyttet til SHA på byggeplassen, hvor bruken av precut konstruksjonsvirke og fallende lengder av konstruksjonsvirke i bindingsverket blir sammenlignet. I tre produksjonsprosesser vil bindingsverket bli levert og montert på samme måte på byggeplassen. Dette gjelder produksjonsprosessene bindingsverk bygget med precut konstruksjonsvirke og kombinasjonen av fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke. Disse produksjonsprosessene vil sammenlignes samlet opp imot bruk av fallende lengder av konstruksjonsvirke i denne dimensjonen.

Vi forhørte oss med Christian Michaelsen angående rapporterte avvik på Pepperstadkollen for å se om det var noen forskjell ved byggingen av rekkehusene og eneboligene. Siden fallende lengder av konstruksjonsvirke er en teoretisk produksjonsprosess i eneboligene var det ikke mulig å innhente data om avvik fra denne produksjonsprosessen, men vi ville se om det var noe differanse mellom metodene.

Vi kontaktet Frank Joakim Angle som er tømmerbas på Pepperstadkollen for å høre hans meninger rundt det å arbeide med precut konstruksjonsvirke og fallende lengder av konstruksjonsvirke. Det ble gjennomført en samtale hvor Frank Joakim Angle kunne svare fritt på spørsmål som vi hadde forberedt (vedlegg 6B). Vi valgte å forholde oss til hans svar ettersom han har mest kjennskap til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på Pepperstadkollen som er relevant for eneboligene. I tillegg forhørte vi oss med Jon Magnus Andersen i Jatak Are Brug (vedlegg 6C) om hva slags utfordringer de har som produsent knyttet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø.

## 3.4 Resultater, diskusjon og konklusjon

Vi har valgt å sammenligne resultatene i de ulike produksjonsprosessene innenfor hver dimensjon, for å tydeliggjøre det representative og særegne. Vi tar først for oss miljø, så økonomi og til slutt sosiale forhold. Vi har valgt at alle produksjonsprosessene skal ta utgangspunkt i de samme eneboligene, med de samme variablene, slik at resultatene skal være enkle å sammenligne opp imot hverandre. Videre blir resultatene diskutert, før det trekkes en samlet konklusjon på problemstillingen.

## 3.5 Relabilitet og validitet

Dalland (2017) har definert begrepene reliabilitet og validitet. Reliabilitet handler om rapportens pålitelighet, og sier noe om hvor pålitelige målingene som har blitt gjort er. Selv om informasjonen og dataen er relevant, må den samles inn med god kvalitet for å skape en troverdighet. Reliabiliteten sier derimot ikke noe om validiteten til rapporten. Validitet handler om gyldighet og relevans, og bestemmes ut ifra om det som undersøkes svarer på problemstillingen.

Med bakgrunn i informasjon- og datainnsamlingen vi har foretatt vil vi si at rapporten anses til å være reliabel. Samles samme informasjon og data inn på nytt vil resultatene sannsynligvis bli de samme. Likevel kan det oppstå menneskelige feil ved beregningene vi har foretatt, som kan redusere reliabiliteten noe.

Det er kun produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke som er gjennomført i eneboligene. For de andre produksjonsprosessene måtte vi derfor gjøre antakelser, forenklinger og hente tilsvarende erfaringer fra et annet prosjekt. Dette er en svakhet i rapporten, men da denne informasjon- og datainnsamlingen er gjort i samråd med relevante fagpersoner anses den å være reliabel. Vi har stort sett bare tatt kontakt med en relevant fagperson i hver bedrift som er aktuell i produksjonsprosessene. En fordel med disse samtalerne er at fagpersonene har kommet med ny innsikt i flere temaer som har gitt en helhetlig vinkling for rapporten. En risiko er derimot at vedkommende for eksempel kan ha fått et ledende eller dårlig formulert spørsmål, mistolket spørsmålet eller hatt skjult agenda, som kan ha ført til at informasjonen ikke er pålitelig. Den informasjon- og datainnsamlingen som har skjedd muntlig svekker reliabiliteten til rapporten.

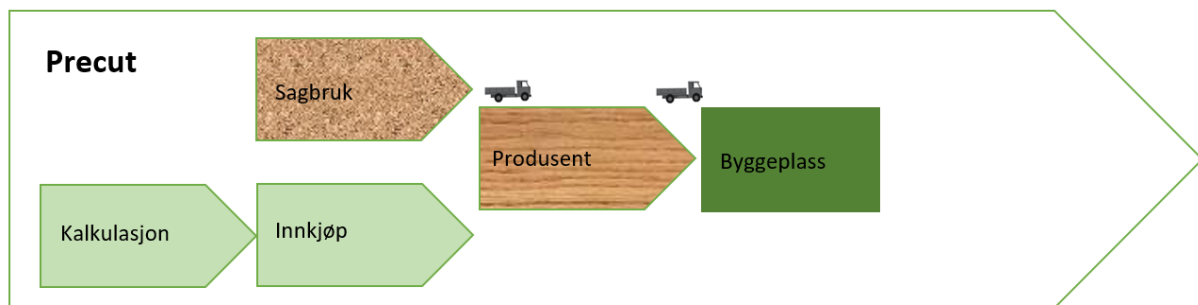
Vi samlet inn data for produksjonsprosessene i kun et ferdigstilt byggeprosjekt på både en kvalitativ og kvantitativ måte. Resultatene kan ved en metodetriangulering styrke validiteten, men reliabiliteten ved en generalisering kan være noe svekket. Dette er fordi at disse eneboligene ikke nødvendigvis er representative for alle andre eneboliger.

## 4 Resultat

### 4.1 Miljø

Avfall og utslipp knyttet til miljø for rapporten er avgrenset til avfallsmengden på byggeplassen, hos produsent og på sagbruket samt utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra trevirke og transport.

#### 4.1.1 Precut konstruksjonsvirke



Figur 4.1: Produksjonsprosessen for precut konstruksjonsvirke

#### Avfallsmengde på byggeplass

Jatak Are Brug leverte nøyaktig materialforbruk. Leveransen var uten feil og skader. Monteringen av bindingsverket av precut konstruksjonsvirke ble gjennomført uten feil, så det var derfor ikke nødvendig med suppleringer. Det ble altså ikke generert avfall på byggeplassen.

#### Avfallsmengde hos produsent

Tabellen nedenfor viser at behovet for råtre inn er større enn ferdig vare ut i produksjonen av precut konstruksjonsvirke hos Jatak Are Brug. Dette tilsier at det er en avfallsgenerering. Jatak Are Brug leverte precut konstruksjonsvirke i C30 fastheten, og mengden avfall i kubikk ganges derfor med densiteten til denne fastheten for å få kilo.

C30	Råtre	Ferdig vare (bestilt)	Avfall	Avfall	Vekt avfall (densitet 380 kg/m <sup>3</sup> )
<b>Totalt fem eneboliger</b>	<b>43,90 m<sup>3</sup></b>	<b>37,03 m<sup>3</sup></b>	<b>6,87 m<sup>3</sup></b>	<b>15,65 %</b>	<b>2 610,6 kg</b>

Tabell 4.1: Total avfallsmengde hos Jatak Are Brug (vedlegg 2A)

### Avfallsmengde på sagbruk

Jatak Are Brug får ikke inn fallende lengder av konstruksjonsvirke fra Bergene Holm i dag, men vi har likevel tatt utgangspunkt i Bergene Holm da det er de som er med på utviklingsprosjektet til OBOS Block Watne.

43,90 m<sup>3</sup> må leveres av Bergene Holm for å produsere bindingsverket i eneboligene av precut konstruksjonsvirke. Avfallet fra høvelen er på 4,04 %, og avfallet fra justerverket er på 2 %.

Avfallet på sagbruket er:

$$43,90 \text{ m}^3 * 1,0404 * 1,02 - 43,90 \text{ m}^3 = 2,69 \text{ m}^3 \text{ totalt for alle eneboligene.}$$

### Utslipp fra trevirke

Trevirke binder 0,80 kg/m<sup>3</sup> med CO<sub>2</sub> i vekstfasen. Trevirket som må avfallshåndteres i denne produksjonsprosessen har et utslipp på:

$$(0 \text{ m}^3 + 6,87 \text{ m}^3 + 2,69 \text{ m}^3) * 0,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 7,65 \text{ kg CO}_2\text{-ekvivalenter.}$$

Dette slippes ut når trevirket nedbrytes eller forbrennes.

### Utslipp fra transport

Jon Erik Semb, koordinator av lastebilkrans hos Kynningsrud, informerte om at de bruker en lastebil som veier 16-32 tonn med Euro 6. Videre hevdet Vidar Lindbeck, transportsjef i Jatak Are Brug, at det er en fyllingsgrad på ca. 75 % på bilene fra Jatak Are Brug og ut til kunde. Derfor bruker vi disse dataene i transportkalkulatoren. Produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke har to transportetapper, men hver etappe er gjennomført tre ganger som tre leveringer.

Total leveranse av råtre er på 43,90 m<sup>3</sup>, som tilsvarer 16 682,00 kg i C30 fasthet. Dette blir fraktet fra Bergene Holm sitt sagbruk, Haslestadlinna 30 i Hof, til Jatak Are Brug AS i Rakkestadveien 10, 1814 Askim.

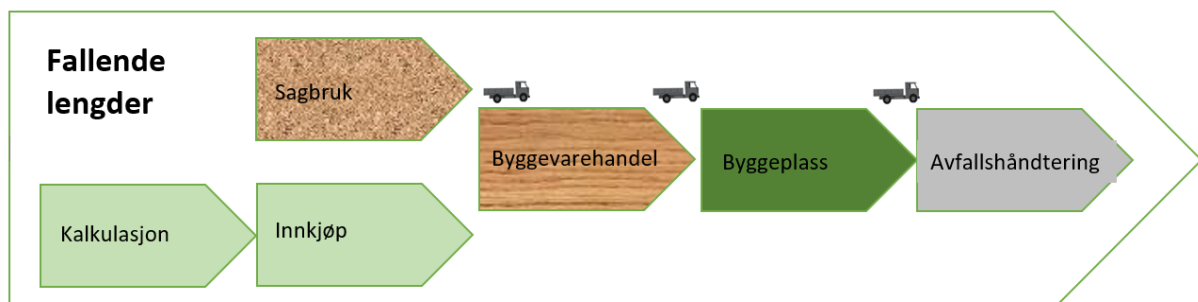
Det er beregnet et avfall hos Jatak Are Brug på 2 610,60 kg som ikke blir fraktet videre. Ferdig vare har en vekt på 14 071,40 kg, og dette blir fraktet til byggeplassen i Caspar Wessels vei 4-12 på Pepperstadkollen.

Avfallet hos Jatak Are Brug og på sagbruket blir ikke transportert til avfallshåndtering, men brukes til brensel for oppvarming hos Jatak Are Brug og til brensel i videre produksjon hos Bergene Holm.

Strekning		Avstand	Vekt	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter
Fra	Til			
Bergene Holm	Jatak Are Brug	399,00 km	16 682,00 kg	2 406,30 kg
Jatak Are Brug	Pepperstadkollen	113,40 km	14 071,40 kg	1 621,93 kg
<b>Totalt</b>		<b>512,40 km</b>		<b>4 028,23 kg</b>

Tabell 4.2: Total avstand og utslipp for precut konstruksjonsvirke (vedlegg 3A)

#### 4.1.2 Fallende lengder av konstruksjonsvirke



Figur 4.2: Produksjonsprosessen for fallende lengder av konstruksjonsvirke

#### Avfallsmengde på byggeplass

Eneboligene ble bygget med precut konstruksjonsvirke og genererte null avfall på byggeplassen. Jatak Are Brug har på denne måten funnet nøyaktig materialbehov i bindingsverket. Løpemeter råtre har vi funnet i rekvisisjonen på fallende lengder av

konstruksjonsvirke i C24 fasthet (vedlegg 4C) og volum råtre har vi beregnet i vedlegg 2C. Det nøyaktige materialbehovet sammenlignes med totalt innkjøp av fallende lengder av konstruksjonsvirke i tabell 4.3. Da bindingsverket bygget med fallende lengder av konstruksjonsvirke ikke blir utfrest for innfestningspunkter er avfallet her kun avkapp. Eventuelle utskjæringer til hull blir det ikke tatt hensyn til.

C24	Råtre	Ferdig vare	Avfall	Avfall	Vekt avkapp (densitet 350 kg/m <sup>3</sup> )
<b>Totalt fem eneboliger</b>	<b>42,75 m<sup>3</sup></b>	<b>34,49 m<sup>3</sup></b>	<b>8,26 m<sup>3</sup></b>	<b>19,32 %</b>	<b>2 891,00 kg</b>

Tabell 4.3: Total avfallsmengde på byggeplassen (vedlegg 2C)

### Avfall hos byggevarehus

Bergene Holm selger ikke trevirke direkte til byggeplass og byggevarehuset Maxbo benyttes som logistiksenter for trevirket. Her lagres det fram til det blir kjøpt og kjørt ut til byggeplassen. Siden trevirket kun blir lagret og ikke foredlet, genereres det ikke avfall hos Maxbo.

### Avfall på sagbruket

OBOS Block Watne får inn fallende lengder av konstruksjonsvirke fra byggevarehuset Maxbo som igjen får inn fallende lengder av konstruksjonsvirke fra ulike sagbruk. Vi har tatt utgangspunkt i sagbruket Bergene Holm. Behovet for trevirke på byggeplassen er 42,75 m<sup>3</sup>, og avfallet på sagbruket blir derfor:

$$42,75 \text{ m}^3 * 1,0404 * 1,02 - 42,75 \text{ m}^3 = 2,62 \text{ m}^3 \text{ totalt for alle eneboligene.}$$

### Utslipp trevirke

Avfallet som produseres i denne produksjonsprosessen tilsvarer et utslipp på:

$$(8,26 \text{ m}^3 + 0 \text{ m}^3 + 2,62 \text{ m}^3) * 0,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 8,70 \text{ kg CO}_2\text{-ekvivalenter.}$$

## Utslipp transport

Total leveranse til byggeplassen blir på 42,75 m<sup>3</sup>. Vi antar samme antall leveranser som for precut konstruksjonsvirke.

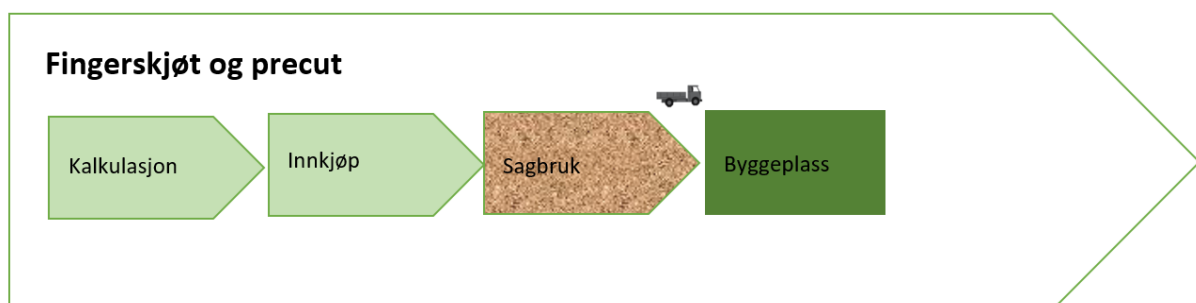
Rekvisisjonen fra kalkulasjon viser til kjøp av gran i fasthet C24, som har en densitet på 350 kg/m<sup>3</sup>. Total råtre i vekt tilsvarer 14 962,50 kg, og dette blir transport fra Bergene Holm sitt sagbruk, Haslestadlinna 30 i Hof, til Maxbo Lillestrøm, Svelleveien 37. Videre blir det transportert til byggeplassen i Caspar Wessels vei 4-12. på Pepperstadkollen.

Avfallet på byggeplassen som blir transportert til Norsk Gjenvinning, Haraldrudveien 31 i Oslo, er på 2 887,5 kg. Avfallet på sagbruket blir ikke transportert til avfallshåndtering, men brukes til brensel i videre produksjon.

Strekning		Avstand	Vekt	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter
Fra	Til			
Bergene Holm	Maxbo	297,90 km	14 962,50 kg	2 004,77 kg
Maxbo	Pepperstadkollen	176,70 km	14 962,50 kg	1 814,71 kg
Pepperstadkollen	Norsk Gjenvinning	44,30 km	2 887,50 kg	312,58 kg
<b>Totalt</b>		<b>518,90 km</b>		<b>4 135,06 kg</b>

Tabell 4.4: Total avstand og utslipp for fallende lengder av konstruksjonsvirke (vedlegg 3B)

### 4.1.3 Fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke



Figur 4.3: Produksjonsprosessen for fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke

## Avfallsmengde på sagbruket

Produksjonsprosessen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke er en tenkt kombinasjon basert på avfallstallene til de ulike maskinene som allerede er i bruk hver for seg hos Bergene Holm og Jatak Are Brug. Produksjonsprosessene har blitt utformet ved at vi forhørte oss med Paul André Bergene Holm, salgssjef i Bergene Holm, sine antakelser om hvordan den nye kombinasjonslinjen vil påvirke avfallet og kostnadene til bindingsverket.

De fem eneboligene har et samlet behov for precut konstruksjonsvirke på 37,03 m<sup>3</sup>, og dette må leveres av den nye produksjonslinjen som kombinerer et fingerskjøtanlegg, en høvel og et precutanlegg. For å finne totalt avfall på sagbruket må vi jobbe oss baklengs.

Avfallet fra precutanlegget tar utgangspunkt i produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke og at det ikke er avkapp da dette blir en evig lang planke. Se vedlegg 2D for beregning av råtrebehovet i precutanlegget.

C30	Råtre	Ferdig vare (bestilt)	Utskjæring	Utskjæring	Utskjæring (densitet 380 kg/m <sup>3</sup> )
<b>Totalt fem eneboliger</b>	<b>39,58 m<sup>3</sup></b>	<b>37,03 m<sup>3</sup></b>	<b>2,55 m<sup>3</sup></b>	<b>6,44 %</b>	<b>969 kg</b>

Tabell 4.5: Avfallsmengde for precutanlegget uten avkapp (vedlegg 2D)

Avfall til høvelen er på 4,04 % og et avfall til fingerskjøten er på 9 %. Avfallsprosenten i høvel og fingerskjøtanlegg er basert på dagens maskiner, og disse kan sannsynligvis endres når det brukes nye maskiner som tar i bruk ny teknologi i den nye kombinasjonslinjen.

Avfallet på sagbruket er:

$$2,55 \text{ m}^3 + (39,58 \text{ m}^3 * 1,0404 * 1,09 * 1,02 - 39,58 \text{ m}^3) = 8,75 \text{ m}^3.$$

## Utslipp fra trevirke

Avfallet som produseres i denne produksjonsprosessen tilsvarer et utslipp på:

$$8,75 \text{ m}^3 * 0,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 7,00 \text{ kg CO}_2\text{-ekvivalenter.}$$



## Utslipp til transport

Ettersom hele produksjonsprosessen til fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke forgår på sagbruket er det bare en transportetappe. Den består av den totale vekten til den ferdige varen og blir fraktet fra Bergene Holm AS, Haslestadlinna 30, 3090 Hof til Caspar Wessels vei 4-12, 1542 Vestby.

Strekning		Avstand	Vekt	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter
Fra	Til			
Jatak Are Brug	Pepperstadkollen	265,20 km	14 071,40 kg	1 838,68 kg
<b>Totalt</b>		<b>265,20 km</b>		<b>1 838,68 kg</b>

Tabell 4.6: Total avstand og utslipp for fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke (vedlegg 3C)

### 4.1.4 Emballasje

Vi har ikke sett på avfallsmengden eller utslippet emballering av trevirket hadde generert i disse produksjonsprosessene, men heller fokusert på at bruk av emballasje kan redusere avfallet fra trevirke ytterligere. For fallende lengder av konstruksjonsvirke kan materialene bli emballert på sagbruket, for deretter å bli pakket om og emballert på nytt hos byggevarehandelen. Tilsvarende vil det være for precut konstruksjonsvirke, men her foregår runde to med emballering hos produsenten. For kombinasjonen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke vil materialene kun bli emballert på sagbruket før de ankommer byggeplassen.

## 4.1.5 Sammenligning

### Avfallsmengde

	<b>Precut (C30)</b>	<b>Fallende lengder (C24)</b>	<b>Fingerskjøt og precut (C30)</b>
Avfall på sagbruk	2,69 m <sup>3</sup>	2,62 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>
Avfall hos produsent	6,87 m <sup>3</sup>	-	
Avfall hos byggevarehus	-	0 m <sup>3</sup>	-
Avfall på byggeplass	0 m <sup>3</sup>	8,26 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
<b>Avfall totalt</b>	<b>9,56 m<sup>3</sup></b>	<b>10,88 m<sup>3</sup></b>	<b>8,75 m<sup>3</sup></b>
<b>Avfall totalt</b>	<b>3 632,80 kg</b>	<b>3 808,00 kg</b>	<b>3 326,37 kg</b>
<b>Avfall totalt</b>	<b>1 490,75 m</b>	<b>1 849,60 m</b>	<b>1 364,45 m</b>

Tabell 4.7: Sammenligning av total avfallsmengde i alle produksjonsprosessene.

### Utslippsmengde

<b>CO<sub>2</sub>- ekvivalenter</b>	<b>Precut (C30)</b>	<b>Fallende lengder (C24)</b>	<b>Fingerskjøt og precut (C30)</b>
Transport	4 028,23 kg	4 135,06 kg	1 838,68 kg
Trevirke	7,65 kg	8,70 kg	7,00 kg
<b>Utslipp totalt</b>	<b>4 045,88 kg</b>	<b>4 143,76 kg</b>	<b>1 845,68 kg</b>
Kilometer totalt	512,40 km	518,90 km	265,20 km

Tabell 4.8: Sammenligning av total mengde utslipp i alle produksjonsprosessene.

## 4.2 Økonomi

Kostnadene knyttet til økonomien for rapporten innebærer kostnader til konstruksjonsvirke i bindingsverket, transporten, akkordlaget og avfallshåndteringen.

### 4.2.1 Precut konstruksjonsvirke

#### Kostnader konstruksjonsvirke og transport

Kostnadene til bindingsverket av precut konstruksjonsvirke er hentet ut ifra Jatak Are Brug sine ordrebekreftelser for eneboligene (vedlegg 4A).

	<b>Kostnad</b>
Bindingsverk til fem eneboliger	250 800,00 kr
Tre leveringer	8 250,00 kr
<b>Total kostnad</b>	<b>259 050,00 kr</b>

Tabell 4.9: Totalt kostnad for bindingsverk i precut konstruksjonsvirke og transport. (vedlegg 4B)

#### Lønnskostnader til akkordlaget

Thore Kristoffersen på kalkulasjon gjorde en kontroll på tallene i det opprinnelige forhåndsmålebrevet (vedlegg 5A) og fant ut at åpningstillegg og levegg var lagt inn med fallende lengder av konstruksjonsvirke. Vi har derfor korrigert akkordlaget Stamme sin tid i forhåndsmålebrevet med et fratrekk på -0,906 timer på åpningstillegg og -0,026 timer på levegg. Dette for å få alt i precut konstruksjonsvirke. Forhåndsmålebrevene hadde en normaltids for akkordlaget Stamme som var noe varierende, men beregnet gjennomsnittstid er 237,69 timer per enebolig. Avviket mellom de ulike forhåndsmålebrevene kan skyldes ulik bruk av pakker i den manuelle beregningen.

På akkordoppgjøret (vedlegg 5D) observerte vi at tre av normaltiden for akkordlaget Stamme ikke stemte overens med normaltiden for akkordlaget Stamme i forhåndsmålebrevet. De hadde økt fra 237 timer i forhåndsmålebrevet til 275 timer i akkordoppgjøret, og etter samtale med Christian Michaelsen fant vi ut at dette skyldes etterkontroll på mengder i tre eneboliger.

Etterkontrollen har gjort det slik at mengdene har blitt justert opp og at de dermed har fått mer forhåndsberegnet tid. Vi har brukt 237 timer fra de to resterende eneboligene sitt forhåndsmålebrev som utgangspunkt for lønnskostnaden til akkordlaget.

Akkordoppjøret til eneboligene bygget med precut konstruksjonsvirke gir akkordlaget Stamme sitt totale tidsbruk. Den er altså ikke fordelt på bæresystem, undergulv, stillas, undertak/sløyfer, lekter for takstein og vindetting sånn som i forhåndsmålebrevet. På en enebolig ble det brukt 153 timer, 149 timer, 133 timer, 141 timer og 141,5 timer ifølge akkorden. Det var derimot vanskelig å finne ut spesifikt hvilket hus som hadde hvilket timeforbruk, så vi benyttet gjennomsnittet på 143,5 timer. Som vi kan se i tabell 4.10 bruker akkordlaget Stamme 60% av tiden som er oppgitt i forhåndsmålebrevet.

	<b>Forhåndsmålt tidsbruk</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Tidsbruk</b>
<b>Totalt for fem eneboliger</b>	<b>1 188,43 t</b>	<b>209,70 kr/t</b>	<b>249 217,96 kr</b>	<b>717,50 t</b>

Tabell 4.10: Total kostnad for akkordlaget i eneboligene med precut konstruksjonsvirke (vedlegg 5F)

### **Kostnader avfallshåndtering**

Ettersom eneboligene ble bygget med precut konstruksjonsvirke, og precut konstruksjonsvirke ikke genererte avfall på byggeplassen var det ingen kostnader til avfallshåndtering av trevirke. Det var heller ingen problemer knyttet til monteringen av bæresystemet som genererte avfall. Avfallet ble flyttet til Jatak Are Brug.

## **4.2.2 Fallende lengder av konstruksjonsvirke**

### **Kostnader konstruksjonsvirke og transport**

Kostnadene for bindingsverket til fallende lengder av konstruksjonsvirke er basert på et pristilbud fra byggevarehandelen Maxbo Lillestrøm, som antas å være tilnærmet virkeligheten siden byggelederen for Pepperstadkollen Christian Michalsen la inn bestillingen. Prisene er avtaleprisen som OBOS Block Watne har hos Maxbo.

Rekvisisjonen Thore Kristoffersen lagde til Maxbo inneholder materialer til mer enn bare bindingsverket (Vedlegg 4C). For å skille ut hvilke materialer som inngår i bindingsverket har vi sammenlignet dette opp imot materialene Jatak Are Brug har levert, som er det nøyaktige materialforbruket i bindingsverket.

	<b>Kostnad</b>
Bindingsverk til fem eneboliger	127 555,60 kr
Tre leveringer	2 610,00 kr
<b>Total kostnad</b>	<b>130 165,60 kr</b>

Tabell 4.11: Total kostnad for fallende lengder av konstruksjonsvirke og transport (vedlegg 4E)

Som vist i tabell 4.3 kastet OBOS Block Watne 19,32 % av de fallende lengdene som ble kjøpte inn til bindingsverket. Det vil si at OBOS Block Watne kastet 24 643,74 kroner i containeren.

### **Lønnskostnader til akkordlaget**

Da eneboligene ble satt opp i precut og ikke kun fallende lengder av konstruksjonsvirke, så har vi ikke noe akkordoppgjør å vise til. Vi har derimot fått forhåndsmålebrev (vedlegg 5C) og akkordoppgjør (vedlegg 5E) for rekkehusene på Pepperstadkollen med fallende og tilpassede lengder av konstruksjonsvirke. Eneboligene og rekkehusene er satt opp av samme akkordlag.

	Forhåndsmålt tidsbruk	Tidsbruk	Tidsbruk
Rekkehus 14 - 20	770,20 t	543,40 t	70,6 %

Tabell 4.12: Forhåndsmålebrev og akkordoppgjør for akkordlaget i rekkehusene

Thore Kristoffersen har laget et forhåndsmålebrev (vedlegg 5B) med utgangspunkt i bruk av fallende lengder av konstruksjonsvirke i eneboligene.

Forhåndsmålebrevene hadde en normalt tid for akkordlaget Stamme som var noe varierende, men gjennomsnittstiden er 246,24 timer per enebolig.

	<b>Forhånds målt tidsbruk</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Tidsbruk (70,6 %)</b>
<b>Totalt for fem eneboliger</b>	<b>1 231,185 t</b>	<b>209,70 kr/t</b>	<b>258 182,64 kr</b>	<b>869,23 t</b>

Tabell 4.13: Total kostnad for akkordlaget i eneboligene med fallende lengder av konstruksjonsvirke (se vedlegg 5G)

### **Kostnader avfallshåndtering**

På byggeplassen endte 19,32 % av innkjøpet opp som avfall, og det utgjør 2 891,00 kg i C24 fasthet.

Stian Øyen, salgssjef i Norsk Gjenvinning Norge AS, ga oss avtaleprisene OBOS Block Watne har hos Norsk gjenvinning for tømning av trevirke på 607 kr/tonn uten mva. I tillegg er leie av container på 3,10 kr/dag, utkjøring på 629 kroner og innkjøring på 782 kroner.

Å sette opp akkordlaget Stamme sin del av eneboligene med bindingsverket av fallende lengder av konstruksjonsvirke tar 869,23 t. Akkordlaget Stamme består hovedsakelig av 2 tømrere som jobber 7,5 timers arbeidsdager. Dette utgjør 57,95 dager med arbeid, ca.12 arbeidsuker, som vil si at de må leie containeren i tilnærmet 84 dager. Leie av container kommer da på 260,40 kroner.

	<b>Kostnad</b>
Avfall trevirke	1 754,84 kr
Utkjøring	629,00 kr
Innkjøring	782,00 kr
Leie av container	260,40 kr
<b>Totalt</b>	<b>3 426,24 kr</b>

Tabell 4.14: Total kostnad for avfallshåndtering med fallende lengder av konstruksjonsvirke

### 4.2.3 Fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke

#### Kostnader konstruksjonsvirke og transport

For å få til en kombinasjon av fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke må det lages en ny produksjonslinje. Det vil koste 15-20 millioner kroner å investere i et nytt precutanlegg og 50-100 millioner kroner å investere i en moderne høvel og tilhørende fingerskjøtanlegg for å sikre tilstrekkelig produksjonskapasitet. Dette ville blitt kostbare investeringer, særlig et nytt fingerskjøtanlegg, noe det neppe vil vært betalingsvilje for.

Hadde produksjonslinjen derimot blitt laget er det sannsynlig at det ferdige produktet, fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke, hadde hatt en høyere pris enn precut konstruksjonsvirke. Videre må de da se på betalingsviljen til byggeplassene.

Fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke er et tilsvarende produkt som precut konstruksjonsvirke for byggeplassen. Kostandene til akkordlaget og avfallshåndteringen vil bli likt som i produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke.

Kostnadene til produksjonsprosessen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke er forenklet til å ha tilsvarende kostnader som precut konstruksjonsvirke. Dette til tross for at det er sannsynlig at kostnaden til konstruksjonsvirke blir høyere på grunn av høy investeringskostnad.

#### 4.2.4 Sammenligning

Kostnad	Bindingsverk	Transport	Akkordlag	Avfalls- håndtering	Totalt
<b>Precut</b>	259 050,00 kr	8 250,00 kr	249 217,96 kr	0,00 kr	<b>516 517,96 kr</b>
<b>Fallende lengder</b>	127 555,60 kr	2 610,00 kr	258 182,64 kr	3 426,24 kr	<b>391 774,48 kr</b>

Tabell 4.15: Sammenligning av total kostand

	Tidsbruk
<b>Precut</b>	<b>717,50 t</b>
<b>Fallende lengder</b>	<b>869,23 t</b>

Tabell 4.16: Sammenligning av tidsbruk

#### 4.2.5 Årlige kostnader

Lønnskostnadene til akkordlaget Stamme har en differanse på ca. 9 000 kroner (se tabell 4.15) mellom precut konstruksjonsvirke og fallende lengder av konstruksjonsvirke. I tillegg går det 17,5 % (se tabell 4.16) fortere å sette opp et bindingsverk i precut konstruksjonsvirke enn med fallende lengder av konstruksjonsvirke.

Vi skal nå se på kontinuerlig produksjon av disse eneboligene med samme bemanning i et helt år. OBOS Block Watne har opplyst oss om at andel arbeidede timer i akkord er ca. 80 % av totalt medgåtte timer i et byggeprosjekt. De resterende 20 % er eksempelvis timer for utarifferte arbeider, som for eksempel snømåking, flytting/venting på materialer og HMS-arbeid som ikke er inkludert i forhåndsmålebrevet. I et år er det normalt 230 arbeidsdager på 7,5 timer, det vil si at det totalt er 1 725 arbeidstimer i året.

Timene som har blitt benyttet i akkord per enebolig er for precut konstruksjonsvirke i bindingsverket:

$$\frac{717,50 \text{ timer}}{5 \text{ eneboliger}} = 143,5 \text{ timer per enebolig}$$
$$\frac{143,5}{0,8} = 179,38 \text{ timer per enebolig}$$



Imidlertid består akkordlaget Stamme av to tømrere, som vil si at jobben gjøres dobbelt så fort:

$$\frac{179,38 \text{ timer}}{2 \text{ tømrere}} = 89,69 \text{ timer per enebolig}$$

I løpet av et helt år kan akkordlaget Stamme bygge:

$$\frac{1725 \text{ timer i året}}{89,69 \text{ timer per enebolig}} = 19,23 \text{ eneboliger}$$

For fallende lengder av konstruksjonsvirke i bindingsverket blir det imidlertid bygget:

$$\frac{869,23 \text{ timer}}{\frac{5 \text{ eneboliger}}{0,8}} = 217,31 \text{ timer per enebolig}$$

$$\frac{217,31 \text{ timer}}{2 \text{ tømrere}} = 108,66 \text{ timer per enebolig}$$

$$\frac{1725 \text{ timer}}{108,66 \text{ timer}} = 15,88 \text{ eneboliger}$$

Akkordlaget Stamme kan altså bygge 19 eneboliger i løpet av et år med bindingsverk i precut konstruksjonsvirke og nesten 16 eneboliger med bindingsverk i fallende lengder av konstruksjonsvirke.

OBOS Block Watne er underlagt et uttaksmomsregime. Dette fordi salg av fast eiendom er utenfor momsområdet. Det betyr i praksis at de ikke betaler moms på inntekten, men må betale moms på kostnadene. OBOS Block Watne har opplyst oss om at de har en påslagsprosent på 10 % på trevirke. Dette fungerer på samme måte for direkte lønnskostnader, hvor det er en påslagsprosent på 75 %. Denne prosenten inkluderer sosiale kostnader, som sykepenger, feriepenger, arbeidsgiveravgift, pensjon og forsikringer.

Kostnaden for bindingsverk blir derfor:

$$953\,040,00 \text{ kr} * 1,1 = 1\,048\,344,00 \text{ kr} \text{ for precut konstruksjonsvirke og}$$

$$408\,177,92 \text{ kr} * 1,1 = 448\,995,71 \text{ kr} \text{ for fallende lengder av konstruksjonsvirke}$$

Lønnskostnaden til akkordlaget blir derfor:

$947\,028,25 \text{ kr} * 1,75 = 1\,659\,299,44 \text{ kr}$  for precut konstruksjonsvirke og

$826\,184,45 \text{ kr} * 1,75 = 1\,445\,822,79 \text{ kr}$  for fallende lengder av konstruksjonsvirke

Kostnad i kroner	Bindingsverk	Transport	Akkordlag	Avfalls-håndtering	Totalt u/mva
Precut	1 048 344,00	31 350,00	1 659 299,44	0,00	2 738 993,44
Fallende lengder	448 995,71	8 352,00	1 445 822,79	10 963,97	1 914 133,50

Tabell 4.17: Sammenligning av årlige kostnader

### 4.3 Sosiale forhold

Den sosiale delen er avgrenset til å omhandle SHA utfordringene knyttet til bruken av precut konstruksjonsvirke og fallende lengder av konstruksjonsvirke. OBOS Block Watne har laget en prosedyre for bruk av elektrisk sag (vedlegg 6A). Denne viser hvilke verne- og sikkerhetsregler som gjelder i bedriften for å unngå skader. De fokuserer på følgende farer ved bruk:

- Tilbakekast på grunn av at spaltekniv ikke er montert
- Sprut av kvist i ansiktet på grunn av at øvre beskyttelseskjerm ikke er montert
- Splint fra hardmetalltann i øyet på grunn av at øyevern ikke er brukt
- Fall på grunn av dårlig rydding av kapp og spon

Christian Michaelsen formidlet at det ikke var noen forskjell i innrapporterte avvik knyttet til helse og sikkerhet mellom eneboligene og prosjekter som var bygget med fallende lengder/tilpassende lengder av konstruksjonsvirke

I en samtale med tømmerbasen Frank Joakim Angle (vedlegg 6B) for Pepperstadkollen forteller han at ved monteringen av bindingsverket for eneboligene ved hjelp av precut konstruksjonsvirke ble alle arbeidsoppgavene knyttet til sagen fjernet. Han forteller videre at arbeidet med precut konstruksjonsvirke gjorde at kroppen følte lettere fordi det var færre

tunge løft enn for fallende lengder av konstruksjonsvirke. Ved fallende lengder av konstruksjonsvirke gikk løftene ut på å få trevirket til sagan for tilpasning og så videre til plasseringen sin i bindingsverket. Hvis tilpassingen ikke var helt nøyaktig, måtte prosessen gjentas.

Jon Magnus Andersen, teamleder på prosjektavdelingen hos Jatak Are Brug, skrev i en mail at han selv har vært tømmer og kunne sammenligne situasjonen knyttet til SHA på byggeplassen opp imot situasjonen i produksjonen deres (vedlegg 6C). Med fallende lengder av konstruksjonsvirke må først gjerdesagen rigges opp enten ute eller inne. Foregår sagingen på byggeplassen så ser han ikke behovet for å koble gjerdesagen til en støvsuger i forhold til støv. Plankene må fysisk flyttes fra materialpakka og over på sagan, for så å stable de i et system. I produksjonen vil derimot en truck hente de pakkene som trengs og sette de på rullebånd til saganlegget. Sagoperatøren spretter opp pakken og styrer selv når plankene skal gå videre en og en til sagan. Sagen er ikke eksponert for mennesker da den står inne i et saghus. Sagen er koblet til en støvsuger inne i saghuset, så sagoperatøren blir ikke eksponert for støv annet enn når han åpner huset for å bytte sagblad eller ved vedlikehold. Saghuset blåses rent ved hjelp av trykkluft, og dette vil kunne støve litt. Det vil eksistere støv i begge situasjoner, og det skal brukes hørselvern på byggeplass og i produksjon. Etter sagan stables plankene ved hjelp av en maskin. Det er en klemfare i rullebåndet og i stablemaskinen, men det har ikke vært slike ulykker på Jatak Are Brug. Etter pakking så hentes materialpakken med Truck og stables ute under tak.

# 5 Diskusjon

## 5.1 Miljø

### 5.1.1 Avfallsmengde

I resultatene kommer det fram at produksjonsprosessen fallende lengder av konstruksjonsvirke generer totalt størst avfallsmengde. Like bak kommer produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke, og til slutt fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke.

Differansen mellom produksjonsprosessene kommer ikke tydelig fram. Grunnen til dette er at Jatak Are Brug kun produserte precut konstruksjonsvirke i fasthet C30 i tillegg til at de endret til større tverrsnitt i forhold til hva som står i rekvisisjonen til Maxbo. Dette fører til at avfallet fra precut konstruksjonsvirke oppleves større enn det egentlig er når det sammenlignes med fallende lengder av konstruksjonsvirke i fasthet C24. Ifølge Christian Michaelsen var veggene i utgangspunktet beskrevet med en blanding av 36x148 og 48x148, men for enkelthetens skyld ba han Jatak Are Brug produsere store deler av bindingsverket i 48x148.

Ifølge Jon Magnus Andersen har Jatak Are Brug i ettertid begynt å produsere precut konstruksjonsvirke i fasthet C24. Tabell 5.1 viser avfallet fra de ulike produksjonsprosessene når det er tatt like valg for dimensjoneringen. Avfallstallene fra tabell 4.7, sammenligning av avfallsmengde, har blitt ganget med forhåndtallet mellom gjennomsnittsdimensjonen til fallende lengder av konstruksjonsvirke (vedlegg 2C) og precut konstruksjonsvirke (vedlegg 2B). Videre har avfallsmengden blitt ganget med densiteten til fasthet C24 for å få kilo.

	<b>Precut (C24)</b>	<b>Fallende lengder (C24)</b>	<b>Fingerskjøt og precut (C24)</b>
Avfall på sagbruk	2,47 m <sup>3</sup>	2,62 m <sup>3</sup>	7,94 m <sup>3</sup>
Avfall hos produsent	6,30 m <sup>3</sup>	-	
Avfall hos byggevarehus	-	0 m <sup>3</sup>	-
Avfall på byggeplass	0 m <sup>3</sup>	8,26 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
<b>Avfall totalt</b>	<b>8,77 m<sup>3</sup></b>	<b>10,88 m<sup>3</sup></b>	<b>7,94 m<sup>3</sup></b>
<b>Avfall totalt</b>	<b>3 069,50 kg</b>	<b>3 808,00 kg</b>	<b>2 779,00 kg</b>
<b>Avfall totalt</b>	<b>1 490,90 m</b>	<b>1 849,60 m</b>	<b>1 363,43 m</b>

Tabell 5.1: Sammenligning av avfallsmengde med lik dimensjonering

Tabell 5.1 viser at det blir en større differanse mellom resultatene for produksjonsprosessene fallende lengder av konstruksjonsvirke og precut konstruksjonsvirke når det blir tatt like valg for dimensjoneringen.

Differansen mellom ferdig vare bestilt og det som er produsert ferdig vare hos Jatak Are Brug er 167,07 m, og dette vrakes (se vedlegg 2A). Differansen skyldes feil på en eller flere elementer (vrak) og at det har blitt laget nye underveis. Harald Dingstad som er teknisk ansvarlig på sagavdelingen på Jatak Are Brug, hevder at 5 % av materialene som kommer til Jatak Are Brug er vrak. Om vraket kommer fra skade på materialer under transport, håndtering eller oppbevaring før det kommer til Jatak Are Brug er ukjent. Når det tas hensyn til gjennomsnittsdimensjonen blir vraket på 1,07 m<sup>3</sup>. Dette tallet tar kun for seg løpemeter vrak og tar ikke hensyn til avkapp og utskjæringer som elementene har forårsaket i produksjon. Avfallet i produksjonsprosessene ville derfor vært noe mindre hvis det hadde blitt sett bort ifra vrak.

Christian Michaelsen har fortalt at det ikke var noen problemer knyttet til montering eller håndtering av precut konstruksjonsvirke på byggeplassen som medførte vrak. Det er likevel sannsynlig at vrak også kan oppstå ved bestilling av precut konstruksjonsvirke. Disse materialene må erstattes med nye, og det vil bli generert avfall på byggeplassen.

Precut konstruksjonsvirke har utskjæringer for innfestningspunkter som gjør monteringen enklere, så noe avfall i produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke kunne i teorien vært

unngått. Dette ville imidlertid påvirket framdriften i den økonomiske dimensjonen. I tillegg er det ikke tatt hensyn til eventuelle hull i konstruksjonsvirke som kan være en feilkilde i kubikk og kilo for fallende lengder av konstruksjonsvirke. En annen feilkilde er at eventuelle overskuddsmaterialer av fallende lengder av konstruksjonsvirke kan benyttes videre på neste boligprosjekt. Vi har ikke tatt hensyn til dette siden det er en teoretisk produksjonsprosess, men det kunne potensielt redusert avfallsmengden på byggeplassen.

### **Hva er avfall?**

Vi forholder oss til de fire kriteriene som må oppfylles for å kunne kalle det en «Avfallsfri Byggeplass»:

1. Avfallsfri produksjon på byggeplass
2. Avfallsfri produksjon hos produsent
3. Avfall skal tilbake i produksjon uten transport
4. Produktet skal tilbake til produksjon i samme foredlingsnivå.

I produksjonsprosessen med fallende lengder av konstruksjonsvirke genereres det avfall på byggeplassen som må transporteres til avfallshåndtering. Videre vil avfallet enten gjenvinnes, forbrennes eller havne på deponi. Dette går under trinn fire, fem og seks i avfallspyramiden (figur 2.3).

Avfallet som oppstår hos Jatak Are Brug er stort sett små avkapp og utskjæringer av konstruksjonsvirke. I dette tilfellet er avkappet på et lavere foredlingsnivå enn ferdig vare, fordi utskjæringene er en videreforedling av planken. Jatak Are Brug har her ikke behov for brensel til tørking av trevirke da trevirke kommer ferdig tørket. Avfallet blir brukt som energiutnyttelse, trinn fem, for å varme opp vannet i et vannbårent system i administrasjonsbyggene på Jatak Are Bruk. Det er altså ikke behov for transport av avfallet, men avkappet brukes ikke videre inn i produksjonen.



Figur 5.1: Avfallet fra precutanlegget hos Jatak Are Brug

Bergene Holm bruker derimot avfallet sitt til energiutnyttelse i produksjonen av nytt konstruksjonsvirke, hvor det brukes som energiutnyttelse til tørking. Avfallet både generes og brukes som brensel i produksjonen på sagbruket, så det er ikke behov for transport. I produksjonen av fallende lengder er avfallet på et lavt foredlingsnivå, fordi kapping på sagbruket gjøres så sent som mulig for å unngå unødvendig avkapp. Det blir altså mindre gunstig med ombruk og materialgjenvinning, trinn tre og fire i avfallspyramiden. Et annet eksempel er kombinasjonslinjen som produserer fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke på sagbruket. I denne produksjonsprosessen vil kvist være en stor årsak til avkappet. Kvist skaper en svakhet i trevirket, som fører til et lavt foredlingsnivå på avkappet. Avfall fra sagbruket regnes altså ikke inn i beregningen av totalt avfall.

I tabell 5.2 kommer det fram at fallende lengder av konstruksjonsvirke fortsatt kommer dårligst ut, når avfallet på sagbruket ikke kvalifiseres som avfall. Produksjonsprosessene fallende lengder av konstruksjonsvirke og precut konstruksjonsvirke har tilnærmet lik mengde avfall på sagbruket, og derfor er differansen mellom dem tilnærmet den samme. Det kommer fram i tabellen at det er en fordel at det bestilles en presis mengde konstruksjonsvirke og at produksjonen av presis mengde foregår i så få ledd som mulig.

	<b>Precut (C30)</b>	<b>Fallende lengder (C24)</b>	<b>Fingerskjøt og precut (C30)</b>
Avfall totalt	9,56 m <sup>3</sup>	10,88 m <sup>3</sup>	8,75 m <sup>3</sup>
Avfall på sagbruket	-2,69 m <sup>3</sup>	-2,62 m <sup>3</sup>	-8,75 m <sup>3</sup>
<b>Differanse</b>	<b>6,87 m<sup>3</sup></b>	<b>8,26 m<sup>3</sup></b>	<b>0 m<sup>3</sup></b>

Tabell 5.2: Sammenligning av total avfallsmengde når sagbruket er avfallsfritt

Prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» vil levere øverst i avfallspyramiden, men ifølge definisjonen kan også trinn fem; energiutnyttelse i avfallspyramiden inkluderes hvis avfallet er på et lavere foredlingsnivå. For produksjonsprosessen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke blir avfallet som er på et lavere foredlingsnivå enn ferdig vare brukt videre inn i produksjonen som brensel til energiutnyttelse, uten behov for transport. Produksjonen defineres derfor som avfallsfri i henhold til kravene.

### **Sirkulær økonomi**

Prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» og sirkulær økonomi deler mange prinsipper. I hovedsak er målet med «Avfallsfrie Byggeplasser» at det ikke skal genereres avfall verken på byggeplass eller i produksjonen som tilsvarer trinn én som er avfallsforebygging i avfallspyramiden. Målet med sirkulær økonomi er derimot at avfallet som blir generert fra nye bygg skal kunne brukes om igjen eller gjenvinnes, trinn tre og fire i avfallspyramiden. Dette gjelder for hele livsløpet; under bygging, rehabilitering og riving.

I prosjektet Circle House i Danmark er målsetningen at 90 % av byggematerialene skal kunne gjenbrukes i nye bygg uten at det mister noe verdi ved endt levetid for byggene. Gjennom sirkulære prinsipper benyttes gjenbrukbare materialer på nytt etter at prosjektet har endt sin levetid. Vi har forhørt oss med flere fagpersoner om det vil være mulig å demontere bindingsverket ved endt levetid for eneboligene og bruke det om igjen i et annet byggeprosjekt. Jon Magnus Andersen fra Jatak Are Brug mente at det vil la seg gjøre hvis det er skrudd sammen på en slik måte at det er enkelt å demontere. Han legger også til at disse eneboligene mest sannsynlig vil stå 50-100 år, og om trevirke da er i god nok tilstand har han ikke svaret på. I tillegg må trevirket mest sannsynlig tilfredsstillende høyere krav. Christian Michaelsen byggeleder på Pepperstadkollen mener at bindingsverket blir for godt skrudd sammen til at det vil være gunstig å demontere det for gjenbruk. John R. Moen mener at underlaget som sirkulær økonomien søker er definerte elementer. Det kan for eksempel gjøres



ved at hver enkel stender blir gjenkjennbart gjennom merking. Etter endt levetid i bygget kan stenderne demonteres samt tilpasses nye formål ved hjelp av fingerskjøt og kapping. Det er imidlertid ikke sikkert at det er bærekraftig å gjenvinne elementene ved endt levetid i bygget.

Ved å utvikle «Avfallsfrie byggeplasser» og tilrettelegge for sirkulære prinsipper blir boligproduksjonen mer effektiv og miljøvennlig, som igjen vil bidra til en konkurransedyktig bransje.

### **Precut konstruksjonsvirke vs. fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke**

Vi har sett at produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke generer totalt mer avfall enn produksjonsprosessen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke. Avkappet fra precutanlegget ligger på 4,30 m<sup>3</sup> og avkappet fra fingerskjøt ligger på 3,56 m<sup>3</sup> (se vedlegg 2D). Differansen mellom produksjonsprosessene er ikke så stor, men avfallet fra avkapp i precutanlegget er større enn avkappet på grunn av kravene som skal tilfredsstilles i fingerskjøtanlegget. Det er strenge krav til fingerskjøt som medfører mye avkapp. Et eksempel på dette er kravene til kvist. Vi ser altså at avkappet vil forekomme i en viss grad uansett, men i produksjonsprosessen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke vil avkappet forekomme på grunn av kravene til fingerskjøt. Ved en eventuell ny produksjonslinje som kombinerer fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke skal det investeres i nyere teknologi og nyere maskiner som i teorien kan generere mindre avfall. Derimot er fingerskjøten avhengig av å ikke bli påvirket av vibrasjon eller andre typer ødeleggelse når limet herder, dette for å oppnå optimal fasthet. Derfor er det usikkert om kombinasjonslinjen lar seg gjennomføre i praksis.

Settes det et uavhengig precutanlegg på sagbruket vil avkapp og utskjæringer i teorien kunne oppfylle kravene til prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» og ikke kvalifiseres som avfall på tilsvarende måte som i produksjonsprosessen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke. Avkappet fra kombinasjonslinjen med fingerskjøt og precut har et lavere foredlingsnivå enn avkappet fra precutanlegget. Dette er fordi avkappet i kombinasjonslinjen er forårsaket av kvist, som er en svakhet i konstruksjonsvirket. Spørsmålet er om avkappet fra precutanlegget er på et lavt nok foredlingsnivå til å tilfredsstille kravene i «Avfallsfrie Byggeplasser». Ser vi på foredlingsnivået som lavt er precutanlegget likevel avhengig av en optimalisering som resulterer i et lavere avkapp enn kombinasjonslinjen for å være et bedre alternativ. Dette forutsetter at kombinasjonslinjen lar seg gjennomføre i praksis.

## Hovedutfordringer

Vi har sett på hva som gjenspeiler seg i dette prosjektet av hovedutfordringer og tiltak som ble tatt opp ved workshopen (8. mai 2019). En av hovedutfordringene er mye svinn og avkapp i produksjon og på byggeplass. Det er sannsynlig at fokuset flyttes fra optimal bruk av materialer til å kun tenke framdrift når tilpassingen av lengder foregår på byggeplassen. Ved å bruke precut konstruksjonsvirke i bindingsverket blir det ikke lenger generert avfall på byggeplassen, men avfallet flyttes til produsenten. Avfallet hos produsent går fra sagen på rullebånd ut til en container for trevirke. På byggeplassen må derimot akkordlaget kaste avfallet selv i containeren. I undersøkelsen som Hovland og Wærner (2015) gjorde av 30 restavfallscontainere på ulike byggeplasser så vi at trevirke kan havne som restavfall. Dette viser at avfallshåndteringen er enklere. I tillegg er det lettere å sortere avfallet når produsenten kun tar hensyn til et materiale, sammenlignet med eneboligene på byggeplassen som totalt sett må ta hensyn til flere materialer. Videre kan produsenten fokusere på innovativ optimalisering og presis bruk av materialene. Dette går inn under bærekraftsmål 9. Selv om det ikke er store forskjeller i avfallsmengden i produksjonsprosessen precut konstruksjonsvirke og i produksjonsprosessen fallende lengder av konstruksjonsvirke er det lettere for produsenten å tenke innovativt enn det er for akkordlaget på byggeplassen som kan etterbestille materialer.

En annen utfordring som kom fram under workshopen er at planlegging og bestilling skjer for sent i prosessen, og at bestillingen ikke er presis nok. Når det bestilles precut konstruksjonsvirke fra Jatak Are Brug må det tas hensyn til en bestillingstid på 2-3 uker. Det må altså planlegges god tid i forveien, men planleggingen blir enklere for byggeleder. Maxbo derimot kan stort sett levere dagen etter bestilling, og den enkle tilgangen kan føre til bortskjemt bruk av materialer. Sikkerhetsmarginene som kalkulasjonsavdelingen legger inn i sine rekvisisjoner fører til at materialbestillingen blir unøyaktig. Dette kan medføre mer avfall på byggeplassen. Mengdeberegningene i BIM gjorde at Jatak Are Brug kunne levere det nøyaktige materialbehovet i bindingsverket. Resultatene viser at presis bestilling av materialer fører til mindre avfall i alle ledd.

Hvis mengdeberegningen av fallende lengder av konstruksjonsvirke hadde blitt gjort med BIM kunne materialbestillingen vært mer effektiv. Det blir enklere å tilrettelegge for en rettidig leveranse som kan redusere risikoen for skader ved oppbevaring. Skade på materialer under transport, håndtering, oppbevaring og montering som fører til avfall er også en

utfordring som ble tatt opp under workshopen. Siden produksjonsprosessen ikke er gjennomført i eneboligene vet vi ikke årsakene for at avfallet oppstår, men uansett ville både nøyaktig mengdeberegninger og rettidige leveranser redusert risikoen for avfallet.

## **Emballasje**

I samtale med sagbruk og produsent har det kommet fram noen utfordringer/løsninger i forhold til emballeringen av trevirket. På befaringen på sagbruket til Bergene Holm (13.02.2020) fortalte Paul André Bergene Holm om deres forhold til emballasje. Han fortalte at de har en del produkter uten emballasje, da de kan oppbevares under tak. De kan levere både med og uten emballasje ut ifra kundens ønske og lagringsmulighet, og de kan transportere det på lukkede biler. Byggelederen på Pepperstadkollen, Christian Michaelsen, har uttrykt at lukkede biler ikke er egnet til leveranse da de ikke har kran eller truck på byggeplassen. Hvis ikke dette er mulig å oppnå vil emballasje være en god investering for å hindre at treavfallet blir en større miljøbelastning enn selve emballasjeavfallet. På befaringen på Jatak Are Brug (14.02.2020) fortalte Jon Magnus Andersen at de prøver å få sine leverandører av trevirke til å levere plastfritt, da det kan oppbevares under tak, eller med gjenbrukbar plast. Materialene som skal kjøres ut til byggeplassene ønsker de å emballere med gjenbrukbar plast.

Det er altså et stort potensial for å kunne redusere miljøbelastningen som emballasje forårsaker. Det vil også være lønnsomt at materialene er innom færre ledd for å redusere emballasjeskifte og sannsynligheten for skade på materialene under transport, håndtering eller oppbevaring. Balansen mellom miljøbelastningen til avfallet fra materialet og bruken av emballasjen er en viktig faktor når det gjelder miljøbelastningen til produktsystemet.

## **Bærekraftsmål**

Bærekraftige boliger går innunder bærekraftsmål 11, og sirkulær økonomi er et viktig tiltak for å kunne oppnå dette. Sirkulær økonomi tar for seg ombruk og gjenvinning. Hvis bindingsverket i eneboligene på Pepperstadkollen demonteres kan trevirket som er helt brukes om igjen, det som er skadet gjenvinnes og det som er helt ødelagt brukes til energiutnyttelse. Sirkulær økonomien er igjen avhengig av hvor bærekraftig ombruket og gjenvinningen er i forhold til for eksempel transport.

Skal byggebransjen bidra til å senke miljøbelastningen er prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» et viktig steg i riktig retning. Det er et viktig bærekraftig tiltak som kan bidra til å endre forbruk og produksjonsmønstrene. Rapporten tar for seg to ulike valg av konstruksjonsvirke på byggeplassen, og det kommer fram at ved å endre fra fallende lengder av konstruksjonsvirke til precut konstruksjonsvirke reduseres avfallsmengden som bidrar til å senke miljøbelastningen. Derfor kan byggebransjen sikre bærekraftsmål 12, spesielt punkt 5 som går på å redusere avfallsmengden og punkt 6 som går på å innføre bærekraftige arbeidsmetoder, ved å endre på metodene for hvordan ressursene produseres og forbrukes.

## 5.1.2 Utslippsmengde

### Utslippsmengde fra trevirke

Bergene Holm hevder på sin hjemmeside at norske skoger drives etter prinsipper som gjelder for en bærekraftig skogdrift, bærekraftsmål 15. Det vil si at trevirket er CO<sub>2</sub>-nøytralt, og at utslippet fra trevirket ikke inngår i det totale utslippet av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, men i det naturlige karbonkretsløpet.

CO <sub>2</sub> - ekvivalenter	Precut (C30)	Fallende lengder (C24)	Fingerskjøt og precut (C30)
Totalt utslipp	4 045,88 kg	4 143,76 kg	1 845,68 kg
Utslipp fra trevirke	-7,65 kg	-8,70 kg	-7,00 kg
<b>Differanse</b>	<b>4 028,23 kg</b>	<b>4 135,06 kg</b>	<b>1 838,68 kg</b>

Tabell 5.3: Sammenligning av total utslippsmengde når trevirke er CO<sub>2</sub>-nøytralt.

I tillegg vil det lagres CO<sub>2</sub> i bindingsverket. Bindingsverket av precut konstruksjonsvirke består av 37,03 m<sup>3</sup> som tilsvarer en CO<sub>2</sub>-lagring på 29,62 kg, og bindingsverket i fallende lengder av konstruksjonsvirke består av 34,49 m<sup>3</sup> som tilsvarer en CO<sub>2</sub>-lagring på 27,60 kg. Det oppfordres derimot ikke til å overdimensjonere bindingsverket for å øke CO<sub>2</sub>-lagringen, men til å bruke trevirke som et tiltak for lagre CO<sub>2</sub>.

## Utslippsmengde fra transport

Ved å endre produksjonsprosessen fra fallende lengder av konstruksjonsvirke til precut konstruksjonsvirke ser vi at antall transportetapper går ned. Produksjonsprosessen fallende lengder av konstruksjonsvirke har tre etapper, precut konstruksjonsvirke har to og kombinasjonen med fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke har en. Differansen mellom produksjonsprosessene hadde i teorien vært større hvis konstruksjonsvirket hadde blitt levert med samme tverrsnitt og fasthet. Det å gå fra fallende lengder av konstruksjonsvirke til precut konstruksjonsvirke uten å ta hensyn til differansen som tverrsnittet og fastheten utgjør senkes utslippet av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter med 2,58 %. For produksjonsprosessen fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke foregår produksjonen på sagbruket til Bergene Holm. Det medfører en reduksjon på hele 55,53 % CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. I tillegg til at det bare blir én transportetappe, så er det kun de materialene som skal brukes i eneboligen som forlater produksjonsområdet. Vi ser altså at å transportere kun de materialene som skal brukes i bindingsverket, og slippe å transportere avfallet, vil senke utslippet av klimagasser betraktelig. For fallende lengder av konstruksjonsvirke er det en transportetappe til avfallshåndtering fra byggeplassen. På sagbruket og i produksjonen av precut konstruksjonsvirke er det ikke behov for en slik transportetappe da avfallet blir brukt som brensel. Trelast- og trevareindustrien (unntatt møbler) hadde et utslipp på 141 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2018, og våre resultater viser at det er et stort reduksjonspotensial. Naturligvis er dette svært varierende for prosjekt til prosjekt, men potensialet er der ved å endre og samle produksjonsleddene i næringen.

Årsaken til at bindingsverket i precut konstruksjonsvirke ble levert i tre omganger er rettidig levering. Fokus blir altså heller på å kun ha materialene som trengs til riktig tid, enn å fylle lastebilene. Det er sannsynlig at dette vil gi større gevinst enn å måtte oppbevare materialene med tanke på sannsynligheten for materialskade. Det er derimot en forenkling for produksjonsprosessen fallende lenger at leveransen forgikk i tre omganger siden dette ikke er erfaringsbasert. Det kan være både flere og færre leveranser på grunn av bortskjemt bruk av materialer og dårligere planlegging.

En annen forenkling av praktiske årsaker er at vi har tatt utgangspunkt i kun ett sagbruk, én produsent, ett byggevarerhus, én transportleverandør og én leverandør av gjenvinningstjenester. Et eksempel er at Christian Michaelsen forespurte pris på rekvisisjonen på fallende lenger til Maxbo i Lillestrøm, og vi tok derfor utgangspunkt i at materialene ble sendt herfra. Det ligger derimot flere Maxbo varehus nærmere Pepperstadkollen. Et annet

eksempel er at Bergene Holm ikke leverer trevirke til Jatak Are Brug i dag, og at trevirke hos Jatak Are Brug derfor vil komme fra andre sagbruk som kan både være nærmere og lenger unna. Jon Magnus fortalte at de får trevirke fra blant annet Moelven og Sverige. Utslipet fra lastebilene er derfor noe usikkert, men er en antakelse for å tydeliggjøre differansene med utgangspunkt i forenklingene som er tatt.

### **Bærekraftsmål**

Å redusere utslippet ved transport er et viktig bærekraftig tiltak, og går under bærekraftsmål 13: Stoppe klimaendringer. Foreløpig er det mest miljøvennlig å få transportmengden ned, men den fjerde industrielle revolusjonen vil være med å avgjøre hvordan transportsektoren vil utvikle seg. Et annet tiltak er å få lastebiler til å bruke biodiesel, for å ta i bruk fornybare energikilder.

## **5.2 Økonomi**

### **Kostnader konstruksjonsvirke**

Å bygge bindingsverk i eneboligene med precut konstruksjonsvirke viser seg å ha en høyere materialkostnad enn bindingsverk bygget med fallende lengder av konstruksjonsvirke. Prosjekteringskostnadene til Jatak Are Brug er også inkludert i denne prisen. Det er i tillegg forskjell på dimensjonene og fastheten til trevirke. Disse endringene kan ha bidratt til en høyere materialkostnad av leveransen for precut konstruksjonsvirke. OBOS Block Watne får avtalepriser hos Maxbo, men har derimot ikke en tilsvarende avtalepris hos Jatak Are Brug fordi bruken av precut konstruksjonsvirke ikke er utbredt i bedriften ennå.

Den nye kombinasjonslinjen for fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke har en veldig høy investeringskostnad, og kan påvirke prisen på konstruksjonsvirke som blir produsert på linjen. I miljødelen av rapporten har vi vist at det vil lønne seg å investere i et bindingsverk som gjør byggeplassen avfallsfri for konstruksjonsvirke. Ved å bygge bindingsverket av precut konstruksjonsvirke fra Jatak Are Brug blir bindingsverket avfallsfritt på byggeplassen, og det er derfor usikkert om det er betalingsvilje for å få det avfallsfritt hos produsent i tillegg. For å dekke kostnaden for precut konstruksjonsvirke fra den nye kombinasjonslinjen, som tilfredsstill alle de fire kravene til prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser», får eneboligene mest sannsynlig et lavere dekningsbidrag.

## **Kostnader transport**

Kostnaden for transport til byggeplassen er også dyrere for precut konstruksjonsvirke. Materialene til eneboligene er levert i tre transportetapper. For de tre første eneboligene blir 1. etasje levert først, deretter blir 2. etasje levert, og til slutt leveres 1. og 2. etasje i de to siste eneboligene. Ved å levere det i flere omganger kan kranen på lastebilen brukes til å plassere materialene der det er praktisk å ha dem hver gang. Dette er mer tidssparende for akkordlaget enn at det leveres samlet og oppbevares på et sted på byggeplassen som mest sannsynlig vil ende opp med å være upraktisk plassert. Imidlertid vil det redusere transportkostnaden. Ifølge Christian Michaelsen blir materialene oppbevart på bukker under presenning, men en samlet levering vil øke risikoen for eventuelle skader under oppbevaring av materialene som medfører en ekstrakostnad.

## **Lønnskostnader til akkordlaget**

Tidsbruken på arbeidsoppgavene som er angitt i pakkene er en del av tariffavtalen OBOS Block Watne har med Fellesforbundet. Pakkene med precut konstruksjonsvirke har ikke tatt hensyn til hastigheten akkordlaget faktisk klarer å holde ved å benytte precut konstruksjonsvirke fra Jatak Are Brug. Hadde pakkene derimot blitt justert til å ta hensyn til dette ville forhåndsmålebrevet vist et lavere timeforbruk, og lønnen til akkordlaget hadde vært mindre per enebolig. I teorien har akkordlaget lønsmessige fordeler av å sette opp bindingsverket i precut konstruksjonsvirke slik som pakkene er i dag. Det er ikke tatt hensyn til etterkontrollen av mengdene i eneboligene, som kunne gitt akkordlaget høyere timelønn i akkord.

Vi lagde et akkordoppgjør for eneboligene med fallende lengder av konstruksjonsvirke i bindingsverket basert på erfaringstall fra rekkehusene. Rekkehusene ble bygget med både fallende og tilpassede lengder av konstruksjonsvirke. De tilpassede lengdene av konstruksjonsvirke er kjøpt i forhold til standardhøyden som OBOS Block Watne benytter i sine boliger og skal benyttes som stendere. Dette gjør at akkordlaget kan jobbe noe fortere da de ikke trenger å tilpasse lengden. Akkordoppgjøret som er laget for eneboligene med fallende lengder av konstruksjonsvirke har derfor noen feilkilder og skulle egentlig tatt for seg flere timer til tilpasninger av lengder. En forenkling er at akkordoppgjøret er oppgitt for alle arbeidsoppgavene til akkordlaget Stamme, da det ikke var mulig å skille ut tiden som var brukt på kun bindingsverket. Differansen mellom akkorden til fallende lengder av

konstruksjonsvirke og precut konstruksjonsvirke vil være knyttet til byggingen av bindingsverket, fordi det kun er bindingsverket som blir påvirket av valget av konstruksjonsvirke.

### **Kostnader til avfallshåndtering**

Under den forutsetningen at det ikke genereres avfall på byggeplassen ved bruk av precut konstruksjonsvirke, så flyttes avfallet til produsent og eller sagbruk, og kostnaden til avfallshåndteringen utgår. Jatak Are Brug og Bergene Holm har heller ikke kostnader knyttet til avfallshåndtering siden de bruker avfallet som brensel. Det hadde kostet mer å skaffe brenselet på andre måter og i tillegg betale for avfallshåndtering, som igjen kan påvirke prisen på konstruksjonsvirke.

Når bindingsverket for eneboligene bygges i fallende lengder av konstruksjonsvirke så kjøpes det mer trevirke enn det er behov for, og dette har en verdi på 24 643,74 kroner. I tillegg må de betale 3 426,24 kroner for å kvitte seg med det. Så det er en dårlig løsning økonomisk å kjøpe mer trevirke enn det er behov for, men igjen er det billigere enn å kjøpe precut konstruksjonsvirke. Det er en feilkilde her at overskuddsmaterialene kan benyttes videre i neste bolig, hvis dette lar seg gjøre.

### **Gevinst/gebyr-løsning**

Et forslag på en gevinst/gebyr-løsning for måloppnåelse i forhold til kravene for «Avfallsfrie Byggeplasser» ble presentert under den andre dialogkonferansen som ble holdt for det regionale pilotprosjektet. Nullpunktet ble her lagt på 40 kg/m<sup>2</sup> og vil gi et gebyr for høyere avfall per kvadratmeter og en bonus for lavere avfall per kvadratmeter.

Denne ordningen er i tidlig fase, og er derfor bare en antakelse på hvordan en bonus kan se ut. John R. Moen mener at det må forventes å kunne utvikle løsninger for å oppnå null avfall. Nullpunktet burde derfor være på 0 kg/m<sup>2</sup> og avviket med årsak og forslag til tiltak må rapporteres. Skal kravet settes til 0 kg/m<sup>2</sup> må kravet avgrenses til et enkelt produkt- eller materialområde slik at dette blir overkommelig. Deretter må det stilles krav til flere produkt- og materialeområder etter hvert som løsningene for å oppnå «Avfallsfrie Byggeplasser» blir tilgjengelig på markedet. Det vil være en gevinst for å oppnå nullpunktet og et gebyr som kan være avhengig av innsats.



Total avfallsmengde fra bindingsverket bygget med fallende lengder av konstruksjonsvirke kom på 2 891,00 kg. Hver enebolig er på 152 m<sup>2</sup> (BRA), så totalt blir det 760 m<sup>2</sup> for fem eneboliger.

$$\frac{2\,891,00\text{ kg}}{760\text{ m}^2} = 3,80\text{ kg/m}^2$$

Total avfallsmengde fra bindingsverket bygget med precut konstruksjonsvirke som tilfredsstiller kravene i «Avfallsfrie Byggeplasser» er 0 kg. Vi ser da at det å bytte fra fallende lengder av konstruksjonsvirke til precut konstruksjonsvirke vil gi en reduksjon av total avfallsmengde på byggeplassen på 3,80 kg/m<sup>2</sup>.

### **Årlige kostnader**

Eneboligene ble solgt for 5,7 millioner kroner til 6,1 millioner kroner som medfører et gjennomsnitt på 5,9 millioner kroner. Eneboligene prises uavhengig av om bindingsverket er bygget med fallende lengder av konstruksjonsvirke eller precut konstruksjonsvirke, og OBOS Block Watne selger for det markedet er villig til å betale. Det kan bygges 19 eneboliger i året med precut konstruksjonsvirke med en inntekt på 112,10 millioner kroner totalt, og 16 eneboliger i året med fallende lengder av konstruksjonsvirke med en inntekt på 94,40 millioner kroner totalt.

Det bygges 3 boliger mer i året med precut konstruksjonsvirke i bindingsverket, som gir en økt salgsinntekt på 17,7 millioner kroner. OBOS Block Watne har opplyst oss om at de har et krav til dekningsgrad på prosjektene på 23 %. Dekningsbidraget vil med dette utgangspunktet øke med 4,07 millioner kroner.

Inntektene er inklusive merverdiavgift. For å sammenligne kostnadene opp mot inntekten må det legges på merverdiavgift:

$$2\,738\,993,44\text{ kr} * 1,25 = 3\,423\,741,80\text{ kr for precut konstruksjonsvirke}$$

$$1\,914\,133,50\text{ kr} * 1,25 = 2\,392\,666,88\text{ kr for fallende lengder av konstruksjonsvirke}$$

Vi kan se at kostnadene øker med ca. 1 million kroner når det benyttes precut konstruksjonsvirke, men til gjengjeld er dekningsbidraget økt med 4,07 millioner kroner. Dette forutsetter at de kan holde en kontinuerlig produksjon og får solgt alle eneboligene

fortløpende. Dekningsgraden per enebolig i hele prosjektet blir derimot lavere når det kjøpes precut konstruksjonsvirke sammenlignet med fallende lengder av konstruksjonsvirke. Det presiseres imidlertid at lønnskostnaden er for alt arbeidet til akkordlaget Stamme og ikke kun arbeidet med bindingsverket.

Raskere framdrift medfører en høyere inntekt som følge av salg av flere eneboliger. OBOS Block Watne tar opp byggelån for å finansiere prosjektene, og det påløper kapitalkostnader. Desto raskere de klarer å selge eneboligene jo mer vil de spare i kapitalkostnader. I tillegg kan de faste kostnadene, for eksempel for administrasjon fordeles på inntekten fra salg av flere eneboliger.

I denne rapporten har vi kun sett på akkordlaget Stamme. Når de setter opp et bindingsverk i precut konstruksjonsvirke, sammenlignet med fallende lengder av konstruksjonsvirke, vil de jobbe raskere. Valg av konstruksjonsvirke vil ikke direkte påvirke de andre akkordlagene, og de andre akkordlagene kan oppfattes som flaskehals da de er avhengig av hverandres framdrift. Vi forhørte oss med Christian Michaelsen, og han forklarte at hastigheten kan jevnes ut ved å fordele arbeidsoppgavene jevner mellom akkordlagene, eventuelt sette flere/færre folk i arbeid. Dette vil gjøre at hele eneboligen settes opp raskere.

Bindingsverk bygget med fallende lengder av konstruksjonsvirke er billigere enn precut konstruksjonsvirke. I teorien vil det derfor være lønnsomt å bygge bindingsverket med fallende lengder og heller sette flere tømrere i arbeid for å produsere like mange eneboliger som med precut konstruksjonsvirke. Ifølge OBOS Block Watne er effektive faglærte tømrere som bygger med god kvalitet en begrenset ressurs. Det kan derfor være mer praktisk og hensiktsmessig å bygge bindingsverket i precut konstruksjonsvirke for å oppnå høyere fortjeneste.

Under dialogkonferansen hvor byggherrene Sandnes eiendomsselskap KF og Stavanger kommune startet sitt regionale pilotprosjekt kom det fram at 20,7 % av deltakerne mente at det ikke ville være en økonomisk gevinst å redusere mengden avfall. Dette var før tiltaket med gebyr/gevinst-løsningen kom på banen. Vi har nå sett at hvis produksjonen av disse eneboligene fortsetter i et helt år kan OBOS Block Watne oppnå et økt dekningsbidrag på 4,07 millioner kroner og at gebyr/gevinst-løsning kan gi en gevinst i tillegg for måloppnåelse i forhold til kravene for «Avfallsfrie byggeplasser».

## Bærekraftsmål

Alle bærekraftsmål har tre dimensjoner. Vi har ikke diskutert noen konkrete bærekraftsmål opp mot det økonomiske perspektivet, men bærekraftige løsninger har en kostnad. Vi har for eksempel sett at det å kjøpe precut konstruksjonsvirke istedenfor fallende lengder av konstruksjonsvirke og samle produksjonen på ett og samme sted, kan redusere klimagassutslippene og avfallsmengden. Dette er et bidrag til å stoppe klimaendringene som er bærekraftsmål 13 og ansvarlig forbruk og produksjon som er bærekraftsmål 12. Materialkjøpet påvirker altså bærekraftsmålene.

Byggherrene som står bak prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» skal stille krav til «Avfallsfrie Byggeplasser». Klarer den norske byggebransjen å finne bærekraftige løsninger som tilfredsstiller disse kravene vil bransjen styrke inn konkurranseposisjon sammenlignet med utenlandske tilbydere. På den måten vil bransjen kunne fremstilles som en konkurransedyktig bransje. Bærekraftig utvikling er bare mulig hvis en økonomisk vekst gjøres på en bærekraftig måte.

## 5.3 Sosiale forhold

### Sikkerhet

Det var ingen endring i innrapporterte avvik mellom precut konstruksjonsvirke og fallende lenger av konstruksjonsvirke på Pepperstadkollen, til tross for at det ikke er behov for sag når bindingsverket bygges av precut konstruksjonsvirke. Dette tyder på at sannsynligheten for en sagulykke er lav, men sagulykker kan ha alvorlige konsekvenser. Når behovet for sag flyttes fra byggeplassen til næringen eksisterer det ikke lenger en fysisk kontakt med sagbladet, og sannsynligheten for en sagskade blir redusert. Det er en klemfare i rullebåndet og i stablemaskinen, men sannsynligheten for dette er minimal. Jon Magnus Andersen mener altså at det er størst risiko å bruke sag på byggeplass i motsetning til kappanlegg i produksjon, så sannsynligheten for skade vil ikke flyttes til næringen, men reduseres totalt sett.

### Helse

Hovedforskjellene mellom produksjonsprosessene for helse går på det fysiske tunge arbeidet. Når eneboligene bygges med precut konstruksjonsvirke vil det i teorien ikke være behov for

sag på byggeplassen. Vridninger og tunge løfte forbundet med kapping utgår og blir erstattet med truck og samlebånd i produksjonen. På byggeplassen vil løftene være eksisterende på tilsvarende måte som med fallende lenger for monteringen av bindingsverket. Det tunge fysiske arbeidet er ikke en skade i seg selv, men kan medføre muskel- og skjelettplager i framtiden grunnet overbelastninger.

Det er støy på både byggeplassen og i produksjonen, så produksjonsprosessene vil være like utsatt. Med tanke på støv på byggeplassen så er det en fordel at sagingen foregår utendørs, men det er også avhengig av utstyret som brukes. I produksjonen er sagoperatøren ikke eksponert for støv annet enn ved vedlikeholdsarbeid. Det er vanskelig å påstå hvor mye forskjell det er i eksponeringen som kan forårsake luftveisplager mellom de to ulike produksjonsprosessene, men det enklere å ha bedre rutiner hos produsenten.

### **Arbeidsmiljø**

Den fjerde industrielle revolusjonen bidrar til at nye produksjonsmetoder vil omforme muskelkraft til maskinkraft. Denne utvikling er etisk diskuterbar fordi det påvirker arbeidsoppgavene til akkordlaget. Jatak Are Brug sitt bindingsverk blir levert som et ferdig byggesett når precutanlegget tar over den manuelle jobben med sagen, og spørsmålet er om akkordlaget vil fungere som montører og ikke tømrere. Vi spurte Frank Joakim Angle om dette. Han formidlet at det fortsatt er behov for å lese tegninger, kvalitetssjekke materialene, følge rekkefølgen på montasjen og lodde vegger. Akkordlaget må altså tenke mye likt som når det benyttes fallende lengder av konstruksjonsvirke, men de slipper å kappe materialene selv. Frank Joakim føler at han får utnyttet sin kompetanse bedre med bruk av precut konstruksjonsvirke i bindingsverket.

I tillegg til at det blir mindre skader og plager ved å ikke ha behov for sag på byggeplassen, blir det også mindre avfallshåndtering når materialene leveres som precut konstruksjonsvirke. Risikoen for fall på grunn av dårlig rydding av kapp og spon er derfor ikke eksisterende. Dette er med på å fremme et godt arbeidsmiljø, da akkordlaget slipper å bruke tid og energi på avfallshåndtering på byggeplassen.

### **Bærekraftsmål**

Bærekraftsmål 8, skal fremme et trygt og sikkert arbeidsmiljø. Når bindingsverket bygges med precut konstruksjonsvirke, flyttes behovet for sag fra byggeplass til produsent, og

akkordlaget kan totalt sett arbeide under sikrere forhold. Siden flere av de tunge løftene og statiske bevegelser ved saken utgår er bruken av precut konstruksjonsvirke altså med på å forbedre helsen til akkordlaget. I tillegg vil precut konstruksjonsvirke forbedre arbeidsmiljøet fordi akkordlaget kan bruke sin kompetanse bedre og unngår avfallshåndtering.

## 5.4 Generalisering

### Trevirke

Det er mulig å produsere precut konstruksjonsvirke til bindingsverk i alle typer boliger. Dette er fordi prosjekterende hos produsenten dimensjoner hver bolig, og denne informasjonen blir sendt til precutanlegget som tilpasser hver enkelt del. Samles produksjonen i et ledd i tillegg til at avfallet på et lavere foredlingsnivå går tilbake i produksjonen, tilfredsstillende i teorien OBOS Block Watne alle kravene til «Avfallsfrie Byggeplasser» på alle prosjektene sine. Dette avhenger at kravene er begrenset til konstruksjonsvirke i bindingsverk i nybygg.

OBOS Block Watne er en boligutbygger, men det er mange ulike typer byggeprosjekter. Byggeprosjekter kan være både nybygg og rehabilitering av ulike kompleksiteter. Dette gjør våre resultater fra eneboligene mindre overførbare. I dag skjer planlegging og bestilling av materialer for sent i prosessen, i tillegg til at bestillingen ikke er presis nok. Dette gjør det utfordrende å bruke precut konstruksjonsvirke i bindingsverk. Et av hovedtiltakene for å oppnå kravene til prosjektet «Avfallsfrie Byggeplasser» er god, tidlig og koordinert planlegging med digitale verktøy. Følges dette hovedtiltaket så er det teoretisk mulig å oppnå kravene til «Avfallsfrie byggeplasser» for konstruksjonsvirke nasjonalt. Det må også være økonomisk lønnsomt for entreprenøren å kjøpe precut konstruksjonsvirke som tilfredsstillende kravene til «Avfallsfrie Byggeplasser», hvis ikke vil det ikke være tilbydere som har nok konkurransekraft til å delta i anbud som stiller krav til «Avfallsfrie Byggeplasser». Prisen på precut konstruksjonsvirke som tilfredsstillende kravene avhenger av at tilbudet er stort nok til at det blir konkurranse i markedet.

### Andre produkt- og materialområder

Hensikten med utviklingsprosjektet for konstruksjonsvirke er å ta ut læring som senere kan nytte mot andre produkt- og materialområder. Hovedutfordringene fra workshopen som

hindrer avfallsfrie byggeplasser og avfallsfrie produksjoner er gjeldene for alle produkter og materialområder. Konseptet precut kan overføres til mange materialer, men det kreves helt nye løsninger, teknologi og systemer for å gjøre det mulig for andre produkt- og materialområder. Det er ikke sikkert at det er mulig å oppnå helt avfallsfrie byggeplasser, men det er satt i gang flere utviklingsprosjekter for andre produkt- og materialområder som kan bidra til en betydelig avfallsreduksjon for hele byggebransjen.

## 6 Konklusjon

«Avfallsfrie Byggeplasser» kan oppnås for produkt- og materialområdet konstruksjonsvirke i bindingsverk i nybygg når det brukes precut konstruksjonsvirke. Dette er gitt at leveransen er uten feil og skader og at monteringen blir gjennomført uten feil på byggeplassen. Precut konstruksjonsvirke som tilfredsstiller kravene er avhengig av at avfallet går tilbake i produksjonen på samme foredlingsnivå uten transport. Dette kan oppnås ved å samle produksjonen på sagbruket, da sagbruket kan bruke avfallet som er på et lavt foredlingsnivå som brensel til tørking av nytt konstruksjonsvirke.

Prosjekteringen av precut konstruksjonsvirke benytter seg av digitale verktøy og et precutanlegg i produksjonen som kan resultere i en avfallsfri byggeplass for bindingsverket av konstruksjonsvirke. I tillegg oppnår vi en avfallsfri produksjon når produksjonen samles i ett ledd på sagbruket. Trevirke er CO<sub>2</sub>-nøytralt og energiutnyttelsen for tørking av nytt konstruksjonsvirke defineres derfor ikke som et utslipp. I tillegg kan utslippet av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter bli redusert med over 50 %, fordi det kun er materialene som skal brukes i bindingsverket som transporteres i én transportetappe fra sagbruk til byggeplass. Dette gir en lavere miljøbelastning, til tross for flere leveranser på grunn av rettidighet. Rettidige leveranser skaper mindre risiko for vrak og upraktisk lagring av materialene.

Investeringskostnaden for bindingsverk bygget med precut konstruksjonsvirke er høyere enn for fallende lengder av konstruksjonsvirke. Dette vil medføre en lavere dekningsgrad når boligene selges til markedspris. Bindingsverket av precut konstruksjonsvirke bygges derimot 17,5 % raskere enn av fallende lengder av konstruksjonsvirke. Det medfører høyere omsetningshastighet grunnet mer salg, lavere kapitalkostnader, og det blir flere eneboliger å fordele de faste kostnadene på. Opprettholdes det en rask framdrift kan det med andre ord oppnås et høyere dekningsbidrag. Dette forutsetter imidlertid fortløpende salg av eneboligene, kontinuerlig produksjon av eneboligene og lik bemanning. Differansekostnaden mellom precut konstruksjonsvirke og fallende lengder av konstruksjonsvirke kan i tillegg dekkes ved at det innføres gevinst/gebyr-løsninger.

Når et bindingsverk bygges med precut konstruksjonsvirke flyttes behovet for sag fra byggeplass til næring. Sagen oppbevares i et saghus hos produsenten, og risikoen for en sagskade reduseres totalt sett. Dette skaper et sikrere arbeidsmiljø på byggeplassen, som i

tillegg er bedre for helsen. Når akkordlaget slipper tilpasninger og avfallshåndtering kan de heller rette kompetanse mot økt kvalitet på arbeidet uten at det vil gå ut over akkorden.

Avhengig av optimaliseringen som det er mulig å oppnå med ny teknologi i precutanlegget, viser resultatene våre at det er et større bærekraftig potensiale å investere i et uavhengig precutanlegg på sagbruket, sammenlignet med de andre produksjonsprosessene. Hvis avkappet fra precutanlegget kvalifiseres til å være på et lavt nok foredlingsnivå vil et precutanlegg på sagbruket tilfredsstille kravene til «Avfallsfrie byggeplasser». Det er sammenhengen mellom de tre dimensjonene som avgjør om noe er bærekraftig. Bindingsverk bygget med precut konstruksjonsvirke har en høyere investeringskostnad enn fallende lengder av konstruksjonsvirke, men er samfunnsnyttig da vi reduserer miljøbelastningen og skaper et bedre arbeidsmiljø. Bindingsverk bygget med precut konstruksjonsvirke som tilfredsstiller kravene til «Avfallsfrie byggeplasser» er altså å foretrekke som en bærekraftig løsning.



## 7 Videre arbeid

I denne rapporten har vi vurdert den tenkte produksjonslinjen som kombinerer et fingerskjøtanlegg og et precutanlegg. For å bekrefte eller avkrefte det mulige potensialet i denne kombinasjonslinjen vil vi oppfordre til videre forskning.

Vi har i denne rapporten vurdert et ferdig boligprosjekt, som kun har tatt i bruk én av tre produksjonsprosesser. Et forslag til videre arbeid for å oppnå nøyaktige resultater er å følge et boligprosjekt med like boliger og ulike valg av produksjonsprosesser tett fra start til slutt.

Utviklingsprosjektet til OBOS Block Watne er i første omgang avgrenset til en avfallsfri produksjon for konstruksjonsvirke i nybygg, hvor avfallsmengden skal reduseres til så nærme null som mulig. Hensikten med utviklingsprosjektet er å ta ut læring som en senere kan nytte mot andre produkt- og materialområder. Videre arbeid vil altså være å vurdere andre produkter og materialer og tilfredsstillende kravene i Avfallsfrie byggeplasser og en bærekraftig utvikling.

## Litteraturliste

3XN arkitekters innovasjonsenhet GXN (u.å.) *Circle House-Danmarks første cirkulære boligbyggeri* Tilgjengelig fra: <https://gxn.3xn.com/project/circle-house> (Hentet 03.02.2020)

Arbeidstilsynet (u.å a) *Bygge- og anleggsnæringen*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/om-oss/prioriterte-aktiviteter/aktiviteter-2020/bygge--og-anleggsneringen/> (Hentet 01.04.2020)

Arbeidsmiljøloven (2005) *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.* Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62> (Hentet: 20.04.2020)

Arbeidstilsynet (u.å b) *Ny storaksjon på byggeplasser – nesten halvparten ble stanset også denne gang.* Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/nyheter/ny-storaksjon-pa-byggeplasser---nesten-halvparten-ble-stanset-ogsaa-denne-gang/> (Hentet 01.04.2020)

Bergene Holm (u.å a) *Et norsk trelastkonsern.* Tilgjengelig fra: <https://www.bergeneholm.no/om-oss/selskapsinformasjon> (Hentet 11.02.2020)

Bergene Hom (u.å b) *Tre er miljø.* Tilgjengelig fra: <https://www.bergeneholm.no/kunnskap/tre-er-miljoe> (Hentet 15.04.2020)

BIM academy (u.å.) *What is BIM?* Tilgjengelig fra: URL <https://bimacademy.es/en/what-is-bim/> (Hentet 10.02.2020)

Brekke, A al. (u.å.) *Transportkalkulator EPD-verktøy: Brukermanual (N-1671)* Sted: Kråkerøy Tilgjengelig fra: <https://portal.lca.no/eTrans/TransUsermanual.pdf> (Hentet 15.02.2020)

Byggherreforskriften (2009) *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser* (Byggherreforskriften). Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/regelverkspdf/byggherreforskriften> (Hentet 20.04.2020)

Dalland, O. (2017) *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal Akademisk, Oslo.

Eikland, P. (1999) *Teoretisk analyse av byggesaksprosesser*. Trondheim: SIB Tilgjengelig fra: <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/362/samspillet-i-byggeprosessen-eikland.pdf> (Hentet 14.02.2020)

FNs verdenskommisjonen for miljø og utvikling (1987) *Vår felles framtid*. Tilgjengelig fra: [https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2007080601018?page=9](https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2007080601018?page=9) (Hentet 24.02.20)

FN-Sambandet (2020) *FN Bærekraftsmål*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal> (Hentet 19.02.2020)

FN-Sambandet (2019) *Bærekraftig utvikling*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/tema/fattigdom/Baerekraftig-utvikling> (Hentet 19.02.2020)

Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiat, S. (2017) *Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review* Tilgjengelig fra: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959652617328809?token=88175595FBD1F65FF37C5BDE4721F2A4984159B4F0024E079E01FA6913C9FB940E39E7FC3D473955FADE4D4F9425B6AF> (Hentet 30.01.2020)

Grønmo, S (2020 a) *kvalitativ metode*. I Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/kvantitativ\\_metode](https://snl.no/kvantitativ_metode) (Hentet 21.04.2020)

Grønmo, S (2020 b) *Kvalitativ metode i Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/kvalitativ\\_metode](https://snl.no/kvalitativ_metode) (Hentet 27.04.2020)

Halogen AS (2019) *Avfallsfrie byggeplasser - Bærekraftige byggeplasser gjennom digitalisering og industrialisering av byggebransjen*. Oslo: Halogen. Tilgjengelig fra: <https://innovativeanskaffelser.no/wp-content/uploads/2019/06/rapport-avfallsfrie-byggeplasser.pdf> (Hentet: 26.02.2020)

Hovland, K og Wærner, E (2015) *Plukkanalyser av restavfallscontainere fra byggeplasser*. Oslo: Hjellnes Consult AS. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/wp->

[content/uploads/2017/03/Plukkanalyser-på-restavfallskontainere-fra-byggeplass.pdf](https://www.jata.no/content/uploads/2017/03/Plukkanalyser-pa-restavfallskontainere-fra-byggeplass.pdf)

(27.02.20)

Jatak (u.å. c) *Precut*. Tilgjengelig fra:

[https://www.jatak.no/produkter/precut?gclid=Cj0KCQiAs67yBRC7ARIsAF49CdVpT-khZpGuaZ\\_fyywNgyf-3zn7UnSAOW9IM1yHLF7Tn4SC6aN5KB0aAuxaEALw\\_wcB](https://www.jatak.no/produkter/precut?gclid=Cj0KCQiAs67yBRC7ARIsAF49CdVpT-khZpGuaZ_fyywNgyf-3zn7UnSAOW9IM1yHLF7Tn4SC6aN5KB0aAuxaEALw_wcB)

(Hentet 18.02.2020)

Jatak (u.å a) *Jatak Are Brug, Askim*. Tilgjengelig fra: <https://www.jatak.no/bedriftene/jatak-are-brug-askim> (26.02.20)

Jatak (u.å b) *Om Jatak*. Tilgjengelig fra: <https://www.jatak.no/kundesenter/om-jatak> (Hentet: 11.02.2020)

LCA.no AS (u.å.) *LCA.no AS-Skybaserte løsninger for miljødokumentasjon*. Tilgjengelig fra: <https://lca.no/om-lca-no/> (Hentet 02.04.2020)

LOOP - Stiftelsen for Kildesortering og Gjenvinning (2018). *Avfallshierarki. Store norske leksikon*. Tilgjengelig på: <https://snl.no/avfallshierarki> (Hentet: 26.02.2020)

Løvenskiold (u.å a) *Maxbo*. Tilgjengelig fra: <http://lovenskiold.no/maxbo> (Hentet 20.04.2020)

Løvenskiold (u.å b) *Viktige år i konsernets historie*. Tilgjengelig fra:

<http://lovenskiold.no/viktige-r-i-konsernets-historie> (Hentet 20.04.2020)

Meld. St. 930 (2017-2018) (2018) *Forskrift om endring i avfallsforskriften (produsentansvar for emballasje)* Oslo: Klima- og miljødepartementet Tilgjengelig fra:

<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2017-08-23-1289> (Hentet: 10.02.20)

Meld. St. 33 (2016-2017) (2017) *Nasjonal transportplan 2018-2029*. Oslo:

Samferdselsdepartementet. Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/?ch=1> (Hentet: 03.02.20)

Moen, J.R. (2017) Innlegg: Avfallsfrie byggeplasser. Tilgjengelig fra:

<http://www.bygg.no/article/1325023> (Hentet 22.01.2020)

Moen, J.R. (2018) Kan digitalisering blir slutten for norsk byggenæring. Tilgjengelig fra:

<http://www.bygg.no/article/1343127> (Hentet 22.01.2020)

Moen, J.R. og Aas, H (2019) Avfallsfrie byggeplasser. Tilgjengelig fra:

<https://innovativeanskaffelser.no/avfallsfrie-byggeplasser/> (Hentet 22.01.20)

Moum, A., Skaar, C & Midthun, K (2018) *Sirkulær økonomi i morgendagens byggenæring*

(102015054) Sintef. Tilgjengelig fra: [https://sintef.brage.unit.no/sintef-](https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2491795/SINTEF+Byggforsk+-+Sirkul%C3%A6r+%C3%B8konomi+i+morgendagens+byggen%C3%A6ring+%282017-05-08%29.pdf?sequence=2)

[xmlui/bitstream/handle/11250/2491795/SINTEF+Byggforsk+-](https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2491795/SINTEF+Byggforsk+-+Sirkul%C3%A6r+%C3%B8konomi+i+morgendagens+byggen%C3%A6ring+%282017-05-08%29.pdf?sequence=2)

[+Sirkul%C3%A6r+%C3%B8konomi+i+morgendagens+byggen%C3%A6ring+%282017-05-](https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2491795/SINTEF+Byggforsk+-+Sirkul%C3%A6r+%C3%B8konomi+i+morgendagens+byggen%C3%A6ring+%282017-05-08%29.pdf?sequence=2)

[08%29.pdf?sequence=2](https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2491795/SINTEF+Byggforsk+-+Sirkul%C3%A6r+%C3%B8konomi+i+morgendagens+byggen%C3%A6ring+%282017-05-08%29.pdf?sequence=2) (Hentet 30.01.2020)

Myhre, A. (2015) *Klima, energi og miljø 2. utg.* Oslo: Universitetsforlag.

Nordby, A. S. og Wærner, E. R. (2017) *Hvordan planlegge for mindre avfall.* Oslo: NGBC.

Tilgjengelig fra: [https://byggalliansen.no/wp-](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC_veileder_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf)

[content/uploads/2018/07/NGBC\\_veileder\\_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC_veileder_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf) (Hentet:

11.02.20)

OBOS Block Watne (2019) *Nå skal våre byggeplasser bli avfallsfrie.* Tilgjengelige fra:

<https://www.blockwatne.no/avfallsfrie-byggeplasser> (Hentet 06.01.20)

OBOS Block Watne (2020) *Historien.* Tilgjengelig fra: [https://www.blockwatne.no/om-](https://www.blockwatne.no/om-block-watne)

[block-watne](https://www.blockwatne.no/om-block-watne) (Hentet 24.04.2020)

OBOS Block Watne (u.å) *Pepperstadkollen Vestby- Eneboliger i kjede.* Tilgjengelig fra:

<https://docplayer.me/130685114-Pepperstadkollen-vestby.html> (Hentet: 27.04.2020)

Olerud, K. (2019). klimagassutslipp. I Store norske leksikon. Tilgjengelig på:

<https://snl.no/klimagassutslipp>. (Hentet: 07.04.2020)

Olerud, K og Lahn, B. (2020). *CO2-ekvivalenter.* I Store norske leksikon. Tilgjengelig fra:

<https://snl.no/CO2-ekvivalenter> (Henter 02.04.2020)

Park 20|20 (u.å.) *People are central to everything we do at Park 20|20* Tilgjengelig fra : <http://www.park2020.com/> (Hentet 03.02.2020)

Reyes, A, al. (2016) *Mastering the Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum Annual Meeting 2016, Davos 20-23 Januar 2016. *Tilgjengelig fra:* [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_AM16\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_AM16_Report.pdf) (Hentet 25.02.2020)

Sandnes Eiendomsselskap KF (2019) Første steg mot avfallsfrie byggeplasser. *Dialogkonferansen for Avfallsfrie Byggeplasser*. Oslo, 8. april 2019. Tilgjengelig på: <https://innovativeanskaffelser.no/wp-content/uploads/2019/04/forste-steg-mot-avfallsfrie-byggeplasser-sekf.pdf> (Hentet: 25.02.2020)

SINTEF Byggforsk (2014) 523.251 *Bindingsverk av tre i småhus. Dimensjonering og utførelse*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/358/bindingsverk\\_av\\_tre\\_i\\_smaahus\\_dimensjonering\\_og\\_utfoerelse](https://www.byggforsk.no/dokument/358/bindingsverk_av_tre_i_smaahus_dimensjonering_og_utfoerelse) (Hentet: 11.02.20)

SINTEF Byggforsk (2007) 523.255 *Bindingsverk av tre. Varmeisolering og tetting*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/361/bindingsverk\\_av\\_tre\\_varmeisolering\\_og\\_tetting](https://www.byggforsk.no/dokument/361/bindingsverk_av_tre_varmeisolering_og_tetting) (Hentet: 11.02.20)

Schwab, K. (2016) *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond* Tilgjengelig fra : <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (Henter 25.02.2020)

Skogesal, O. (2019) *Statistikk over BA-avfall*. (1461) Norge: NHP-nettverket C/O NFFA Tilgjengelig fra: <https://innovativeanskaffelser.no/wp-content/uploads/2018/12/nhp-statistikk-ba-avfall-20190123.pdf> (Hentet: 10.02.20)

SSB (2020 a) *Avfall fra byggeaktivitet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avbygging/aar> (Hentet: 24.04.2020)

SSB (2017) *Avfall fra industrien*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfind> (Hentet: 26.02.2020)

SSB (2016) *Avfallsmengdene fortsetter å øke*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/avfallsmengdene-fortsetter-a-oke> (Hentet 24.04.2020)

SSB (2020 b) *Avfallsregnskap*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno/aar> (24.04.2020)

SSB (u.å) *Fakta om bil og transport*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/faktaside/bil-og-transport> (Hentet: 03.02.20)

SSB (2020 c) *Utslipp til luft*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar> (Hentet 03.04.2020)

Standard Norge (2000) NS-EN 13193 Emballasje - Emballasje og miljøet - Terminologi. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=NS-EN+13193%3a2000> (Hentet: 16.04.2020)

Standard Norge (2014) NS-EN 15497-2014 Fingerskjøt K-virke, del 2. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=702345> (Hentet 27.02.2020)

Trefokus (u.å) *Hvorfor er tre verdens mest miljøvennlige byggemateriale*. Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/treveilederen/temaer/miljo-og-berekraft/hvorfor-er-tre-et-miljovennlig-byggemateriale-> (Hentet 30.01.20)

Tully, Chris (u.å). *How Can Space Support the Fourth Industrial Revolution?* Tilgjengelig fra: <http://spacenews.com/sponsored/industrial-revolution/> (Hentet 10. 02.2020)

Øvrum, A (2012) *Konstruksjonsvirke*. (43) TreFokus AS, Treteknisk og Norsk Trelastkontroll. Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/resources/filer/fokus-pa-tre/43-Konstruksjonsvirke.pdf> (Hentet: 19.02.2020)

## Vedlegg

Vedlegg 1: Utviklingsprosjekt - OBOS Block Watne .....	87
A) Prosjektbeskrivelse.....	87
B) Møtereferat 19.09.19 .....	89
C) Prosjektplan .....	91
Vedlegg 2: Avfall .....	92
A) Precutanlegget – Hos Jatak Are Brug .....	92
B) Vrak fra precutanlegget .....	93
C) Materialforbruk – Fallende lengder av konstruksjonsvirke .....	94
Vedlegg 3: Utslipp .....	97
A) Precutet konstruksjonsvirke .....	97
B) Fallende lengder av konstruksjonsvirke .....	98
C) Fingerskjøtet og precutet konstruksjonsvirke .....	99
Vedlegg 4: Kostnader bindingsverk og transport.....	100
A) Ordrebekreftelse – Precutet konstruksjonsvirke fra Jatak Are Brug.....	100
B) Kostnad – Precutet konstruksjonsvirke .....	102
C) Rekvisisjon – Fallende lengder av konstruksjonsvirke .....	103
D) Priset rekvisisjon – Fallende lengder av konstruksjonsvirke .....	110
E) Kostnad - Fallende lengder av konstruksjonsvirke .....	112
Vedlegg 5: Lønnskostnader til akkordlaget .....	114
A) Forhåndsmålebrev – Precutet konstruksjonsvirke - Enebolig.....	115
B) Forhåndsmålebrev - Fallende lengder av konstruksjonsvirke – Eneboliger .....	117
C) Forhåndsmålebrev - Fallende lengder av konstruksjonsvirke - Rekkehus.....	120
D) Akkordoppgjør - Enebolig .....	121
E) Akkordoppgjør - Rekkehus .....	124
F) Lønnskostnader til akkordlaget – Precutet konstruksjonsvirke .....	125
G) Lønnskostnader til akkordlaget - Fallende lengder av konstruksjonsvirke.....	126
Vedlegg 6: Sosiale forhold .....	127
A) Rutine for bruk av elektrisk sag .....	127
B) Samtale med Frank Joakim Angle - Pepperstadkollen.....	130
C) Mailkorrespondanse med Jon Magnus Andersen - Jatak Are Brug .....	132



# Vedlegg 1: Utviklingsprosjekt - OBOS Block Watne

## A) Prosjektbeskrivelse

Utviklingsprosjekt avfallsfelt byggeplasser  
Rev.0 - 22.05.19

Block Watne

### Aktuelt utviklingsprosjekt:

Utvikle en produksjon for konstruksjonstrevirke som gir null avfall både på byggeplass og hos produsent til byggeplass.

### Bakgrunn for avfallsfrie byggeplasser:

Bakgrunn for avfallsfrie byggeplasser er FNs bærekraftsmål, gjøre mer med mindre ressurser.

### Definisjon og avgrensning

Avfallsfrie byggeplasser handler om å utvikle en produksjon som **ikke genererer avfall, hverken på byggeplass eller ute hos produsent.**

Det anbefales at prosjektet avgrenses til utvikling av avfallsfri produksjon kun for **et enkelt produkt eller materiale**, der en reduserer avfallsmengden helt ned til null (eller tilnærmet lik null). Hensikten er å ta ut læring som en senere kan nytte mot andre produkt og material områder.

I dette initiativet rettes tiltakene ikke inn mot avfallsreduksjon. Tiltakene rettes kun inn mot avfallsfri produksjon.

*I byggebransje har det vært iverksett en rekke tiltak for å oppnå avfallsreduksjon. SBBs statistikk viser at avfallsmengden allikevel fortsetter å øke år for år. Det vil si at de tiltakene som historisk er gjennomført ikke har gitt ønsket resultater.*

### Faktaboks: Avfallsfrie byggeplasser

- Avfallsfrie byggeplasser ble først omtalt i en artikkel skrevet av John R. Moen i 2017.
- Sandnes eiendomsselskap KF og Stavanger kommune var først ute og inviterte byggebransjen til dialog i 2018
- Avfallsfrie byggeplasser er siden løftet til et nasjonalt initiativ der 11 byggherrer samlet stiller krav til avfallsfrie byggeplasser, disse er: Sandnes eiendomsselskap KF, Stavanger kommune, Statsbygg, Kristiansand kommune, Bergen kommune, Tromsø kommune, Trondheim kommune, Undervisningsbygg (Oslo kommune) og Omsorgsbygg (Oslo kommune), Bærum kommune og Drammen eiendom KF.
- Avfallsfrie byggeplasser begrenser seg i første omgang til nybygg og produksjon av materialer til nybygg.
- Kravet om avfallsfrie byggeplasser gjøres gjeldende fra 2022, eller så snart løsningene for dette er tilgjengelige i markedet, og omfatter i første omgang trevarer, gips, metaller og emballasje som papp, papir og plast.
- Fellesinitiativet for avfallsfrie byggeplasser er tilrettelagt av Nasjonalt program for leverandørutvikling og John R. Moen

### Hva skal en oppnå:

En skal oppnå avfallsfri produksjon.

En forventer at for mange produsenter vil dette innebære at en utnytter digitale hjelpemiddel inn mot økt industrialisering i produksjonen.

En forventer at dette samlet vil gi redusert ressursforbruk, reduserte kostander og styrket konkurransekraft.

**Kompetanse/ deltakere i prosjektet:**

- Block Watne
- Produsent som leverer konstruksjonstrevirke.
- Kompetanse for merking av produkter (ferdig kappet konstruksjonstrevirke)
- Kompetanse for logistikk
- BIM/3D kompetanse

Andre kompetanser kompletteres under definering i prosjektet/ hentes inn etter hvert som en ser behov for merkompetanse inn i prosjektet.

**Prosess:**

**Innledende prosess:**

1. Block Watne definerer utkast til prosjekt.
2. Et møte med aktuelle samarbeidspartnere for å vurdere utviklingsprosjekt og avklare interesse for samarbeid.
3. Deltakerne forplikter seg til et samarbeid.
4. Definere søker og prosjekt som skal ligge til grunn for en søknad.
5. Møte med virkemiddelapparatet for å avklare mulighetsrom
6. Utkast til søknad
7. Gjennomgang av søknad med virkemiddel apparatet
8. Søke

22.05.19

John R. Moen

## B) Møtereferat 19.09.19

### Avfallsfrie byggeplasser

1

### Utvikle en avfallsfrie produksjon for konstruksjonstrevirke

<b>Tema:</b>	Avfallsfrie byggeplasser – utvikle en avfallsfrie produksjon for gips JM - Norgips
<b>Dato:</b>	19.09.19
<b>Møte nr.:</b>	1
<b>Neste møte:</b>	03.10.19 Kl. 09.00

Deltakere:			
950 74 901	deltok	Sverre Kirkevold	BlockWatne <sverre.kirkevold@blockwatne.no>
		Age Bergerseter	BlockWatne <age.bergerseter@blockwatne.no>
		Bjørnar Tretterud	BlockWatne <bjornar.tretterud@blockwatne.no>
901 71 889	deltok	Frode Antonsen	Boligbygg <frode.antonsen@betonmast.no>
991 00 991	deltok	John R. Moen	BAdigital <john.r.moen@gmail.com>

Nr.	Ansvar	Dato	Status	Beskrivelse
1.				<b>Samarbeid</b> Boligbygg og Block Watne har blitt enig om å utvikle avfallsfri byggeplasser for konstruksjonstrevirke  Målsettingen er å etablere en produksjon som ikke genererer avfall hverken på byggeplass eller hos produsent som produserer for byggeplass.
2.				<b>Samarbeidsavtale</b> Det etableres en enkel samarbeidsavtale som signeres av partene, når produsent av konstruksjonstrevirke er hentet inn i utviklingsprosjektet.
3.	Age Bergerseter  John R. Moen			<b>Hente inn produsent til utviklingsprosjektet</b> En ser to mulige norske produsenter. Dette er: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bergene Holm</li> <li>• Ringalm</li> </ul> Grunnen til at en kun ser to mulige produsenter er at det er kun disse produsentene som har en godkjent finnerskjøt i Norge.  Block Watne v/ Age Bergerseter etablerer kontakt med Bergene Holm for å avklare om de har interesse av å delta i utvikling av avfallsfri produksjon.  John R. Moen tar kontakt med Ringalm og sjekker interesse.

## Utvikle en avfallsfrie produksjon for konstruksjonstrevirke

Nr.	Ansvar	Dato	Status	Beskrivelse
4.	Sverre Kirkevold			<b>Hente inn kompetanse for søknad til virkemiddelapparatet.</b>  Det skal hentes inn kompetanse for å skrive søknad til virkemiddelapparatet.  Sverre sjekker ut med den kapasiteten som Block Watnes tidligere har nyttet til sine søknader.
5.	John R. Moen			<b>Prosjektplanen</b> Prosjektplanen med oversikt over aktiviteter påbegynnes i neste møte.

20.09.19

John R. Moen

## C) Prosjektplan

### Arbeidsplan - Avfallsfri byggeplass

ID	Tema	Aktør
<b>01000</b>	<b>Arbeidsplan</b>	
<b>02000</b>	<b>Oppstart hovedprosjekt</b>	
<b>03000</b>	<b>Første leveres til byggeplass med ny produksjonsmetode</b>	
3500	Ferdig prosjekt	
<b>04000</b>	<b>Fremdriftsplan</b>	
04100	Søknad	
04100	Utkast søknad	
04101	Hovedmål BlockWatne	
04102	Hovedmål Boligbygg	
04103	Prosjektbeskrivelse	
04104	Forventede gevinster BlockWatne	
04105	Forventede gevinster Boligbygg	
04108	Forventede gevinster Tre	
04106	Forventet reduksjon i fremtidig produksjonskostnad BlockWatne	
04107	Forventet reduksjon i fremtidig produksjonskostnad Boligbygg	
04108	Forventet reduksjon i fremtidig produksjonskostnad Tre	
04200	Ferdig søknad	
04300	Søknad skattefunn	
04400	Søknad Innovasjon Norge	
04500	Søknad Miljøteknologifondet	
04600	Avtaler mellom partene	
<b>05000</b>	<b>Forankring</b>	
<b>06000</b>	<b>Prosess</b>	
06001	Optimal montering av treverk på byggeplass	Entteprenør
06002	Optimal logistikk på byggeplass. Muligheter - hvordan	Entteprenør
06003	Optimal leveranse til byggeplass	Entteprenør
06004	Optimalisert merking. Muligheter - hvordan	Entteprenør
06005	Hvordan definere tekniske anlegg i forbindelse med vegg	Entteprenør
06006	Hvordan bestiller entreprenør	Entteprenør
<b>07000</b>	<b>Prosjektering</b>	
<b>08000</b>	<b>Alle prosesser fra bestilling til montasje</b>	
<b>09000</b>	<b>Hva må utvikles</b>	

## Vedlegg 2: Avfall

### A) Precutanlegget – Hos Jatak Are Brug

Denne ordenen er for et hus (enebolig 4) og alle tallene er ganget med fem i videre beregninger. Tallene i løpemetar tar for seg avkapp og vrak, mens tallene i kubikk tar for seg avkapp, vrak og utskjæringer.

**Fra:** Harald Dingstad <harald.dingstad@jatakarebrug.no>  
**Sendt:** tirsdag 24. mars 2020 12:53:46  
**Til:** Lena Marie Aarnes  
**Emne:** SV: Bacheloroppgave

Hei,  
Da har jeg gått igjennom igjen, og her er tallene, samt litt mer info:

Dette er data hentet fra ferdiglisten til sagprogrammet.

ordre	lpm ferdig vare	lpm avkapp	lpm råtre	m <sup>3</sup> råtre	avkapp i %	
35594	569,60	51,02	621,50	3,749	8,2 %	2. etg. 9 vegger totalt.
35592	698,23	54,03	747	5,027	7,2 %	1. etg 22 vegger totalt.

Dette er data hentet fra prosjektinfo i sagprogrammet. Det skal vise hvor mye prosjektet består av, uten hensyn til råtre.

info fra sagprogrammet:			
ordre	lpm ferdig vare	m <sup>3</sup> ferdig vare	antall elementer
35594	567,375	3,201	235
35592	667,042	4,205	300

Grunnen til at du ser forskjeller er nok på grunn av at det kanskje var feil på en eller flere elementer, og at det ble laget nye underveis. For eksempel 569,6m ferdig vare rapportert etter kapping, mot 567,375m før kapping, forteller meg at for eksempel en stender ble kappet på nytt.

Håper det hjelper denne gangen.

Med vennlig hilsen

**Harald Dingstad**

Tilrettelegger produksjon  
Teknisk ansvarlig sagavdeling

Jatak, Are Brug AS  
Rakkestadveien 10  
1814 Askim

Mob: +47 94 20 62 49  
e-Mail: [harald.dingstad@jatakarebrug.no](mailto:harald.dingstad@jatakarebrug.no)  
Web: [www.jatak.no](http://www.jatak.no)



## B) Vrak fra precutanlegget

For å finne behovet for råtre i precutanlegget eksklusivt vrak startet vi med å finne differansen mellom ferdig vare bestilt og det som er produsert ferdig vare hos Jatak Are Brug. Tallene er hentet fra vedlegg A. Det ble totalt vraket 167,07 m for de fem eneboligene. For å ta hensyn til utskjæringer i tverrsnittet, måtte vi finne ut hvor mye vraket utgjorde i kubikk. Dette fant vi ved å finne gjennomsnittsdimensjonen på trevirke som Jatak Are Brug leverte:

Totalt antall kubikk råtre / totalt antall løpemeter råtre = gjennomsnittsdimensjonen

$$\frac{43,88 \text{ m}^3}{6\ 842,50 \text{ m}} = 0,006412860796 \text{ m}^2$$

(som er tilnærmet tverrsnittsdimensjon 48x148)

Videre fant vi antall kubikk vrak:

$$167,07 \text{ m} * 0,006412860796 \text{ m}^2 = 1,071 \text{ m}^3$$

### C) Materialforbruk – Fallende lengder av konstruksjonsvirke

Dimensjon	Hva	Løpemetre råtre	Volum råtre
C24 36x148	Svill innvendig vegg	71 m	0,38 m <sup>3</sup>
C24 48x148	Stender innervegg	75 m	0,53 m <sup>3</sup>
C24 36x98	Svill innvendig vegg	46 m	0,16 m <sup>3</sup>
C24 48x98	Stender innervegg	49 m	0,23 m <sup>3</sup>
C24 36x148	Svill yttervegg	235 m	1,25 m <sup>3</sup>
C24 36x148	Stender yttervegg	596 m	3,18 m <sup>3</sup>
C24 36x148	Losholt yttervegg	15 m	0,08 m <sup>3</sup>
C24 36x148	Svill levegg	3 m	0,02 m <sup>3</sup>
C24 36x148	Stender levegg	7 m	0,04 m <sup>3</sup>
C24 48x98	Søyle sammenspikret	32 m	0,15 m <sup>3</sup>
C24 48x148	Søyle sammenspikret	119 m	0,85 m <sup>3</sup>
C24 48x148	Drager sammenspikret	8 m	0,06 m <sup>3</sup>
C24 48x198	Drager sammenspikret	28 m	0,27 m <sup>3</sup>
C24 36x98	Supplering	5 m	0,02 m <sup>3</sup>
C24 36x148	Supplering	198 m	1,05 m <sup>3</sup>
C24 48x98	Supplering	24 m	0,11 m <sup>3</sup>
C24 48x148	Supplering	1 m	0,01 m <sup>3</sup>
C24 48x198	Supplering	18 m	0,17 m <sup>3</sup>
<b>Totalt per enebolig</b>		<b>1 530 m</b>	<b>8,55 m<sup>3</sup></b>
<b>Totalt fem eneboliger</b>		<b>7 650 m</b>	<b>42,75 m<sup>3</sup></b>

For å finne gjennomsnittsdimensjonen på trevirke for fallende lengder av konstruksjonsvirke delte vi volum råtre totalt på løpemetre råtre totalt:



$$\frac{42,75 \text{ m}^3}{7\,650 \text{ m}} = 0,00588235294 \text{ m}^2$$

I de ferdige eneboligene vil løpemeter ferdig vare være helt likt uavhengig av om det bygges med fallende lengder av konstruksjonsvirke eller precut konstruksjonsvirke. Jatak Are Brug har regnet ut løpemeter ferdig vare for alle eneboligene til å være 6 172,09 m. Kubikk ferdig vare med fallende lengder av konstruksjonsvirke blir da:

$$6\,172,09 \text{ m} * 0,00588235294 \text{ m}^2 = 34,49 \text{ m}^3$$

## D) Materialforbruk - Fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke

Løpemeter	Råtre	Ferdig vare (bestilt)	Avkapp og vrak
<b>Totalt</b>	1 368,50 m	1 234,417 m	<b>134,083 m</b>
<b>Totalt fem eneboliger</b>	6842,50 m	6172,085 m	<b>670,415 m</b>

Disse tallene inkluderer vrak. Vraket forårsaker både avfall til utskjæringer og avkapp før den ferdige varen vrakes.

For å få avkappet i kubikk ganges den med gjennomsnittsdimensjonen (fra vedlegg 2B):

$$670,415 \text{ m} * 0,006412860796 \text{ m}^2 = 4,2993 \text{ m}^3$$

Det er 43,88 m<sup>3</sup> råtre og 37,03 m<sup>3</sup> ferdig vare bestilt, og dette gir et avfall hos Jatak Are Brug på 6,85 m<sup>3</sup>. Dette avfallet tar for seg avkapp, utskjæringer og vrak, men vraket er vanskelig å skille ut alene.

Avfallet til utskjæringer er derfor:

$$6,85 \text{ m}^3 - 4,2993 \text{ m}^3 = 2,5507 \text{ m}^3$$

Råtrebehovet i denne produksjonsprosessen blir da:

$$37,07 \text{ m}^3 + 2,5507 \text{ m}^3 = 39,5807 \text{ m}^3$$

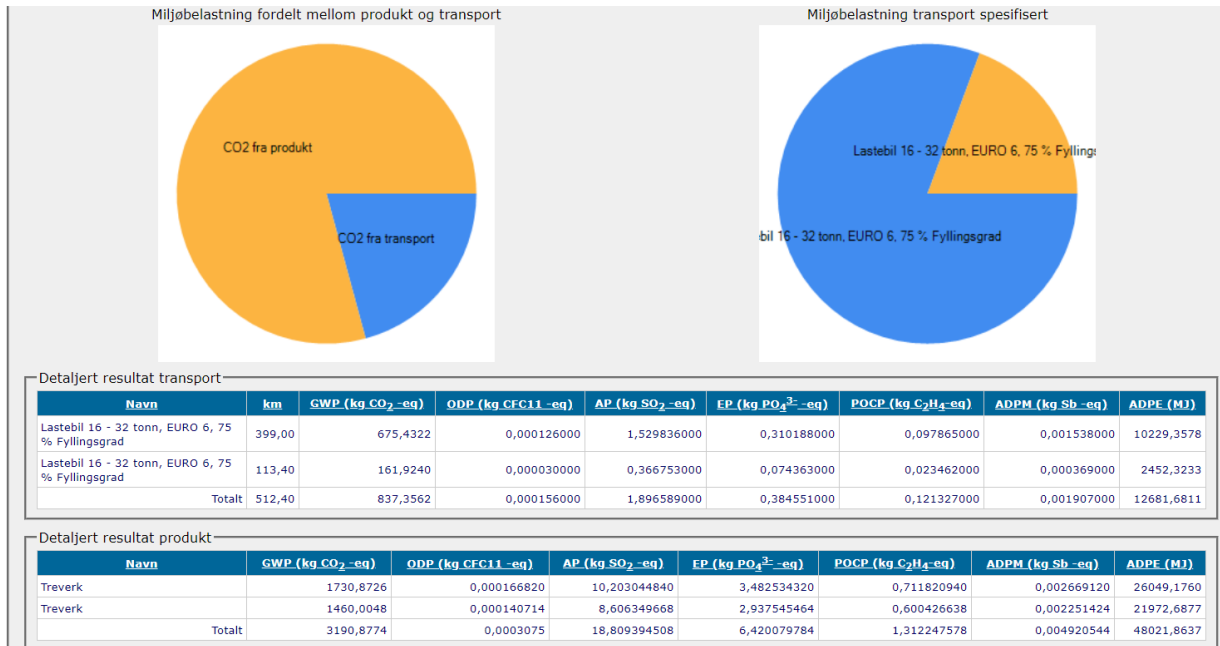
Fingerskjøtanlegget produserer avkapp på grunn av kravene rundt kvist. Avkappet til fingerskjøten er ca. 9 % og avkappet i kubikk blir derfor:

$$39,5807 \text{ m}^3 * 1,09 - 39,5807 \text{ m}^3 = 3,5622 \text{ m}^3$$

## Vedlegg 3: Utslipp

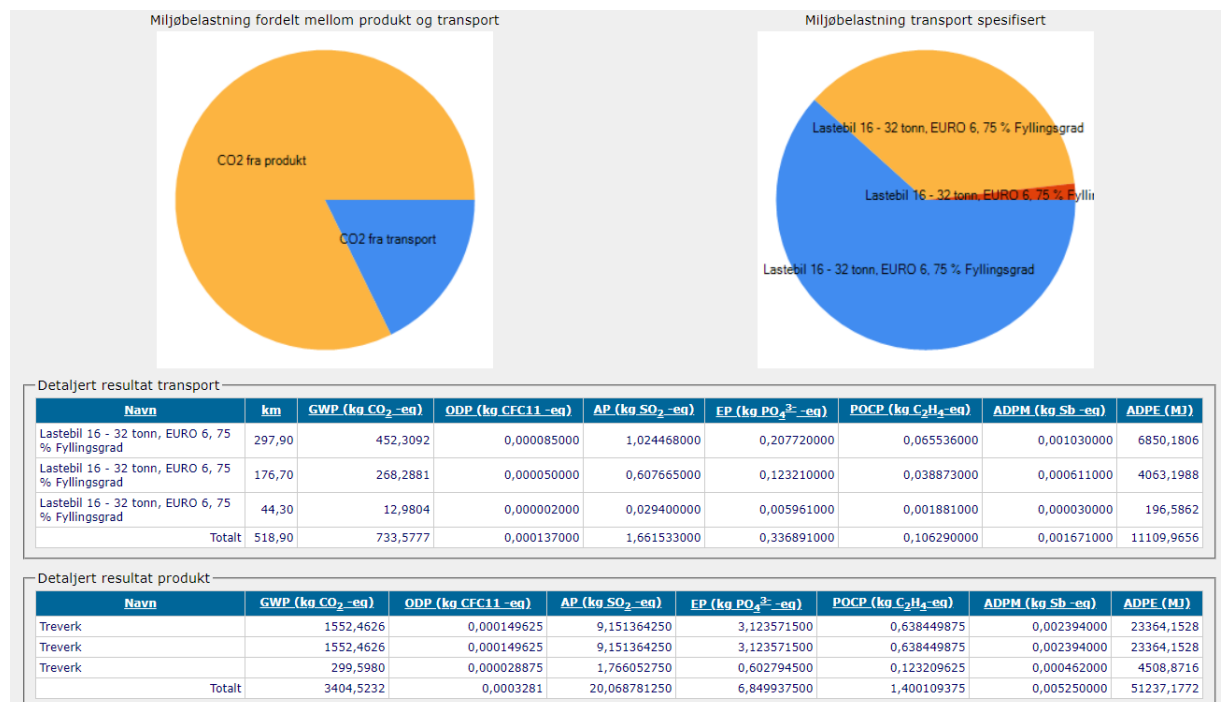
### A) Precut konstruksjonsvirke

ID	Material	kg	CO <sub>2</sub> -eq	Distance type	Transport	km	Kommentarer
2588	Treverk	16682,00		+	Lastebil 16 - 32 tonn, EURO 6, 75 % Fyllingsgrad	399,00	Bergene Holm-Jatak Are Brug
2589	Treverk	14071,40		+	Lastebil 16 - 32 tonn, EURO 6, 75 % Fyllingsgrad	113,40	Jatak Are Brug-Pepperstad



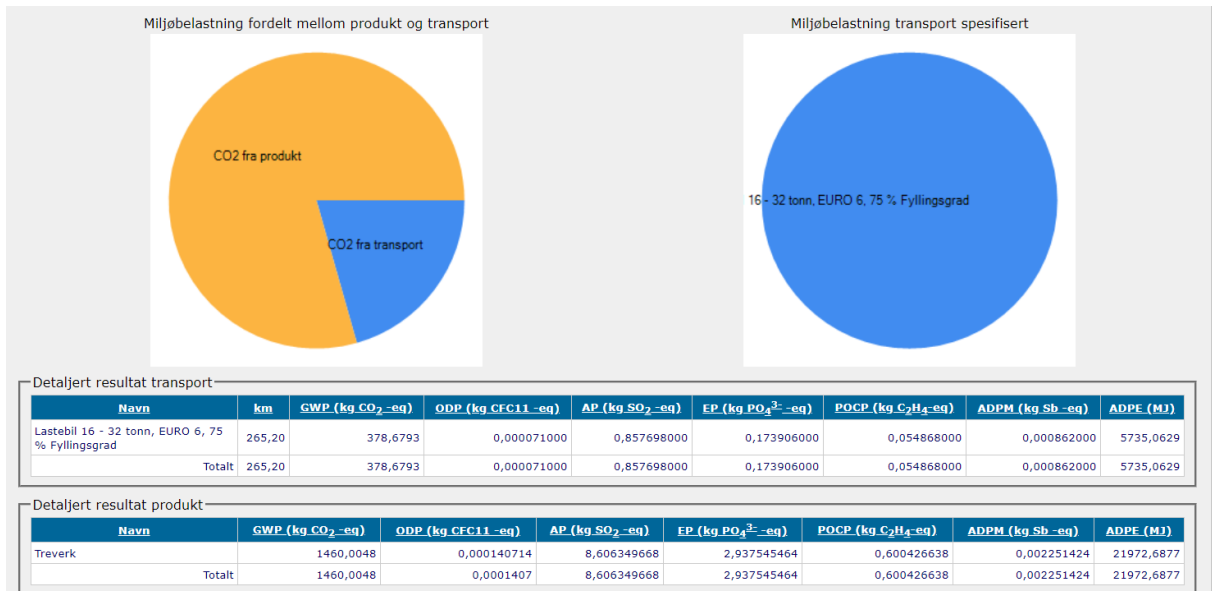
## B) Fallende lengder av konstruksjonsvirke

ID	Material	kg	CO <sub>2</sub> -eq	Distance type	Transport	km	Kommentarer
2590	Treverk	14962,50		+	Enkel Lastebil 16 - 32 tonn, EURO 6, 75 % Fyllingsgrad	297,90	Bergene Holm- Maxbo Lillestrøm
2591	Treverk	14962,50		+	Enkel Lastebil 16 - 32 tonn, EURO 6, 75 % Fyllingsgrad	176,70	Maxbo Lillestrøm-Pepperstad
2592	Treverk	2887,50		+	Enkel Lastebil 16 - 32 tonn, EURO 6, 75 % Fyllingsgrad	44,30	Pepperstad- Norsk Gjenvinning



## C) Fingerskjøtet og precut konstruksjonsvirke

ID	Material	kg	CO <sub>2</sub> -eq	Distance type	Transport	km	Kommentarer
2593	Treverk	14071,40		+	Enkel	Lastebil 16 - 32 tonn, EURO 6, 75 % Fyllingsgrad	265,20 Bergene Holm-Pepperstad



# Vedlegg 4: Kostnader bindingsverk og transport

## A) Ordrebekreftelse – Precut konstruksjonsvirke fra Jatak Are Brug



Block Watne AS avd. Follo  
Avdelingsnr: 26430  
Postboks 6530  
7439 TRONDHEIM  
Deres ref: Lars Teppen

Ordrenr: 35592 / 1908042  
Ordredato: 22.05.19  
Avd.nr.: 3 Precut  
Vår ref: Jon M. Andersen  
Bet.bet: 0  
Lev. bet: FOB  
Lev. uke: 41  
Lev. adr: Caspar Wessels vei 4  
1540 VESTBY  
Kontakt: Lars Teppen  
Kontakt-tlf: 99417703 /

### Ordrebekreftelse 11573061601 Caspar Wessels vei 4

Type	Spesifikasjoner	Spennvidde	Antall	Nettoppris	Linjesum
50000	16 stk Precut B.verk YV 48x148mm 1.etg	STK	1,00	0,00	0,00
50000	6 stk Precut B.verk IV 48x148/98mm 1.etg	STK	1,00	0,00	0,00
50000	Precut totalt	STK	1,00	26 960,00	26 960,00
80000	Transport til byggeplass (pr. levering)	STK	1,00	2 750,00	2 750,00

Lager: Precut 1.etg Hus 4  
L:5350mm, H:148mm, V:36/48mm

Disse ordre leveres sammen:

O-35592-93 Precut 1.etg Hus 4/Bjelkelag/Kiler  
O-35595-96 Precut 1.etg Hus 6/Bjelkelag/Kiler  
O-35598-99 Precut 1.etg Hus 8/Bjelkelag/Kiler

Leveres på byggeplass 08.10.19

Pakkeplan Precut 1.etg:

VE100-109  
VE110-113  
IVE100-104  
IVE105

Sum ordre eks. mva: **29 710,00**

#### Leverings- og betalingsbetingelser:

- Det forutsettes tilkomst inn til bygget for vår transport (vanligvis semitrailer).
- Det er kun avlesing, på egnet sted, som er med i prisen. Montering / haling utover dette, eller annen vertetid, blir fakturert med kr.1290,- + mva pr. time
- Betingelser i.h.t. pristilbud
- Vi ber om at ordrebekreftelsen kontrolleres og at eventuelle endringer/felr blir meddelt oss snarest dbg senest 3 dager etter mottatt bekrefteelse, men uansett undertegnes og returneres oss.
- Endringer i tegningsgrunnlaget etter vår prosjektering, medfører ekstrakostnader.
- Ordren vil bli fakturert og levert på leveringsdab dersom vi ikke har mottatt melding om eventuell utsattelse senest en uke før levering.

Ordrebekreftelse akseptert

Vi takker for ordren!

Kundens sign.

Jon M. Andersen

Telefon: 69888660  
Adresse: Rakkestadveien 10  
1814 ASKIM



Foretaksnr: 986375589  
E-mail: post@jatakarebrug.no  
Web: www.jatak.no/arebrug



**Block Watne AS avd. Follo**  
**Avdelingsnr: 26430**  
**Postboks 6530**  
**7439 TRONDHEIM**  
**Deres ref: Lars Teppen**

**Ordrenr: 35594 / 1908042**  
**Ordredato: 22.05.19**  
**Avd.nr.: 3 Precut**  
**Vår ref: Jon M. Andersen**  
**Bet.bet: 0**  
**Lev. bet: FOB**  
**Lev. uke: 43**  
**Lev. adr: Caspar Wessels vei 4**  
  
**1540 VESTBY**  
**Kontakt: Lars Teppen**  
**Kontakt-tlf: 99417703 /**

11.11

### Ordrebekreftelse 11573061601 Caspar Wessels vei 4

Type	Spesifikasjoner	Spennvidde	Antall	Nettopris	Linjesum
50000	7 stk Precut B.verk YV 36x148mm	STK	1,00	0,00	0,00
50000	2 stk Precut B.verk IV 48x148/98mm	STK	1,00	0,00	0,00
50000	Precut totalt	STK	1,00	23 200,00	23 200,00
80000	Transport til byggeplass (pr. levering)	STK	1,00	2 750,00	2 750,00

Lager: Precut 2.etg Hus 4  
 L:5350mm, H:148mm, V:36/48mm

Disse ordre leveres sammen:  
 O-35594 Precut 2.etg Hus 4  
 O-35597 Precut 2.etg Hus 6  
 O-35600 Precut 2.etg Hus 8

Leveres på byggeplass 23.10.19

Pakkeplan Precut 2.etg:  
 VE200-206  
 IVE200-201

**Sum ordre eks. mva: 25 950,00**

#### Leverings- og betalingsbetingelser :

- Det forutsettes tilkomst inn til bygget for vår transportør (vanligvis semitrailer).
- Det er kun avlesing, på egnet sted, som er med i prisen. Montering / heising utover dette, eller annen ventetid, blir fakturert med kr.1290,- + mva pr. time
- Betingelser i.h.t. pristilbud
- Vi ber om at ordrebekreftelsen kontrolleres og at eventuelle endringer/føl blir meddelt oss snarest dag senest 3 dager etter mottatt bekreftelse, men uansett undertegnes og returneres oss.
- Endringer i tegningsgrunnlaget etter vår prosjektering, medfører ekstrakostnader.
- Ordren vil bli fakturert og levert på leveringsdato dersom vi ikke har mottatt melding om eventuell utsettelse senest en uke før levering.

Ordrebekreftelse akseptert

Vi takker for ordren!

Kundens sign.

Jon M. Andersen

Telefon: 69888660  
 Adresse: Rakkestadveien 10  
 1814 ASKIM



Foretaksnr: 986375589  
 E-mail: post@jatakarebrug.no  
 Web: www.jatak.no/arebrug

## B) Kostnad – Precut konstruksjonsvirke

Etasje	Dimensjon	Spesifikasjon	Antall	Pris
1. etg	48x148	16 stk yttervegger	1 stk	
1. et	48x148	6 stk innervegger	1 stk	
1. etg		<b>Totalt</b>		26 960,00 kr
2. etg	36x148	7 stk yttervegger	1 stk	
2. etg	48x148/98	2 stk innervegger	1 stk	
2. etg		<b>Totalt</b>		23 200,00 kr
<b>Totalt</b>				<b>50 160,00 kr</b>
<b>Totalt for fem eneboliger</b>				<b>250 800 kr</b>

Levering	Spesifikasjon	Antall	Pris
Til byggeplass - enebolig 4, 6 og 8	1. etg	1 stk	2 750,00 kr
Til byggeplass - enebolig 4, 6 og 8	2. etg	1 stk	2 750,00 kr
Til byggeplass - enebolig 10 og 12	1.etg og 2. etg	1 stk	2 750,00 kr
<b>Totalt</b>			<b>8 250,00 kr</b>



## C) Rekvisisjon – Fallende lengder av konstruksjonsvirke

# REKVISISJON

side 1 av 7

Maxbo- 26430 DK Follo

 Ordrebekreftelse sendes til:  
 Block Watne DK Follo  
 Nygårdsveien 20 C  
 1400 Ski  
 Att: Bestillers mailadresse

Rekvisisjons nr:	126632-1
Prosjekt nr:	
DK nr:	26430
Lass nr:	1

Byggherre:  
 Thore Test  
Leveringsadresse:  
 Caspar Wesselsvei 4-12

Dato: 24.mar.2020

Byggeleder:  
 Telefon:

Merk: Hus4

Telefon byggeplass:  
Leveringsdato:  
Leveringsbetingelser:  
Betalingsbetingelser:

Fakturaadresse:  
 Block Watne AS  
 Pb 6530  
 7439 Trondheim

*Alle fakturaer skal merkes med vårt prosjektnummer. Umerkede fakturaer vil bli returnert.*

Betegnelse	Enh.	Ant.best.
GRAN 36X048 LEKT/REKKE KL1 36x48	m	120
GRAN 48X048 LEKT/REKKE KL1 48x48	m	666
GRAN 36X098 K-VIRKE C24 36 x 98 NOTE Svill innv. Vegg	m	46
GRAN 36X098 K-VIRKE C24 36 x 98	m	5
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 36 x 148 NOTE Svill innv. Vegg	m	71
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 36 x 148 NOTE Svill YV	m	235
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 36 x 148	m	198
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 36 x 148 NOTE Losholt YV	m	15
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 36 x 148 NOTE Stender YV	m	596

# REKVISISJON

side 2 av 7

Maxbo- 26430 DK Follo

Ordrebekreftelse sendes til:  
Block Watne DK Follo  
Nygårdsveien 20 C  
1400 Ski  
Att: Bestillers mailadresse

Rekvisisjons nr: 126632-1

Prosjekt nr:  
DK nr: 26430

Lass nr: 1

Byggherre:  
Thore Test  
Leveringsadresse:  
Caspar Wesselsvei 4-12

Dato: 24.mar.2020

Byggeleder:  
Telefon:

Merk: Hus4

Telefon byggeplass:  
Leveringsdato:  
Leveringsbetingelser:  
Betalingsbetingelser:

Fakturaadresse:  
Block Watne AS  
Pb 6530  
7439 Trondheim

*Alle fakturaer skal merkes med vårt prosjektnummer. Umerkede fakturaer vil bli returnert.*

GRAN 36X148 K-VIRKE C24 36 x 148 NOTE Svill Skjerm- / Levegg	m	3
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 36 x 148 NOTE Stender Skjerm- / Levegg	m	7
GRAN 48X098 K-VIRKE C24 48 x 98 NOTE Søyale sammenspikret	m	32
GRAN 48X098 K-VIRKE C24 48 x 98	m	24
GRAN 48X098 K-VIRKE C24 48 x 98 NOTE Stender innv. Vegg	m	49
GRAN 48X148 K-VIRKE C24 48 x148 NOTE Søyale sammenspikret	m	119
GRAN 48X148 K-VIRKE C24 48 x148 NOTE Drager sammenspikret	m	8
GRAN 48X148 K-VIRKE C24 48 x148 NOTE Stender innv. Vegg	m	75

Block Watne hovedkontor: Munkedamsvn. 45 Oppgang D Postboks 1817, Vika 0123 Oslo, Telefon 23 24 60 00 Telefax 23 24 60 01  
Foretaksregister NO 968 757 954 MVA Bankontonr. 6350.05.00370

# REKVISISJON

side 3 av 7

Maxbo- 26430 DK Follo

 Ordrebekreftelse sendes til:  
 Block Watne DK Follo  
 Nygårdsveien 20 C  
 1400 Ski  
 Att: Bestillers mailadresse

Rekvisisjons nr: 126632-1

 Prosjekt nr:  
 DK nr: 26430

Lass nr: 1

Byggherre:  
 Thore Test  
Leveringsadresse:  
 Caspar Wesselsvei 4-12

Dato: 24.mar.2020

 Byggeleder:  
 Telefon:

Merk: Hus4

 Telefon byggeplass:  
 Leveringsdato:  
 Leveringsbetingelser:  
 Betalingsbetingelser:

Fakturaadresse:  
 Block Watne AS  
 Pb 6530  
 7439 Trondheim

Alle fakturaer skal merkes med vårt prosjektnummer. Umerkede fakturaer vil bli returnert.

GRAN 48X148 K-VIRKE C24 48 x 148	m	1
GRAN 48X198 K-VIRKE C24 48 x 198 NOTE Drager sammenspikret	m	28
GRAN 48X198 K-VIRKE C24 48 x 198	m	18
GRAN 48X198 K-VIRKE C24 48 x 198 NOTE Balkong	m	102
FURU 48X148 CUIMP K-VIRKE C24 48 x 148	m	51
FURU 28X120 CUIMP TERRASSE KL1 28 x 120	m	171
SPONPL GULV 22X620X2420 XT 22 x 620 x 2420	m2	130
OSBPL 18X2400X1220 STRL PUSS TG2 FE 18x122x240	m2	119
GRUNNMUR TYKK 0,12X10M ISOLA 120 x 10000	Rull	4
Kiler av tre i pk a 250 stk 250 stk.	stk	0.019
Kiler av tre i pk a 250 stk	stk	0.029

 Block Watne hovedkontor: Munkedamsvn. 45 Oppgang D Postboks 1817, Vika 0123 Oslo, Telefon 23 24 60 00 Telefax 23 24 60 01  
 Foretaksregister NO 968 757 954 MVA Bankontonr. 6350.05.00370

# REKVISISJON

side 4 av 7

Maxbo- 26430 DK Follo

Ordrebekreftelse sendes til:  
Block Watne DK Follo  
Nygårdsveien 20 C  
1400 Ski  
Att: Bestillers mailadresse

Rekvisisjons nr:	126632-1
Prosjekt nr:	
DK nr:	26430
Lass nr:	1

Byggherre:  
Thore Test  
Leveringsadresse:  
Caspar Wesselsvei 4-12

Dato: 24.mar.2020

Byggeleder:  
Telefon:

Merk: Hus4

Telefon byggeplass:  
Leveringsdato:  
Leveringsbetingelser:  
Betalingsbetingelser:

Fakturaadresse:  
Block Watne AS  
Pb 6530  
7439 Trondheim

*Alle fakturaer skal merkes med vårt prosjektnummer. Umerkede fakturaer vil bli returnert.  
250 stk.*

Kiler av tre i pk a 250 stk 250 stk.	stk	0.033
GRAN 90X270 LIMTRE MOELVEN 90x270 NOTE Drager	m	2.712
FURU 115X300 TRIMP LIMTRE MOELVEN 115x300 NOTE Drager	m	3.577
GRAN 90X225 LIMTRE MOELVEN 90x225 NOTE Drager	m	2.712
FURU 115X115 TRIMP LIMTRE MOELVEN 115x115 NOTE Søyale	m	1.000
FURU 115X115 TRIMP LIMTRE MOELVEN 115x115 NOTE Søyale	m	1.000
FURU 115X115 TRIMP LIMTRE MOELVEN 115x115 NOTE Søyale	m	2.800
FURU 115X115 TRIMP LIMTRE MOELVEN 115x115 NOTE Søyale	m	2.800

Block Watne hovedkontor: Munkedamsvn. 45 Oppgang D Postboks 1817, Vika 0123 Oslo, Telefon 23 24 60 00 Telefax 23 24 60 01  
Foretaksregister NO 988 757 954 MVA Bankontnr. 6350.05.00370

# REKVISISJON

side 5 av 7

Maxbo- 26430 DK Follo

 Ordrebekreftelse sendes til:  
 Block Watne DK Follo  
 Nygårdsveien 20 C  
 1400 Ski  
 Att: Bestillers mailadresse

Rekvisisjons nr: 126632-1	
Prosjekt nr:	
DK nr:	26430
Lass nr:	1

Byggherre:  
 Thore Test  
Leveringsadresse:  
 Caspar Wesselsvei 4-12

Dato: 24.mar.2020

Byggeleder:  
 Telefon:

Merk: Hus4

Telefon byggeplass:  
 Leveringsdato:  
 Leveringsbetingelser:  
 Betalingsbetingelser:

Fakturaadresse:  
 Block Watne AS  
 Pb 6530  
 7439 Trondheim

*Alle fakturaer skal merkes med vårt prosjektnummer. Umerkede fakturaer vil bli returnert.*

H-bjelke S235JRG2 HEB 160	m	3.950
H-bjelke S235JRG2 HEB 160	m	2.370
H-bjelke S235JRG2 HEB 160	m	1.722
H-bjelke S235JRG2 HEB 160	m	1.722
GIPSPL GU-X 1200X2740X9,5 NORGIPS 9,5X1200X2740	m2	310
GRAN 22x198 REKT KLED KL1 GRUNNET 22x198	m	10
FURU 115X233 TRIMP LIMTRE MOELVEN 115x233 NOTE Drager	m	3.915
FURU 115X266 TRIMP LIMTRE MOELVEN 115x266 NOTE Drager	m	3.735
FURU 48X048 CUIMP LEKT KL1 trekant 48 x 48	m	37
GRAN 115X270 LIMTRE MOELVEN 115x270 NOTE Drager	m	2.800

# REKVISISJON

side 6 av 7

Maxbo- 26430 DK Follo

Ordrebekreftelse sendes til:  
Block Watne DK Follo  
Nygårdsveien 20 C  
1400 Ski  
Att: Bestillers mailadresse

Rekvisisjons nr: 126632-1

Prosjekt nr:  
DK nr: 26430

Lass nr: 1

Byggherre:  
Thore Test  
Leveringsadresse:  
Casper Wesselsvei 4-12

Dato: 24.mar.2020

Byggeleder:  
Telefon:

Merk: Hus4

Telefon byggeplass:  
Leveringsdato:  
Leveringsbetingelser:  
Betalingsbetingelser:

Fakturaadresse:  
Block Watne AS  
Pb 6530  
7439 Trondheim

*Alle fakturaer skal merkes med vårt prosjektnummer. Umerkede fakturaer vil bli returnert.*

GRAN 90X148 LIMTRE Industrikvalitet 90x148 NOTE Søyte L= 2,80	Stk	12
ISOLA PRO Super undertak med klebekant 1300x50000	Rull	2
LIM/SPON SIKABOND-510 600 ML POSE	STK	24
SØYLESKO JUSTERB PDKB 98X60 NOTE lht. tegn	STK	2
FUGEM AKRYL SIKACRYL-S+ HVIT PATRON	STK	5
SILIKON SIKASIL-C TRANSPARENT PATR	PAT	1
PATRONER BOLTEPISTOL GUL P370 A100	ESK	1
SKUDDSPIKER BÅNDET SC9 60 P370 A300	STK	1
TRESKRUE 6KT VF DIN571 10X50 A50	STK	1
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 FOT 4,8 M 36 x 148 NOTE Stender YV	stk	0
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 FOT 4,8 M	stk	-1

Block Watne hovedkontor: Munkedamsvn. 45 Oppgang D Postboks 1817, Vika 0123 Oslo, Telefon 23 24 60 00 Telefax 23 24 60 01  
Foretaksregister NO 968 757 954 MVA Bankkontonr. 6350.05.00370

# REKVISISJON

side 6 av 7

Maxbo- 26430 DK Follo

 Ordrebekreftelse sendes til:  
 Block Watne DK Follo  
 Nygårdsveien 20 C  
 1400 Ski  
 Att: Bestillers mailadresse

Rekvisisjons nr:	126632-1
Prosjekt nr:	
DK nr:	26430
Lass nr:	1

Byggherre:  
 Thore Test  
Leveringsadresse:  
 Caspar Wesselsvei 4-12

Dato: 24.mar.2020

Byggeleder:  
 Telefon:

Merk: Hus4

Telefon byggeplass:  
Leveringsdato:  
Leveringsbetingelser:  
Betalingsbetingelser:

Fakturaadresse:  
 Block Watne AS  
 Pb 6530  
 7439 Trondheim

*Alle fakturaer skal merkes med vårt prosjektnummer. Umerkede fakturaer vil bli returnert.*

GRAN 90X148 LIMTRE Industrikvalitet 90x148 NOTE Søyte L= 2,80	Stk	12
ISOLA PRO Super undertak med klebekant 1300x50000	Rull	2
LIM/SPON SIKABOND-510 600 ML POSE	STK	24
SØYLESKO JUSTERB PDKB 98X60 NOTE lht. tegn	STK	2
FUGEM AKRYL SIKACRYL-S+ HVIT PATRON	STK	5
SILIKON SIKASIL-C TRANSPARENT PATR	PAT	1
PATRONER BOLTEPISTOL GUL P370 A100	ESK	1
SKUDDSPIKER BÅNDET SC9 60 P370 A300	STK	1
TRESKRUE 6KT VF DIN571 10X50 A50	STK	1
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 FOT 4,8 M 36 x 148 NOTE Stender YV	stk	0
GRAN 36X148 K-VIRKE C24 FOT 4,8 M	stk	-1

Block Watne hovedkontor: Munkedamsvn. 45 Oppgang D Postboks 1817, Vika 0123 Oslo, Telefon 23 24 60 00 Telefax 23 24 60 01  
 Foretaksregister NO 968 757 954 MVA Bankontnr. 6350.05.00370

## D) Priset rekvisisjon – Fallende lengder av konstruksjonsvirke

MAXBO Proff  
SVELLEVEIEN 37  
2004 LILLESTRØM

Telefon.....: 21 95 81 46  
Org. nr. ....: 980079872

Fakturaadresse  
Block Watne AS  
Pb. 6666, St. Olavs plass  
0129 OSLO

Leveringsadresse  
11573061601 PEPPERSTAD  
CASPAR WESSELS VEI 4-12  
1540 VESTBY

### Tilbud

Nummer.....: 790607-1  
Dato.....: 25.03.2020  
Side.....: 1 av 2  
Tilbud.....: Vnr601809  
Deres ref.....: MICHAELSEN  
Vår ref.....: olang  
Tilbudsfrist.....: 23.04.2020  
Betalingsbetingelse.....: Fri fakt.mnd 30 dager  
Kundenummer.....: 9367960  
Leveringsmåte.....: RL-Kjøring  
Leveringsbetingelser.....:

Varenr.	Beskrivelse	Antall	Enhet	Enhetspris	Lev.dato	Rab.%	Nettopris	Sum eks mva
903978	Justert lekt gran/furu 36x048 kl.1	120,00	LM	5,87	25.03.2020	0,00	5,87	704,40
903981	Justert rekke gran/furu 48x048 kl.1	666,00	LM	8,92	25.03.2020	0,00	8,92	5 940,72
914622	Konstruksjonsvirke gran 36x098 C24	51,00	LM	11,07	25.03.2020	0,00	11,07	564,57
914624	Konstruksjonsvirke gran 36x148 C24	1 125,00	LM	15,97	25.03.2020	0,00	15,97	17 966,25
914628	Konstruksjonsvirke gran 48x098 C24	105,00	LM	14,19	25.03.2020	0,00	14,19	1 489,95
914630	Konstruksjonsvirke gran 48x148 C24	203,00	LM	20,64	25.03.2020	0,00	20,64	4 189,92
911852	Konstruksjonsvirke gran 48x198 C24	46,00	LM	28,27	25.03.2020	0,00	28,27	1 300,42
898200	Konstruksjonsvirke furu 48x148 Cu-imp C24	51,00	LM	27,12	25.03.2020	5,00	25,76	1 313,96
968264	Terrassebord Cu-impregnert furu 28x120 kl.1 NTR klasse AB	171,00	LM	13,52	25.03.2020	5,00	12,84	2 196,32
960309	Sponplate gulv ex 2420 22x620x2420 gulv ekstra p5 nf 4s	93,00	PLA	143,94	25.03.2020	0,00	143,94	13 386,42
3345934	Osbplate 3 18x2400x1220mm kronospan eco 18mm tg2	42,00	PLA	166,55	25.03.2020	0,00	166,55	6 995,10
305015	Grunnmurpapp Tykk 0,12x7m Icopal	6,00	RUL	132,06	25.03.2020	0,00	132,06	792,36
2408056	Trekiler 48x150 mm 10 stk/bnt = 1 KRT	30,00	PAK	13,85	25.03.2020	0,00	13,85	415,50
933422	Limtre IMP Sør laminering furu 115x300	3,58	LM	476,28	25.03.2020	0,00	476,28	1 705,08
933402	Limtre gran 90x225 Sør laminering	2,71	LM	209,48	24.03.2020	0,00	209,48	567,69
933420	Limtre furu 115x115 imp Sør laminering 2 STK A 1,0 MTR	2,00	LM	235,41	24.03.2020	0,00	235,41	470,82
933420	Limtre furu 115x115 imp Sør laminering 2 STK A 2,80 MTR	5,60	LM	235,41	24.03.2020	0,00	235,41	1 318,30
959222	Gipsplate gu-x 1200x2740x9,5 Norgips	95,00	STK	92,72	24.03.2020	0,00	92,72	8 808,40
2678093	Kledning rektangulær gran 22x198 kl.1 grunnet Teknos 730 3-sidig	10,00	LM	31,12	24.03.2020	13,00	27,07	270,74
2127632	Limtre furu 115x233 imp sørlam	3,92	LM	400,54	24.03.2020	0,00	400,54	1 570,12
2127622	Limtre furu 115x266 imp sørlam	3,74	LM	455,13	24.03.2020	0,00	455,13	1 702,19
903962	Trekantlekt gran 48x048	37,00	LM	18,32	24.03.2020	18,00	15,02	555,83



MAXBO Proff  
 SVELLEVEIEN 37  
 2004 LILLESTRØM

 Telefon.....: 21 95 81 46  
 Org. nr. ....: 980079872

 Fakturaadresse  
 Block Watne AS  
 Pb. 6666, St. Olavs plass  
 0129 OSLO

 Leveringsadresse  
 11573061601 PEPPERSTAD  
 CASPAR WESSELS VEI 4-12  
 1540 VESTBY

## Tilbud

 Nummer.....: 790607-1  
 Dato.....: 25.03.2020  
 Side.....: 2 av 2  
 Tilbud.....: Vnr601809  
 Deres ref.....: MICHAELSEN  
 Vår ref.....: olang  
 Tilbudsfrist.....: 23.04.2020  
 Betalingsbetingelse.....: Fri fakt.mnd 30 dager  
 Kundennummer.....: 9367960  
 Leveringsmåte.....: RL-Kjøring  
 Leveringsbetingelser.....:

Varenr.	Beskrivelse	Antall	Enhet	Enhetspris	Lev. dato	Rab. %	Nettopris	Sum eks mva
	diagonalskåret							
2127633	Limtre Sør laminering gran 115x270	2,80	LM	326,85	24.03.2020	0,00	326,85	915,18
2791987	Limtre gran 90x148 sørlaminering 12 STK A 2,80 MTR	33,60	LM	173,32	24.03.2020	0,00	173,32	5 823,55
917968	Undertak tyvek pro super 1,5x50m isola med selvklebende omlegg	2,00	RUL	4 099,44	24.03.2020	0,00	4 099,44	8 198,88
780630	Sponplatem sikabond-510 pose lys brun 600ml pose	24,00	STK	42,63	24.03.2020	0,00	42,63	1 023,12
287938	Søylesko varmgalvanisert justerbar pdkb 98x60	2,00	STK	191,20	24.03.2020	20,00	152,96	305,92
2547124	Fugemasse akryl sikacryl-s+ hvit s0502-y 300 ml patron	5,00	STK	25,52	24.03.2020	25,00	19,14	95,70
780582	Silikon sikasil c transparent patron 300 ml	1,00	PAT	31,37	24.03.2020	0,00	31,37	31,37
1719149	Patroner Boltepestol Gul P370 A100	1,00	ESK	98,31	24.03.2020	0,00	98,31	98,31
946579	Skuddspiker Båndet SC9 60 P370 A300 Spit Boltepestol P370 Og P200	1,00	ESK	839,20	24.03.2020	25,00	629,40	629,40
2702941	Fransk treskrue 6kant v/din571 10x50 a50 deljengenget	1,00	ESK	119,20	25.03.2020	25,00	89,40	89,40
973210	HEB 160 A' 3,95 MTR	1,00	STK	1 817,00	25.03.2020	0,00	1 817,00	1 817,00
973210	HEB 160 A' 2,37 MTR	1,00	STK	1 090,20	25.03.2020	0,00	1 090,20	1 090,20
973210	HEB 160 A' 1,722 MTR	2,00	STK	792,12	25.03.2020	0,00	792,12	1 584,24
974007	TILRIGGING/KAPPING	1,00	STK	1 100,00	25.03.2020	0,00	1 100,00	1 100,00
974010	Frakt fra leverandør	1,00	STK	870,00	25.03.2020	0,00	870,00	870,00

Viser til generelle salgs- og leveringsbetingelser for Løvenskiold Handel AS

Salgssaldo	Slutrabatt	Tillegg	Merverdiavgift	Avrund	Sum
97 897,33	0,00	0,00	24 474,33	0,00	122 371,66 NOK

## E) Kostnad - Fallende lengder av konstruksjonsvirke

Dimensjon	Hva	Antall	Pris	Pris
36x148	Svill innvendig vegg	71 m	15.97 kr/m	1 133.9 kr
48x148	Stender innervegg	75 m	20.64 kr/m	1 548.0 kr
36x98	Svill innvendig vegg	46 m	11.07 kr/m	509.2 kr
48x98	Stender innervegg	49 m	14.19 kr/m	695.3 kr
36x148	Svill yttervegg	235 m	15.97 kr/m	3 753.0 kr
36x148	Stender yttervegg	596 m	15.97 kr/m	9 518.1 kr
36x148	Losholt yttervegg	15 m	15.97 kr/m	239.6 kr
36x148	Svill levegg	3 m	15.97 kr/m	47.9 kr
36x148	Stender levegg	7 m	15.97 kr/m	111.8 kr
48x98	Søyle sammenspikret	32 m	14.19 kr/m	454.1 kr
48x148	Søyle sammenspikret	119 m	20.64 kr/m	2 456.2 kr
48x148	Drager sammenspikret	8 m	20.64 kr/m	165.1 kr
48x198	Drager sammenspikret	28 m	28.27 kr/m	791.6 kr
36x98	Supplering	5 m	11.07 kr/m	55.4 kr
36x148	Supplering	198 m	15.97 kr/m	3 162.1 kr
48x98	Supplering	24 m	14.19 kr/m	340.6 kr
48x148	Supplering	1 m	20.64 kr/m	20.6 kr
48x198	Supplering	18 m	28.27 kr/m	508.9 kr
<b>Totalt per enebolig</b>		<b>1530 m</b>		<b>25 511.1 kr</b>
<b>Totalt for fem eneboliger</b>		<b>7650 m</b>		<b>127 555.6 kr</b>

<b>Levering</b>	<b>Spesifikasjon</b>	<b>Antall</b>	<b>Pris</b>
Fra Maxbo til enebolig 4, 6 og 8	Fallende lengder av konstruksjonsvirke til 1. etg	1 stk	870,00 kr
Fra Maxbo til enebolig 4, 6 og 8	Fallende lengder av konstruksjonsvirke til 2. etg	1 stk	870,00 kr
Fra Maxbo til enebolig 10 og 12	Fallende lengder av konstruksjonsvirke 1. og 2. etg	1 stk	870,00 kr
<b>Totalt</b>			<b>2 610,00 kr</b>

# Vedlegg 5: Lønnskostnader til akkordlaget

## A) Forhåndsmålebrev – Precut konstruksjonsvirke - Enebolig

FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13149 - Stamme - Hus4

Forhåndsmålebrev importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
Byggeplass: Caspar Wesselsvei 4-12 - Hus4  
Distrikt: 26430 - Follo  
Prosjektnr.: 11573061603  
Byggeleder: Christian Michaelsen

Forhåndsmålebrevn.: E-26430-13149  
Variant: 3D-U  
Kronefaktor: 200,94  
Kalkulator: IHLER KENNETH  
Telefon:

Gjeldende tariff: Tariff 01.02.16

Stamme	Grunntid	Normaltid
105 Bæresystemer	103,341	123,896
108 Undergulv	8,671	10,057
115 Stillas Stamme	19,762	23,494
202 Undertak/sløyfer	31,353	37,464
203 Lekter for takstein	3,296	3,846
207 Vindtetting	32,783	39,074
Sum Grunntid	199,206	Sum Normaltid Lag 237,832

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
Gjeldende tariff: 01.02.2016

**Prosjekt Notat:** Oppmeldingskjema: Datert: 03.05.19 /  
Beskrivelse: Datert: 13.06.18 /  
Arkitekttegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 18.04.18 /  
Konstruksjonstegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 01.10.18 /  
Tilbud kjk, bad, gard.: Nr.: PR254152 / Datert: 05.11.18 /  
Tilbud ventilasjon Nr.: 51400, 51401, 51402, 51403, 51404 / Datert: 20.11.18 /  
Tilbud tak: Nr.: 115730616 Takplan\_1 / Datert: 01.10.18 /  
Tilbud bjelkelag: Nr.: 115730616 Bjelkelag\_2etg Datert: 43374 Siste Rev.:-

FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13149 - Stamme - Hus6

Forhåndsmålebrev importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
Byggeplass: Caspar Wesselsvei 4-12 - Hus6  
Distrikt: 26430 - Follo  
Prosjektnr.: 11573061604  
Byggeleder: Christian Michaelsen

Forhåndsmålebrevn.: E-26430-13149  
Variant: 3D-U  
Kronefaktor: 200,94  
Kalkulator: IHLER KENNETH  
Telefon:

Gjeldende tariff: Tariff 01.02.16

Stamme	Grunntid	Normaltid
105 Bæresystemer	103,203	123,731
108 Undergulv	8,671	10,057
115 Stillas Stamme	19,762	23,494
202 Undertak/sløyfer	31,353	37,464
203 Lekter for takstein	3,296	3,846
207 Vindtetting	32,707	38,983
Sum Grunntid	198,992	Sum Normaltid Lag 237,575

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
Gjeldende tariff: 01.02.2016

**Prosjekt Notat:** Oppmeldingskjema: Datert: 03.05.19 /  
Beskrivelse: Datert: 13.06.18 /  
Arkitekttegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 18.04.18 /  
Konstruksjonstegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 01.10.18 /  
Tilbud kjk, bad, gard.: Nr.: PR254152 / Datert: 05.11.18 /  
Tilbud ventilasjon Nr.: 51400, 51401, 51402, 51403, 51404 / Datert: 20.11.18 /  
Tilbud tak: Nr.: 115730616 Takplan\_1 / Datert: 01.10.18 /  
Tilbud bjelkelag: Nr.: 115730616 Bjelkelag\_2etg Datert: 43374 Siste Rev.:-

**FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13149 - Stamme - Hus8**

## Forhåndsmålebreve importert i AX

 Tiltakshaver: Block Watne AS  
 Byggeplass: Caspar Wesselsvei 4-12 - Hus8  
 Distrikt: 26430 - Follo  
 Prosjektnr.: 11573061605  
 Byggeleder: Christian Michaelsen

 Forhåndsmålebrevenr.: E-26430-13149  
 Variant: 3D-U  
 Kronefaktor: 200,94  
 Kalkulator: IHLER KENNETH  
 Telefon:

 Gjeldende tariff: **Tariff 01.02.16**

Stamme		Grunntid	Normaltid
105	Bæresystemer	103,203	123,731
108	Udergulv	8,671	10,057
115	Stillas Stamme	19,762	23,494
202	Undertak/sløyfer	31,353	37,464
203	Lekter for takstein	3,296	3,846
207	Vindtetting	32,707	38,983
Sum Grunntid		198,992	Sum Normaltid Lag 237,575

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
 Gjeldende tariff: **01.02.2016**

**Prosjekt Notat :** Oppmeldingsskjema: Datert: 03.05.19 /  
 Beskrivelse: Datert: 13.06.18 /  
 Arkitekttegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 18.04.18 /  
 Konstruksjonstegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 01.10.18 /  
 Tilbud kjk, bad, gard.: Nr.: PR254152 / Datert: 05.11.18 /  
 Tilbud ventilasjon Nr.: 51400, 51401, 51402, 51403, 51404 / Datert: 20.11.18 /  
 Tilbud tak: Nr.: 115730616 Takplan\_1 / Datert: 01.10.18 /  
 Tilbud bjelkelag: Nr.:115730616 Bjelkelag\_2etg Datert:-43374 Siste Rev.-

**FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13149 - Stamme - Hus10**

## Forhåndsmålebreve importert i AX

 Tiltakshaver: Block Watne AS  
 Byggeplass: Caspar Wesselsvei 4-12 - Hus10  
 Distrikt: 26430 - Follo  
 Prosjektnr.: 11573061606  
 Byggeleder: Christian Michaelsen

 Forhåndsmålebrevenr.: E-26430-13149  
 Variant: 3D-U  
 Kronefaktor: 200,94  
 Kalkulator: IHLER KENNETH  
 Telefon:

 Gjeldende tariff: **Tariff 01.02.16**

Stamme		Grunntid	Normaltid
105	Bæresystemer	104,011	124,699
108	Udergulv	8,671	10,057
115	Stillas Stamme	19,762	23,494
202	Undertak/sløyfer	31,353	37,464
203	Lekter for takstein	3,296	3,846
207	Vindtetting	32,707	38,983
Sum Grunntid		199,800	Sum Normaltid Lag 238,544

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
 Gjeldende tariff: **01.02.2016**

**Prosjekt Notat :** Oppmeldingsskjema: Datert: 03.05.19 /  
 Beskrivelse: Datert: 13.06.18 /  
 Arkitekttegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 18.04.18 /  
 Konstruksjonstegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 01.10.18 /  
 Tilbud kjk, bad, gard.: Nr.: PR254152 / Datert: 05.11.18 /  
 Tilbud ventilasjon Nr.: 51400, 51401, 51402, 51403, 51404 / Datert: 20.11.18 /  
 Tilbud tak: Nr.: 115730616 Takplan\_1 / Datert: 01.10.18 /  
 Tilbud bjelkelag: Nr.:115730616 Bjelkelag\_2etg Datert:-43374 Siste Rev.-

FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13149 - Stamme - Hus12

Forhåndsmålebrev importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
 Byggeplass: Caspar Wesselsvei 4-12 - Hus12  
 Distrikt: 26430 - Follo  
 Prosjektnr.: 11573061607  
 Byggeleder: Christian Michaelsen

Forhåndsmålebrevnr.: E-26430-13149  
 Variant: 3D-U  
 Kronefaktor: 200,94  
 Kalkulator: IHLEK KENNETH  
 Telefon:

Gjeldende tariff: **Tariff 01.02.16**

Stamme		Grunntid	Normaltid
105	Bæresystemer	105,061	125,958
108	Undergulv	8,671	10,057
115	Stillas Stamme	19,762	23,494
202	Undertak/sløyfer	31,353	37,464
203	Lekter for takstein	3,296	3,846
207	Vindtetting	34,223	40,790
	Sum Grunntid	202,366	Sum Normaltid Lag 241,610

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
 Gjeldende tariff: **01.02.2016**

**Prosjekt Notat:** Oppmeldingsskjema: Datert: 03.05.19 /  
 Beskrivelse: Datert: 13.06.18 /  
 Arkitekttegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 18.04.18 /  
 Konstruksjonstegninger: Nr.: 115730616 / Datert: 01.10.18 /  
 Tilbud kj, bad, gard.: Nr.: PR254152 / Datert: 05.11.18 /  
 Tilbud ventilasjon Nr.: 51400, 51401, 51402, 51403, 51404 / Datert: 20.11.18 /  
 Tilbud tak: Nr.: 115730616 Takplan\_1 / Datert: 01.10.18 /  
 Tilbud bjelkelag: Nr.: 115730616 Bjelkelag\_2etg Datert:-43374 Siste Rev.-:

## B) Forhåndsmålebrev - Fallende lengder av konstruksjonsvirke – Eneboliger

Alle oppgavene i forhåndsmålebrevene hadde lagt seg dobbelt, så vi delte disse på to.

### FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13483 - Stamme - Hus4

#### Forhåndsmålebrev importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
 Byggeplass: Caspar Wesselsvei Hus 4-12 - Hus4  
 Distrikt: 26430 - Follo  
 Prosjektnr.: 11573061603  
 Byggeleder: Christian Michalsen

Forhåndsmålebreavn.: E-26430-13483  
 Variant: 3D-U  
 Kronefaktor: 205,97  
 Kalkulator: KRISTOFFERSEN THORE K.  
 Telefon: 477 011 44

Gjeldende tariff: Tariff 01.02.16

Stamme	Grunntid	Normaltid
105 Bæresystemer	218,494	261,952
108 Undergulv	17,342	20,115
115 Stillas Stamme	39,523	46,989
202 Undertak/sløyfer	62,707	74,928
203 Lekter for takstein	6,591	7,691
207 Vindtetting	66,254	78,968
<b>Sum Grunntid</b>	<b>410,911</b>	<b>Sum Normaltid Lag 490,644</b>

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømmer  
 Gjeldende tariff: 01.02.2016

**Prosjekt Notat :** Oppmeldingsskjema:  
 Beskrivelse:  
 Arkitekttegninger:  
 Konstruksjonstegninger:  
 Tilbud kjk, bad, gard.:  
 Tilbud ventilasjon  
 Tilbud tak:  
 Tilbud bjelkelag: Nr.: Datert:- Siste Rev.-

### FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13483 - Stamme - Hus6

#### Forhåndsmålebrev importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
 Byggeplass: Caspar Wesselsvei Hus 4-12 - Hus6  
 Distrikt: 26430 - Follo  
 Prosjektnr.: 11573061604  
 Byggeleder: Christian Michalsen

Forhåndsmålebreavn.: E-26430-13483  
 Variant: 3D-U  
 Kronefaktor: 205,97  
 Kalkulator: KRISTOFFERSEN THORE K.  
 Telefon: 477 011 44

Gjeldende tariff: Tariff 01.02.16

Stamme	Grunntid	Normaltid
105 Bæresystemer	218,218	261,621
108 Undergulv	17,342	20,115
115 Stillas Stamme	39,523	46,989
202 Undertak/sløyfer	62,707	74,928
203 Lekter for takstein	6,591	7,691
207 Vindtetting	66,101	78,786
<b>Sum Grunntid</b>	<b>410,482</b>	<b>Sum Normaltid Lag 490,131</b>

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømmer  
 Gjeldende tariff: 01.02.2016

**Prosjekt Notat :** Oppmeldingsskjema:  
 Beskrivelse:  
 Arkitekttegninger:  
 Konstruksjonstegninger:  
 Tilbud kjk, bad, gard.:  
 Tilbud ventilasjon  
 Tilbud tak:  
 Tilbud bjelkelag: Nr.: Datert:- Siste Rev.-

FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13483 - Stamme - Hus8

Forhåndsmålebreve importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
Byggeplass: Caspar Wesselsvei Hus 4-12 - Hus8  
Distrikt: 26430 - Follo  
Prosjektnr.: 11573061606  
Byggeleder: Christian Michalsen

Gjeldende tariff: Tariff 01.02.16

Forhåndsmålebrevenr.: E-26430-13483  
Variant: 3D-U  
Kronefaktor: 205,97  
Kalkulator: KRISTOFFERSEN THORE K.  
Telefon: 477 011 44

Stamme		Grunntid	Normaltid
105	Bæresystemer	219,026	262,590
108	Undergulv	17,342	20,115
115	Stillas Stamme	39,523	46,989
202	Undertak/sløyfer	62,707	74,928
203	Lekter for takstein	6,591	7,691
207	Vindtetting	66,101	78,786
		Sum Grunntid	411,290
			Sum Normaltid Lag
			491,099

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
Gjeldende tariff: 01.02.2016

**Prosjekt Notat :** Oppmeldingsskjema:  
Beskrivelse:  
Arkitekttegninger:  
Konstruksjonstegninger:  
Tilbud kjk, bad, gard.:  
Tilbud ventilasjon  
Tilbud tak:  
Tilbud bjelkelag: Nr.: Datert:- Siste Rev.:-

FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13483 - Stamme - Hus10

Forhåndsmålebreve importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
Byggeplass: Caspar Wesselsvei Hus 4-12 - Hus10  
Distrikt: 26430 - Follo  
Prosjektnr.: 11573061606  
Byggeleder: Christian Michalsen

Gjeldende tariff: Tariff 01.02.16

Forhåndsmålebrevenr.: E-26430-13483  
Variant: 3D-U  
Kronefaktor: 205,97  
Kalkulator: KRISTOFFERSEN THORE K.  
Telefon: 477 011 44

Stamme		Grunntid	Normaltid
105	Bæresystemer	219,834	263,559
108	Undergulv	17,342	20,115
115	Stillas Stamme	39,523	46,989
202	Undertak/sløyfer	62,707	74,928
203	Lekter for takstein	6,591	7,691
207	Vindtetting	66,101	78,786
		Sum Grunntid	412,098
			Sum Normaltid Lag
			492,068

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
Gjeldende tariff: 01.02.2016

**Prosjekt Notat :** Oppmeldingsskjema:  
Beskrivelse:  
Arkitekttegninger:  
Konstruksjonstegninger:  
Tilbud kjk, bad, gard.:  
Tilbud ventilasjon  
Tilbud tak:  
Tilbud bjelkelag: Nr.: Datert:- Siste Rev.:-



**FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-13483 - Stamme - Hus12**

Forhåndsmaaløbrev importert i AX

 Tiltakshaver: Block Watne AS  
 Byggeplass: Caspar Wesselsvei Hus 4-12- Hus12  
 Distrikt: 26430 - Follo  
 Prosjektnr.: 11573061607  
 Byggeleder: Christian Michalsen

 Gjeldende tariff: **Tariff 01.02.16**

 Forhåndsmaaløbrevnr.: E-26430-13483  
 Variant: 3D-U  
 Kronefaktor: 205,97  
 Kalkulatør: KRISTOFFERSEN THORE K.  
 Telefon: 477 011 44

Stamme		Grunntid	Normaltid
105	Bæresystemer	222,124	266,304
108	Udergulv	17,342	20,115
115	Stillas Stamme	39,523	46,989
202	Undertak/sløyfer	62,707	74,928
203	Lekter for takstein	6,591	7,691
207	Vindtetting	69,134	82,400
		Sum Grunntid	Sum Normaltid Lag
		417,420	498,428

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer  
 Gjeldende tariff: **01.02.2016**

**Prosjekt Notat:** Oppmeldingsskjema:  
 Beskrivelse:  
 Arkitekttegninger:  
 Konstruksjonstegninger:  
 Tilbud kjk, bad, gard.:  
 Tilbud ventilasjon  
 Tilbud tak:  
 Tilbud bjelkelag: Nr.: Datert:- Siste Rev.:-

## C) Forhåndsmålebrev - Fallende lengder av konstruksjonsvirke - Rekkehus

FORHÅNDSMÅLEBREV: E-26430-12919 - Stamme\_Lei 14-20

Forhåndsmålebrev importert i AX

Tiltakshaver: Block Watne AS  
Byggeplass: Caspar Wessels vei Lei 14-20  
Distrikt: 26430 - Follo  
Prosjektnr.: 11573061501  
Byggeleder: Christian Michaelsen

Forhåndsmålebreavn.: E-26430-12919  
Variant: 3D-1  
Kronefaktor: 200,94  
Kalkulator: LINDBOE PETTER  
Telefon: 971 74 472

Gjeldende tariff: **Tariff 01.02.16**

Stamme	Grunntid	Normaltid
105 Bæresystemer	354,455	409,714
108 Undergulv	29,990	34,755
115 Stillas Stamme	56,756	65,207
202 Undertak/sløyfer	131,570	156,818
203 Lekter for takstein	11,723	13,973
207 Vindtetting	77,426	89,728
Sum Grunntid	661,920	Sum Normaltid Lag 770,196

**Generelt Notat:** Det vises til Gjeldende Lønns- og Arbeidsvilkår for tømrer

Gjeldende tariff: **01.02.2016**

**Prosjekt Notat :** Oppmeldingsskjema: Datert: 19.10.18 /

Beskrivelse: Datert: 23.04.18 /

Arkitekttegninger: Nr.: 115730615 / Datert: 20.04.18 /

Konstruksjonstegninger: Nr.: 115730615 / Datert: 11.12.18 /

Tilbud kjk, bad, gard.: Nr.: PR261767, PR254162, PR261788, PR261761, PR254857, PR254858 / Datert: 01.10.2018, 25.04.2018, 13.05.2018 /

Tilbud ventilasjon Nr.: 50734, 50735, 50736, 50737 / Datert: 05.11.18 /

Tilbud tak:

Tilbud bjelkelag: Nr.: Datert:- Siste Rev.-

## D) Akkordoppgjør – Enebolig

### AKKORDOPPGJØR



### Block Watne AS

Side 1 av 2

Byggherre:		Ved egenregi	Felles Pepperstad Caspar Wessels vei 4-12		Akkord / S
Kontrakts nr.: 11573061601		Prosjekt nr.: 1157306	DK nr.: 26430	Bygget i hovedsak etter standard detaljer:	Delakkord: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei
Reg. nr. målebrev: 130-13149_1157306	Dato målebrev: 06.06.2019	Kronefaktor: 205,97	Tømrerlag: Bas 3199 ANGLE, JOAKIM	Antall tømmere 1	Antall lærlinger 0
AkkordID: 115730616010006182					
Læringetilskudd pr. arbeidet læringetime:		<input type="text"/>	Læringetilskuddet deles på hele laget		
Forhåndsmålebrev-oppgi normaltimeverk i oppdr		237,575	normaltimeverk x autom. Kronefaktor		kr 48 933,32
Avtalt sluppakkord timer		Føres på 13006	0 X 316.25=0		kr
Fradrag for gammel kronefaktor					kr
AKKORD		Antall tømmere: 2	Sum		kr 48 933,32
Antall lærlinger					
Arb.nr.:	Tømmere / lærlinger	Timer	%	Pr. mann	
3199	3199 ANGLE, JOAKIM	54,00	100	54,00	
3200	3200 CARLSSON, JOHAN	79,00	100	79,00	
		133,00		133,00	Sum timer akkord
Timefortjeneste: kr 367,920 i akkord				kr 209,70	Minstelønn i lønns og arbeidsvilkår

### AKKORDOPPGJØR



### Block Watne AS

Revisjon: Side 1 av 2

Byggherre:		Ved egenregi	Felles Pepperstad Caspar Wessels vei 4-12		Akkord / S
Kontrakts nr.: 11573061601		Prosjekt nr.: 1157306	DK nr.: 26430	Bygget i hovedsak etter standard detaljer:	Delakkord: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei
Reg. nr. målebrev: 130-13149_1157306	Dato målebrev: 06.06.2019	Kronefaktor: 205,97	Tømrerlag: Bas 11782 Angle, Frank Joakim	Antall tømmere 3	Antall lærlinger 0
AkkordID: 115730616010005736					
Læringetilskudd pr. arbeidet læringetime:		<input type="text"/>	Læringetilskuddet deles på hele laget		
Forhåndsmålebrev-oppgi normaltimeverk i oppdr		275,465	normaltimeverk x autom. Kronefaktor		kr 56 737,53
Avtalt sluppakkord timer		Føres på 13006	0 X 303.34=0		kr
Fradrag for gammel kronefaktor					kr
AKKORD		Antall tømmere: 4	Sum		kr 56 737,53
Antall lærlinger					
Arb.nr.:	Tømmere / lærlinger	Timer	%	Pr. mann	
11782	11782 Angle, Frank Joakim	38,00	100	38,00	
11782	11782 Angle, Frank Joakim	29,00	100	29,00	
11783	11783 Carlsson, Karl Johan	38,00	100	38,00	
11783	11783 Carlsson, Karl Johan	36,00	100	36,00	
		141,00		141,00	Sum timer akkord
Timefortjeneste: kr 402,394 i akkord				kr 209,70	Minstelønn i lønns og arbeidsvilkår

## AKKORDOPPGJØR



## Block Watne AS

Revisjon: Side 1 av 2

Byggherre:		Ved egenregi	Felles Pepperstad Caspar Wessels vei 4-12		Akkord / S
Kontrakts nr.: 11573061601		Prosjekt nr.: 1157306	DK nr.: 26430	Bygget i hovedsak etter standard detaljer: Ja <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/>	
Reg. nr. målebrev: 130-13149_1157306	Dato målebrev: 06.06.2019	Kronefaktor: 205,97	Tømrerlag: Bas 11782 Angle, Frank Joakim	Antall tømmere 3	Antall lærlinger 0
AkkordID: 115730616010005735					
Læringetilskudd pr. arbeidet læringetime: <input type="text"/> Læringetilskuddet deles på hele laget					
Forhåndsmålebrev-oppgi normalttimeverk i oppdr		278,531	normaltimeverk x autom. Kronefaktor		kr 57 369,03
Avtalt slupakkord timer		Føres på 13006	0 X 303.34=0		kr
Fradrag for gammel kronefaktor					kr
AKKORD		Antall tømmere: 4	Sum		kr 57 369,03
Antall lærlinger					
Arb.nr.:	Tømmere / lærlinger	Timer	%	Pr. mann	
11782	11782 Angle, Frank Joakim	50,00	100	50,00	
11782	11782 Angle, Frank Joakim	23,00	100	23,00	
11783	11783 Carlsson, Karl Johan	52,50	100	52,50	
11783	11783 Carlsson, Karl Johan	16,00	100	16,00	
		141,50		141,50	
Timefortjeneste: kr 405,435 i akkord				kr 209,70	
				Sum timer akkord	
				Minstelønn i lønns og arbeidsvilkår	

## AKKORDOPPGJØR



## Block Watne AS

Revisjon: Side 1 av 2

Byggherre:		Ved egenregi	Felles Pepperstad Caspar Wessels vei 4-12		Akkord / S
Kontrakts nr.: 11573061601		Prosjekt nr.: 1157306	DK nr.: 26430	Bygget i hovedsak etter standard detaljer: Ja <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/>	
Reg. nr. målebrev: 130-13149_1157306	Dato målebrev: 06.06.2019	Kronefaktor: 205,97	Tømrerlag: Bas 11782 Angle, Frank Joakim	Antall tømmere 1	Antall lærlinger 0
AkkordID: 115730616010006180					
Læringetilskudd pr. arbeidet læringetime: <input type="text"/> Læringetilskuddet deles på hele laget					
Forhåndsmålebrev-oppgi normalttimeverk i oppdr		237,832	normaltimeverk x autom. Kronefaktor		kr 48 986,26
Avtalt slupakkord timer		Føres på 13006	0 X 316.25=0		kr
Fradrag for gammel kronefaktor					kr
AKKORD		Antall tømmere: 2	Sum		kr 48 986,26
Antall lærlinger					
Arb.nr.:	Tømmere / lærlinger	Timer	%	Pr. mann	
11782	11782 Angle, Frank Joakim	78,00	100	78,00	
11783	11783 Carlsson, Karl Johan	75,00	100	75,00	
		153,00		153,00	
Timefortjeneste: kr 320,172 i akkord				kr 209,70	
				Sum timer akkord	
				Minstelønn i lønns og arbeidsvilkår	

**AKKORDOPPGJØR**

**Block Watne AS**

Revisjon: Side 1 av 2

Byggherre:		Ved egenregi	Felles Pepperstad Caspar Wessels vei 4-12		Akkord / S
Kontraks nr.: 11573061601		Prosjekt nr.: 1157306	DK nr.: 26430	Bygget i hovedsak etter standard detaljer:	Delakkord: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei
Reg. nr. målebrev: 130-13149_1157306	Dato målebrev: 06.06.2019	Kronefaktor: 205,97	Tømrerlag: Bas 11782 Angle, Frank Joakim	Antall tømmere 1	Antall lærlinger 0
AkkordID: 115730616010006181					
Læringetilskudd pr. arbeidet læringetime: <input type="text"/> Læringetilskuddet deles på hele laget					
Forhåndsmålebrev-oppgi normalttimeverk i oppdr		274,496	normaltimeverk x autom. Kronefaktor		kr 56 537,94
Avtalt slumpakkord timer		Føres på 13006	0 X 316.25=0		kr
Fradrag for gammel kronefaktor					kr
Antall tømmere:		2	Sum		kr 56 537,94
<b>AKKORD</b>		Antall lærlinger			
Arb.nr.:	Tømmere / lærlinger	Timer	%	Pr. mann	
11782	11782 Angle, Frank Joakim	73,00	100	73,00	
11783	11783 Carlsson, Karl Johan	76,00	100	76,00	
		149,00		149,00	
Timefortjeneste: kr 379,449 i akkord				kr 209,70	Sum timer akkord Minstelønn i lønns og arbeidsvilkår

## E) Akkordoppgjør – Rekkehus

### AKKORDOPPGJØR



**Block Watne AS**

Revisjon: Side 1 av 2

Byggherre:		Ved egenregi	Felles Pepperstad Caspar Wessels vei 14-20		Akkord /	S	
Kontrakts nr: 11573061501		Prosjekt nr.: 1157306	DK nr.: 26430	Bygget i hovedsak etter standard detaljer:			Ja <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/>
Reg. nr. målebrev: 130-12919_1157306	Dato målebrev: 13.12.2018	Kronefaktor: 205,97	Tømrerlag: Bas 3199 ANGLE, JOAKIM		Antall tømmere 3	Antall lærlinger 2	
AkkordID: 115730615010004397							
Læringetilskudd pr. arbeidet læringetime:			<b>kr 35,00</b>	Læringetilskuddet deles på hele laget			
Forhåndsmålebrev-oppgi normalttimeverk i oppdrags		816,345	normaltimeverk x autom. Kronefaktor		kr	168 142,58	
Avtalt slupakkord timer		Føres på 13006	0 X 300.51=0		kr		
Fradrag for gammel kronefaktor					kr	<b>-2 733,30</b>	
AKKORD		Antall tømmere: 4	Sum		kr	165 409,28	
		Antall lærlinger 2					
Arb.nr.:	Tømmere / lærlinger	Timer	%	Pr. mann			
3199	3199 ANGLE, JOAKIM	33,50	100	33,50			
3199	3199 ANGLE, JOAKIM	187,50	100	187,50			
3200	3200 CARLSSON, JOHAN	33,50	100	33,50			
3200	3200 CARLSSON, JOHAN	193,50	100	193,50			
3259	3259 HELGESEN, OM <b>Lærling 1</b>	41,00	40	16,40			
3259	3259 HELGESEN, OM <b>Lærling 2</b>	197,50	40	79,00			
		686,50		543,40		Sum timer akkord	
Timefortjeneste: <b>kr 304,397</b> i akkord				<b>kr 209,70</b>		Minstelønn i lønns og arbeidsvilkår	

## F) Lønnskostnader til akkordlaget – Precut konstruksjonsvirke

	<b>Forhåndsmat tidsbruk</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Tidsbruk</b>
Caspar Wessels vei 4	237,69 t (236,90 t)	209,70 kr	49 843,59 kr	143,50 t
Caspar Wessels vei 6	237,69 t (236,64 t)	209,70 kr	49 843,59 kr	143,50 t
Caspar Wessels vei 8	237,69 t (236,64 t)	209,70 kr	49 843,59 kr	143,50 t
Caspar Wessels vei 10	237,69 t (237,57 t)	209,70 kr	49 843,59 kr	143,50 t
Caspar Wessels vei 12	237,69 t (240,68 t)	209,70 kr	49 843,59 kr	143,50 t
<b>Totalt</b>	<b>1 188,43 t</b>		<b>249 217,96 kr</b>	<b>717,50 t</b>

**G) Lønnskostnader til akkordlaget - Fallende lengder av konstruksjonsvirke**

	<b>Forhåndsma�t tidsbruk</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Lønnskostnad</b>	<b>Tidsbruk (70,6 %)</b>
Caspar Wessels vei 4	246,24 t (245,32 t)	209,70 kr/t	51 636,53 kr	173,85 t
Caspar Wessels vei 6	246,24 t (245,07 t)	209,70 kr/t	51 636,53 kr	173,85 t
Caspar Wessels vei 8	246,24 t (245,55 t)	209,70 kr/t	51 636,53 kr	173,85 t
Caspar Wessels vei 10	246,24 t (246,03 t)	209,70 kr/t	51 636,53 kr	173,85 t
Caspar Wessels vei 12	246,24 t (249,21 t)	209,70 kr/t	51 636,53 kr	173,85 t
<b>Totalt</b>	<b>1 231,185 t</b>		<b>258 182,64 kr</b>	<b>869,23 t</b>



## Vedlegg 6: Sosiale forhold

### A) Rutine for bruk av elektrisk sag



<b>Prosedyre ansv:</b> HMS-sjef	<b>System ansv:</b> Kvalitetssjef	<b>Godkjent av:</b> Adm.Dir.	<b>Erstatter:</b>	<b>Gyldig fra:</b> 11.02.2019	<b>Dok.nr:</b> 12-2-5
<b>Dokument navn:</b> <b>BRUK AV ELEKTRISK SAG</b>				<b>Side av sider:</b> 1 / 3	<b>Revisjon:</b> 1

#### 1. INTENSJON

Vise hvilke verne- og sikkerhetsregler som gjelder i vår bedrift ved bruk av elektrisk sag, for derved å unngå skader.

#### 2. OMFANG

Rutinen gjelder enhver ansatt i Block Watne som benytter alt av elektriske sager i arbeidet.

#### 3. SAGER OG BRUK

- Kapp/klyvsag
- Kapp/gjeringsag
- Sirkelsag
- Bajonettsag
- Håndsirkelsag
- Feinsag

##### 3.1 Sikring

- Sager skal være utstyrt med en fungerende nødstop
- Skjermer og avsug skal være i orden og riktig innstilt
- Spaltekniven som motvirker tilbakekast skal være på plass og riktig innstilt
- Området rundt sagen skal være ryddig
- Ingen må befinne seg i farlig nærhet når sagen benyttes
- Sagen skal stanses når arbeidet er avsluttet og en skal forvise seg om at beskyttelsesskjermen er på plass
- Sager skal IKKE brukes plassert på gulv
- **Kjedesag er ikke tillat å bruke.**

##### 3.2 Farer ved bruk

- Tilbakekast på grunn av at spaltekniv ikke er montert
- Sprut fra kvist i ansikt på grunn av at øvre beskytter ikke er montert
- Splint fra hardmetalltann i øyet på grunn av at øyevern ikke er brukt
- Fall på grunn av dårlig rydding av kapp og spon

##### 3.3 Verneutstyr

- Hjelm
- Hørselsvern
- Briller
- Støvmaske
- Vernefottøy
- Hansker

<b>Prosedyre ansv:</b> HMS-sjef	<b>System ansv:</b> Kvalitetssjef	<b>Godkjent av:</b> Adm. Dir.	<b>Erstatter:</b>	<b>Gyldig fra:</b> 11.02.2019	<b>Dok.nr:</b> 12-2-5
<b>Dokument navn:</b> <b>BRUK AV ELEKTRISK SAG</b>				<b>Side av sider:</b> 2 / 3	<b>Revisjon:</b> 1

### 3.4 Sikkerhetsregler før bruk

- Sørg for å ha godt arbeidslys
- Se til at underlaget er mest mulig plant
- Ha et ryddig og sklisikkert underlag
- Sørg for å ha et godt arbeidsrom rundt sagen
- Kontroller at spaltekniv og øvre beskyttelsesskjerm er montert
- Ved saging innendørs, sørg for avsug
- 

#### 3.4.1 Følgende sikkerhetsutstyr skal være montert

- Spalteknev som skal forhindre fastkiling
- Avsug for spon ved innendørs arbeid
- Skjembeskytter under sagblad

### 3.5 Sikkerhetsregler under og etter bruk

- Legg kapp i en haug vekk fra sagen eller bruk container
- Ved arbeidstidens slutt skal strømtilførsel frakobles
- Beskyttelsesskjerm skal være på plass

## 4. VEDLIKEHOLD

**NB! Følg instruksjonsbokens retningslinjer for vedlikehold**

### ➤ Skifting/justering av spalteknev

- Løsne mutteren som holder spaltekneven og juster høyden på kniven.
- Ved skifte av spalteknev sjekk at den er tykkere enn bladet, men smalere enn snittfugen.

### ➤ Skift av sagblad

- **Sørg ALLTID for at sagen ikke er koplet til strøm**
- Bytt til nytt sagblad når tennene er skadet
- Bruk medfølgende verktøy for å løse sagbladet
- Harpiksbelegg kan fjernes med spesialspray eller dieseloilje

### ➤ Miljøhensyn

- Unngå å utsette andre arbeidstakere for støy fra sagen
- Benytt sponavsug ved saging innendørs
- Hold det ryddig og rent rundt sagen

## 5. REFERANSE

Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende krav (Forskrift om utførelse av arbeid)



<b>Prosedyre ansv:</b> HMS-sjef	<b>System ansv:</b> Kvalitetssjef	<b>Godkjent av:</b> Adm. Dir.	<b>Erstatter:</b>	<b>Gyldig fra:</b> 11.02.2019	<b>Dok.nr:</b> 12 – 2 - 5
<b>Dokument navn:</b> <b>BRUK AV ELEKTRISK SAG</b>				<b>Side av sider:</b> 3 / 3	<b>Revisjon:</b> 1

#### 6. ANSVAR OG MYNDIGHET

Bruker av utstyret er ansvarlig for at sikkerhetsbestemmelsene blir fulgt.

#### 7. DOKUMENTBIBLIOTEK

Rutinen ligger i HMS – styrende dokumenter på Intranett.

#### 8. KOMMENTARER

Rutinen har sitt utspring fra gammel SHA-plan.

#### 9. PROSESSKART

Se orienterende prosesskart i Landax.

#### 10. VERSJONSHISTORIKK

Årsak til endring	Rev.	Dato	Forandringer	Godkjent av
Revidering av HMS-håndboken og SHA-plan	1	11.02.2019	Ny mal og generell rydding i rutinen	BAE

## **B) Samtale med Frank Joakim Angle - Pepperstadkollen**

**Spørsmål:** Du har jobbet med både fallende lenger og precut i bindingsverk?

**Svar:** Stemmer

**Spørsmål:** Hva slags arbeidsoppgaver hadde du når det ble benyttet fallende lengder i bindingsverket?

**Svar:** Jeg kappet mest.

**Spørsmål:** Følte du at det ble mye kapping i forhold til med precut?

**Svar:** Ja, det tar jo mye tid, i tillegg til at det er slitsomt for kroppen.

**Spørsmål:** Så du merket det veldig på kroppen?

**Svar:** Ja, for når man kapper så må man først hente, også må man kappe og til slutt plassere det i bygget. Så det blir mye jobb.

**Spørsmål:** Hva slags arbeidsoppgaver hadde du når det ble benyttet precut i bindingsverket?

**Svar:** Når bilen kommer så laster vi det på plass på bukker, som gjør det lettere å plukke. Så sparer både tid og krefter.

**Spørsmål:** Var pakkene fra Jatak bra pakket slik at det var lett å finne fram?

**Svar:** Ja, det er det. Det er bra pakket og nummerert. Men det som er når man får et jatak-hus er at man må sortere alle lengdene, for det ligger i bunter. Det gjør det enklere å finne riktig bit, men det tar jo litt tid. Det er lettere å sortere alle de korte bitene enn å kappe de.

**Spørsmål:** Så du merket stor forskjell på helsa når du jobbet med precut i forhold til fallende lengder?

**Svar:** Ja, for stenderne skal være ca. 2,5 m, og når vi får fallende lengder så er de ofte 5,2 m lange med en dimensjon på 48x148 mm så de er veldig tunge. Av den lengden kan man kappe to stendere, for så å hente en ny lengde. Så det blir mer jobb.

**Spørsmål:** Hva slags smerter kjent du på kroppen da?

**Svar:** Det blir mye vridninger og tunge løft.

**Spørsmål:** Merket du noe forskjell i forhold til risiko da?

**Svar:** Ja, det er jo risiko å kappe da i forhold til å ikke kappe. Man kan jo skade seg da.

**Spørsmål:** Har du skadet deg selv noen gang?

**Svar:** Nei, ikke på kapping. Men risikoen er jo der uansett.

**Spørsmål:** Har du opplevd at noen andre har skadet seg ved kapping?

**Svar:** Nei, ikke på kapping.

**Spørsmål:** Er det noen andre risikoer du slipper ved å bruke precut?

**Svar:** Nei, men det er vel mest løfting og sånt. Bedre for kroppen.

**Spørsmål:** Hva synes du er best da, av precut og fallende lengder? Har du noen fordeler og ulemper med begge metodene?

**Svar:** Nei, jeg synes at precut er klart best. Da får man jo riktig lengde, for når vi skal måle lengdene kan vi fort gjøre feil. Sjekker alltid om precuten er i riktig lengde. Det blir nøyaktig kappet i en maskin.

**Spørsmål:** Har noen precut-lengder hatt feil mål? Hva gjør dere da i så fall?

**Svar:** Ja, det har vi vært borti. Det kan ofte være 2 med mer, og hvis det gjelder for eksempel alle stenderne så spiller det ingen rolle.

**Spørsmål:** Føler du at får brukt kompetansen din som fagarbeider da, når du driver med precut?

**Svar:** Ja, må fortsatt lese tegninger. Sjekker opp om den precuten vi har fått stemmer med målene på tegningen. Det er noe enklere montering, men man må fortsatt vite hvordan man skal lodde vegger. Må også følge med på rekkefølgen det skal monteres i. Tenker mye likt som med fallende lengder, men man slipper å kappe lengdene selv. Det går også fortere med precut, for kappingen kan være en flaskehals.

**Spørsmål:** Hvor mye raskere jobber dere med precut enn fallende lengder?

**Svar:** Har tjent mye penger på å sette opp husene i precut. Tror at kvaliteten blir bedre også. Sparer mye tid på at det ikke er noe kapp, og det blir mindre avfallshåndtering. Vi jobber ikke veldig mye fortere, men antar 10-15 % raskere.

## C) Mailkorrespondanse med Jon Magnus Andersen - Jatak Are Brug

Fra: Charlotte Fangan Røvang <charfr@stud.ntnu.no>  
Sendt: tirsdag 14. april 2020 10:08  
Til: Jon Magnus Andersen <jon.magnus@jatakarebrug.no>  
Emne: Pepperstadkollen

Hei,

Håper du har hatt en fin påske! 😊

Det har dukket opp noen spørsmål som vi håper du kan svare oss på:

- Vi har sammenlignet deres leveranse av precut mot en eventuell leveranse på fallende lengder fra Maxbo. Block Watne har dimensjonert bindingsverket med C24 og en gjennomsnittsdimensjon på 36x148. Dere hadde derimot dimensjonert med C30 og en gjennomsnittsdimensjon på 48x148. Hva er grunnen til dette?
- Hva er dine tanker rundt HMS i deres produksjon i forhold til HMS på byggeplassen? Tenker da mest på håndtering av sag, støv, støv og løft. Evt andre ting du ser på som relevant.

På forhånd takk!

Mvh  
Charlotte Røvang og Lena Aarnes

Jon Magnus Andersen <jon.magnus@jatakarebrug.no>  
ti. 14.04.2020 11:20  
Charlotte Fangan Røvang ▾



Hei. Ja det ble en litt annerledes påske i år men deilig med litt avslapping 😊 Håper du også har hatt en fin påske.

Nå kjenner ikke jeg 100% til hva Block Watne har tenkt men vi har dialog på dim osv før jeg starter prosjektering av dems bygg. På dette prosjektet ble det levert 36x148mm i sviller og 48x148mm i stolper i 1.etg. I 2.etg leverte vi 36x148mm i både sviller og stolper. Grunnen til at de var 48mm i stolper i 1.etg er pga brannkrav mellom enhetene. De ville da ha 36mm i 2.etg grunnet at det ikke var brannkrav. På di siste prosjektene nå så har de ønsket 48mm i alle stolper så de varierer dette litt.

Hos oss har vi kun hatt C30 kvalitet på våre materialer så dette er grunnen til at dette har blitt levert, men vi har nå gått over til med C24 etter dette prosjektet.

Med tanke på HMS i produksjon/byggeplass så har jeg mange tanker men dette er et ganske stort tema. Jeg er selv tørrer i bunn og har satt opp mange bygg og kjenner gangen i dette ganske godt. Jeg kan sette opp noen tanker rundt det og sette det litt opp mot hverandre:

- Start på et prosjekt med plasskapping vil være å rigge opp gjerdesag slik at man er klar for å kappe. Man vil stå ute å kappe dette evt med et telt. Med tanke på støv så har man en fordel med at dette skjer utendørs. Her må man også fysisk flyttet planker over på sag fra en materialpakke og stable de i et system etter kapping. Det vil alltid være en risiko å bruke gjerdesag i forhold til ulykker!
- Hvis man tenker kapping i produksjon så vil en truck hente de pakkene som trengs og sette de på rullebånd til saganlegget. Materialene går videre inn og plankene spres ut en og en videre til sagen. Sagoperatøren spretter pakken og styrer selv når plankene skal gå videre. Her er det selvsagt en klemfare fra båndet men tror aldri det har vært noen ulykke noen gang. Videre går planker inn i sagen som ikke er eksponert for mennesker da denne står inne i et saghushus. Plankene går videre ut etter kapping og stables i pakker ved hjelp av maskin. Her kan det potensielt være klemfare også men igjen så tror jeg ikke det har vært noen ulykker her. Etter pakking så hentes materialpakken med Truck og stables ute på plassen. Etter min mening så er det størst risiko å bruke gjerdesag på byggeplass kontra kappanlegg i produksjon.
- Med tanke på støv så vil dette eksistere i begge situasjoner. Bruk av hørselvern skal brukes både på byggeplass og i produksjon. I vær produksjon så brukes hørselvern med radio ved sagene. Vet det har blitt tatt støymålinger i produksjon men dette vet jeg dessverre for lite om.
- Når det gjelder støv så vil det som nevnt være fordel å stå ute å sag slik jeg ser det kontra å stå inne å gjøre det, men det vil likevel være stor forskjell på utstyret som brukes. Står man ute å sager med gjerdesag så ser jeg heller ingen vits med at sag kobles til en støvsuger. I produksjonen så er sagen koblet til støvsuger inne i saghushuset så her blir ikke sagfører eksponert for støv annet enn når han åpner huset for å bytte sagbladet eller ved vedlikehold. De bruker trykkluft for å blåse rent i saghushus og der vil det kunne støve litt. Ellers blir flis fraktet videre på til vårt forbrenningsanlegg som vi bruker til varme i bygget.
- Løft i produksjon for precut er minimal da alt går på samleband, men noe plank blir snudd manuelt. Med tanke på takstoler så har vi kraner i produksjon som tar løft. På en byggeplass så vil løft eksistere samme om de får precut eller ikke men med god planlegging kan man med fordel redusere dette ved riktig plassering av materialer etter hvor det skal brukes.

Håper dette var til litt hjelp 😊

Med vennlig hilsen  
**Jon Magnus Andersen**  
Prosjektavdeling- Teamleder

Jatak, Are Brug AS  
Rakkestadvøien 10  
1814 Askim

Mobil: +47 99 46 89 74  
e-Mail: [jon.magnus@jatakarebrug.no](mailto:jon.magnus@jatakarebrug.no)  
Web: [www.jatak.no/arebrug](http://www.jatak.no/arebrug)  
Sentralbord: +47 69 88 66 60



