

**SLUTTRAPPORT FOR UTVIKLINGSPROSJEKT I REGI AV HERSLETH  
ENTREPRENØR.  
PROSJEKT:  
KL-Tre som erstatning for plattendekker**

**Innhold**

1 Rapportens oppbygning .....	2
2 Bakgrunn og kort sammendrag .....	2
3 Resultat.....	3
3.1 Opprinnelige målformuleringer .....	3
3.1.1 Overordnet formål.....	3
3.1.3 Delmål.....	3
3.2 Resultateffekt .....	3
3.3 Målevaluering.....	4
4 Prosjektgjennomføring.....	4
4.1 Arbeidsform og gjennomføring .....	4
.....	5
4.2 Innhold.....	5
5 Konklusjon .....	10
6 Regnskap .....	11
7 Vedlegg.....	11



*Illustrasjon av prosjekt*

## 1

### Rapportens oppbygning

Sluttrapporten dokumenterer summen av aktiviteter og resultater fra prosjektet. Man har søkt å være kortfattet men utfyllende. Sluttrapporten er et åpent dokument som fritt kan distribueres. Det som kan oppfattes som forretningsmessig følsom informasjon for selskapet er her utelatt. Rapporten tar utgangspunkt i søknad og tilbud om tilskudd fra Innovasjon Norge.

## 2 Bakgrunn og kort sammendrag.

Prosjektet er etablert som en del av Bioøkonomiordningens aktiviteter for å øke bruken av tre.

### Bakgrunnen for prosjektet ble beskrevet slik i søknaden.

Hersleth Entreprenør har gjennom mange år utviklet og bygget kommersielle boligprosjekter. Gjennom disse årene har vi brukt ulike byggesystemer med ulikt innslag av materialer og løsninger i konstruksjonene.

I flere prosjekter har vi benyttet tradisjonelle stål og betongkonstruksjoner i bærekonstruksjonene, i kombinasjon med prefabrikerte ytterveggselementer i treverk. Disse ytterveggselementene produseres ved vår egen fabrikk på Årvoll i Moss. Vi har også bygget prosjekter med andre ulike kombinasjonsmaterialer/konstruksjonsprinsipper. Generelt er erfaringen fra disse prosjektene veldig god. Dog har vi sett at det kan være mulige forbedringer til å utføre prosjektene enda mer industrielt effektivt ved å erstatte betong og stål med massivtre og evt. limtre. Denne metoden vil blant annet gjøre at færre faggrupper vil være involvert i byggeprosessen og at disse fagarbeidere vil være involvert i en større del av prosjektet. Dette vil bidra til større eierskap hos håndverkerne og enklere byggeplasslogistikk.

Vi tror en slik byggemetode har mange både miljømessige og andre produksjonsmessige effekter. Vi tror også at prosjektene vil kunne oppnå en høyere bygningsmessig kvalitet. Herunder har Hersleth

sammen med flere ulike samarbeidspartnere ønsket å utvikle et nytt konsept med økt bruk av trematerialer i fortrinnsvis bærekonstruksjonene.

#### **Bakgrunnen utover søknadstekst.**

Det planlagte utviklingsprosjektet var opprinnelig tenkt gjennomført på vår eiendom i Vestby sentrum. Dette prosjektet har dog blitt utsatt av ulike årsaker, så derfor har vi gjort denne utviklingen i et annet av våre prosjekter, nemlig prosjekt Kjærnesløkka i Rygge, nå Moss kommune.

## **3 Resultat**

### **3.1 Opprinnelige målformuleringer**

#### **3.1.1 Overordnet formål**

Industrialisere byggeprosessen ved å ta i bruk massivtre i kombinasjon med elementer i stenderverk

#### **3.1.3 Delmål**

1. Ny konstruksjon av KL-tre skal tilfredsstillere krav innen alle fag som brann, lyd osv.
2. Samme monteringssteam skal kunne håndtere alle elementene.
3. Ny konstruksjon skal konkurrere økonomisk.
4. Alle tekniske installasjoner i bygget skal fungere i ny konstruksjon.
5. Klimaeffekten skal dokumenteres i en forenklet beregning.
6. Alle på byggeplass skal lære om massivtre.

### **3.2 Resultateffekt**

Prosjektet har ført til en klar kompetanseheving på området fra tidligfase planlegging til utførelse. Prosjekteringen av de tekniske løsningene er utført av samtlige relevante fagområder i regi av Hersleth Entreprenør. Alle de involverte prosjekterende har vært sterke bidragsytere til at målene for en svært god teknisk, gjennomførbar løsning er utviklet og utprøvd. Selv om prosjektet ikke er ferdigstilt, er erfaringen til nå svært positiv og i tråd med forventningene.

Både arkitekt, brannkonsulent, lyd og Rib-konsulent har gjort nye og gode erfaringer med massivtre. De prosjekterte løsningene er godt dokumentert og skal tilfredsstillere krav til både brannkapasitet, lyd og bærekonstruksjon. De lydtekniske egenskapene skal verifiseres med lydmålinger ved slutføring av prosjektet. Dette for å bekrefte de teoretiske beregningene. Resultatet av dette vil være med å bestemme videreutviklingen av løsningene til neste prosjekt.

Hersleth har også hatt betydelig kompetanseutvikling i bedriften. Dette har gitt seg utslag i økt forståelse av prosjekteringen og et stort kunnskapsløft for bygging av trekonstruksjoner inkludert massivtre.

Byggeprosjektets status per november 2021 er at de tre første etasjene er montert på bygg A. Vi har allerede svært gode erfaringer fra montaselagene som både har montert massivtredekker, limtrekonstruksjoner, ytterveggselementer og innervegger (både bærende og ikke). Tømmerne har gjort store faglige fremskritt, og den allerede stramt planlagte fremdriften kan forsterkes for montasje av neste bygg. Tømmerne har også hatt en stor motivasjon og synes det er veldig spennende og gøy å arbeide med denne løsningen. Fagarbeidernes eierskap og interesse for prosjektet har også økt betydelig.

Prosjektet er ikke slutført, men Hersleth kan allerede nå konkludere med at dette er en suksess. Utviklingen av neste prosjekt er allerede under planlegging med samme konstruksjonsmetode. Den videre slutføringen og evalueringen av prosjektet vil gi svar på om det er nødvendig å videreutvikle metoden og konstruksjonene ytterligere til neste prosjekt. Det vil da være nærliggende å benytte de samme samarbeidspartnere i dette arbeidet.

### **3.3 Målevaluering**

Med utgangspunkt i prosjektets mål vurderes følgende å være oppnådd:

Overordnet formål: Målet er oppnådd.

Hovedmål: Målet er oppnådd. Prosjektet er ferdig utviklet og prosjektert og under oppføring.

Delmål: Alle delmålene er oppnådd. Neste prosjekt er under planlegging.

## **4 Prosjektgjennomføring**

### **4.1 Arbeidsform og gjennomføring**

Hersleth Entreprenør AS har utviklet konseptet og ledet både prosjektering og byggingen fra A til Å.

Prosjekteringsledelsen og prosjektstyringen har vært gjennomført av interne ressurser i Hersleth Entreprenør. I tillegg til dette er deler av RIB prosjekteringen, elementprosjektering (egne veggelementer) og andre detaljløsninger utført med interne ressurser og kompetanse. Dette har naturlig nok også ført til bred kompetansen i bedriften.

Arbeidet har vært organisert i en tradisjonell prosjektorganisasjon der de ulike fagområdene har bidratt med kompetanse og prosjektering i de ulike prosjektfasene, både skisse- forprosjekt og detaljprosjektering/utførelse. Arkitekt i tidligfase (Enerhaugen arkitekter) har i skisse og forprosjektet prosjektert overordnet bygningsstruktur og geometri, mens de ulike fagene har kvalitetssikret og bidratt med premisser og styrende løsninger/detaljer underveis. Dette er da alt fra føringer på spennvidder i konstruksjoner, høyder/detaljsnitt og materialbruk/detaljløsninger.

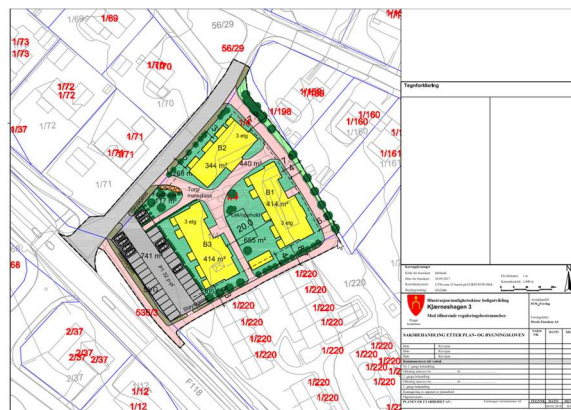


*Opprinnelig eksisterende bygningsmasse på tomten som viser hovedhus og 2 mindre låvebygninger*

## 4.2 Innhold

### Mulighetsstudie.

Det ble først laget en mulighetsstudie. Denne var nødvendig for å avklare utbyggingsmulighetene og grunnlag for detaljregulering av eiendommen. Tomten ligger sentralt på Halmstad og eksisterende bebyggelse bestod av 3 eldre bygninger. Det ble beskrevet en utbygging der eksisterende bebyggelse ble revet og erstattet av 3 bygningskropper med inntil 45 leiligheter. Dette arbeidet er ikke en del av søknaden.



### Fase 1 – skisseprosjekt.

Prosjektering av skisseprosjektet er en del av søknaden til Innovasjon Norge og en del av bevilgningen. I denne fasen ble mulighetsstudiet verifisert i form av en overordnet kvalitetssikring av utbyggingspotensiale, kalkyle og byggemetode. Prosjektet blir mer detaljert beskrevet og løsninger klarere definert. Det er en erfaring i slike utviklingsprosjekter og kanskje spesielt for treprosjekter at en større del av prosjekteringen skjer tidligere i utviklingen enn andre prosjekter. Dette er nødvendig for å sikre prosjektet. Herunder blir typiske prinsipper som tilstrekkelige høyder, takform, og første vurdering av spennvidder vurdert. I tillegg til dette ble brannrådgiver og støykonsulent også involvert for å gjøre innledende vurdering.



Beskrivelsen og rammen av skisseprosjektet blir en del av budsjettet og dannet beslutningsgrunnlaget for videre planlegging av prosjektet.

### **Beskrivelse av behov.**

I skissefasen ble det gjort analyser av sluttmarkedet med å identifisere kjøperen og analysere denne. Hva ønsker kjøperen og hvordan skal prosjektet tilpasses denne.

### **Fase 2 – forprosjekt.**

#### **Tilpasse til teknisk løsning.**

I denne fasen beskrives prosjektet ytterligere og danner grunnlag for en byggekontrakt. Alle relevante rådgivere gjennomgår og verifiserer de tekniske løsningene foreslått i skisseprosjektet og konseptene bestemmes. For eksempel har brannrådgiver laget foreløpig brannkonsept og gjennomgått detaljer/løsninger sammen med prosjekteringsteamet. I forhold til massivtre gjelder da dette spesielt brannklassifisering i brannskillende konstruksjoner og krav til materialbruk, i tillegg til rømnings situasjon og andre branntekniske krav. Dette gjelder både dekker, balkonger, svalganger og vertikale sjakter.

Rådgiver akustikk har laget premissdokument for å sikre at innvendig og utvendig støybelastning i prosjektet ivaretas iht alle myndighetskrav og tekniske krav som f.eks. teknisk forskrift. I skillende konstruksjoner vertikalt og horisontalt er detaljløsninger gjennomgått og planlagt for å sikre en god og effektiv utførelse med bruk av massivtre og elementvegger. Det har vært mange møter og gjort ekstern kvalitetssikring av detaljer opp mot andre rådgivere og løsninger fra andre prosjekter, både internt og eksternt.

Prosjektering av egne elementer, bærekonstruksjon og fundamentering har også gitt innspill og sikret de gode gjennomførbare tekniske løsningene. Spennvidder på dekker har da gitt dimensjoner (tykkelse/bredden) som i neste prosjekteringsnivå (detalj/utførelse) har blitt verifisert.

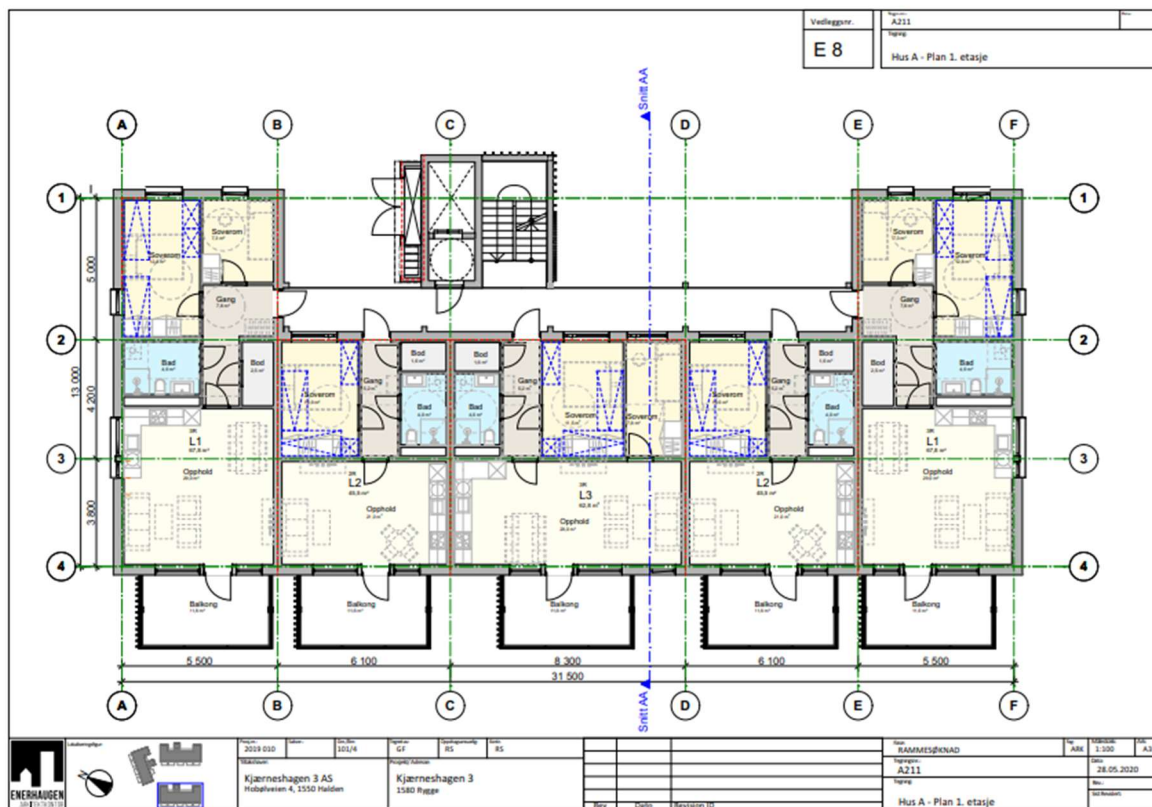
Løsningene ble altså prosjektert og optimalisert med bruk av massivtre.

Dette arbeidet har vært vesentlig for å sikre gode løsninger spesielt da mellom boligene både vertikalt og horisontalt. De tekniske rådgiverne herunder elektro, vvs og vva har også vært inne og gitt innspill i denne fasen, men har hatt mindre påvirkning på valg av konstruksjonsprinsipper enn de andre fagene.

Løsningene har med andre ord vært gjennomgått teknisk av alle fag og så godt det lar seg gjøre løst i denne fasen.

Resultatet av dette utviklingsarbeidet ble at alle horisontale bærende dekker i bygningene (med unntak av gulv på grunn) ble planlagt som massivtredekker inkludert balkonger og svalganger. Av vertikale bærende elementer ble det planlagt med en blanding av limtre og stenderverk/elementer. Løsningen innebar at det ikke var behov for fravik fra noen tekniske krav iht pbl eller teknisk forskrift grunnet valg av konstruksjonsløsning.

Det ble også i denne fasen avklart hvilke synlige overflater som kunne være massivtre.



### Tilpasse til konkret tomt og eksisterende grunnforhold.

Ettersom utstrakt bruk av tre gir en lettere konstruksjon, har både geotekniker og RIB i denne fasen verifisert at fundamenteringen kunne gjøres med kompensert fundamentering. Det ble ikke gjort større utredninger av dette, men det er sannsynlig at man kunne måtte gå over til en mer omfattende fundamentering dersom konstruksjonen hadde vært i betong, enten i form av større fundamenter, eller bruk av peling

### **Fase 3 – rammesøknad og kalkulasjon**

#### **Rammesøknad.**

Parallelt med utarbeidelse av forprosjektet ble det utarbeidet rammesøknad til kommunen. Så snart rammesøknad ble sendt og forprosjektet avsluttet, ble prosjektet detaljkalkulert.

Tilbudsinnhenting fra de ulike leverandørene gav et samlet kalkulert prosjekt som viste at bruk av massivtre slik planlagt, var omtrent tilsvarende som andre prosjekter med f.eks. betong/stål. Dette gav da beslutningsgrunnlag for å gjennomføre detaljprosjektering og utførelse med planlagte løsninger i massivtre.

### **Fase 4 – detaljprosjektering og byggefase.**

Etter tilstrekkelig salgssfase og finansiering av prosjektet var på plass vår 2021, ble det besluttet byggestart. Den videre detaljprosjekteringen og kontrahering av både utførende og prosjekteringen ble da gjort med bakgrunn i videreføring implementering av forprosjektet.



Byggefaseen startet våren 2021 og eksisterende bygningsmasse ble revet før grunn og fundamenteringsarbeider ble påstartet. Detaljprosjekteringen var da godt i gang og ytterligere detaljering av løsninger ble da detaljprosjektert og arbeidstegninger utarbeidet.

Det er Norsk massivtre AS som er kontrahert som totalleverandør av massivtre og limtrekonstruksjoner i hele prosjektet. Massivtrekonstruksjonene blir levert fra KLH i Østerrike. Etter riving og grunnarbeider gjennom sommeren, ble kjeller under hus A støpt i plasstøpt betong. Dekket over kjeller er i massivtre, på tross av noen utfordringer med dette. Blant annet måtte det konstrueres utvendig ribber på kjeller for å motstå horisontal jordtrykk, da massivtrekonstruksjon vanskelig kan ta opp disse kreftene i dekkeskiven.

En godt planlagt egenproduksjon av veggelementer og koordinering med limtre og massivtreelementene har ført til en svært god logistikkplanlegging på prosjektet. Planleggingen av montasje var nøye gjennomført og alle utførende var involvert i prosessen. Det har også vært gjennomført egne samlinger med våre egne tømrere og montasjelag for å sikre en god og gjennomførbare løsning. Det ble fokus på de spesielle montasjedetaljene i form av både



skruer/innfesting og detaljer. Denne prosessen har vært svært viktig for å sikre kompetanseutviklingen i bedriften og erfaringsoverføring mellom planlegging og utførelse. Det planlegges ytterligere slike samlinger underveis og i etterkant/evaluering av ferdigstillingen. Samtlige dekke og vegger er opplagt på spesielle xylomer puter for å sikre gode akustiske løsninger. Det vil ved ferdigstilling bli gjennomført egne lydmålinger for å verifisere evt. avvik mellom teori og praksis.

Dekke over kjeller var første leveranse og montasje, og ble gjennomført etter plan. Montasje av både yttervegger, innervegger, limtre og massivtre er pt. gjennomført etter plan og med god margin. Det er i skrivende stund montert 3 fulle etasjer på første bygg, mens neste hus monteres.

Erfaringene så langt fra tømmerne er svært positive. Både byggemetodikk med element/industriell produksjon, og montaseløsning har fungert svært godt. Det er enkle arbeidsoperasjoner under montasjen og dette gir stor sikkerhet for planlagt fremdrift.

Denne løsningen gir altså en svært høy ferdigstillingsgrad på kort tid.





## 5 Konklusjon

Prosjekt Kjærnesneshagen er under oppføring. Prosjektet er prosjektert og planlagt slik intensjonen hele tiden har vært, nemlig å erstatte tradisjonell betong i dekkekonstruksjonen til massivtre. Dette i kombinasjon med egenproduserte bærende ytterveggselementer i tradisjonell stenderverkskonstruksjon.

Prosjektet viser at å bygge vanlige boliger i massivtre som tilfredsstillers dagens tekniske krav er fullt gjennomførbart og innenfor en økonomisk gjennomførbart ramme.

Det er prosjektert gode løsninger som ivaretar alle teknisk krav med god margin. Erfaringene fra prosjekteringen, er at det er viktig å benytte god kompetanse og bruke entreprenørkompetanse i alle ledd av prosjekteringen. Da sikrer man det gode resultatet. Kompetanseøkningen i Hersleth entreprenør har vært og er fortsatt betydelig, og vi er trygge på at Hersleth vil bygge flere slike prosjekter fremover.

Det er stor entusiasme blant tømmerne og vi ser at det har en effekt både på driften på selve byggeplassen (produksjon) og arbeidsglede i form av å øke arbeidsomfanget innunder samme fag. Det er de samme fagarbeiderne som monterer alle elementene, som er fullfører og kompletterer prosjektet.

Vi ser også at prosjektet vil ferdigstilles og leveres ca 2mnd tidligere, enn ved den tradisjonelle betongløsningen. I tillegg til kompetanseheving i mange ledd og økt forståelse for bruk av tre, viser jo klimaregnestykket at man også har spart miljøet for betydelig CO<sup>2</sup> utslipp.



Status pr november 2021

## 6 Regnskap

Kostnader sammenlignet med poster i bevilgning.

Budsjettpost	Verdier	
	Kostnad treprosjekt	Budsjett treprosjekt
Arkitekt	299 824	100 000
Egeninnsats	562 200	350 000
RIB betong	96 056	40 000
Rådgiving brann	168 791	140 000
Rådgiving lyd	130 143	130 000
Rådgivning trekonstruksjon	206 400	180 000
Øvrige fag (tekniske fag og bygningsfysikk)	145 308	120 000
<b>Totalsum</b>	<b>1 608 722</b>	<b>1 060 000</b>

Her vises kostnad i prosjektrengskapet og budsjettet for bevilgningen. Begge beløp er eks. mva.

## 7 Vedlegg

Bekreftelse fra revisor.

Sammendrag økonomisk resultat.