

Arnis Orskis
Ingerid Elisabeth Aadnesen
Anna Eline Hollen
Mathias Jensen

Teknisk prosjektrapport

Ingeniørfaglig Systemtenkning

Trondheim
2019

Forord

Denne oppgaven er skrevet som vurderingsgrunnlag i faget "Ingeniørfaglig systemtenkning" ved siste semester av bachelor-utdanningen for byggingeniører ved NTNU i Trondheim. Vi vil først benytte muligheten til å takke vår faglærer og veileder Jomar Tørset for gode råd, retningslinjer og bistand gjennom hele prosjektet.

Vi vil også takke Arne Vaslag, Arnstein Vaslag og Per Atle Hansen ved Rennebu-Bjelken AS for å ha satt av tid til en gjennomgang av produktene deres, og en ellers hyggelig dialog.

Deretter vil vi takke Knut Magne Lundemo og Randi Nordgaard Hermstad for å ha ytret deres ønsker og ambisjoner for Midtre Gauldal kommune og regionene rundt.

Å skrive denne oppgaven har vært en lærerik (og til tider frustrerende) opplevelse for alle i gruppen, og vi håper den kan komme til nytte for de som leser den.

Takk!

Sammendrag

Det presenteres i denne rapporten et forslag til utforming av et signalbygg på Støren i Midtre Gauldal kommune. Bygget skal være et treteknisk senter, og i rapporten det er lagt stort fokus på bruk av Rennebu-Bjelken AS sine produkter.

Ved innhenting av nødvendige data konkluderte gruppen med at byggeprosjektet kan bygges på det foreslåtte området. Her vil bygget være sentralt og sentrumsnært, og kunne fungere som et samlingspunkt i kommunen. Det er foreløpig ikke gjennomført en geoteknisk og ingeniørgeologisk vurdering av grunnforholdene på stedet, så før en eventuell oppstart av prosjektet forutsettes det at dette blir gjort.

Signalbygget skal være et treteknisk senter. Trevirket som byggemateriale har flere gode tekniske og miljømessige egenskaper. Det er også flere lokale bedrifter på og rundt Støren som driver med både hogst og produksjon av trevirke. Signalbygget skal derfor kunne fungere som en arena der disse produsentene kan bruke sine produkter, og ha et bygg å vise til ved senere anledninger. Fra kommunen sin side er det ønskelig å inkludere Gauldal Videregående skole i byggeprosessen, med sin Bygg og Anleggslinje. På denne måten vil elevene her øke sitt kjennskap til bedriftene, samtidig som de lærer om nye produkter og måter som brukes i dagens marked. Trevirke er en miljøvennlig, bærekraftig og fornybar ressurs som Midtre Gauldal kommune ønsker å utvide sitt potensiale med, da de har en enorm tilgang på lokale og kortreiste treressurser. Miljøfokus i prosjektet er stort, og vi vurderer og ser på tiltak for en eventuell BREEAM-sertifisering.

Oppgaven omhandler også viktigheten av planlegging i alle prosjektets faser og foreslår konkrete tiltak som reduserer risikoen etter man har definert de kritiske suksessfaktorene. Det foreslås bruk av taktplanlegging under prosjektets fullføring. Metoden lar prosjektledere organisere alt planlagt arbeid slik at aktiviteter kan kobles sammen og prosjektet vil kunne gjennomføres med kontinuerlig arbeidsflyt, på best mulig måte.

Til slutt i rapporten konkluderes det med at det ferdige bygget vil ha risikoklasse 5 i første etasje og risikoklasse 2 i resterende etasjer med kontorer. Byggets brannklasse fremkommer som et resultat av risikoklasse og antall etasjer, og bestemmes her til å være brannklasse 3. For å oppfylle disse kravene kreves en viss brannmotstand som Rennebu-Bjelken AS sine produkter ikke oppfyller i dag.

Innholdsliste

1	Betydning til forkortelser, definisjoner	1
2	Innledning	2
2.1	Oppgaven	2
2.2	Teknisk rapport	2
3	Eksisterende planområde	4
3.1	Beliggenhet	4
3.2	Grunnforhold	5
3.3	Naturverdier	5
3.4	Trafikk i området	5
4	Planlegging av byggeområde	6
4.1	Bygget	6
4.2	Parkering	6
5	Markedsføring	7
5.1	Produkt, kundens behov og ønsker	7
5.2	Pris og kostnad	8
5.3	Plassering og beleilighet	9
5.4	Promotering og kommunikasjon	10
6	Miljø og bærekraft	11
6.1	Materialvalg	13

6.2	Byggproduksjon	15
6.3	Energibruk	16
7	Teknisk	17
7.1	Tre	17
7.2	Fremstilling av finer og produksjon av kryssfiner	19
7.2.1	Knivskåret finer	20
7.2.2	Skrellet finer	20
7.2.3	Sagskåret finer	20
7.2.4	Kryssfiner	20
7.3	Trevirkets branntekniske egenskaper	22
8	Planlegging, kvalitetssikring og grensesnitt	23
8.1	Planlegging	23
8.2	Kvalitetssikring i arbeid med prosjektet	23
8.3	Grensesnitt	24
8.3.1	Valg av entrepriseform	26
8.3.2	Søknad om nødvendig tillatelse	28
8.3.3	Taktplanlegging	28
9	Resultat	30
9.1	Rennebu-Bjelken AS	30
9.1.1	Brannkrav	30
9.1.2	Miljø	32
9.2	Bygget	34

9.2.1	Generelt	34
9.2.2	Innfesting av dekker	35
10	Konklusjon	37
Vedlegg A	Kravspesifikasjon	41
A.1	Innledning	41
A.1.1	Prosjektets mål	42
A.1.2	Eksisterende situasjon	42
A.2	Overordnede krav og føringer	43
A.2.1	Funksjonskrav til bygningen	43
A.2.2	Funksjonskrav til museum	45
A.2.3	Funksjonskrav til kontorer	45
A.2.4	Universell utforming	46
A.2.5	Sikkerhet	47
A.2.6	Miljø	47
A.3	Bygningsdeler (materialer og tekniske krav)	48
A.3.1	Dekker	48
A.3.2	Tak	48
A.3.3	Grensesnitt	49
Vedlegg B	Gantt-diagram prosjekt - signalbygg på Støren	51
Vedlegg C	Artikkel	52

Figurliste

1	<i>Valgt område på Støren (utklipp fra Norgeskart)</i>	4
2	<i>Interessentmatrisen [1]</i>	8
3	<i>Valgt område på Støren (utklipp fra Norgeskart)</i>	9
4	<i>CO₂-emisjonenenes rolle i treets livssyklusen [2, side 7]</i>	13
5	<i>Framstilling av treceller ved varierende fuktighet [3]</i>	17
6	<i>Trevirkets tre hovedretninger [3]</i>	18
7	<i>Metoder brukt i finer produksjon - (a) knivskåring (b) skrelling (c) sagskåring [4]</i>	19
8	<i>Taktplan signalbygg på Støren</i>	28
9	<i>Illustrasjon for innsetting av buffere før/etter aktiviteter [5]</i>	29
10	<i>Kriterier for plassering av bygninger i ulike risikoklasser og brannklasser</i>	31
11	<i>Krav til bærende bygningsdelers brannmotstand, avhengig av bygningens brannklasse</i>	31
12	<i>Illustrasjonsbilde fra sør-øst</i>	34
13	<i>Illustrasjonsbilde fra nord-øst</i>	34
14	<i>Illustrasjonsbilde fra takterrasse</i>	35
15	<i>Forslag 1) til innfesting av dekkeelementer: Skruer og opplegg på trebjelke</i> . . .	36
16	<i>Forslag 2) til innfesting av dekkeelementer: LB-bjelke av betong</i>	36
17	<i>Forslag til plassering av signalbygget (utklipp fra Norgeskart)</i>	42
18	<i>Kategorier i BREEAM-NOR Manualen med vektning [6]</i>	47

Tabelliste

1	<i>Kritiske suksessfaktorer og tiltak i prosjektet - signalbygg på Støren</i>	23
2	<i>Definerte grensesnitt i prosjekt - signalbygg på Støren</i>	25

1 Betydning til forkortelser, definisjoner

- **dsb** - Direktoratet for samfunnssikkerhet og bredskap
- **pbl.** - Plan- og bygningsloven
- **SVV** - Statens vegvesen
- **TEK17** - forskrift om tekniske krav til byggverk

2 Innledning

"Vi skal presentere et prosjekt som er attraktivt, unikt og i harmoni med omgivelsene. Samtidig skal bygget være bærekraftig og gjennomførbart i takt med Trondheim kommunes klimaplan. Signalbygget på Støren skal være til inspirasjon for bygg- og anleggsbransjen, samt til nytte for lokalmiljøet."

— Visjon for oppgaven definert av arbeidsgruppen

2.1 Oppgaven

Oppgaven er å utforme et treteknisk signalbygg på Støren, med spesielt fokus på miljø og bærekraft. Dette oppnås blant annet ved bruk av tak- og gulvkonstruksjoner fra Rennebu-Bjelken AS, og eventuelt andre kortreiste materialer. Bygget skal ha åtte etasjer, og inkludere et jernbaneteknisk museum og kontorer.

Dekkekonstruksjonen til Rennebu-Bjelken AS er et nytt produkt bestående av kryssfiner som flenser og rennebubjelke som steg mellom. Gjennom innovasjon og sammensatt kunnskap skal dette produktet tas i bruk i prosjektet.

Signalbygget på Støren skal være et unikt og moderne bygg i harmoni med omgivelsene, som beboerne på Støren og Midtre Gauldal Kommune vil ha god nytte av.

2.2 Teknisk rapport

Hensikten med denne tekniske rapporten er å beskrive og utforme et treteknisk bygg, med fokus på bruk av Rennebu-Bjelken AS sine produkter. I rapporten tas det hensyn til hvilken innvirkning bruk av trevirke som bygningsmateriale vil ha på bærekraft, miljø og brannsikkerhet. Bygget skal være et signalbygg plassert på Støren i Midtre Gauldal kommune. I oppgaveløsningen er bruk av Rennebubjelken samt kanaldekker fra samme lokalleverandør en forutsetning, og et svært viktig ledd. Ved bruk av lokale materialer, skal bygget være et pilotprosjekt for byggeindustrien i nærmiljøet, og på sikt et verksted for kommunen og lokalbefolkningen.

I første fasen i arbeid med oppgaven ble det definert oppgavens visjon. Deretter fulgte arbeidet med innhenting av nødvendig data og beskrivelse av eksisterende situasjon i planområdet. Ved å fullføre foreslåtte plassering av treteknisk senter antas det at Lundamo Auto AS virksomheten

rives ned, mer om dette samt planlagt arealbruk i kapitel 3.

Videre er det skrevet om markedsføring og metoder som brukes i denne besvarelsen er såkalte *4 P-er* og *4 C-er*. Henholdsvis den første metoden går ut på å inndelegge og systematisere konkurransemidler, mens den andre metoden er mer kundefokusert. De delkapitlene tar hensyn til kundenes ønsker og behov for produktet samt Rennebu-Bjelken AS produktets pris og kostnad i forhold til andre bygningsmaterialer i markedet.

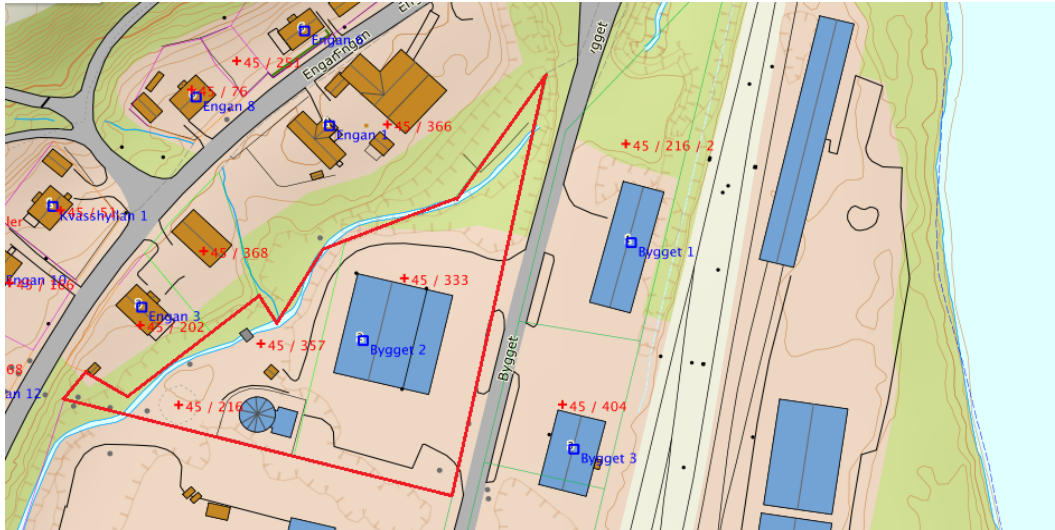
Det har alltid vært aktuelt å kjenne til materialets fordeler, ulemper og klimaavtrykk, derfor en god del av tekniske rapporten består av beskrivelse om miljø og bærekraft, samt trevirkets tekniske egenskaper. Gauldal kommune har en egen klima- og energiplan frem til 2020 og i et byggeprosjekt som dette vil kommunen spille en viktig rolle med hensyn til byggets energieffektivitet - mer om dette i kapitel 6. Kapittel 7 har fokus på trevirket som bygningsmaterial og angir noen fordeler samt ulemper som f.eks. om bruk av tre vil være gunstig med hensyn til fundamenteringsbehov eller byggetidsbesparelse.

Kapittel 8 går ut på å beskrive og fokusere på behov for planlegging i et byggeprosjektet. Videre er det angitt hva bør man gjøre for å sikre kvalitet i arbeid med prosjekter og viktigheten med grensesnitt dersom prosjektet fullføres av tverrfaglige leverandører. Som regel valg av entreprisform avgjøres i planleggingsfase. Kapittel 8.3.1 beskriver hvordan man bør velge en passende entreprisform samt det gis foreslag til valg av kontraktform basert på statistiske data fra 2015 til dette prosjektet.

For at prosjektet skal være vellykket er planlegging av fremdriftsplan en viktig forutsetning og et sentralt ledd i denne prosessen. Planlegging kan gjøres på forskjellige måter og presenteres ved bruk av forskjellige diagrammer, men de mest tradisjonelle måter å representere en tidsplan på er ved bruk av Gantt-diagram eller Nettverk [8]. I denne rapporten presenteres tidsplanen for prosjektet ved bruk av Gantt-diagram vedlagt i vedlegg på side 51 som illustrerer aktivitetenes teoretisk varighet samt milepæler.

3 Eksisterende planområde

Det valgte området på Støren til treteknisk senter er vist på figur 1 til utbygging av treteknisk signalbygg på Støren. Per idag har Støren ikke noe bygg som kan karakteriseres som signalbygg og stråler attraktivitet og nytenkning både for beboere, elever eller besøkende.



Figur 1: Valgt område på Støren (utklipp fra Norgeskart)

3.1 Beliggenhet

Området ligger i området Støren sentrum nord med adresse "Bygget 2, 7290 Støren". For å få tilstrekkelig plass til byggverket med tilhørende arealer er det planlagt en sammenslått tomt kombinert av følgende tomter: gnr 45/bnr 333, gnr 45/bnr 357 og gnr 45/bnr 216, se figur 1. Totalt gir dette en tomtestørrelse på ca. 6 300m². Det er plassert en verkstedbygning på nåværende tomt 45/333 som drives av Lundamo Auto AS avd. Støren. Denne verkstedbygningen planlegges revet for å lage plass til signalbygget, samt arealet på tomt 45/357 og 45/216 planeres og gjøres om til parkeringsareal. Tomt 45/357 har en bygning for vannforsyning (bl.a. pumpestasjon) som blir stående urørt. Det er ikke utført beregninger rundt temaet, men det antas at noe fundamentering fra verkstedbygningen kan gjenstå og brukes til signalbygget.

3.2 Grunnforhold

Berggrunnen i området består i hovedsak av grønnstein, som er veldig utbredt i Trondheimsområdet. Løsmassene i området er dominerende elveavsetning fra Gaula, samt noe fyllmasser som er blitt etterfylt. Det er en forutsetning for bygging i området at nøyaktige, geotekniske vurderinger blir gjennomført av foretak med høy kompetanse. Grunnen er usikkerhet rundt type løsmasser i avsetningene, vannmengde og generelt egnethet til bygging. Fundamenteringsmetode vil bli valgt på grunnlag av denne undersøkelsen, og endringer på byggverket endelige form kan dermed oppstå.

3.3 Naturverdier

Området består i hovedsak av næringsbygg og boligområdet, men nærheten til natur-, og friområder gjør at spesielle hensyn må tas. Elven Gaula er i direkte nærhet øst for tomten, samt større skogsområder mot nord og vest. Dette er tatt hensyn til gjennom kommunens reguleringsplan for Støren sentrum nord, hvor planlagt tomt er regulert til forretningsformål.

3.4 Trafikk i området

Veien Fv6558 brukes av motoriserte kjøretøy, gående og syklistar med registrert ÅDT på 2200 kjøretøy. Det er ikke registrert andel tunge kjøretøy i strekningen og per idag er det ikke registrerte ulykker i området (kilde: NVDB).

Nærheten til boligfelt og næringsområdet er årsaker til trafikkmengden per idag. Dersom man forventer stenging av Fv6558-vegen under utbyggingen bør det planlegges tiltak og vegen gjennom boligfeltet bør dimensjoneres for økt trafikkmengde i samsvar med retningslinjer fra Statens vegvesen.

Vegen som går langs det planlagte signalbygget er ikke lagt til rett for myke trafikanter, det vil si Fv6558 har ikke langsgående gang- og sykkelveg. Kollektivknutepunkt "Støren Skysstasjon" ligger Sør for området og gjelder både for buss og tog.

4 Planlegging av byggeområde

4.1 Bygget

- Fotavtrykket til bygget er på $1500m^2$.
- Bygget skal ha åtte etasjer og bygges i tre.
- Første etasje skal være et jernbaneteknisk museum som tilsvarer tre etasjehøyder.
- De øvrige etasjene skal benyttes til kontorer.
- Deler av taket skal brukes til fellesareal og takterrasse.

Byggets utseende skal tilpasses kundenes behov og området rundt. Bygget skal være et treteknisk senter og skal derfor så langt det lar seg gjøre bygges av trevirke.

4.2 Parkering

Det er planlagt å sette av rundt $4000m^2$ til parkeringsplasser. Siden det planlegges et bygg på åtte etasjer legges det til rette å:

- dimensjonere nærliggende veger for økt trafikkmengde i samsvar med Statens vegvesen sine retningslinjer,
- vurdere tiltak til økt sikkerhet ved å for eksempel sette ned fartsgrensen,
- og planlegge adkomsten til det aktuelle området for myke trafikanter som gående og syklende fra kollektivt knutepunkt.

5 Markedsføring

Markedsføring er en samlebetegnelse for kommersielle virksomheters aktiviteter i forbindelse med å planlegge og gjennomføre markedsundersøkelser, produktutvikling, markedspåvirkning og distribusjon av konsepter, varer og tjenester. Det er også definert som bedriftstiltak som tar sikte på å skape en forskjell mellom egne tilbud og konkurrerende bedrifters tilbud, og samtidig skape verdi for kundene [9, side 24]. Med andre ord: markedsføring dreier seg om å analysere bedriftens aktiviteter i markedet og vurdere om produserte varer eller tjenester treffer kundenes behov på en konkurransedyktig måte.

Det kan benyttes flere metoder for markedsføring. En velkjent og viktig metode bestående av konkurransemidler som en bedrift kan benytte for å påvirke etterspørselen etter sine varer og tjenester kalles for *Marketing Mix*-metoden. Denne metoden inndeler og systematiserer konkurransemidler i fire grupper - såkalte *4 P-er*: *Product* (produkt), *Price* (pris), *Promotion* (promotering) og *Place* (plassering) [10, side 46]. Tilsvarende finnes det også en mer kundefokusert metode kalt de *4 C-er*: *Consumer wants and needs* (kundens behov og ønsker), *Cost* (kostnad), *Communication* (kommunikasjon) og *Convenience* (beleilighet). Hver av konkurransemidlene er beskrevet nedenfor og angir påvirkning og effekt i dette prosjektet.

5.1 Produkt, kundens behov og ønsker

Produktet skal være et signalbygg på Støren i Midtre Gauldal kommune. Bygget skal bestå av åtte etasjer, og inkludere et jernbaneteknisk museum samt kontorer i de øvre etasjene. Bygget skal skille seg positivt ut fra omgivelsene, og bidra til å skape lokal identitet på Støren. Produktet skal være et treteknisk senter og i byggeprosessen skal det benyttes kortreiste materialer, hovedsaklig fra Rennebu-Bjelken AS.

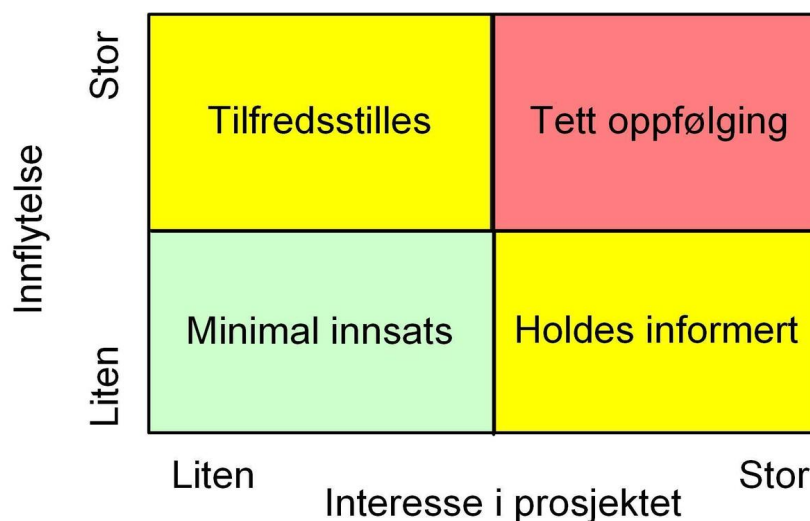
For å kunne gjennomføre og selge et prosjekt som dette er det kritisk å forstå kundenes ønsker og behov, og å tilfredsstille disse til enhver tid. Markedsføringskampanjen må derfor fokusere på hvordan prosjektet vil være verdifullt for kundene.

I dette prosjektet defineres Rennebu-Bjelken AS som primærkunde og Midtre Gauldal kommune som sekundærkunde. Rennebu-Bjelken AS har som mål å inntre markedet med sitt nye kanaldekkelement for å konkurrere med dekker av spennbetong. Det vil her være naturlig å promotere kanaldekkenes bærekraftige og mer miljøvennlige egenskaper, noe som passer godt i et marked

med økende fokus rundt akkurat dette.

Økt bruk av kortreiste, miljøvennlige og bærekraftige materialer i bygget vil i tillegg bidra til å oppnå målene i Trondheim kommunes klimaplan, og tilfredsstiller derfor også Midtre Gauldal kommunes ønsker og behov.

I tillegg til prosjektets kunder vil det også være andre personer og organisasjoner med tilknytning til prosjektet, heretter kalt interessenter, som også må tas hensyn til. I hvor stor grad man bør fokusere på å tilfredsstille interessentenes ønsker vil variere med hver enkelt interessents innflytelse og interesse for prosjektet. En metode for å avgjøre hvordan man bør forholde seg til interessenter er illustrert i figur 2.



Figur 2: *Interessentmatrisen* [1]

5.2 Pris og kostnad

Pris referer til mengden en forbruker må betale for et produkt, men kan også være det en forbruker er villig til å ofre for å få tak i et produkt. Det inkluderer da prising av et produkt, taktikk rundt prissetting, men også rabatter og andre fordelsprogrammer. Prisen på et produkt er bare en del av den totale kostnaden som kommer i søken av å tilfredsstille et behov eller ønske. Når en inkluderer kostnad, tar man videre med tiden det tar for å tilegne seg det forespurte. Det er enkelt sagt den totale prosessen inn i et produktvalg, da også inkludert en kundes kostnader for å ikke velge eller bytte fra konkurrentens produkt.

Kanaldekkekonstruksjonen til Rennebu-Bjelken AS er et nytt produkt, som skal inn i bygningsmaterialmarkedet. Det er et tre-materiale som er gunstig med tanke på miljøet, men prisen er ofte stivere enn tradisjonelle materialer som betong og stål. For at produktet skal være konkur-

ransedyktig i markedet, må totalkostnaden med tanke på både økonomi og miljø gå opp.

5.3 Plassering og beleilighet

For å disponere tomten til prosjektet (figur 3) riktig med tanke på dets utendørs funksjoner, adkomstforhold og behov bruker man mye ressurser i form av tid og energi. Samtidig må en ta hensyn til flere faktorer som kan påvirke hver enkelt beslutning.



Figur 3: Valgt område på Støren (utklipp fra Norgeskart)

Store bygg utført i tre krever høy nøyaktighetsgrad ved prosjektutførelse med hensyn til lyd, rammens stivhet og vibrasjoner. Aktuelle problemstillinger i dette prosjektet kan forventes rettet mot lyd og vibrasjoner siden tomten befinner seg midt mellom to forskjellige ferdselsårer. Dersom støynivået er høyere enn det Miljødirektoratet har definert for likende bygg, må dette tas høyde for under byggeprosessen.

Helhetlig vurderer gruppen plasseringen til tomten som god når en tar i betraktning plassering og den planlagte bruken av bygningen. Plassering av bygget møter også de funksjonskravene bygget er planlagt til: jernbaneteknisk museum og kontorlokaler.

Produktet skal som nevnt tidligere være et signalbygg. Støren er en relativt liten bygd hvor det kan være behov for et moderne bygg som bidrar til et økt lokalt fellesskap. Ved å samle kontorer i ett og samme bygg vil det være enklere med god kommunikasjon og samarbeid på tvers av ulike jobber. Samtidig kan bygget med et jernbaneteknisk museum oppnå interesse fra turister og forbigående, og på den måten kan Støren vokse og utvikle seg som tettsted.

5.4 Promotering og kommunikasjon

Promotering handler om hvordan man kommuniserer med en ønsket kundebase for å tiltrekke seg potensielle kunders oppmerksomhet, og hvordan man gjennom denne kommunikasjonsplattformen øker sannsynligheten for at prosjektet kjøpes, og derfor gjennomføres. Dette kan gjøres ved hjelp av reklamekampanjer, publisitet og sponsorskap, personlig salg eller direkte markedsføring.

Virkemiddelet promotering er mest brukt i forbindelse med masseproduksjon av produkter, og vil dermed ikke være like relevant i dette prosjektet. Det vil derfor videre fokuseres på hvordan kommunikasjon mellom alle de berørte partene bør foregå.

For å oppnå en god og effektiv kommunikasjon bør man først og fremst kartlegge alle interessenter. Disse kan ha motstridende meninger som gjør at god dialog mellom partene er essensielt for utførelsen. Eksempelvis kan interessenter være naboer og gjenboere, andre myndigheter, investorer, politikere osv. Det er nødvendig for bedriften å ha god kommunikasjon med alle aktører som skal være involverte i det ferdige resultatet.

6 Miljø og bærekraft

“En utvikling som imøtekommer behovene til dagens generasjon uten å redusere mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov.”

— Brundtlandkommisjonens sluttrapport "Vår felles framtid", 1987,
definisjon for bærekraftig utvikling

Gauldal kommune har en egen klima- og energiplan som er gjeldene frem til 2020. Den primære målsetningen til klimaplanen er å redusere klimagassutslipp både på et lokalt og globalt nivå. Det skal ikke bare jobbes mot å få til klimaplanens mål, klimaplanen skal også være vurderingsgrunnlag for prioriteringer innen bygge- og utbyggingssaker. Dette gjelder både offentlige og private bygg, samt næringsvirksomhet, energi og transport [11].

Støren sentrum, hvor rundt halvparten av innbyggerne i Gaurdal kommune bor, ligger ca. fem mil fra Trondheim, og er et trafikknutepunkt hvor Dovrebanen møter Rørosbanen og E6 møter Rv30 [11]. I 2017 var det 28,8% (751 stk.) av innbyggerne i midtre Gauldal kommune som pendlet ut av kommunen for å arbeide [12]. Mange av disse drar til Melhus og Trondheim. Det er en jevn økning hvert år. Selv om det er tog- og bussforbindelser så er det likevel mange som kjører bil, noe som potensielt utgjør mye utslipp årlig. Hvis det bygges et bygg, hvor 5-6 av etasjene er kontorer, vil dette gi muligheten til at flere kan jobbe lokalt og dermed at færre pendler til Trondheim og Melhus. Dette er gunstig for kommunen som blir mer attraktiv og miljøet med mindre utslipp.

Når det kommer til klima- og energiplanen for (ny)bygg, oppfordres det til at det skal være klare krav til byggets energieffektivitet. Her kan kommunen spille en viktig rolle, fordi allerede i prosjektidefasen kan den stille funksjonskrav med tanke på energi overfor arkitekt og/eller prosjekterende firma at de ønsker en viss grad av energieffektivitet. Det er viktig at dette gjøres før en eventuell anbudsrunde starter og entreprenøren er valgt. Det er betydelig mye billigere om ting gjøres riktig første gang enn om man skal komme med justeringer underveis i utbyggingen [11].

Gauldal sin klimaplan er på sine siste år av gyldighetsforløpet. Det er derfor rimelig å anta at det kommer til å komme en ny plan i nærmeste fremtid og at denne muligens nærmer seg Trondheim kommune sin klimaplan som er betydelig mer detaljert og setter høyere krav.

Det er prosjekter på verdensbasis som tar under vingen å få bygg mer miljøvennlige. I dag kan

man for eksempel søke om en BREEAM sertifisering. BREEAM er sertifisering utviklet av det britiske selskapet BRE [13]. BREEAM sertifisering er Europas ledende og verdens eldste miljøsertifisering for bygninger. Formålet med BREEAM er at det skal «motivere til bærekraftig design og bygging gjennom hele byggeprosjektet, fra tidlig fase til overlevert bygg» [14]. I dag er det over 70 land som bruker denne sertifiseringen, og blant dem Norge [13].

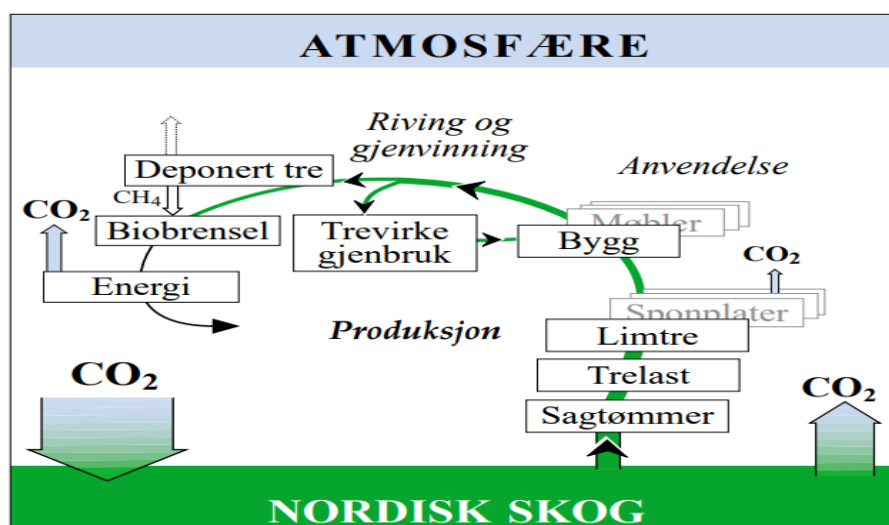
BREEAM-sertifiseringen kan fås på nye bygg og etter rehabilitering av eksisterende bygg. En bygning kan få klassifisering «Pass, Good, Very Good, Excellent og Outstanding» [14]. Et bygg får klassifiseringen etter rangering av hvor godt den følger spesielle krav. Bygget blir testet på områdene: Ledelse og administrasjon, helse og innemiljø, energibruk, transport, vann, materialer, avfall, arealbruk og økologi, forurensning samt innovasjon. Hver kategori har et formål som videre har tilhørende kriterier og dokumentasjonskrav. Det tildeles BREEAM-poeng der hvor kriterier innfris [14].

I Norge brukes BREEAM-NOR, som er den norske tilpasningen av sertifiseringen. BREEAM-NOR legger frem to grunner til hvordan gevinsten av sertifiseringen kommer frem. «1. Et sertifikat er en tredjepartskontroll på at bygget har vesentlige kvaliteter. Det ligger en robusthet i systemets minstestandarder og vekting av poeng, slik at også bygg med laveste sertifiseringsnivå vil ha vesentlige dokumenterte kvaliteter. 2. En sertifiseringsprosess vil bidra til at man vurderer viktige kvalitetsområder. Det fører også til bedre struktur og orden i prosjektet, krav om tverrfaglig samarbeid og tidligfaseplanlegging. Dette vil være til fordel for både prosjektet og det ferdige bygget.» [14]. Det kommer frem fra en britisk studie at ved å dimensjonere etter BREEAM fra starten av i et prosjekt, vil en kunne oppnå de laveste trinnene på klassifiseringen uten en betydelig ekstra kostnad [15].

6.1 Materialvalg

Signalbygget på Støren skal være et treteknisk senter, altså skal hovedmaterialet være av tre. Trevirke har mange gode egenskaper, og er det mest miljøvennlige byggematerialet vi har i Norge i dag. Så lenge man forvalter skogen på en bærekraftig måte er tre en fornybar ressurs som kan brukes i det uendelige. Treindustrien har totalt sett liten negativ effekt på miljøet, med begrensede utslipp av miljøskadelige stoffer. Med lavt forbruk av fossil energi og høy andel klimavennlig bionenergi, fremstilles treprodukter ressurseffektivt.

Karbon er en av de viktigste bestanddelene i trevirke. Fotosyntesen fører til oppbyggingen av trevirket, ved at trærne benytter CO_2 fra atmosfæren og binder karbonet til selve trevirket. Karbonet oppbevares deretter i treproduktet inntil det frigis gjennom forbrenning eller nedbryting. Man får bedre effekt av karbonlagring dersom treproduktene har lang levetid, samt at man sørger for rask gjenvekst etter avvirkning. På denne måten er tre en fornybar ressurs som inngår i naturens store kretsløp slik figur 4 illustrerer.



Figur 4: CO_2 -emisjonenes rolle i treets livssyklusen [2, side 7]

Bruk av tre som byggemateriale vil være med på å redusere CO_2 -innholdet i atmosfæren på to måter; substitusjon (som erstatning for mer klimabelastende materialer), og karbonlagring. Trematerialer har lave utslipp av fossilt CO_2 i produksjonsfasen, og bidrar til å redusere CO_2 -utslippene ved å erstatte materialer som har større CO_2 -utslipp i produksjonsfasen. Man oppnår de største besparelsene av utslipp ved å først benytte trevirke i produkter som kan gjenvinnes, og deretter til klimanøytral bioenergi. Trebaserte gjenvinnende produkter kan for eksempel være fiber- og sponplater. Massivtre kan også gjenbrukes i nye produkter.

For å dokumentere miljøegenskapene til et produkt, og sammenligne produkter i samme produktkategori lages det ofte en miljødeklarasjon. Et vanlig brukt begrep på disse er EPD (Environmental Product Declaration). En miljødeklarasjon må utarbeides i henhold til standarder fra de internasjonale standardiseringsorganisasjonene ISO og CEN, samt livsløpsanalyser (LCA). Miljødeklarasjonen skal dokumentere ressursforbruk og miljøpåvirkning gjennom hele produktets livsløp, både råvareuttak, produksjon, bruksfase og avvikning.

Det finnes mange rapporter og tidsskrifter som beskriver tre som byggematerialet med hensyn på trevirkets struktur og fysiske egenskaper. Som eksempel henvises det her til artikkel nr. 40 "Trevirkets oppbygging og egenskaper. FOKUS på tre" skrevet av E. Skaug. Med det menes at i dette delkapitel nevnes det fordeler og estimeringer med CO_2 lagring ved valg av trevirket som bygningsmaterial angående bærekraft og miljø, disse er som følger:

- Over livssyklusen er treprodukter det eneste byggematerialet av betydning som gir negativt CO_2 -emisjon [2, side 2].
- Drivhuseffekten vil bli redusert dersom økes bruken av trevirket som bygningsmaterialer. Når trær vokser omdannes CO_2 til biomasse gjennom fotosyntesen. Dette er en del av den naturlige karbonsyklusen. Når treet etter endt levetid enten brytes ned biologisk eller brennes, går CO_2 tilbake til karbonsyklusen.
- Treindustrien regnes som den reneste og mest ressurseffektive industrien, dvs. produksjon av trematerialer er miljøvennlig og lite energikrevende i forhold til andre produserte bygningsmaterialer som f.eks. stål eller betong. Det største energiforbruket oppstår dersom en må gjennomgå en kontrollert og omfattende tørkeprosess.
- Norsk treindustri anvender treråvarene fullt ut og tilveksten i de norske skogene er større enn hogsten (vurdering er basert på statistiske data i perioder fra 2013 til 2017) [16].
- Treprodukter har miljøegenskaper som følger til enkel gjenvinning og gjenbruk.
- Tre og trematerialer har god holdbarhet og har positiv innvirkning for bygningens innemiljøet dersom materialet brukes som en del av bærekonstruksjoner eller som interiørelementer.
- Ved å bruke $1m^3$ tre i bygg, oppnår man at 0,8 tonn CO_2 lagres i bygningsmassen. Et typisk trehus inneholder 12 – 20 m^3 tre, noe som tilsvarer 10 – 15 tonn CO_2 . Om andelen

trehus som bygges i Europa økes med 10% vil dette kunne gi en betydelig reduksjon i CO_2 -emisjonene [2, side 2].

- Ett hundre trær kan fjerne fem tonn med CO_2 og et halvt tonn med andre forurensende stoffer fra luften. De samme hundre trærne vil også fange opp 1 136 523 liter med regnvann i året i tempererte klimaområder. De hundre trærne, som også er plassert i forhold til å gi skygge, vil i disse områdene halvere behovet for luftnedkjølingsanlegg for 30 trehus (ca. tre trær per hus). Effekten av disse trærne vil påvirke klimaet lokalt, men også globalt [17, side 18].
- Lagring av karbon i bygninger er bedre enn at skogen dør på rot. Dette bygger på den forutsetning at man ikke reduserer den samlede kubikkmassen som står på rot [18, side 3].

Figur 4 illustrerer hvordan treindustrien i Norge utnytter fornybare råvarer fra et av naturens evige CO_2 -kretsløp. På grunnlag av data fra Landsskogtakseringen og SSB var årlig nettotilvekst i perioden 2013-2017 på 23,1 millioner kubikkmeter [16], følgelig kan man påstå at for tiden står skogbruket i Norge for økende skogsvolum og dermed et netto opptak av CO_2 .

6.2 Byggproduksjon

For at prosjektet skal være miljøvennlig og bærekraftig er det viktig at hensyn tas gjennom hele prosessen - fra tidlig idéfase, gjennom prosjektering og utførelse, til bygget skal rives. Det er viktig å miljøstyre hele byggeprosessen med gode kvalitets-, og styringsrutiner, samt ta valg som påvirker miljøet i minst mulig grad.

Noen hensyn som bør planlegges tidlig i prosjekteringsfasen:

- Informer alle aktører (entreprenører, håndverkere osv.) om planlagte miljøtiltak
- Unngå store naturinngrep, bevar så mye trær og vegetasjon som mulig
- Bruk av stedlige masser for å unngå unødig transport
- Valg av bærekraftige, lokale materialer
- Kartlegging av nødvendig materialbruk for å unngå unødig avfall og svinn
- Plan om avfallshåndtering (kildesortering, retur av emballasje til leverandør osv.)
- Miljøvennlig transport av materialer, og eventuelt miljøvennlige anleggsmaskiner.

6.3 Energibruk

Livsløpsvurderinger viser at de største miljøbelastningene som regel kommer fra drift av bygningene og avhenger av hvilken energikilde som blir brukt til oppvarming. Driftsfasen står i dag for ca. 90% av energiforbruket, mens framstilling av byggevarer og riving utgjør ca. 10%. - SINTEF Byggforsk

Det vil etterstrebes å bruke miljøvennlige, fornybare energikilder til oppvarming av bygget. Eksempler på dette er varmepumper, fjenvärme, solenergi osv. Ellers vil det installeres balansert ventilasjon med forvarming av luft og høy grad av varmegjenvinning i systemet. Dette vil bidra til å minske varmetap gjennom ventilasjon, samt å unngå trekk grunnet kald tilluft.

Smarte styringsløsninger (automatisering) vil også installeres for å spare energi i perioder med mindre bruk, samt for å kunne brukertilpasse ønskelig temperatur, luftmengder osv. Dette vil også gi mulighet til oppvarming av vann på tidspunkter der strømprisen er lavere.

7 Teknisk

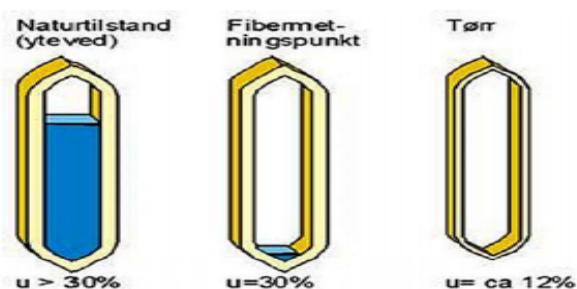
Bruk av trevirke som byggemateriale har sine fordeler og ulemper. I tillegg til de tidligere nevnte miljøfordelene beskrevet i kapittel 6, kan man nevne andre fordeler og utfordringer ved å bygge høye bygg utført i tre. Redusert fundamenteringsbehov på grunn av mindre egenvekt til konstruksjonen i forhold til de tradisjonelle bygningsmaterialer som stål eller betong kan enkelte tilfeller være en fordel. Spesielt i områder med dårlig grunnforhold, da lettere vekt naturligvis vil føre til reduserte fundamenteringskostnader. En annen fordel kan nevnes som byggetidsbesparelse, dersom man benytter prefabrikerte elementer ved utbygging, og kontrollert byggeprosess siden elementene vanligvis blir produsert innendørs på fabrikk.

Til tross for at Norge har lange tradisjoner ved å bygge hus i tre, er fagområdet å bygge høye trebygninger, relativt nytt og kan nevnes som en utfordring. Mangel på kunnskap og kompetanse regnes som den største utfordringen i tillegg til utfordringer knyttet til brann og lydisolasjon. En av utfordringene knyttet til lyd i høye bygninger utført i tre er flanketransmisjon og som årsak til denne kan nevne dårlige tilslutningsløsninger [19].

7.1 Tre

Trevirket er et av bygningsmaterialet som har kompleks oppbygging og et av materialet som har hygroscopiske egenskaper. Disse egenskapene er en betegnelse på at materialer trekker til seg fuktighet fra omgivelsene.

Mellom de lange og sterke cellulosestrengene, kalt også for fibrillene, som fiberen er bygget opp av, tar trevirket opp fuktigheten og avstanden mellom fibrillene blir derfor større. Figur 5 illustrerer hvordan celleveggen krymper ettersom det bundne vannet fjernes.

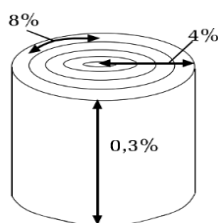


Figur 5: *Framstilling av treceller ved varierende fuktighet [3]*

Siden trevirket er oppbygd slik at fibrillene i hovedsak er orientert i lengderetningen til

fiberen, vil de største forandringer i materialet på grunn av krymping eller svelling skje i tverrsnittetsretningene enn i lengderetningen. Trematerialets krympingen er avhengig av fibrenes plassering, veksttid og funksjon, og man kan forvente store forskjeller på krympingen hovedsakelig i

tre retninger. Den største krympingen skjer langs årringene også kjent som tangensielt krymping mens radielt krymping er i størrelses orden ca. halvparten så mye som på tvers av årringer. Forventet krymping i lengderetning er langt mindre enn for tangensielt eller radielt krymping. For gran og furu er krympingen, fra rått til absolutt tørt, i gjennomsnitt 4%, 8% og 0,3% for henholdsvis radiell, tangentiell og lengderetning (figur 6 illustrerer disse) [3].



Figur 6: *Trevirkets tre hovedretninger* [3]

Ved bruk av trevirket som bygningsmaterialet er det viktig å legge merke til at trevirke har relativt høy strekkstyrke i forhold til materialvekten, mens trykkfastheten er mer beskjeden. Forklaring på disse fysiske egenskapene er at de enkelte deler i trematerialet har forskjellig innvirkning på trelastens styrke. Altså, enkelte deler har svært stor styrke, mens andre deler har lav eller til og med svært negativ styrke innvirkning på de sterke delene i trevirket [20].

Cellulose og lignin er de viktigste elementene i trevirkets struktur. Cellulose er som armeringen i trevirket og kan karakteriseres som lange, hule fibre med svært stor strekkfasthet og det er lignin som limer sammen disse fibre og fyller hulrommene mellom dem. Som det er nevnt i forrige avsnitt, strekkstyrken til trevirke er mye høyere enn trykkfasthet. Dette kan forklares ved å se nærmere på fibre i trevirket. Siden fibre i trematerialet er plassert rett ved siden av hverandre (slik som sammenbundet sugerør), ved påføring av trykkraft vil disse "rørene" presses fra hverandre i lengderetning med mye lavere kraft enn hvis man strekktester materialet. Ligninet har stor betydning ved trykk siden akkurat dette limet hindrer at fibre presses fra hverandre eller kollapser.

Man treffer utfordringer dersom trevirket består av mange kvister og materialets styrkeegenskaper skal bevares. Kvistene er den delen av grenen som befinner seg i treetts stammen. Den største ulempen med kvistene er at de reduserer styrken til materialet siden trefibrenes retning endres rundt disse, samtidig kvistenes plassering, størrelse og mengde har mye å si for materialets styrke. Ofte man skjærer ut en planke eller et bord fra trestammen som har fire sider og i hver av disse sidene vil kvistene gi et bidrag som vil opptre og vil ha forskjellig innvirkning på materialets styrke.

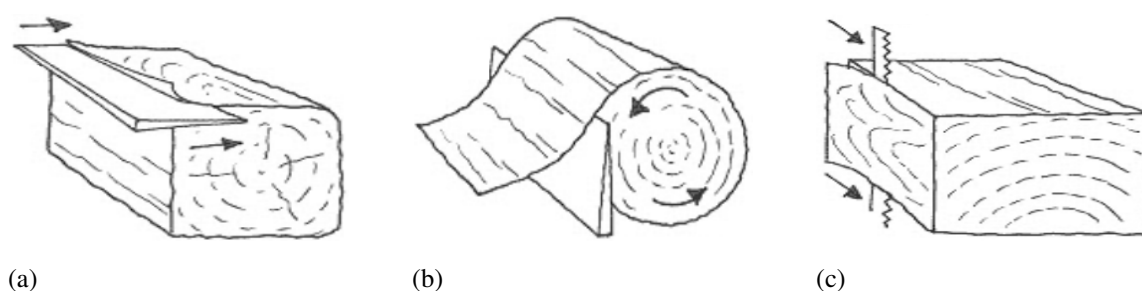
7.2 Fremstilling av finer og produksjon av kryssfiner

Bruk av tre som bygningsmaterialer har en lang historie i Norge. Idag finnes det forskjellige bearbejdetre materialer og trebaserte plater som har fått økende anvendelse innenfor byggevirk-somhet.

En av de mest brukte sammensatte tre materialer er finerplater. Ettersom dette produktet kan tilfredsstille varierende behov og formål, brukes materialet som løsning innenfor et bredt spekter:

- industriell produksjon: bil-, skips-, tog- og flyproduksjon,
- møbelindustrien: polstrede og ikke polstrede møbler, interiørelementer,
- diverse innpakninger: paller, kasser eller andre emballasje produkter,
- bygningsmaterialer: taktro, undergulv, veggkledning, støpeformer/forskalingsplater eller finer i en kombinasjon av andre materialer slik at det sammensatte materialets egenskaper blir bedre enn egenskapene til enkelte komponenter som f.eks. limte I- og kassebjelker.

Generelt kan man beskrive finermaterialet som tynne tre flak som fremkommer i produksjon ved bruk av tre forskjellige metoder: knivskåring, skrelling og sagskåring (se figur 7 for illustrasjon). Beskrivelse av hver enkelt finerproduksjonsmetode følger i de neste del kapitler.



Figur 7: Metoder brukt i finer produksjon - (a) knivskåring (b) skrelling (c) sagskåring [4]

Første gang finermaterialet ble tatt i bruk var i det gamle Egypt. Senere, under Renesansen, ble finer tatt i bruk i møbelindustrien da kunsten å dekorere og kle møbler med tynne deler av tre ble kjent som finering og disse tynne delene ble kalt for finer. Den første patentsøknaden for maskinproduksjon av finer ble levert i 1794 i England. Da ble det konkret beskrevet konseptet om å sammensette flere enkeltfiner med lim for å opparbeide en tykkere plate - finerplater.

7.2.1 Knivskåret finer

Ved bruk av knivskåringsteknologi sages stokken i to eller flere deler og deretter monteres de i en bevegelig holder som presser råmaterialet mot en kniv, figur 7(a) illustrerer dette. Bredden av tynne "ark" som avskjæres lag på lag er avhengig av trestokkens størrelse og hvor mange deler den ble saget opp i før skjæringen. Finer som fremkommer ved bruk av denne metoden blir brukt til dekorative formål og selges helst samlet som en blokk slik at stokkens mønster og farge kan utnyttes dekorativt i det ferdige produktet.

7.2.2 Skrellet finer

Skrellingen foregår etter ostehøvelprinsippet på dampbehandlede stokker, se figur 7(b). Det skjæres en lang kontinuerlig strimmel mens stokken roterer på en lang kniv. Bredden av finerplaten tilsvarende stokkens lengde og tykkelsen vil variere mellom 1,5 og 5 millimeter. Skrellet finer blir typisk til kryssfiner.

7.2.3 Sagskåret finer

Ved bruk av sagskåringmetoden sages trestokken i treets lengderetning opp i finerbord, på samme måte som trebord sages ved bruk av båndsg eller rundsg, se figur 7(c). Denne metoden er den eldste og benyttes svært lite i dag da det er store tap av trevirket i produksjonsprosessen. Siden sagens tykkelse er omtrent lik finerens tykkelse blir bare halvparten av stokken utnyttet. Man velger stort sett kun å bruke denne metoden dersom trevirket er for hardt eller råmaterialet har alt for mange kvister. Eventuelt benyttes den også ved andre feil slik at knivskåring eller skrelling ikke er mulig.

7.2.4 Kryssfiner

Som beskrevet tidligere, fant man allerede i det gamle Egypt ut metoder som kunne gjøre materialet sterkere og mer stabilt ved å klyve tre til tynne plater og nagle dem sammen på kryss og tvers. I dag har kryssfiner erstattet mye av trelasten i mange konstruksjoner og kryssfinerproduksjon har blitt en stor industri over hele verden. I de siste årene har flere nyere kryssfinertyper blitt svært populære, f.eks. filmbelagte og oljeforskalingskryssfiner. Moderne produkter som OSB, bygger på like prinsipper som kryssfiner, om lagvis vinkelorientering for å styrke materialet [21].

Kryssfiner er et materiale som er bygd opp av flere tynne lag som er limt og deretter presset sammen under høy temperatur. Hvert finerflak er lagt vinkelrett mot det neste. Treslag som ofte

benyttes til produksjon av kryssfiner i Europa er gran, furu eller bjørk. Videre brukes vanligvis råmaterialer som er av middels til god kvalitet. Kryssfinerplater fås i mange dimensjoner med tykkelse helt ned til 3mm eller opptil 40mm, og er både for innendørs og utendørs bruk.

Dersom man vurderer miljøpåvirkning ved produksjon av finer er følgende viktige aspekter å legge merke til [22]:

- Gir relativt store mengder avfall, men avfallet er egnet til energigjenvinning eller bruk i produksjon av sponplater,
- Relativt høy klimagassutslipp, med mye variasjon innenfor produktgruppen der plate-tykkelse er avgjørende,
- Produksjon av organisk lim kan være forurensende,
- Dersom kryssfiner benyttes i forskalingsarbeider, kan dette i mange tilfeller erstatte system-forskaling av stål, som vil medføre mindre avfall og gjenbruk.

Gjennom gjenbruk og resirkulering kan man forlenge livet til materialene og dermed redusere miljøpåvirkningen fra produksjonen og primærutvinningen [23]. For å oppnå gjenbruk av kryssfinerplater i høyest mulig grad, bør de skrus og ikke limes for lettere demontering.

Dersom man velger å beskrive fordelene ved bruk av kryssfiner som bygningsmateriale bør det nevnes følgende egenskaper:

- formstabil og enkel å bearbeide,
- kan oppnå god mekaniske styrke i en konstruksjon,
- liten variasjon i fasthets- og stivhetsegenskaper,
- god varme- og lydisolasjonsevne,
- produktet egner seg godt til prefabrikasjon,
- anledning for bruk i rom med høy luftfuktighet, spesielt kryssfiner laget fra bartrær da det ikke vil forekomme sopp, mugg og råtne,
- lav vekt i forhold til fasthets- og stivhetsegenskaper noe som vil redusere lasten på taket.

7.3 Trevirkets branntekniske egenskaper

Per definisjon er tre brennbar og per i dag brukes det mye ressurser for å finne ut hvor langt tid det tar for en konstruksjon utført i trevirket å rase sammen under brann. En rapport fra et kanadisk prosjekt konkluderte med at dersom man inkluderer massivtreelementer i byggets konstruksjon kan man forsinke tiden det tar til konstruksjonselementene blir påvirket av eller bidrar i brannen. Samtidig bør man si at prosjektet definerte behov for videre arbeid som blant annet er knyttet til konstruksjonselementenes festemetoder, betydning av materialets tykkelse og effekten av tildekking av ikke brennbare materialer som gips [24].

Også i Norge blir det forsket om trevirkets brannegenskaper som f.eks. i Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) av seniøringenør Eva Grodås. Hun påstår at selv om trematerialet er brennbar, kan den faktisk være også brannsikker. Brannsikkerheten øker dersom massivtre er hovedelementer som brukes i byggverket. Når disse elementer brenner og temperaturen har kommet over 200°C vil brannen forkalles i overflaten og det vil danne et beskyttende kullsjikt utenpå materialet som er et svært viktig egenskap. Dette vil redusere innbrenningshastigheten og materialet vil oppføre seg forutsigbar. Brannens forplantningshastighet er avhengig av trevirkets tetthet, fuktighet og kjemisk sammensetning. Noen millimeter innenfor det forkullede sjiktet, beholder massivtreelementer sine styrke- og stivhetsegenskaper. Derfor kan man si at kontorbygg eller høyblokk-boliger bygd i massivtre har god motstand mot brann i motsetning til bygninger med trekledning [25].

Per idag det produseres massivtreelementer i mange ulike varianter og ved bruk av forskjellige teknologier. Disse bygningselementer klassifiseres ut fra hvordan de enkelte elementer er satt sammen og hvordan plankene og sjiktene orienteres i elementet. Det skilles mellom massivtreelementer som er krysslimt sammen og elementer som er føyd sammen med skruer eller dybler. I denne rapporten er det beskrevet bruk av tannbjelken produsert av Rennebu-Bjelke AS. Trevirket produseres ved bruk av gamle håndverkstradisjon og går ut på at to bjelker med utskårne tenner blir forspent mot hverandre. Mer om Rennebu-Bjelke sin produkteter og deres branntekniske egenskaper henvises til kapittel 9.1.

8 Planlegging, kvalitetssikring og grensesnitt

8.1 Planlegging

“Hovedoppgaven ved planlegging er å samordne aktiviteter og ressurser over tid, slik at målene nås og rammer overholdes uten unødvendig ressursbruk. ”

— Øystein Husefest Meland, "Prosjekteringsledelse i byggeprosessen"

God prosjektplanlegging kan dekke behovet for synkronisering av alle enkeltaktivitetene slik at involverte parter vet når aktivitetene bør starte og hvor lang varigheten er. Slik kan de ansvarlige tidlig avdekke prosjektets eventuelle forsinkelser og avvik. En god og oversiktlig plan skaper forutsigbarhet for alle involverte parter i prosjektet [8].

I denne prosjektrapport ble det brukt MS-project til fremtidsplanlegging. Resultatet av Gantt-diagram er illustrert på side 51 vedlagt i vedlegget. Diagrammet viser enkeltaktivitetenes varighet samt når de bestemte arbeidsoppgavene bør avslutte for at neste aktivitet kan starte. Gantt-diagrammet, utenom arbeidsaktiviteter, angir også milepæler som kan beskrives som kontrollpunkter knyttet til et oppnådd resultat i prosjektet [26].

8.2 Kvalitetssikring i arbeid med prosjektet

Alltid har det vært viktig å sikre prosjektkvaliteten under alle prosjektfaser. Suksessfaktorer som man kan forvente som kritiske er faktorer som kan hindre måloppnåelse i et prosjekt. Som regel i planleggingsfasen vurderer man hendelser som kan medføre prosjektets fiasko. Avdekking av kritiske suksessfaktorer er ofte vanskelig og man bør følge bestemte prosedyrer som tar hensyn til identifisering av suksessfaktorer, samt beskrive tiltak som kan hindre prosjektfeil. Ofte møter man utfordringer ved å identifisere og kvalitetssikre de kritiske suksessfaktorene pga. vanskeligheter ved å identifisere, kontrollere eller kvantifisere disse faktorene [27].

Tabell 1: *Kritiske suksessfaktorer og tiltak i prosjektet - signalbygg på Støren*

ID	Kritiske suksessfaktorer	Tiltak
1	Uenighet om forslag til løsninger	Finne alternative tilrådninger

Tabellen fortsetter på neste side

ID	Kritiske suksessfaktorer	Tiltak
2	Riktig tidprioritering i arbeid med prosjektet	Avklare oppgavens viktighet ved oppsamling, følge planen
3	Engasjement i arbeid med prosjektet	Kontinuerlig oppdatering av lederen om fremgang i prosjektet
4	Engasjement i fullførelse av prosjektet fra leverandører - riktig tidsplanlegging og kvalitet	God og kontinuerlig kommunikasjon med prosjektleder, gode beskrivende kriterier for kvalitet og målbarhet
5	Uklare prosjektmål	Klart definere prosjektets effekt-, resultat- og samfunns mål i planleggingsfasen
6	Manglende avklaringer for ansvarlige ved faseoverganger i prosjektet	Godt beskrevet grensesnitt, Gantt-diagram, taktplan
7	Manglende arbeidskapasitet/ressurser	Utvide tidsrammer ved bruk av buffere eller andre tiltak ved planlegging

Som man kan se fra tabell 1 håndteres risikovurdering i dette prosjektet ved hjelp av tiltakene som reduserer eller holder risiko innenfor et akseptabelt nivå.

8.3 Grensesnitt

Uavhengig av størrelsen på prosjektet byr grensesnitt på utfordringer. Disse snittene markerer starten eller slutten av en fase og er spesielt kritiske og avgjørende for et suksessfullt resultat i et prosjekt. Erfaring ved å jobbe tverrfaglig samt kompetanse til prosjektledere vil understreke samarbeidsevner samt om involverte parter er åpen for utfordringer i et prosjekt med mange eller kryssende grensesnitt.

Grensesnittene og de ansvarlige definert i dette prosjektet er vist i tabell 2.

Tabell 2: *Definerte grensesnitt i prosjekt - signalbygg på Støren*

Interface nr.	Grensesnitt	Ansvarlig	Interface aktuelt for	Beskrivelse
ID3	Byggetillatelse	Eier	Anlegg- /byggefase	Plassering/ størrelse
ID4	Valg av entrepriseform	Eier	Hele prosjektet	Kravspes./ anbudsbeskr.
ID5	Godkjent rammetillatelse	Eier	Prosjekterende	Byggesaks blanketter
ID5	Byggestart tillatelse	Eier/byggherre	Prosjekterende	Byggesaks blanketter
ID11-14	Grunnarbeid	Entreprenøren	Fundamentering	Ferdig planert
ID15-18	Fundamentering	Entreprenøren	Bæresystem	Ferdig støpt
ID19	Bæresystem	Produsent/ entreprenør	Vegg, gulvdekke	Ferdig montert
ID20-25	Vegger, gulvdekke	Entreprenøren	VVS, EL og VAS	Ferdig montert
ID35	Innredning av kontorplasser	Entreprenøren	Kontroll	
ID36	Innredning av museum	Entreprenøren	Kontroll	
ID37-38	Sikkerhets inspeksjon med kunde	Byggherre/kunde	Inspeksjon	
ID39	Overtakelse/drift	Kunde	Brukere	Godkjent inspeksjon

Videre i de følgende kapitler er det gitt beskrivelse av de viktigste grensesnittene et prosjekt kan forvente, nemlig valg av entrepriseform, søknad om alle nødvendige tillatelser og taktplanlegging som en viktig del under bygg- og anleggsfase for å sikre kontinuerlig og dynamisk arbeidsflyt i et prosjekt som dette.

8.3.1 Valg av entrepriseform

I bygg- og anleggbransjen er valg av entrepriseform hovedsakelig basert på antall entreprenører en byggherre ønsker å samarbeide med, prosjektets kompleksitet og karakter. Per idag finnes det mange ulike entreprisemodeller.

Tabell 3: *Modeller som omfattes av verktøyet for valg av anskaffelses- og kontraktstrategi [7]*

Modeller	Delt leverandørorganisasjon				Integrert leverandør-organisasjon		Integrert organisasjon		
	CM	BH-styrte delentrepriser	Hoved-entreprise	General-entreprise	Total entreprise	IPT	Takt. Outs.	Start. Outs.	PFI
Kun egen spesialitet	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Avgrenset arbeidspakke		X	X	X	X	X	X	X	X
Koordinerende ansvar			X	X	X	X	X	X	X
All bygging				X	X	X	X	X	X
Prosjektering					X	X	X	X	X
Behovs-definering						X		X	X
Drift							(X)	X	X
Finansiering									X

Tabell 3 representerer et oversikt over de forskjellige entrepriser samt hvilke modeller man har tilgjengelig under hver enkelt entrepriseform. For å bruke informasjon presentert i tabellen bør man beskrive bakgrunnsdata for prosjektet og gi graderte prosjektprioriteringer. Deretter kan man avgjøre om det bør velges en delt leverandørorganisasjon, en integrert leverandørorganisasjon eller en integrert organisasjon. Som regel er valg av entrepriseform samt valg av modeller basert på erfaring, og vanligvis i bygg- og anleggbransjen vil kontraktvalget være på denne måten [8, s.298-308]:

- **Hovedentreprise** - kan karakteriseres som den vanligste entrepriseform, og i dette tilfelle må byggherren selv engasjere alle aktører fra arkitekt og rådgiver, til utarbeidelse av tegninger og håndtering av anbud. Ansvaret for hver arbeidsoppgave varierer mellom entreprenørene [8].

- **Totalentreprise** - byggherren har signert en kontrakt med totalentreprenør som tar ansvaret fra planlegging til prosjektering og utbygging. Som regel brukes utarbeidet standardkontrakt NS 8407 Alminnelige kontraktbestemmelser for totalentreprise [28].
- **Generalentreprise** vil innebære at byggherren har signert kontrakt med kun en entreprenør, alle andre entreprenører er underentreprenører for generalentreprenør [8].
- **Utførelsesentreprise** - det er byggherren som har ansvaret for hele eller det vesentligste av prosjekteringen dvs. byggherren kan prosjektere selv eller samarbeide med konsulenter og arkitekter. Entreprenørens rolle er utføre arbeid slik det er blitt beskrevet [29]. Det brukes utarbeidede standardkontrakter som NS 8405, NS 8406 eller NS 8415 for denne entreprisemodell [28].

Codex entrepriseadvokat [30] har gitt følgende forklaring om hvilken standard som anbefales å bruke dersom man skal velge mellom NS 8405 og NS 8415:

"NS 8405 er kontraktstandarden som anbefales brukt når entreprenøren skal ha ansvaret for å utføre det arbeid byggherren har prosjektert, og prosjektet krever nokså strenge varslingsrutiner for å ha kontroll på kostnader mm. Entreprenøren har da ansvar for utføringen og kalles en utførelsesentreprenør, eller kort og godt entreprenør. Når entreprenøren skal inngå kontrakt med underentreprenør anbefaler vi avtaleformularet og kontraktstandarden NS 8415."

I tillegg til ovennevnte kontrakter kan de prosjekterende og entreprenørene signere kontraktene for underentreprise for utførelsen av prosjektet.

Hvilken av entreprisemodellene som passer best til dette prosjektet er vanskelig å avgjøre for tiden, men basert på data tilgjengelig på byggfakta.no, publisert i 30. juli 2015 av Pål Engeseth, kan man konkludere at det forventes lignende trend også ved valg av entrepriseform ved dette prosjektet. Data viser at den entrepriseformen som ble mest valgt var totalentreprise med en markedsandel på 43.82% etterfulgt av utførende entreprise på 34.74%. Samtidig har noen av entrepriseformene som var i ledende posisjon opplevd betydelig redusert markedsandel, nemlig, hovedentreprise hadde markedsandel under 1% og delt entreprise hadde sin markedsandel på 7.52%.

8.3.2 Søknad om nødvendig tillatelse

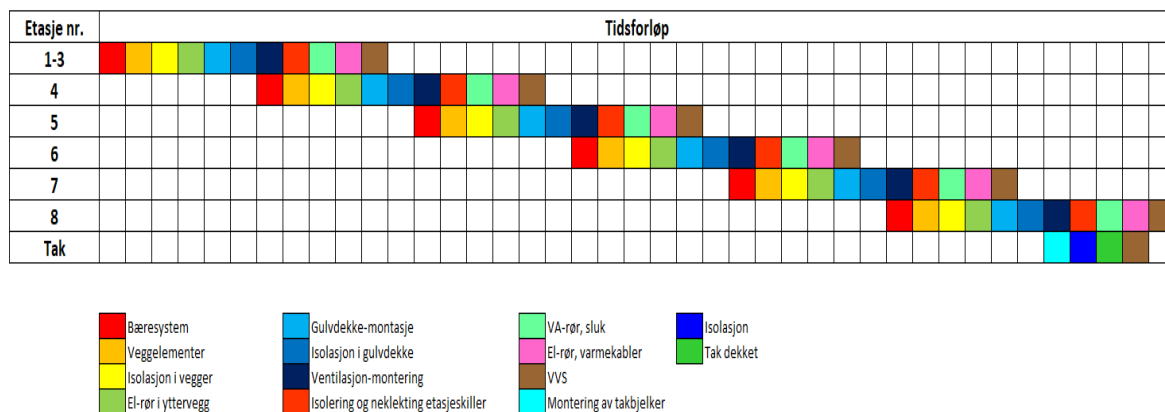
Alle søknader skal følge og sendes inn for behandling etter Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften).

Søknad om byggetillatelse skal sendes til Plan- og Bygningsetaten i Midtre Gauldal kommune. Den skal underskrives av byggets eier og ansvarlig søker som har ansvaret for at det skal bygges i henhold til lover og forskrifter.

8.3.3 Taktplanlegging

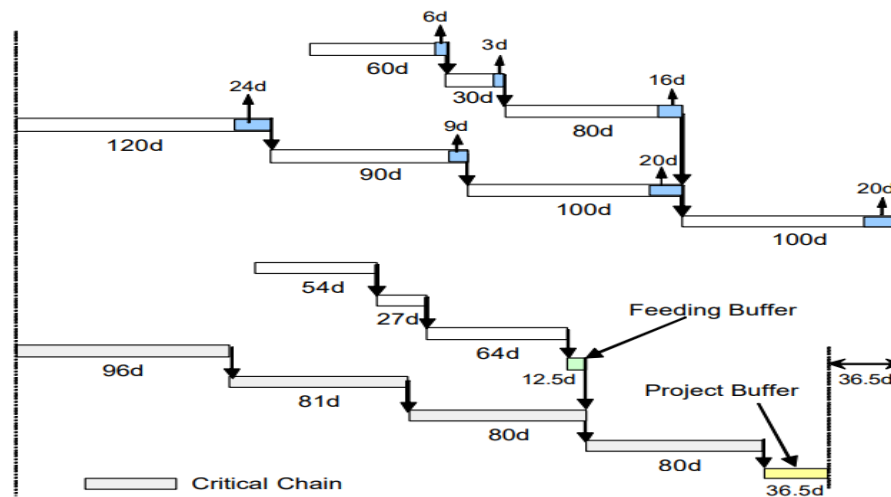
Siden signalbygget på Støren skal være et 8 etasjes bygg vil det bli brukt taktplanlegging gjennom prosjektets utførelsesfase. Takt er en tidsperiode et produkt eller arbeid skal fullføres i harmoni med produksjonsfrekvens til prosjektet [31]. Denne metoden mye brukes i Toyota Produksjons System og er en del av Lean produksjon. Med andre ord, taktplanlegging er en metode for planlegging og organisering av alt planlagt arbeid slik at aktiviteter kan kobles sammen og prosjektet fullføres under en kontinuerlig arbeidsflyt både i prosjekterings- og byggefase [32].

I samsvar med Gantt-diagram på side 51 vedlagt i vedlegget, bør man bearbeide strukturert taktplanen under Anleggs- og byggefase slik det er presentert på figur 8.



Figur 8: Taktplan signalbygg på Støren

Figuren illustrerer at dersom man organiserer den totale arbeidet i mindre arbeidsoperasjoner vil man få bedre kontroll og oversikt over framdriften. Dersom man oppdager kollisjoner med andre fagområder under produksjonen kan man bruke tiltak for å justere dette. Ut fra teorien finnes det flere tiltak som kan løse usikkerheten ved tverrfaglig kollisjoner og i byggebransjen metoden er kjent som buffering (figur 9 illustrerer dette).



Figur 9: Illustrasjon for innsetting av buffere før/etter aktiviteter [5]

Buffere sikrer mot variabilitet under planlagt arbeid og kan inndeles i følgende kategorier [33, s.29]:

- Inventarbuffer - overskuddsmaterialer eller overskudsaktiviteter både før byggefase starter og under produksjonsprosessen.
- Tidsbuffere - lagt inn en ekstra tidsperiode før eller etter aktiviteter.
- Kapasitetsbuffere - ofte blir referert til redusert individuelt eller arbeidslags kapasitet ved planlegging eller produksjon.
- og, i verste tilfelle, buffer som aksepterer utført lavere produksjonskvalitet.

I prosjekt som dette skal leverandøren følge prosjektleveranse slik at maksimal verdi med minimal ressurs-sløsing kan leveres. Siden dette er en utførende oppgave anbefales av arbeidsgruppen at entreprenøren bruker taktpanlegging og buffermetoden for å sikre sine egne interesser.

9 Resultat

9.1 Rennebu-Bjelken AS

Rennebu-Bjelken AS er en treprodusent fra Trøndelag med lokaler på Berkåk i Rennebu kommune, nabokommunen til Midtre Gauldal. Bedriften ble etablert i 2009 og produserer i dag hovedsaklig trebroer. Grunnsteinen i mange av deres produkter er tannbjelken, som består av to bjelker med utskårne tenner som blir forspent mot hverandre. Bedriften har også laget et samvirkeelement som består av kryssfinerplater som fungerer som flens, og rennebubjelken som steg i mellom. Dette produktet er kontrollert i en hydraulisk pressbenk, og beregninger med tanke på bæreevne og kapasitet er utført [34].

Rennebu-Bjelken AS er en liten og lokal bedrift i nærheten av Støren som først og fremst har private kunder som målgruppe. Deres produkter er trebaserte og er av den grunn mer miljøvennlig enn andre materialvalg som betong og stål.

9.1.1 Brannkrav

I byggeforskrifter er det vanlig å klassifisere bygg og bygningsdeler etter motstandsevnen mot brann. Brannmotstanden beskrives med bokstavene R (bæreevne), E (integritet), I (isolasjon) og M (mekanisk motstandsevne) som etterfølges av motstandstiden i antall minutter [35]. Videre plasseres bygg i ulike risikoklasser og brannklasser. Denne inndelingen går fram av TEK17. Risikoklassen bestemmes ut fra om bygningen er beregnet for sporadisk personopphold, om rømningsveiene er kjent, om bygget er beregnet til overnatting og om virksomheten i bygningen medfører liten eller stor brannfare. Bygningens brannklasse har sammenheng med de skadelige konsekvenser en brann kan ha for liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø. Brannklassen bestemmes ut fra bygningens risikoklasse og antall etasjer. Sammen danner risikoklassen og brannklassen grunnlag for å bestemme bygningens bæreevne ved brann. Ut fra figur 10 bestemmes det tretekniske senteret til å ha risikoklasse 5 i første etasje og risikoklasse 2 i de resterende etasjene med kontorer. Bygget i sin helhet bestemmes til brannklasse 3 da bygget til sammen har åtte etasjer [36].

Type virksomhet	Forhold som bestemmer risikoklasse				Risiko- klasser	Brannklasser (Bkl)			
	Kun sporadisk personopphold	Alle kjenner rømningsforholdene og kan bringe seg selv i sikkerhet	Beregnet for overnatting	Liten brannfare ved forutsatt bruk		En etasje	To etasjer	Tre og fire etasjer	Fem eller flere etasjer
Garasje og parkeringshus i én etasje, skur, driftsbygning uten husdyrrom	Ja	Ja	Nei	Ja	1	–	Bkl. 1 ¹⁾	Bkl. 2	Bkl. 2
Kontor, industri, lager, parkeringshus, driftsbygning med husdyrrom	Ja/nei	Ja	Nei	Nei	2	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2	Bkl. 3
Barnehage og skole	Nei	Ja	Nei	Ja	3	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2	Bkl. 3
Boligbygning, barnehjem, internat, brannstasjon med døgnbemanning	Nei	Ja	Ja	Ja	4	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2 ¹⁾	Bkl. 3
Salgs- og forsamlingslokaler	Nei	Nei	Nei	Ja	5	Bkl. 1	Bkl. 2 ²⁾	Bkl. 3	Bkl. 3
Overnattingssted, sykehus, pleieinstitusjon, arrestlokale, fengsel, asylmottak, bolig for personer som ikke kan ivareta egen sikkerhet i tilfelle brann	Nei	Nei	Ja	Ja	6	Bkl. 1	Bkl. 2 ³⁾	Bkl. 2	Bkl. 3

Figur 10: Kriterier for plassering av bygninger i ulike risikoklasser og brannklasser

Brannmotstanden til bærende bygningsdeler må minst være i samsvar med figur 11. I et bygg med brannklasse 3 er det krav om brannmotstand R 90 A2-s1,d0. Betegnelsen A2-s1,d0 forklarer en bygningsdel av ubrennbart materiale. Rennebu-Bjelken AS sine materialer har brannmotstand R 60 og består av tre. Disse materialene tilfredsstiller derfor ikke kravene for en bygning med brannklasse 3 i følge TEK17. For å øke antall minutter treproduktene er motstandsdyktige mot brann kan de eventuelt impregneres.

Bygningsdel	Bkl. 1	Bkl. 2	Bkl. 3
Bærende bygningsdeler	R 30	R 60	R 90 A2-s1,d0 ¹⁾
Trappeløp	Ingen krav	R 30	R 30 A2-s1,d0
Bærende bygningsdeler under øverste kjeller	R 60 A2-s1,d0	R 90 A2-s1,d0	R 120 A2-s1,d0
Utvendig trappe-løp ²⁾	Ingen krav	R 30 eller ubrennbart	Ubrennbart

¹⁾ Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere og takkonstruksjoner som ikke er en del av hovedbæresystemet eller er stabiliserende, kan være R 60 A2-s1,d0. Betegnelsen A2-s1,d0 betyr at bygningsdelen må være av ubrennbart materiale.

²⁾ Forutsettes beskyttet mot flammer og strålevarme

Figur 11: Krav til bærende bygningsdeleres brannmotstand, avhengig av bygningens brannklasse

9.1.2 Miljø

Verdens eldste og Europas ledende miljøsertifiseringsverktøy for bygninger er BREEAM/BREEAM-NOR som er en norsk tilpasning. Dette er den eneste metoden i Norge for sertifisering av bærekraftige bygg. Hensikten med verktøyet er å fremme miljøfokus og motivere til bærekraftige byggeprosjekt, hele veien fra start til slutt. For at leverandører skal dokumentere at de kvalifiserer til sertifiseringen må produktene blandt annet sjekkes opp mot kravene i BREEAM-NOR under emnene *Hea 02 Inneluftkvalitet*, *Mat 01 Bærekraftige materialvalg* og *Mat 03 Ansvarlig innkjøp av materialer*. Etter at man har kontrollert produktene må det utarbeides dokumentasjon som viser at produktet oppnår kravene [37].

Under *Mat 01 Bærekraftige materialvalg* er det fem punkter som kan oppfylles ut fra hvilket nivå av BREEAM-sertifiseringen man satser på. Minstekravet for en eventuell sertifisering er fravær av miljøgifter og dokumentasjon som viser dette. Videre følger punktene [38]:

- Miljødeklarasjoner (EPD)
- Ytelseskrav til bygningsprodukter
- Livsløpsvurderinger i bygget
- Klimagassberegninger

Etter samtale med eierne av Rennebu-Bjelken AS ble det klart at bedriften ikke har miljødeklarasjon. Produktene deres er trebaserte, og vil derfor likevel fremstå som miljøvennlige. Et punkt som eventuelt kan svekke produktets miljøvennlighet er limet som blir brukt mellom tannbjelkene.

Mat 03 Ansvarlig innkjøp av materialer oppfordrer til at viktige bygningsselementer blir kjøpt på en ansvarlig måte. Emnet omfatter to deler [38]:

- Forkrav
- Ansvarlig innkjøp

Med forkrav menes at det kreves dokumentasjon på at alt trevirke i prosjektet er "lovlig avvirket" og "lovlig omsatt" etter EUs trevirkeforordning (EU) nr. 995/2010. Ansvarlig innkjøp omfatter ansvarlig innkjøp av 80% av relevante materialer i bygningsselementene. Hvert materiale blir

vurdert ut fra sertifiseringsnivået som materialleverandøren har satt seg. På denne måten får man poeng ut fra hvor mange relevante materialer som brukes i bygget som er vurdert [38].

Hea 02 Inneluftkvalitet oppfordrer til et sunt innemiljø ved å installere hensiktsmessig ventilasjon, utstyr og overflater. Under dette emnet må man dokumentere begrenset bruk av luftforurensningskilder og om det eventuelt er potensiale for naturlig ventilasjon [38]. Dette må tas hensyn til under byggeprosessen, og mulighetene må kartlegges i prosjekteringsfasen. Med Rennebu-Bjelken AS sine materialer er det fullt mulig å oppnå et sunt innemiljø og god inneluftkvalitet. Igjen er det også her viktig med dokumentasjon for å kunne oppnå et BREEAM-sertifikat.

Rennebu-Bjelken AS har i dag ingen miljøsertifisering. Som nevnt innledningsvis er bedriften relativt liten og lokal på Støren og produserer hovedsaklig trebroer. Eierne av Rennebu-Bjelken AS mener selv at en sertifisering ikke er et mål for bedriften ved dagens situasjon. Deres målgruppe er lokale og private personer bosatt i og rundt Støren. For å være en attraktiv bedrift for disse er det pris som gjelder og det er også på dette området de konkurrerer med tilsvarende bedrifter. Private kunder er ikke opptatt av at bedriften skal ha en miljøsertifisering, og derfor er dette heller ikke førsteprioritet for Rennebu-Bjelken AS.

Skulle det i fremtiden være aktuelt for bedriften å komme seg inn på det offentlige markedet og utvide målgruppen produktene deres er tilegnet for, vil miljøfokuset være mer aktuelt. I dag krever mange offentlige byggherrer at materialene som blir brukt i deres prosjekter er miljøvennlige i produksjonsfasen. Da ville dokumentasjon som er i mindre interesse for bedriften i dag, være nødvendig. Skal det tretekniske senteret på Støren BREEAM-sertifiseres vil ikke Rennebu-Bjelken AS sine produkter oppfylle kravene, da med tanke på mangelfull dokumentasjon.

9.2 Bygget

9.2.1 Generelt

Illustrasjonsbilde på figur 12 viser byggverket plassert på tomten sett fra sør-østlig retning. Fasaden er i stor grad utført i trekledning med lite vedlikehold, samt områder med murt forblending av lokal oppdalsskifer for å skape kontraster. Store vindusflater sørger for godt lysinnslipp i hele bygget, samt et godt innemiljø. Parkeringsarealer er ikke inntegnet eller vist i vedlagte bilder, men blir anlagt ved byggets vestlige og nordlige sider.



Figur 12: *Illustrasjonsbilde fra sør-øst*

Figur 13 viser beliggenhet i forhold til jernbane og bilveg. Omkringliggende bygninger er kun vist i omtrentlige størrelser og plasseringer for illustrasjon.



Figur 13: *Illustrasjonsbilde fra nord-øst*

Illustrasjonsbilde fra takterrasse, se figur 14, viser anlagt grøntområde på takterrasse med inngjerdet lekeplass, beplantning langs rekkverk samt tilstrekkelig med sitteplasser. Det må tas hensyn til tilstrekkelig fall for avrenning, eventuelt varme for snøsmelting og plass til tekniske installasjoner osv. Plass til tekniske installasjoner er satt av i bygg vist på takterrasse i figur 14.

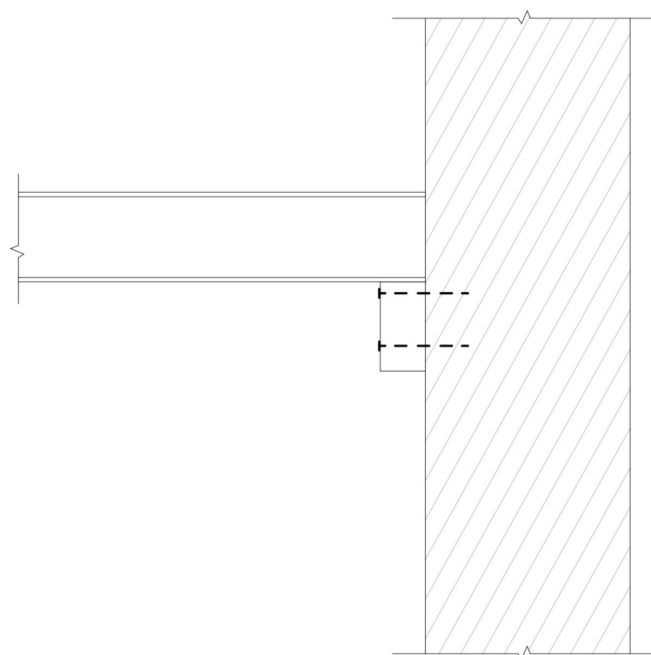


Figur 14: *Illustrasjonsbilde fra takterrasse*

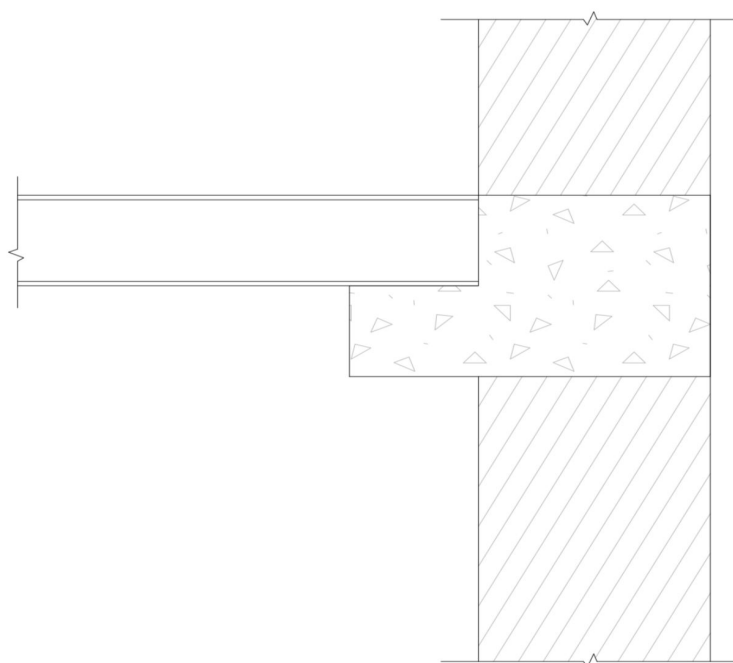
9.2.2 Innfesting av dekker

Det er utarbeidet noen forslag til innfesting av dekkeelementer mot bæresystem, vist på figur 15 og 16. Det er tatt utgangspunkt i et bæresystemet består av enten massivtrevegger og limtresøyler, eller rammer av limtresøyler-, og bjelker. Forslag 1) viser dekkeelementer opplagt (evt. festet med skruer) på en trebjelke som er festet i bæresystemet. Den underliggende bjelken vil gi økt stabilitet, samt at monteringsarbeidet forenkles ved at dekkene kan ligge fritt opplagret under montering.

Forslag 2) er at dekkelementene legges opp på LB-bjelker av betong som er festet mellom bæreelementene for to etasjer. Dette er en velprøvd metode, særlig brukt ved hulldekker og andre betongdekker. I et slikt tilfelle er det viktig at dekkene får tilstrekkelig oppleggsflate, og at det legges et beskyttelsessjikt (eksempelvis EPDM-gummi) mellom treverket og betongen.



Figur 15: *Forslag 1) til innfesting av dekkeelementer: Skruer og opplegg på trebjelke*



Figur 16: *Forslag 2) til innfesting av dekkeelementer: LB-bjelke av betong*

10 Konklusjon

Det konkluderes med at samvirke-elementene til Rennebubjelken er velegnet til bruk i fleretasjers byggverk med bæresystem av tre, med den forutsetning at brannmotstanden økes. Materialene er kortreiste, har lite klimaavtrykk og krever lite arbeid ved montering. Det kan idag oppnås fritt spenn på 8-12 meter, men mulighetene for bruk av limtre i forspente samvirke-elementer kan øke denne spennlengden betraktelig. Samvirke-elementene har idag en brannmotstand på R60, men denne kan ifølge leverandør økes ved behov, som for eksempel ved bruk i fleretasjers trebygg.

Elementene har per dags dato ikke miljødeklarasjon, men grunnet nogenlunde ukomplisert sammensetning av materialer, er limet som brukes mellom bjelkene og platene det eneste usikkerhetsmomentet. Ellers består elementene av heltre i form av forspente tannbjelker og plater av kryssfinér. I fremtiden vil en eventuell miljødeklarasjon kunne gjøre produktet mer attraktivt for ambisiøse utbyggere som vektlegger dokumenterte miljø-, og klimaløsninger, men dette er ikke et ønske fra leverandørens side i dette øyeblikk.

Videre arbeid med samvirke-elementene kan være problemstillinger rundt innfesting, samt grensesnitt mot resten av bæresystemet. Akustiske løsninger, brannmotstand, bruk av limtre for økt spennvidde, kostnad for miljødeklarasjon og type isolasjon vil være områder å jobbe med for en optimalisering av Rennebu-Bjelken AS sine produkter. I tillegg vil det generelt være nødvendig å senke produksjonskostnadene for trevirke, for å kunne konkurrere med dekker av betong med tanke på pris.

Videre arbeid for det tretekniske senteret vil omfatte geotekniske undersøkelser av den valgte tomten. Det må også tas hensyn til at den valgte tomten ligger i flomsonen i tilknytning til den nærliggende elven. Samtidig må utforming av fleksible planløsninger, grensesnitt mot valgt bæresystem, adkomst og brannprosjektering legges til rette for før en eventuell byggestart.

Referanser

- [1] Store norske leksikon. "Interessentanalyse", . URL <https://snl.no/interessentanalyse>.
- [2] Britt-Inger Andersson og Tore Opdal. "Bruk av tre motvirker drivhuseffekten". *Tre og miljø. Fokus på tre nr. 8*, 2004.
- [3] Sverre Tronstad og Ylva Steiner. "Utfordringerj". *Fokus på tre nr. 33. Rett trelast*, september 2008.
- [4] Eva Wulff. "Finér". URL <https://www.trae.dk/leksikon/finer/>.
- [5] Shu-Hui Jan og S. ping Ho. "Construction project buffer management in scheduling planning and control". pages 858–863, 2006.
- [6] LINK Arkitektur. "Vekting av BREEAM-NOR kategorier". URL <https://docplayer.me/4810112-Hva-er-breeam-og-hvorfor-satse-pa-breeam.html>.
- [7] Ukjent forfatter. Byggherren i fokus. URL <http://www.byggherrenifokus.no/pdf/beskrivelse.pdf>.
- [8] Asbjørn Rolstadås, Nils Olsson, Agnas Johansen og Jan AlexanderLanglo. *Praktisk prosjektledelse*. Fagbokforlaget, 2. opplag 2016.
- [9] Nirmalya Kumar. *Marketing as strategy: Understanding the CEO's agenda for driving growth and innovation*. Harvard Business Review Press, 2004.
- [10] Runar Framnes, Arve Pettersen og Hans Mathias Thjømøe. *Markedsføringsledelse*. Universitetsforlaget As, 2011, 8. utgave. URL https://issuu.com/universitetsforlaget/docs/sider_fra_markedsf_ringsledelse.
- [11] Midtre Gauldal kommune. "Energi og klimaplan". URL <http://docplayer.me/18667062-Energi-og-klimaplan-midtre-gauldal-kommune.html>.
- [12] SSB. "Kommunefakta Midtre-Gauldal". URL <https://www.ssb.no/kommunefakta/midtre-gauldal>.
- [13] BRE. "BREEAM". URL <https://www.breeam.com/>.

- [14] Byggalliansen. "BREEAM". URL <https://byggalliansen.no/sertifisering/breeam/>.
- [15] Yetunde Abdul Richard Quartermaine. "Delivering sustainable buildings: Savings and payback". URL <https://www.brebookshop.com/details.jsp?id=327401>.
- [16] Stein Michael Tomter og Lars Sandved Dalen. "Tilvekst og skogavvirkning". *Bærekraftig skogbruk i Norge*, 2014.
- [17] Kim Sorvig and J William Thompson. *Sustainable landscape construction: a guide to green building outdoors*. Island Press, 2018.
- [18] Ukjent forfatter. "Treprodukter kan bidra til å motvirke drivhuseffekten". *Lille grønne*, 2009.
- [19] Anders Homb og Sigurd Hveem. Lydoverføring i byggesystemer med massivtreelementer. 2011.
- [20] E Skaug. "Fokus på tre nr. 40". *Trevirkets oppbygning og egenskaper (in Norwegian)*. Norsk Treteknisk Institutt, Oslo, Norway, 2007.
- [21] BF byggform. "Kryssfiner". URL <https://www.byggform.no/kryssfinerskolen/>.
- [22] Katharina Bramslev og Rolf Hagen. "Grønn materialguide. Veileder i miljøriktig materialvalg". *Versjon 1.1*, page 21, November 2015.
- [23] Kjersti Erlandsen Tofte. "Bærekraftig miljøvalg i landskapsarkitekturen; Fokus på tre". *Masteroppgave i landskapsarkitektur*, page 38, 2010.
- [24] Cameron McGregor. Contribution of cross laminated timber panels to room fires. 2013.
- [25] Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO). "Beskyttelse mot brann i boliger og offentlige bygg". URL <https://www.nibio.no/tema/skog/bruk-av-skog/trebeskyttelse/brannbeskyttelse>.
- [26] Asbjørn Rolstadås. Milepæl – prosjektledelse. *Store Norske Leksikon*, 2018.
- [27] Utdanningsetaten. *Prosjekthåndbok; versjon 1.3*. Utdanningsetaten, 2017.

- [28] Avdeling for offentlige anskaffelser - Difi. "Kontrakt mellom byggherre og entreprenør". URL <https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/kontrakter/kontrakt-mellom-byggherre-og-entreprenor>.
- [29] Direktoratet for byggkvalitet. "Tilsyn; Vedlegg 3.2. Prosjekteringsprosessen". URL <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/del-3--vedlegg/vedlegg-3.2/3.2.5.-entrepriseformer/>.
- [30] Codex entrepriseadvokater. "Utførelsesentrepriser NS 8405/NS 8415". URL <https://www.entrepriseettsadvokater.no/kontrakter/utforelsesentrepriser-ns-8405/ns-8415/>.
- [31] Adam Frandson, Klas Berghede og Iris D. Tommelein. Takt time planning for construction of exterior cladding. pages 527–536, august 2013.
- [32] Glenn Ballard. "LCI White Paper 4". *Work Structuring*, pages 1–15, juni 1999.
- [33] Michael Pinedo and Xiuli Chao. *Operations scheduling. Chapter 2; The Context of Manufacturing Scheduling*. McGraw Hill, 1999.
- [34] Rennebu-Bjelken AS. "OM OSS". URL <https://www.rennebubjelken.no/>.
- [35] Store norske leksikon. "Brannklassifisering", . URL <https://snl.no/brannklassifisering>.
- [36] Byggforskserien. Oversikt over krav og løsninger ved brannteknisk prosjektering av bygninger. URL https://www.byggforsk.no/dokument/3307/oversikt_over_krav_og_loesninger_ved_brannteknisk_prosjektering_av_bygninger.
- [37] Norsk Byggtjeneste AS. "Hva er BREEAM/BREEAM-NOR?". URL <https://byggtjeneste.no/hva-er-breeam-nor/>.
- [38] BREEAM-NOR. BREEAM-NOR for nybygg 2016, teknisk manual. URL <http://ngbc.no/wp-content/uploads/2016/12/BREEAM-NOR-for-nybygg-2016-teknisk-manual-23.12.2016.pdf>.

Vedlegg

Vedlegg A Kravspesifikasjon

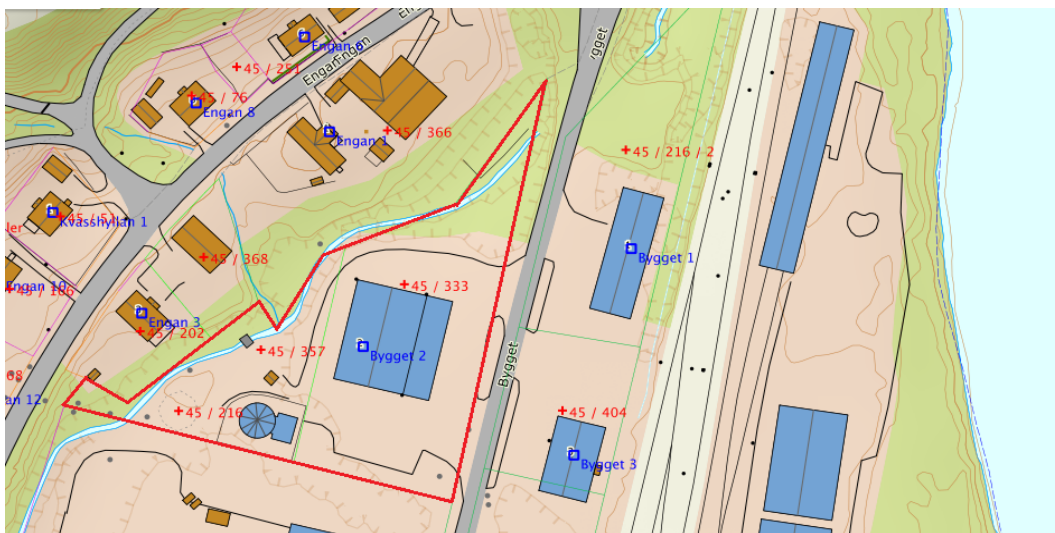
A.1 Innledning

Vi skal i denne oppgaven presentere et signalbygg på Støren i Midtre Gauldal kommune. Støren er en liten bygd hvor det fra kommunen sin side er ønskelig med et bygg som kan øke den lokale identiteten til tettstedet. Signalbygget skal plasseres i tilknytning til togbanen og er lokalisert sentrumsnært. Dette vil gjøre bygget lett tilgjengelig, med muligheter for å fungere som et samlepunkt sentralt i kommunen. Samtidig som bygget er tenkt til å være en attraksjon for turiser, skal bygget først og fremst benyttes til kontorer og arbeidsplasser for lokalbefolkningen på Støren. Midtre Gauldal kommune har mye treindustri som næringslivet ønsker å promotere. Under byggeprosessen skal det derfor brukes lokale leverandører fra Støren. Gauldal videregående skole ønsker også å bli inkludert med sine populære linjer innenfor bygg- og anleggsteknikk. Det er her ønskelig at elevene får ta del i byggeprosjektet i samarbeid med lokale aktører, og samtidig lære det nyeste av teknologi og produkter som brukes på markedet.

I prosjektet vil vi også se på hvilke utfordringer og begrensninger den utstrakte bruken av tre som bærende konstruksjon kan medføre, samt hvilke positive virkninger det kan ha på både miljøet og innneklimaet i bygget. Noen problemstillinger vi forventer å møte er brannmotstand, akustikk, tilstrekkelig spennlengde, vibrasjoner mm.

Videre i prosjektet tas det utgangspunkt i at bygget plasseres innenfor området markert i rødt, vist på figur 17.

Da området befinner seg innenfor flomsonen til elven Gaula (NVE flomsonekart), er det noen spesielle hensyn som må tas til flomsikring og elektriske installasjoner o.l. I dette prosjektet er det ikke sett nærmere på problemstillingen, men det anbefales at det foretas en grundig vurdering rundt dette. En alternativ plassering av bygget kan være Haukdalsmyra næringsområde, dog vil det ikke oppnå den samme eksponeringen.



Figur 17: Forslag til plassering av signalbygget (utklipp fra Norgeskart)

A.1.1 Prosjektets mål

Målet med oppgaven er å utforme et signalbygg på Støren. Signalbygget skal være et treteknisk senter på åtte etasjer. Det skal være moderne og attraktivt, samt skille seg ut på en positiv måte. Hovedsaklig skal det benyttes lokale leverandører i byggeprosessen, hvor vi i denne oppgaven spesielt skal se på Rennebu-Bjelken AS. Vi skal vurdere bruken av deres produkter i et slikt bygg, med tanke på eventuelle miljøsertifiseringer og nødvendige brannkrav. Signalbygget skal i første etasje ha et jernbaneteknisk museum, og videre kontorer i de øvre etasjene.

A.1.2 Eksisterende situasjon

I dag er Støren en liten bygd ca. 50km sør for Trondheim i Midtre Gauldal kommune. Tettstedet har ca. 2300 innbyggere og fungerer som kommune- og regionsenter med de fleste tilbud innen handel- og servicevirksomhet. Midtre Gauldal kommune har flere godt etablerte stedsnavn rundt seg, blant annet Trondheim, Røros og Oppdal. Det har lenge vært et spørsmål for kommunen hvilken rolle Midtre Gauldal og Støren skal ha i regionen, og hva man ønsker at kommunen skal forbindes med. Det er svært mye lokal treindustri i området, og næringslivet har i det siste sett på dette som en ressurs det er ønskelig å promotere. Gjennom et slik tiltenkt signalbygg på Støren vil man ha et prosjekt å vise til utad, samtidig som det vil øke den lokale identiteten til kommunen. I dag pendler en stor andel av befolkningen på Støren hver dag for å dra på arbeid, enten til Trondheim eller Oppdal. Signalbygget skal som nevnt inneholde kontorer og arbeidsplasser, som vil gi økt fellesskap i bygda. Man vil på denne måten binde sammen fylkeskommunen, næringsforeningen, lokale bedrifter på Støren, samt unge elever fra Gauldal Videregående skole i

ett og samme bygg. Dette vil øke sjansene for senere videreutvikling og promotering av tettstedet og påvirke kommunen positivt.

A.2 Overordnede krav og føringer

- Planlegging, prosjektering og utbygging skal følge alle relevante norske lover, forskrifter og standarder.
- Byggets byggegrense er på 30 meter fra nærmeste spors midtlinje iht. Jernbaneloven §10. Byggegrenser mv. under, over og langs jernbanen.
- Geotekniske undersøkelser av området er anbefalt. Rapporten skal beskrive og råde til tiltak som reduserer fare for økte setninger og foreslå overvannshåndtering og drenering både i normal og flom situasjoner.
- I samsvar med alle regler og normer fra SVV bør det utredes løsninger for kjøre-, gang- og sykkelveger for økt trafikk i området.
- Universell utforming skal vektlegges i høyest mulig grad iht. TEK17 §12-1. Krav til planløsning og universell utforming av byggverk.
- Det bør utnytte tverrfaglig samarbeid i høyest mulig grad ved materialvalg, prosjektering og planlegging for byggverket.
- Ved utbygging av byggverket skal det tas stort fokus for bruk av helse- og miljøfarlig byggprodukter samt grunnforurensing, naturmangfold, håndtering av bygg- og anleggsavfall iht. byggteknisk forskrift §9. Ytre miljø.
- For å unngå mulige skader på grunn av vannlekkasje eller fuktighet i byggverket skal det oppfylle alle byggtekniske forskrifter.

A.2.1 Funksjonskrav til bygningen

Signalbygget på støren skal være plassert slik figur 17 illustrerer. Byggets utforming skal vektlegge og signalisere verdier som kreativitet, aktivitet og åpenhet ved bruk av innovative løsninger produsert lokalt i Midtre Gauldal kommune. Bygningen skal synliggjøre og lede frem vektlagt miljøprofil beskrevet av kommunens miljøplan både for lokale beboere, skoleelever og besøkende.

Et kombinert museum- og kontorbygg skal være et eksempel på et bærekraftig bygg og gode løsninger ved bruk av trevirket som bygningsmaterial.

Følgende funksjonskrav bør legges til rette ved utforming av bygget:

- Bygget skal planlegges, plasseres og utføres slik at det tas hensyn til naturpåkjenninger og det unngås skader eller vesentlige langsiktige ulemper til lokalområdet.
- Det kreves at bygget planlegges og prosjekteres med hensyn til langsiktig bruk slik at utformingen og løsningene er fleksible på endringer fremover i tid.
- Bygget skal fullføres med stort fokus på åpenhet, dagslysinfall og derfor bærende veggkonstruksjoner bør unngås mest mulig.
- Materialer brukt i bygget skal være miljøvennlige og skal være tilpasset for stor slitasjemotstand samt lavt vedlikeholdsbehov.
- På grunnlag av kontroll og sikkerhetshensyn som organiseres enkelt og forståelig, skal antall innganger til bygget reduseres til minimum og planlegges iht. TEK17 §12-4. Inngangsparti, mens antall utganger bør følge byggteknisk forskrift §11-13. Tilrettelegging for rømning og redning.
- Bygget skal prosjekteres slik at det er lett å orientere seg både for kontorarbeidere og besøkende. Rom for besøkende eller sosiale soner planlegges i hver etasje slik at det er korte avstander fra enkelte arbeidsplass til rom med felles formål.
- Skilting, plassering av håndtak, koordinering og kommunikasjon inne i bygget skal planlegges slik at det er lett å finne frem for alle og prosjekterte løsninger skal ta høyde for vertikale og horisontale kommunikasjonslinjer pga. funksjons-, brann- og sikkerhetskrav iht. TEK17 §11-1. Sikkerhet ved brann, §12-6. Kommunikasjonsvei, §12-18. Skilt, styrings- og betjeningspanel, håndtak, armaturer og lignende, og NS3041:2007 Skilting - Veiledning for plassering og detaljer.
- Klima-, dagslys-, lyd- og vibrasjonskontroll samt akustikk og universell utforming skal ivaretas i hele bygget og oppfylte krav skal dokumenteres i samsvar med TEK17 §2. Dokumentasjon for oppfyllelse av krav, §13-4. Termisk inneklima, §13-6. Lyd og vibrasjoner, §13-7. Lys, .

- En del av byggets tak skal brukes som felles bruksareal og derfor bør takarealet være lett tilgjengelig for alle brukere mht. tilstrekkelig fall og avløp slik at regn- og smeltevann renner av.

A.2.2 Funksjonskrav til museum

Kunst og kultur verdsettes stort og har et høyt fokus i Gauldal kommune. Dagens tilbud er varierende med alt fra kulturskole for barn og ungdom med utviklingsmuligheter innen kunst og kreativitet til Støren kulturhus som et regionalt kulturhus i Trøndelag. For å utvide tilbudet til den lokale befolkningen og til Støren sine besøkende ønsker Gauldal kommunen å inkludere et jernbanemuseum som en del av signalbygget som skal bygges.

Jernbanemuseum skal være et attraktivt og kreativt sted som skal tiltrekke alle interessenter med sine utstillinger. Utstillingene skal plasseres i første etasje i en sammenhengende romvolum på tre etasjer. Alle rampene ved inngang og mellom eksponater skal være universell utformet samt minimal avstand mellom dem bør tilfredstille krav for brann og sikkerhet ved rømming iht. TEK17. Planlagte løsninger skal ta hensyn til åpenhet og høy utnyttelsesgrad av dagslys. Kunstig belysning skal planlegges og prosjekteres slik at belysningsarmaturens plassering utfyller størrelsen og dybden av rommet.

Det skal dokumenteres om nødvendige krav for sikkerhet ved brann er oppfylt iht. TEK17 §11-1. Sikkerhet ved brann og §2. Dokumentasjon for oppfyllelse av krav.

A.2.3 Funksjonskrav til kontorer

Ved utforming av arbeidskontorene skal moderne løsninger legges til grunn. Med det menes at det skal planlegges og prosjekteres kontorarealer slik at leietakerene selv har mulighet til å bestemme om det skal være åpent kontorlandskap eller egne kontorer for ansatte. Det skal også inkluderes møte- og grupperom.

Dersom man skal beskrive kontorarealets utforming som funksjonskrav bør man ta hensyn til følgende:

- Tilpasningsmulighet med lave kostnader for virksomhet og miljø.
- Soner som skal benyttes av personer som krever høy arbeidskonsentrasjon skal planlegges mest mulig vekk fra fellesarealer eller sosiale områder.

- Dynamikk og kreativitet mellom medarbeidere med ulike forkunnskaper skal være motiverende for planlegging av pauserommene på en naturlig måte, for eksempel legge dem sentralt ved inngangen.
- Planlagte løsninger skal være mulig å tilpasse til hver enkelts behov. Dvs. en kontorarbeider skal ha mulighet å velge sin arbeidsplass tilpasset oppdraget den jobber med, for eksempel å jobbe individuelt eller i gruppe med variert størrelse.
- Strategisk plassert sosiale soner skal være mulig å tilpasse og benytte av besøkende, til uformelle møter med tilpasset tekniske løsninger for lydreduksjon f.eks. vegger, systemvegger, glassvegger eller dører som fysiske skjermer.
- Lyddempende gulvbelegg skal anvendes og det skal foretas løsninger med hensyn til akustikk.
- Generelt skal kontorer prosjekteres slik at utnytting av dagslys forekommer i størst mulig grad. Plasseringen av belysningsarmatur skal plasseres med hensyn til romstørrelse, funksjon og planlagte aktiviteter i rommet, samtidig skal det være mulighet å tilpasse individuelle lysbehov for hver enkel arbeidsplass.

A.2.4 Universell utforming

Da byggverket har potensiale til å bli en turistattraksjon samt et møtested for nærmiljøet, er det viktig at alle kan bruke bygget og dets funksjoner, uavhengig av eventuelle funksjonsnedsettelse. For å oppnå dette utformes bygget etter *NS11001-1 Universell utforming av byggverk*, i tillegg til krav gitt i TEK17. I standarden vektlegges det løsninger som gjør det enkelt for alle å orientere seg, forflytte seg, og å kunne benytte seg av byggets funksjoner uten behov for tilpasning.

Noen funksjonsnedsettelse som må tas hensyn til er bevegelse og forflytning, overfølsomhet (f.eks. allergier), hørsel, kognisjon og syn. Det er ønskelig at alt er tilgjengelig for personer med slike nedsettelse uten at det fremstår åpenbart tilpasset.

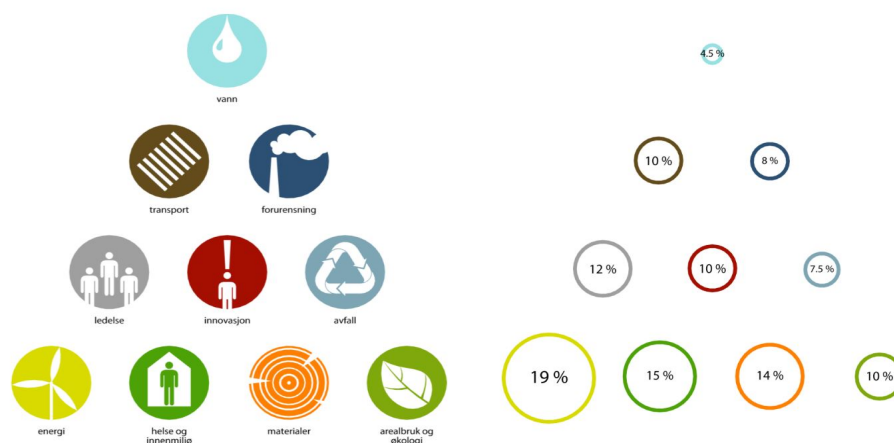
A.2.5 Sikkerhet

Bygget skal konstrueres på en måte som gir tilstrekkelig styrke og stivhet mot interne og eksterne laster, samt tilstrekkelig motstand mot ulykkeslaster som f.eks. brann. Planløsning og utforming skal også oppfylle alle krav til rømningsveier med tilhørende rømningsarealer og eventuelle brannforhindrende tiltak som kravene er gitt i TEK17. Dimensjonering av bærekonstruksjonen gjøres etter TEK17 og aktuelle standarder. Branndimensjonering vil spille en vesentlig rolle grunnet utstrakt bruk av tre som bærekonstruksjon.

A.2.6 Miljø

Ved utforming av bygget er det et ønske fra Midtre Gauldal kommune at det vektlegges en fremtidsrettet miljøprofil som gjenspeiler regionens miljø- og klimaplaner. Løsninger som foreslås i prosjektet vil så langt det lar seg gjøre utføres med hensyn på BREEAM-NOR Manualen, som er den norske tilpasningen av det britiske miljøsertifiseringssystemet BREEAM, for å sikre et miljøvennlig og bærekraftig bygg. Det er ikke fastsatt mål om oppnå sertifisering, men manualen brukes i første omgang som en retningslinje for miljøriktige valg.

Figur 18 viser hva de ulike miljøområdene i BREEAM-NOR er, og hvordan de vektlegges ved sertifisering. En nokså lik vektlegging ved fordeling av ressurser vil det også være i planleggingen av signalbygget på Støren.



Figur 18: Kategorier i BREEAM-NOR Manualen med vekting [6]

A.3 Bygningsdeler (materialer og tekniske krav)

A.3.1 Dekker

Rennebu-Bjellens nye kanaldekker bestående av kryssfiner som flenser og rennebubjelke som steg mellom skal brukes til gulvkonstruksjon. Gulvoverflate skal velges og vurderes med hensyn til rullemotstand, fuktighet i rommet og om gulvmaterialet er godt å gå på. I dimensjoneringsstabeller fra leverandør er det oppgitt mulighet for inntil 12 meter fritt spenn for dekkeelementene, og i dette tilfellet en nyttelast-kapasitet på $3kN/m^2$. Det skal gjøres valg som vektlegger fleksibilitet med hensyn på fremtidige bruksendringer, og dermed er det ønskelig med minst mulig bærende elementer innvendig i bygget.

Da tre er et lett bygningsmateriale som er utsatt for flanketransmisjon og andre akustiske problemstillinger, er det spesielt viktig med lyddempende tiltak for å oppnå god akustikk. Noen eksempler på akustiske tiltak er å øke massen til etasjeskilleren ved f.eks. å fylle hulrommet mellom bjelkene med pukk, bruke trinn-, og luftlydsdempende systemer over dekkene, sikre god tetning i overgang mot vegg og av gjennomføringer osv. Det bør vurderes å anlegge et tilfarersystem over etasjeskillere (eks. Granab) både for å kunne føre el-, og telekabler uten å gå gjennom bærekonstruksjonen, men også for å ha et dempende underlag til flytende gulv. Et slikt system kan leveres med lyddempende klosser under tilfarerne, noe som vil ha positiv innvirkning på trinn-, og luftlyd.

Horisontal føring av ventilasjonskanaler skal utføres på en måte som vektlegger fleksibilitet og elastisitet, og det er ønskelig at rørene ikke kommer i konflikt med bærende konstruksjonselementer der dette lar seg gjøre.

I områder med fare for vannlekkasje bør det velges vanntett materiale, gulvet skal legges med fall mot sluk og vanntettmaterialet skal legges opp rundt gjennomføringer. Det bør utføres gjennomføringer i brannskiller med branntetting.

A.3.2 Tak

Et av de mest viktige og utsatte elementene av et byggverk er taket. Taket skal beskytte mot nedbør og det valgte materialet til taktekking skal tåle klimatiske og mekaniske påkjenninger. Konstruksjonen skal altså ha evnen til å oppta fysiske belastninger slik at tilfredstillende sikkerhet varetas og skadelige deformasjoner unngås.

Planlegging og prosjektering skal garantere at et sikkert og funksjonelt tak tilfredsstiller alle myndighetenes krav til isoleringsevne og brannmotstand.

Det bærende konstruksjonsmaterialet som skal brukes til takkonstruksjonen produseres av Rennebu-Bjelken AS og følgende funksjonskrav til takkonstruksjonen er definert:

- Deler av taket skal være en terrasseløsning lett tilgjengelig for alle brukere og fungere som uteareal for sosiale aktiviteter.
- Taket skal planlegges og prosjekteres slik at jevnlig, effektiv og miljøvennlig vedlikehold kan anvendes.
- Det skal være foreslåtte løsninger mot fallsikring på taket.
- Det skal vurderes montering av lynavleder på taket iht. dsb §39. Krav til elektriske installasjoner.
- Bortledning av regnvann skal skje slik at det ikke oppstår skademuligheter til takkonstruksjon eller byggverket. Dreneringen skal dimensjoneres slik at den tåler dimensjonerende regnintensitet iht. TEK17.
- Takkonstruksjonen skal være isolert slik at varme- og lydgjennomgang kan begrenses.

A.3.3 Grensesnitt

Grensesnitt definerer kontakt mellom ulike fagområder eller elementer som skal virke sammen, og krever derfor god kommunikasjon med hverandre. Denne oppgaven representerer hovedsaklig kun tak- og dekkekonstruksjonene i signalbygget, og våre grensesnitt er derfor mange. For at bygget skal kunne opptre som en helhet må kommunikasjonen med de som er ansvarlig for veggene i bygget være presis og nøyaktig. Tak- og dekkeelementene skal kobles direkte fast i veggelementene og det kreves at dette er tilstrekkelig planlagt for å oppnå best mulig overgang, med minst mulig kuldetap og unøyaktigheter. Videre har man også grensesnitt opp mot aktørene som installerer det varme-, ventilasjons- og sanitærtekniske i bygget. Her skal det legges rør og kabler som skal føres gjennom bygget i vegg-, tak- og dekkekonstruksjonen. Her krever det tilstrekkelig samarbeid med flere fagområder. Samtidig kommer ofte det elektriske inn i bildet etter bærekonstruksjonene er på plass, men skal kommuniseres med og legges til rette for underveis i byggeprosessen.

Det er ikke bare de ulike elementene som er knyttet til selve bygget man har grensesnitt mot. Like viktig er grensesnittene opp mot kunden som har bestilt bygget, samt brukerne av bygget. Det er avgjørende at kunden blir inkludert i byggeprosessen og eventuelle problemstillinger som kommer opp underveis. Kunden er førsteprioritet og god kommunikasjon med byggherre er elementært for å tilfredsstille deres krav og ønsker. På denne måten blir grensesnittene ivaretatt og man oppnår da best mulig byggeteknisk resultat, samtidig som kunden blir fornøyd.

Vedlegg B Gantt-diagram prosjekt - signalbygg på Støren



Vedlegg C Artikkel

TRETEKNISK SENTER PÅ STØREN

Det er for tiden en idé om å bygge et signalbygg på Støren i Midtre Gauldal kommune. Støren er en liten bygd hvor fylkeskommunen og næringsforeningen har lagt frem et ønske om et signalbygg som kan øke den lokale identiteten til tettstedet. Signalbygget skal plasseres i tilknytning til togbanen og er lokalisert sentrumsnært. Dette vil gjøre bygget lett tilgjengelig, med muligheter for å fungere som et samlepunkt sentralt i kommunen.

Samtidig som bygget er tenkt til å være en attraksjon for turister, skal bygget først og fremst benyttes til kontorer og arbeidsplasser for lokalbefolkningen på Støren. Midtre Gauldal kommune har mye treindustri som næringslivet ønsker å promotere. Under byggeprosessen skal det derfor brukes lokale leverandører fra Støren.

Det er lagt spesielt stort fokus på Rennebu-Bjelken AS sine produkter til tak- og dekkekonstruksjon i bygget. Her har Rennebu-Bjelken AS produsert et nytt samvirke-element av heltre i form av plater av kryssfinér som flens og forspente tannbjelker som steg mellom. Det er bestemt at bygget skal ha åtte etasjer, og det krever dermed spesielt god brannmotstand på materialene som skal brukes i det primære og sekundære bæresystemet. I dag har Rennebu-Bjelken AS sine produkter brannmotstand R 60, som i følge TEK17 ikke tilfredsstiller kravet på en åtteetasjes bygning med brannklasse 3 og brannmotstand R 90.

Det skal sammen med kortreiste materialer legges stort fokus på miljøaspektet. Rennebu-Bjelken AS er en relativt liten og lokal bedrift. Deres kunder og målgruppe er først og fremst private personer bosatt i og rundt Støren. For disse er det pris som gjelder for å være konkurransedyktig. Mulighetene for en eventuell BREEAM-sertifisering er vurdert i teknisk rapport, og manglende dokumentasjon er en stor begrensning.

Skulle det være ønskelig for Rennebu-Bjelken AS å utvide målgruppen vil miljøfokus være mer aktuelt. Videre kan problemstillinger med grensesnittene mot resten av bæresystemet, akustiske løsninger, økt brannmotstand og bruk av limtre for økt spennvidde være områder å jobbe rundt for en optimalisering. Det er også kjent at trevirke er et dyrt materiale, og ville nok vært mer brukt i dagens marked hvis man klarte å senke produksjonskostnadene. Signalbygget skal bygges som et treteknisk senter og være et prosjekt de lokale bedriftene på Støren senere kan vise til.



TRETEKNISK SENTER PÅ STØREN

Det skal bygges et signalbygg med tre som byggemateriale på Støren i Midtre Gauldal kommune. Gjennom lokale treprodusenter og bedrifter skal bygget fremme treindustrien på og rundt Støren. Samtidig ønsker Gauldal videregående skole et tett samarbeid til byggeprosessen med sin populære Bygg- og Anleggslinje. Signalbygget vil bidra til økt lokal identitet i bygda, og fungere som et samlepunkt i kommunen.

Treteknisk senter skal inkludere et jernbaneteknisk museum i første etasje, og ha kontorer i de øvre etasjene. Bygget har åtte etasjer, og på toppen finner man en stor og flott takterrasse for både store og små.

