

# Grønn fritid – utvikling av et bærekraftig hyttefelt

Green Leisure – Development of a Sustainable Cabin Field

Trondheim, mai 2020

Studenter:

Amalie Jønvik

Arati Jegatheeswaran

Ranveig Rislien Jenssen

Intern veileder:

Bozena D. Hrynyszyn

Ekstern veileder:

Asgeir Meland

Prosjektnr.:

10 - 2020

Rapporten er ÅPEN

Besvarelsen består av følgende antall delrapporter: Rapport + vedlegg =1



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for bygg- og miljøteknikk

## Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål

På bakgrunn av svært økende hytteutbygging i Norge med manglende fokus på bærekraft, skal det utarbeides et alternativ til tradisjonell hyttebygging. Prosjektet er en videreføring av idéen om et bærekraftig hyttefelt med fellesfunksjoner, utarbeidet av, og på vegne av, Grønn Fritid AS.

Gjennom bacheloroppgaven skal gruppen prosjektere et forslag til utforming av dette hyttekonseptet. Løsningen skal ivareta gitte og utarbeidede rammer for prosjektet. Gruppen har kommet fram til følgende formulering av problemstillingen: *“Utvikling av et arealeffektivt og fremtidsrettet hyttekonsept med bærekraft som prioritet”*. På bakgrunn av denne problemstillingen skal gruppen besvare følgende spørsmål:

*Hvordan ivareta vegetasjonen og sikre fundamentering med minst mulig inngrep?*

Det er ytret et ønske fra oppdragsgiver om å bevare vegetasjonen og utforme hytter med lite fotavtrykk. Gruppen vil derfor undersøke hvordan dette kan ivaretas. Det vil drøftes om hytter på pæler er det beste valget og hvordan fundamenteringen på fellesbygget kan sørge for minst mulig inngrep.

*Hvilke løsninger kan gjøre hyttekonseptet bærekraftig?*

Prosjektets hovedprioritet er å gjøre hyttene, men også hele konseptet, bærekraftig. Studentene vil derfor finne mest mulig bærekraftige løsninger. Det vil legges vekt på holdbare og miljøvennlige materialer, samt muligheten for å benytte lokale leverandører.

*Hvordan kan et arealeffektivt og bærekraftig hyttekonsept utformes?*

Gruppen skal utarbeide et forslag til en arealeffektiv utforming av hyttene for å sikre god utnytting. De forholdsvis små hyttene vil kompenseres med et større fellesbygg. Samtidig som hyttekonseptet skal utformes arealeffektivt og bærekraftig, vil det legges vekt på det arkitektoniske uttrykket for å gjøre prosjektet attraktivt i markedssammenheng.

*Hvilke fellesfunksjoner er hensiktsmessig for å ivareta målgruppens ønsker og krav?*

Fellesbygget gjør at hytteeierne fremdeles har tilgang på ønskede fasiliteter. Det vil gjennomføres en spørreundersøkelse for å få en indikasjon på de mest ønskede fellesfunksjonene blant folket. Dette bidrar i drøftingen rundt hvilke fellesfunksjoner som er hensiktsmessige å ha med.

Målet med oppgaven er å utarbeide et forslag til hvordan hyttekonseptet til Grønn Fritid AS kan utformes. Mer generelt er oppgaven et bidrag til fremtidens hyttekultur med et alternativt og bærekraftig hyttekonsept.

**Stikkord:** Hytter/fritidseiendom, bærekraftig bygging, grønn fritid, miljøavtrykk

## Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet i forbindelse med avsluttende utdanning ved Institutt for bygg og miljøteknikk. Oppgaven er skrevet under faget TBYG3016 ved bachelorprogrammet Byggingeniør ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Forfatterne av oppgaven går studieretningen husbyggingsteknikk, og har gjennom oppgaven fått anvendt opparbeidet kunnskap og ferdigheter som er tilegnet i løpet av studietiden. Arbeidet er utført i tidsrommet fra januar til mai 2020, og oppgaven tilsvarer 20 studiepoeng.

Oppdragsgiver for bacheloroppgaven er Grønn Fritid AS, mens samarbeidet har foregått gjennom kommunikasjon med Nasjonalparken Næringshage. Hensikten med oppgaven er å utforme et bærekraftig hyttefelt som et alternativ til tradisjonell hytteutbygging. Bakgrunn for valg av oppgave er først og fremst interesse for bærekraftighet og miljøvennlige bygg, og derav det å få ta del av et innovativt prosjekt med en ny organisering av fritidsboliger. Videre har interessen for byggteknikk og detaljprosjektering vært avgjørende for valg av oppgave.

Vi ønsker å rette en takk til vår eksterne veileder Asgeir Meland fra Nasjonalparken Næringshage som har gitt oss verdifull veiledning og nyttig informasjon. Vi vil også rette en takk til førstelektor ved instituttet, Per Otto Yttervoll, for bidrag til konstruksjonsberegninger i oppgaven. Til slutt vil vi takke vår interne veileder, Bozena Dorota Hrynyszyn fra NTNU, for gode tilbakemeldinger, assistanse og veiledning underveis.

Trondheim, 20.05.2020



Amalie Jønvik



Arati Jegatheeswaran



Ranveig Rislien Jensen

## Sammendrag

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet på vegne av oppdragsgiver Grønn Fritid AS. Oppgaven er en videreutvikling av oppdragsgivers idé vedrørende prosjektering av et bærekraftig hyttefelt med fellesfunksjoner. Arbeidet er ment som et bidrag til fremtidens hyttekultur og kan brukes videre i arbeidet mot et grønt skifte i fritidsbolignæringen. For å utarbeide en løsning til konseptet ble følgende problemstilling formulert; «Utvikling av et arealeffektivt og fremtidsrettet hyttekonsept med bærekraft som prioritet». Oppgaven resulterer i et konkret forslag til hvordan et slikt hyttekonsept kan utformes.

For å vurdere bærekraftighet, er ulike materialer og konstruksjonsprinsipper vurdert opp mot hverandre. Dette inkluderer også drøfting av ulike fundamenteringsmetoder for å finne metoden som bevarer mest mulig vegetasjon. Andre aspekter ved bærekraftperspektivet det er tatt hensyn til, er hvordan konseptet kan utformes hensiktsmessig med tanke på redusert areal og delte fellesfunksjoner, diverse miljøvennlige energiløsninger samt hvilken energistandard bygningene skal prosjekteres etter.

Resultatet ble utforming av et hyttefelt bestående av ni kompakte hytter på 35 m<sup>2</sup> BRA hver og et fellesbygg på omkring 130 m<sup>2</sup> BRA. Fellesfunksjonene som ble vurdert hensiktsmessig, var boblebad, badstue, tørkerom, dusjfasiliteter, gjesterom, felles stue og kjøkken, boder, utstyrsverksted, naturlekeplass, grillutstyr og gapahuk med bål plass.

Ved å ivareta bærekraft som tungtveiende prioritet i prosjektet, ble det konkludert med å benytte mest mulig norskprodusert trevirke i bygningene. For å bevare vegetasjon ble det besluttet å benytte åpen fundamentering med pæler. Bygningenes energistandard ble bestemt til å ligge på energikravene i TEK17 som gjelder for fritidsboliger mellom 70 m<sup>2</sup> og til og med 150 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA. Når det kommer til energiløsninger, ble blant annet peisovn, varmepumpe og vannbåren varme valgt. Dette resulterte ifølge simuleringer til energimerket lysegrønn A.

Opgaven har vært nødt til å avgrenses noe, og en mer omstendelig analyse av materialvalg der livsløpsperspektivet tas med kan derfor være nyttig for videre arbeid. Til slutt i oppgaven ble det gjort en kostnadsanalyse. Denne viser at kostnad for hver hytte, inklusiv delt kostnad på fellesbygget, vil komme på like under 1,7 millioner kroner.

## Abstract

This bachelor thesis is written on behalf of Grønn Fritid AS. The thesis describes a sustainable cabin field with shared facilities and is based on an idea developed by the company. The intention behind the project is to contribute to the development of provident cabin fields, which has an increasing focus on sustainability. To find a solution to this concept, the topic has been formulated as following: “Development of an area efficient cabin concept for the future with sustainability as a priority”. The thesis results in a concrete suggestion in how the cabin concept can be designed.

To make sure sustainability is the main priority, different materials and solutions have been compared to each other before any final decisions were made. This also included discussion on several foundation methods to find the one that preserves as much as possible of the vegetation. Other sustainable aspects that have been taken into consideration, are how the concept can be designed to make the area in the cabins efficient and finding appropriate shared facilities. It has also been discussed which energy solutions and energy efficiency standard the project should have in order to be as sustainable as possible.

It was, as a result of the topic’s winding, chosen to design and develop a cabin field containing nine, compact cabins of 35 m<sup>2</sup> utility floor space in addition to a bigger, shared cabin around 130 m<sup>2</sup> utility floor space. Some of the shared facilities that was concluded to be convenient for the common cabin was showers, a sauna, a jacuzzi, a common living- and dining space, a shared kitchen and a guest bedroom. In addition, some facilities for the outdoor area was also chosen expedient, such as an outdoor storage for each owner, a workshop for both winter- and summer equipment, a playground for children, barbeque facilities and a lean-to shelter with possibilities for bonfires.

By assuring sustainability as weighty priority, the project looked at the use of Norwegian- and locally produced materials. In order to preserve the vegetation on the property, it was decided to use open foundation with piles. The energy efficiency standard of the buildings was set to meet the requirements of TEK17, which only apply to leisure homes between 70 m<sup>2</sup> and 150 m<sup>2</sup> utility floor space. When it comes to energy solutions regarding heating, some of the choices were eco-designed wood-burning stoves, heat pumps and water born heating-systems. According to simulations, these choices resulted in the energy label light-green A.

It was, in some areas, necessary to refine the thesis. For further work, it would be useful to include a detailed analysis of the life cycle perspective of the chosen materials. At last, it was developed a cost analysis of the entire project. This analysis indicates that each cabin, including the costs of shared building and facilities, will get a value right below 1.7 million NOK.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>i</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Begrepsliste</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>3</b>
1.1 Bakgrunn for tema.....	4
1.2 Mål og tilnærming.....	5
1.3 Problemstilling.....	6
1.4 Omfang og avgrensning.....	7
<b>2 Prosjektbeskrivelse</b> .....	<b>9</b>
2.1 Nasjonalparken Næringshage.....	10
2.2 Grønn Fjellhageby.....	10
2.3 Grønn Fritid AS.....	11
2.4 Bærekraftig hyttebygging.....	11
2.5 Området.....	12
<b>3 Metode</b> .....	<b>13</b>
3.1 Spørreundersøkelse.....	14
3.2 Litteratursøk.....	16
3.3 Ekstern kompetanse.....	16
3.4 Dataassistert konstruksjon.....	17
3.5 Norsk Prisbok 2017.....	17
3.6 THERM 7.5.....	17
3.7 SIMIEN.....	18
<b>4 Teori</b> .....	<b>19</b>
4.1 Bærekraft.....	20

4.1.1 Definisjon.....	20
4.1.2 Tre som bærekraftig materiale .....	20
4.1.3 Klimaloven og Rennebus klimaplan .....	20
<i>4.2 Lover, forskrifter og standarder .....</i>	<i>22</i>
4.2.1 Brann.....	22
4.2.2 Lyd.....	23
4.2.3 Våtrom .....	24
4.2.4 Kontor .....	24
4.2.5 Universell utforming .....	25
<i>4.3 Energikriterier.....</i>	<i>28</i>
4.3.1 Energistandard .....	28
4.3.2 Energimerking.....	29
4.3.3 Miljøsertifisering.....	29
<b>5 Konsept.....</b>	<b>30</b>
<i>5.1 Grunnidéer for prosjektet.....</i>	<i>31</i>
5.1.1 Målgruppen .....	31
5.1.2 Bærekraftige materialer.....	31
5.1.3 Utforming og arkitektonisk uttrykk .....	31
5.1.4 Organisering.....	32
<i>5.2 Fellesfunksjoner .....</i>	<i>33</i>
5.2.1 Valg inne.....	33
5.2.2 Uteområde.....	33
5.2.3 Parkering.....	35
<b>6 Analyse.....</b>	<b>36</b>
<i>6.1 Fundament og etasjeskiller .....</i>	<i>37</i>
6.1.1 Grunnundersøkelser og geotekniske forhold.....	37
6.1.2 Fundamenteringsmetoder .....	39
6.1.3 Valg av løsning .....	41
6.1.4 Laster og dimensjoner.....	42



6.1.5 Etasjeskillere .....	44
6.2 Tak.....	49
6.2.1 Taktyper .....	49
6.2.2 Taktekninger .....	52
6.2.3 Valg av løsning .....	53
6.2.4 Laster og dimensjoner.....	55
6.3 Veggkonstruksjon .....	57
6.3.1 Ulike typer vegger.....	57
6.3.2 Valg av løsning .....	58
6.3.3 Dør og vindu .....	62
6.4 Energiforsyning, vann og avløp .....	64
6.4.1 Strøm.....	64
6.4.2 Oppvarming .....	65
6.4.3 Ventilasjon .....	66
6.4.4 Vann og avløp.....	67
6.4.5 Diverse installasjoner.....	68
6.5 Energiberegninger .....	70
6.5.1 THERM 7.5 .....	70
6.5.2 Håndberegnet U-verdi.....	71
6.5.3 SIMIEN.....	71
6.6 Arealoversikt .....	74
6.7 Kostnadskalkyle.....	75
6.8 Oppsummering av valg.....	77
<b>7 FoU.....</b>	<b>78</b>
7.1 Det grønne skiftet .....	79
7.2 Entreprenørskap og entreprisereformer.....	80
7.3 Rennebubjelken som trafikkbro .....	81
<b>8 Konklusjon .....</b>	<b>83</b>
8.1 Drøfting av resultat .....	84

8.2 Konklusjon på problemstillingen.....	85
<b>9 Referanseliste .....</b>	<b>87</b>
<b>10 Figurliste.....</b>	<b>95</b>
<b>11 Tabelliste .....</b>	<b>97</b>
<b>12 Vedlegg .....</b>	<b>98</b>

## Begrepsliste

Begrep	Forklaring
BRA	Bruksareal, arealet innvendig med innvendige vegger og føringer.
BYA	Bebygd areal, det arealet som bygningen opptar av terrenget.
Bæreevne R	Angir at konstruksjonen er bærende, angir bygningsdelens evne til å opprettholde tilstrekkelig bæreevne under brann.
Flanketransmisjon	Lydenergi som overføres fra et rom til et annet gjennom flankerende konstruksjoner.
Fritidsbebyggelse	Med fritidsbebyggelse menes hytter, sommerhus eller lignende sekundærboliger som i hovedsak er i privat bruk.
Integritet E	Angir tetthet, angir en skillende bygningsdels evne til å motstå branneksponeering på én side uten at brannen overføres til den ueksponerte siden på grunn av gjennomgang av flammer eller gasser.
Isolasjonsevne I	Temperaturstigning, angir evnen til å motstå brannpåkjenning på én side uten at brannen overføres til den ueksponerte siden på grunn av betydelig overføring av varme.
Klimagassutslipp	Utslipp av gasser som påvirker klimaet ved å virke inn på strålingsbalansen til jorden og atmosfæren, for eksempel karbondioksid og metan.
Kuldebro	Et felt i en konstruksjon hvor isolasjonsevnen er lavere enn i resten av konstruksjonen.

Luftlydisolasjon	Isolasjon mot luftbåret lyd som tale og TV.
Luminanskontrast	Er definert som luminansdifferansen mellom to flater sett i forhold til bakgrunsluminansen. Luminans er et mål på hvor lys en flate er.
Lydreduksjonstall R	Forskjellen i utstrålt effekt på baksiden og innfallende effekt på framsiden av en skillekonstruksjon når lydbølger treffer konstruksjonen, gitt i dB.
Setninger	Setninger er langsomme sammensynkninger og vertikalbevegelser i undergrunnen ved mekanisk belastning.
TEK17	Byggeteknisk forskrift fra 2017.
U-verdi	Varmegjennomgangskoeffisient, et mål på den varmeisolerende evnen til en bygningsdel.
Universell utforming	Utforming eller tilrettelegging av hovedløsningen i et bygg og tilhørende uteområder slik at det kan benyttes av flest mulig uansett nedsatt funksjon.

## **1 Innledning**

Kapitlet omhandler oppgavens bakgrunn, mål og tilnærming, problemstilling samt omfang og avgrensninger.

## 1.1 Bakgrunn for tema

Norsk hyttekultur slo for alvor rot i de økonomiske oppgangstidene etter andre verdenskrig (1). Som følge av tilflytning til tettbebygde strøk kombinert med stabil økonomi, har etterspørselen på fristeder nært naturen økt. Undersøkelser gjort av Norsk senter for bygdeforskning viser at mer enn halvparten av norske husstander eier eller har tilgang til en fritidsbolig (2). Bare i 2019 ble det etablert 6 455 nye hytter med en gjennomsnittsstørrelse på 96,2 m<sup>2</sup>. Dette er en kraftig vekst sammenlignet med året 1983 hvor det ble etablert 1 600 nye hytter med en gjennomsnittsstørrelse på 62,2 m<sup>2</sup> (3). Til sammen var mer enn 470 000 hytter og andre fritidsboliger registret oppført ved inngangen til 2020 (4).

Med disse bakgrunnsdataene er det ingen tvil om at hyttebygging har en stor innvirkning på miljøet. Både hyttene og bruken av de er med på å belaste naturen, dyrelivet, veiene og lokalsamfunnene. I tillegg forblir mindre og mindre naturområder uberørt, både på fjellet, i skogen og ved strandsonen. Det finnes her et stort potensial i å redusere klimagassutslipp og minke det økologiske fotavtrykket ved å utvikle den tradisjonelle hytteutbyggingen i en mer miljøvennlig retning.

Som følge av den økende hyttebyggingen er det også nødvendig å bygge mer miljøvennlig for å kunne nå klimamålene landet har forpliktet seg til (5). Enkeltkommuner rundt om i Norge har ofte ikke utarbeidet tilstrekkelige planer for hytteutbyggingen, eller ikke forpliktet seg nok fordi inntekten fra næringen er for viktig. Den aktuelle klimakrisen gjør at fritidsboligutbyggingen mest trolig kommer til å bli en større politisk stridssak i årene fremover. Tidligere leder i Direktoratet for naturforvaltning, Stein Lier Hansen, har til NRK uttalt at det må bygges færre hytter og fritidshus, bygges ned mindre natur og fås mer ut av hver kvadratmeter (6). Dette er en utvikling gruppen ønsker å ta del i.

## 1.2 Mål og tilnærming

Det overordnede målet med oppgaven er å forsøke å gi en god løsning på et bærekraftig hyttekonsept. Det vil videre være et mål å produsere et resultat som i fremtiden kan være nyttig for de eksterne samarbeidspartnerne, Nasjonalparken Næringshage og Grønn Fritid AS, både når det kommer til bruk av det konkrete prosjektet og bruk av utarbeidede løsninger i fremtidige prosjekt. Et mer konkret mål er derfor å videreføre et konsept utarbeidet av Grønn Fritid AS, der en rekke hytter skal dele på flere fasiliteter. Samtidig ønskes det at studentene i gruppen skal få et læringsutbytte som kan tas med videre i arbeidslivet.

Første fase av arbeidet vil bestå av undersøkelser knyttet til hyttebygging og bærekraft. I den sammenheng vil det bli benyttet eksisterende litteratur, spørreundersøkelser og idémyldring internt i gruppen. Det vil også bli sett på relevante referanseprosjekter som kan gi et innblikk i hva som allerede er utformet og hva som kan brukes videre eller forbedres. Kunnskap opparbeidet fra studiespesialiseringen husbyggingsteknikk kommer til stor nytte. Dette skal samlet gi et grunnlag til å foreta fornuftige, fremtidsrettede og gjennomtenkte valg ved prosjektering og utforming av hytteklyngen.

### 1.3 Problemstilling

Ut fra idéen om bærekraftig hytteutbygging, har gruppen kommet frem til følgende formulering av problemstillingen: *“Utvikling av et arealeffektivt og fremtidsrettet hyttekonsept med bærekraft som prioritet”*. På bakgrunn av denne problemstillingen skal gruppen besvare følgende spørsmål:

*Hvordan ivareta vegetasjonen og sikre fundamentering med minst mulig inngrep?*

Det er ytret et ønske fra oppdragsgiver om å bevare vegetasjonen og utforme hytter med lite fotavtrykk. Gruppen vil derfor undersøke hvordan dette kan ivaretas. Det vil drøftes hvordan fundamenteringen på fellesbygget kan sørge for minst mulig inngrep og om hytter på pæler er det beste valget.

*Hvilke løsninger kan gjøre hyttekonseptet bærekraftig?*

Prosjektets hovedprioritet er å gjøre hyttene, men også hele konseptet, bærekraftig. Gruppen vil derfor finne mest mulig bærekraftige løsninger. Det vil legges vekt på holdbare og miljøvennlige materialer, samt muligheten for å benytte lokale leverandører.

*Hvordan kan et arealeffektivt og bærekraftig hyttekonsept utformes?*

Gruppen skal utarbeide et forslag til en arealeffektiv utforming av hyttene for å sikre god utnytting. De forholdsvis små hyttene vil kompenseres med et større fellesbygg. Samtidig som hyttekonseptet skal utformes arealeffektivt og bærekraftig, vil det legges vekt på det arkitektoniske uttrykket for å gjøre prosjektet attraktivt i markedssammenheng.

*Hvilke fellesfunksjoner er hensiktsmessig for å ivareta målgruppens ønsker og krav?*

Fellesbygget gjør at hytteeierne fremdeles har tilgang på ønskede fasiliteter. Gruppen vil gjennomføre en spørreundersøkelse for å få en indikasjon på de mest ønskede fellesfunksjonene blant folket. Dette bidrar i drøftingen rundt hvilke fellesfunksjoner som er hensiktsmessige å ha med.



## 1.4 Omfang og avgrensning

Det har vært et ønske fra oppdragsgiver om at gruppen skal utarbeide et selvstendig forslag til hyttekonseptet. Tegninger og byggetekniske løsninger har derfor blitt tilbakeholdt for å utnytte gruppens kreative potensial. Omfanget av oppgaven begrenser seg til en beskrivelse av prosjektet og produksjon av de viktigste tegningene. Vesentlige valg i prosjektet analyseres før de besluttes. Flere typiske konstruksjonsprinsipper for småhus er vurdert. Noen viktige valg tas likevel direkte, men begrunnes da ut ifra miljøvennlighet.

For å komme i mål med oppgaven innen tidsfristen, har det vært nødvendig å gjøre noen avgrensninger. Selv om utarbeidede tegninger er produsert for å gi et helhetlig inntrykk av prosjektet, trengs det å produseres ytterligere tegninger i en endelig prosjektering. Dette gjelder blant annet tegninger for våtromsdetaljer og planer for føringer og installasjoner, da dette kun er gitt beskrivelse og plass. Tegninger av bygget med boder og verksted er heller ikke medtatt, kun beregnet med omtrentlig nødvendig arealplass og plassering.

Det er utarbeidet et forslag til ny reguleringsplan for tomten basert på gjeldene reguleringsplan. Denne legger føringer for prosjektets utforming og form. Trær og terreng på tomten er for øvrig ikke tatt hensyn til. Store furutrær er i utgangspunktet ønsket bevart, og endelig plassering av byggene bør derfor ta hensyn til dette.

Når det kommer til bærekraftige valg, er dette i hovedsak basert på energibesparende bygg, fornybare energiforsyninger, miljøvennlige materialer med lang holdbarhet og lite vedlikehold, minimale inngrep i vegetasjonen, lokale leverandører og norsk produksjon. Regnskap for klimagassutslipp og livsløpsanalyse er utelatt, da dette er et omstendelig område som krever egen fordypning. En plan for hvordan eventuell miljøsertifisering skal oppnås er også utelatt. Det er heller ikke gitt detaljert beskrivelse av hvordan byggeprosessen skal arrangeres for å unngå inngrep i naturen, kun at det skal utføres på en slik måte at mest mulig vegetasjon ivaretas.

Vedlagte takberegninger må kontrolleres av en konstruksjonsingeniør. Det er også gjort noen forenklinger i beregningene med vindlast. Videre kreves det kontroll av taksperrenes oppleggsareal samt kontroll for nedbøyning (7, s. 446).

Antall solceller på tak er ikke beregnet etter ønsket effekt. Et tilkoblingspunkt for brannvesenet er beskrevet som nødvendig, men ikke utdypet med konkret løsningsforslag. En

egen rammeplan for utslipp av avløpsvann må også utarbeides og vedlegges forslaget til reguleringsplan.

Oppgaven omfatter altså en tilnærming til fullstendig prosjektering av et bærekraftig hytteprosjekt. For videre benyttelse av prosjektet er det nødvendig med ytterligere utarbeidelse. Det viktigste med oppgaven har vært å presentere et forslag til hyttekonseptet utarbeidet av Grønn Fritid AS.

## **2 Prosjektbeskrivelse**

Kapitlet gir en beskrivelse av prosjektet gruppen tar utgangspunkt i, samt de leddene som har vært med på utformingen og derav er relevant å nevne i tillegg til oppdragsgiver. Det gis også en kort beskrivelse av tomten hytteklyngen skal bygges på.

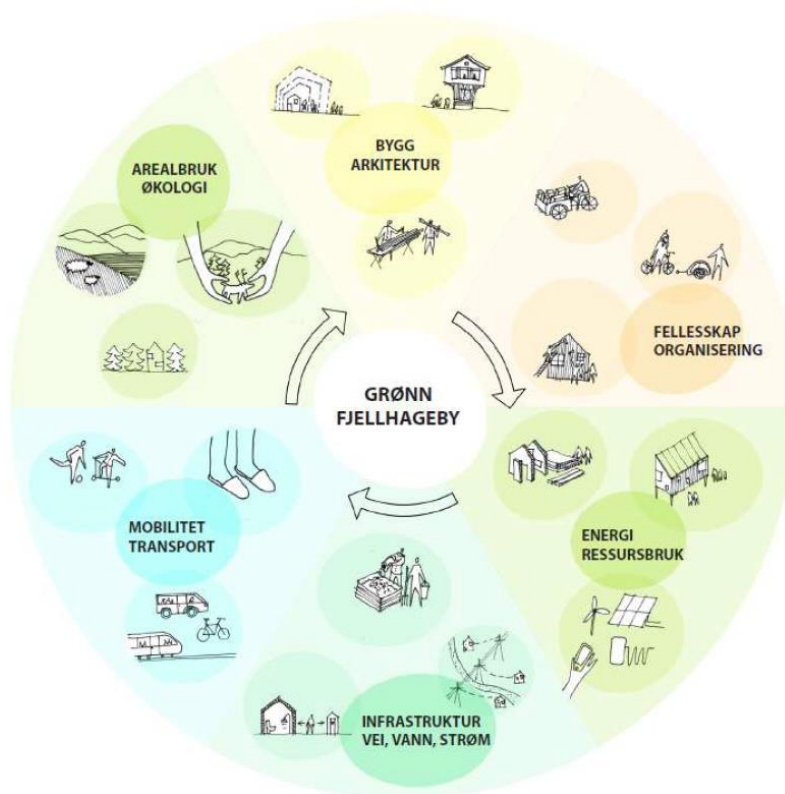
## **2.1 Nasjonalparken Næringshage**

Nasjonalparken Næringshage er et bedriftsselskap som arbeider for utviklingen av næringslivet i Oppdal- og Rennebu kommune. De har som overordnet mål å legge til rette for- og støtte opp de aktiviteter og prosjekter som springer ut fra bedriftene i kommunene. Dette har rot i målet om å skape et levedyktig og framtidsrettet næringsliv i distriktene (8). Nasjonalparken Næringshage har i de siste årene hatt et tett samarbeid med NTNU, hvor de blant annet har arrangert workshop for studenter og lokale aktører i Oppdalsmiljøet. I tillegg har de tatt del i programmet Fjellsatsinga som administreres av Innlandet fylkeskommune, tidligere Oppland fylkeskommune. Programmet har søkelys på verdiskapning og næringsutvikling i fjellområdene.

## **2.2 Grønn Fjellhageby**

«Grønn Fjellhageby» er et forprosjekt av Nasjonalparken Næringshage i samarbeid med Fjellsatsinga og Trøndelag fylkeskommune. Målet har vært å utvikle et nytt konsept for fritidshytter med større fokus på bærekraft rundt bygg, bruk og omgivelser (9). I forprosjektet er relevante og tidsaktuelle samfunnstema om bærekraftig hytteutvikling tatt opp. Temaet HYTTA er blitt diskutert, og det i sammenheng med naturen rundt, stedstilpasning og identitet, kulturlandskap og kretsløp, transport og energi-, ressurs- og materialbruk. Det er også blitt drøftet rundt temaer som miljøprofil og sosialverdskapning, samt samspillet mellom hytteeier og lokalsamfunn. Igjennom prosjektet har Nasjonalparken Næringshage engasjert Pir II, deltakere fra lokalsamfunnet, næringslivet, offentlig forvaltning og politikere i Oppdal- og Rennebu kommune.

Forprosjektet er nå gått videre til hovedprosjektet «Kompetanseløft for bærekraftig fritidsnæring». Dette prosjektet har nylig fått innvilget finansiering fra Trøndelag fylkeskommune. Til gjennomføring av prosjektet vil det blant annet samarbeides med hytteutviklere, kommunale planleggere og reiselivsnæringen. Det er gjennom dette prosjektet at det nyetablerte selskapet Grønn Fritid AS har kommet inn i bildet med sin idé til utvikling av et bærekraftig hytteprosjekt.



Figur 1: Viktige fokusområder i forprosjektet Grønn Fjellhageby (10)

## 2.3 Grønn Fritid AS

Grønn Fritid AS er oppdragsgiver for bacheloroppgaven og er blant bedriftene som aktivt har deltatt i prosjektet Grønn Fjellhageby. Selskapet ble opprettet i 2019 med den hensikt å utarbeide et bærekraftig hyttekonsept. Aksjonærer i selskapet er Lundhytta AS, Tiki Eiendom AS samt grunneier av tomten konseptet skal bygges på i Rennebu.

## 2.4 Bærekraftig hyttebygging

På bakgrunn av den økende hyttebygging i Norge med manglende fokus på bærekraft, skal det utformes et alternativ til tradisjonell hyttebygging. Prosjektet utarbeides på vegne av Grønn Fritid AS og er en videreføring av deres idé om et bærekraftig hyttefelt med fellesfunksjoner. Oppdragsgiver har uttrykt et ønske om at hytteklyngen skal bestå av ni enkeltstående hytter der det deles på en rekke fasiliteter i tilknytning til et felles bygg.

Det skal utarbeides et forslag til konseptet ved å utforme og prosjektere et hyttefelt i Rennebu. Oppdragsgivers hovedvisjon er at prosjektet skal være så bærekraftig som mulig, og det er derfor viktig at dette videreføres i oppgaven. Med bærekraft som tungtveiende

prioritet vil det være viktig å minimalisere inngrep, bevare vegetasjon og benytte kortreiste og vedlikeholdsfrie materialer. Samtidig som bærekraft vektlegges, er det viktig å gjøre prosjektet attraktivt i markedssammenheng for å kunne realisere prosjektet. Salgsprisen er derfor ønsket på maksimalt to millioner per hytte.

## 2.5 Området

Hytteklyngen skal tilpasses en konkret tomt i Ånegga hyttegrend på Nerskogen. Den tildelte tomten ligger i Rennebu kommune mellom tettstedene Rennebu og Oppdal. Kjøretiden herfra tar henholdsvis 20 og 40 minutter. Tomten ligger i kort avstand til hovedvegen i området, fylkesvei 6516, og har planlagt adkomstveg fra samlevegen nordøst for området.



Figur 2: Aktuelt byggeområde innenfor grønn linje.

Eiendommen har gårdsnummer 32 og bruksnummer 1, og omfatter et større område bestående av myrlandskap og furuskog. Utbyggingen avgrenses til et sentralt areal som preges av furuskog. Dette området ligger 683 – 692 moh. og har diameter på omtrent 150 meter, se figur 2. Med hensyn på bærekraft er det viktig at både furutrærne og myrlandskapet blir ivaretatt så langt det lar seg gjøre.

Nerskogen er et etablert hytteområde som er godt tilrettelagt for et aktivt friluftsliv. Området vender mot Granasjøen i sørøst hvor det er muligheter for både båt og fiske. På sommerstid er det mulig å benytte seg av en rekke merkede stier til fots eller på sykkel, og på vinter er det tilgang på flere oppkjørte skiløyper (11). Vest for området ligger også Trollheimen, et kjent fjellområde med flere vernede områder.

For å tilpasse hytteprosjektet til området, er det utarbeidet et forslag til reguleringsplan med tilhørende kart, bestemmelser og beskrivelse, se vedlegg D. Det er tatt utgangspunkt i gjeldene plan for tomten og bebyggelsen rundt. For et slikt prosjekt er det hensiktsmessig med en ny reguleringsplan eller dispensasjon fra gjeldene plan, da prosjektet skiller seg fra omkringliggende tomter ved at det skal deles på et større fellesbygg.

## **3 Metode**

Metodekapittelet beskriver hvilke hjelpemidler og arbeidsmetoder som er blitt benyttet ved utførelsen av oppgaven, og hvordan de blir brukt.

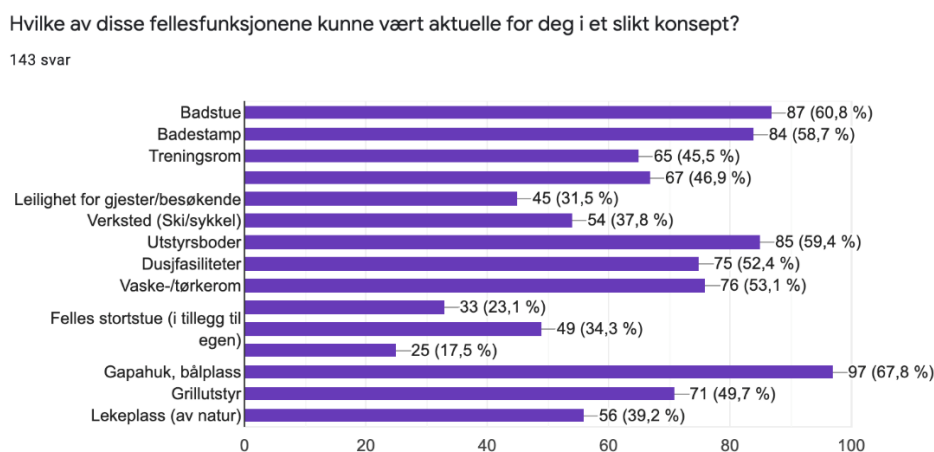
### 3.1 Spørreundersøkelse

Ved inngangen til prosjektperioden ble det utarbeidet en spørreundersøkelse for å danne et inntrykk av hva folk flest ønsket ved et slikt konsept. Det ble benyttet Google Forms til utformingen av undersøkelsen, og den ble ferdigstilt og publisert torsdag 30. januar 2020.

Undersøkelsen ble i hovedsak publisert på gruppemedlemmenes private Facebook-profiler. Den ble også sendt rundt til enkelte aktuelle deltagere utenfor dette nettverket, men som alle var bekjente av gruppemedlemmene. I og med at gruppemedlemmene har spredt opprinnelse fra Oslo-, Trøndelag- og Bodøområdet, fikk undersøkelsens besvarelser trolig en god spredning geografisk.

Undersøkelsen var aktiv i to uker frem til 13. februar 2020 og fikk 143 besvarelser. Med tanke på antallet som besvarte spørreundersøkelsen, kan ikke dataene benyttes som en representativ oversikt. Derimot kan resultatet benyttes som en indikasjon på hva målgruppen, beskrevet under punkt 5.1.1, kunne tenke seg. Undersøkelsen ble besvart av folk i alle aldre, men det første spørsmålet delte svarene inn etter aldersgrupper for å sile ut irrelevante meninger.

Spørreundersøkelsen ble blant annet benyttet til å undersøke hvilke funksjoner folk kunne tenkt seg i et slikt konsept. Basert på dette kunne man bemerke seg at det hos mange eksisterte et ønske om blant annet gapahuk/ bål plass, badstue, utstyrsboder, badestamp, tørkerom og dusjfasiliteter, se figur 3. Disse ønskene ble tatt i betraktning videre i planleggingsfasen. Et videre oppfølgingsspørsmål ga også rom for å skrive andre ønskede funksjoner enn de nevnte. Her var noen av forslagene felles parkeringsplass, ladestasjon for elbil, utleie av



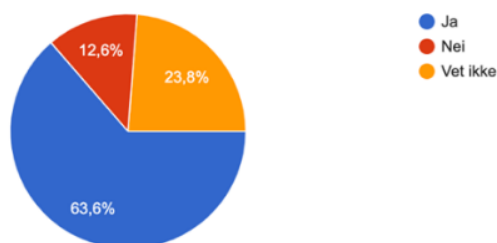
Figur 3: Meningsmåler for ønskede fellesfunksjoner.



sport- og friluftsutstyr og felles transport til og fra området. Også disse forslagene ble vurdert videre i prosjekteringsfasen.

Ettersom Grønn Fritid AS i utgangspunktet ønsket at hyttene skulle selges for under 2 millioner, ble det i undersøkelsen stilt et spørsmål om deltakerne var villige til å betale en slik sum for prosjektet. Resultatet viste at 63,6% av deltakerne mente at en pris mellom en og to millioner kroner var akseptabelt, se figur 4. Dette er godt over halvparten av besvarelsene, hvor det i tillegg er 23,8 % av deltakerne som ikke visste om de var villige til å betale en slik sum.

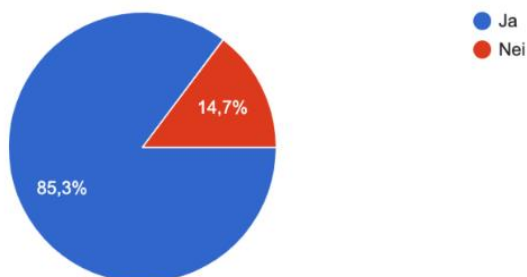
Hadde du/dere vært villig til å betale mellom 1 000 000 kr - 2 000 000 kr for en hytte i et slikt konsept?  
143 svar



Figur 4: Resultat på meningsmåling om hyttens kostnad.

Til sist i spørreundersøkelsen ble det stilt et spørsmål om deltakerne fant konseptet interessant, forutsatt at de hadde tid og penger til å kjøpe en hytte. Over 85,3 % av alle besvarelsene var her positive, se figur 5. Dette viser at konseptet er aktuelt for en rekke mennesker, noe som styrker konseptets markedsposisjon og lover godt for prosjektets fremtid.

Hvis du/dere hadde tid og penger til en hytte, kunne dette konseptet vært interessant?  
143 svar



Figur 5: Resultat på meningsmåling om interesse rundt konseptet.

## **3.2 Litteratursøk**

For å innhente relevant litteratur til oppgaven er søketjenesten Oria benyttet. Denne søkemotoren søker i alle norske universitets- og høgskolebibliotek. Det er forsøkt å benytte oppdaterte kilder med mest mulig fyldig informasjon, da fagområdet preges av forskning og teknologi i utvikling. Det er også forsøkt å benytte primærkilder, fremfor sekundærkilder, der informasjonen først ble publisert.

For å unngå å innhente informasjon som ikke er relevant for prosjektet, er det først og fremst benyttet kilder med relevant tittel og relevante nøkkelord. Enkelte områder der informasjon har vært vanskelig å finne, er det likevel hentet informasjon fra artikler uten relevant tittel. Søkemotoren Google er også benyttet i disse tilfellene. Det har da blitt lagt vekt på kildens pålitelighet og validitet for å sikre den faglige kvaliteten.

Foruten overnevnte, er det innhentet informasjon fra fagbøker brukt under studietiden, produsenters hjemmesider samt SINTEF Byggforsk på nett. Sistnevnte publiserer blader med byggtekniske anbefalinger og løsninger i henhold til gjeldende regelverk. Disse bladene blir oppdatert kontinuerlig og kvalitetssikres av både interne og eksterne fagmiljøer (12). Der ikke annet er beskrevet, er alle byggtekniske løsninger i oppgaven utformet etter SINTEF Byggforsks og Norsk Treteknisk Institutt's forhåndsgodkjente løsninger.

## **3.3 Ekstern kompetanse**

For å løse oppgaven har gruppen fått anbefalinger til kilder med relevant informasjon til tekniske løsninger av intern veileder ved fakultetet, Bozena Dorota Hrynyszyn. Førstelektor Per Otto Yttervoll har bidratt med beregninger av nødvendig søylekapasitet. For veiledning til utførelse av selve oppgaven har kommunikasjon med ekstern veileder, Asgeir Meland fra Nasjonalparken Næringshage, vært avgjørende. Sistnevnte har også sendt dokumenter på vegne av Grønn Fritid om anbefalinger til energiforsyninger og informasjon om den aktuelle tomten.

I oppgaven er det utarbeidet et forslag til dekke med massivtre på pæler. Dette har det ikke blitt funnet lignende eksempler på, og det er derfor blitt utvekslet e-poster med Norsk Treteknisk Institutt.

### **3.4 Dataassistert konstruksjon**

Dataassistert konstruksjon (DAK) er en samlebetegnelse på forskjellige datamaskinbaserte programvarer som benyttes til å tegne konstruksjoner og andre tekniske tegninger (13). I denne oppgaven er det programmet ArchiCAD 23, utviklet av Graphisoft, som blir brukt til å produsere tegninger i både 2D og 3D. ArchiCAD er et komplett prosjekteringsverktøy som inkluderer tilpassede norske maler og biblioteker (14). Programmet brukes også til å hente ut areal og mengder av ulike bygningskomponenter som skal tas med i kostnadsberegningen.

### **3.5 Norsk Prisbok 2017**

Oppslagsverket Norsk prisbok er utviklet av Norconsult Informasjonssystemer AS i samarbeid med Bygganalyse AS (15). Boken er ment som en prisdatabase for den norske byggebransjen og kan benyttes i ulike faser av et prosjekt. Mer enn 1 800 ferdigkalkulerte elementer og en rekke prislinjer er innlemmet i boken. Prisboken oppdateres og kommer med ny utgave hvert år. I prosjektet er utgaven fra 2017 benyttet, da dette er utgaven som har vært tilgjengelig gjennom universitetet.

Boken benyttes her til kostnadsvurdering i tidligfasen, noe som vil si at kostnadene er basert på overordnede nøkkeltall. Kostnadsberegningene blir dermed kun en tilnærming til virkelig kostnad. Likevel kan beregningene anvendes til å korrigere valg i prosjektet for å sørge for at ønsket total kostnad ikke overstiges.

### **3.6 THERM 7.5**

THERM er et todimensjonalt dataprogram for å modellere varmeoverføringer i bygningsdeler. Programmet er utviklet ved Lawrence Berkely National Laboratory (LBNL) og benyttes av blant annet produsenter, ingeniører, forelesere og studenter.

Varmeoverføringsanalysen kan benyttes til å evaluere en bygningsdels energieffektivitet og temperaturmønster, samt beregne U-verdi som kan brukes i videre energiberegninger (16).

I oppgaven vil programmet benyttes til å beregne U-verdier på bygningsdelene i hyttene og fellesbygget. Ved hjelp av beregningene kan bygningsdelene korrigeres mot ønsket verdi og endelig resultatet benyttes videre i SIMIEN.

### **3.7 SIMIEN**

For å utføre energisimuleringer av byggene vil det norske verktøyet Simulering av Inneklima og Energi (SIMIEN) bli brukt. Dette dataprogrammet kan benyttes for blant annet beregning av energibehov, evaluering mot energikravene i byggeforskriftene og energimerking.

Simuleringsprogrammet har forhåndsdefinerte verdier for bygningskonstruksjoner hentet fra NS 3031, og er derfor spesielt egnet for norske forhold (17). For enda mer nøyaktige beregninger er det også mulig å overstyre innstillingene i de tilfeller man har andre verdier enn standard.

## **4 Teori**

Teorikapittelet vil gi en beskrivelse av temaer og begreper som er relevante for oppgaven, blant annet hvilke lover og forskrifter som må og vil følges.

## **4.1 Bærekraft**

### **4.1.1 Definisjon**

Begrepet «bærekraftig utvikling» ble først brukt av FNs Verdenskommisjon for miljø og utvikling i 1987. Her ble begrepet definert som «utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (18). Kommisjonen la spesielt vekt på at det finnes grenser for hva naturen kan levere til mennesker i dag uten at det går utover hva den kan levere til fremtidens generasjoner. På grunn av store klimagassutslipp ødelegges økosystemer som følge av temperaturstigning, og naturkatastrofer inntreffer oftere (18).

Bærekraftig utvikling deles videre gjerne opp i tre dimensjoner; sosiale forhold, klima og miljø og økonomi. Det er miljødimensjonen som omhandler ivaretagelse av naturen og klimaet som en fornybar ressurs. Når det er snakk om bærekraftige bygninger, er det i tillegg til direkte utslipp under produksjon, transport og oppføring, viktig å ta inn hele livsløpsperspektivet. På denne måten kan en se hvilke løsninger som langsiktig gir minst utslipp av klimagassene.

### **4.1.2 Tre som bærekraftig materiale**

Bruk av tre som byggemateriale er et bærekraftig valg ved riktig bruk. Grunnen til dette er at tre er et naturlig og fornybart materiale som bearbeides uten stor bruk av energi og kjemikaler dersom de kommer fra sertifiserte produsenter (19). I et prosjekt utført av Asplan Viak, viste det seg at et trebygg hadde halvert miljøbelastning sammenlignet med et nøyaktig likt bygg utført med betong og stål (20).

Siden skogvolumet i Norge øker for hvert år, er tre også et kortreist og lett tilgjengelig materiale (21). Trematerialer har lang levetid og kan gjenvinnes som CO<sub>2</sub>-nøytral bioenergi eller som for eksempel fiberplater. Tre i bygninger fungerer også som et karbonlager, da trær som vokser omgjør CO<sub>2</sub> til biomasse. Når treet etter endt levetid brytes ned, går CO<sub>2</sub> tilbake i karbonsyklusen (19).

### **4.1.3 Klimaloven og Rennebus klimaplan**

Den norske klimaloven fra 2018 fastslår at klimamålet for 2030 er at utslippet av klimagasser i dette året skal reduseres med minst 40 prosent fra referanseåret 1990 (5). Innen 2050 skal

landet bli et lavutslippssamfunn. CO<sub>2</sub>-utslippene skal da være ytterligere redusert med 80-95 prosent fra referanseåret 1990 (5).

Av de årlige norske klimagassutslippene, står bygg-, anleggs- og eiendomssektoren for omkring 15 prosent (22). Denne beregningen inkluderer eksporterte varer, men ikke importerte. Dersom importerte varer medregnes, står disse for 44 prosent av klimagassutslippene fra næringen (22).

Rennebu har utviklet en energi- og klimaplan for å bidra til å minske utslippene (23). Denne planen gjelder for tiden 2009-2020. En ny plan for tiden framover er enda ikke publisert. Klimaplanen som ble utarbeidet i 2008, hadde tre hovedmål som skulle nås innen 2020. Det første målet gikk på å redusere totale klimautslipp med 10 %. Det andre var at total stasjonær energibruk skulle reduseres med 5 prosent fra år 2007. Det siste målet var at andelen fornybar energi skulle øke med 20 GWh fra år 2007.

Klimaplanen anga også 34 ulike tiltak for å oppnå målene. Blant disse var etablering av flere el-ladestasjoner for bil, samt at alle nybygg skal vurdere muligheten for utnyttelse av solenergi, varmepumpe, kortreist biobrensel eller andre fornybare energikilder. Hyttenæringen beskrives i planen som viktig for Rennebu, ettersom kommunen i dag har flere fritidsboliger enn bolighus (23). Det er derfor viktig for kommunen at utviklingen av nye hyttefelt skjer på en bærekraftig måte.

## 4.2 Lover, forskrifter og standarder

Ved prosjekteringen er Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter fulgt. Plan- og bygningsloven beskriver bruk og regulering av alle arealer i landet, og er dermed sentral for all byggevirksomhet i Norge. Loven stiller noen materielle krav og gir hjemmel til Byggteknisk forskrift (TEK17) som inneholder ytterligere krav. Formålet med TEK17 kommer fram av forskriftens paragraf 1-1; «Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.»

I dette prosjektet benyttes det stort sett preaksepterte ytelser for å være sikker på at byggene prosjekteres innenfor regelverket. Disse løsningene er som regel presentert av SINTEF Byggforsk og Norsk Treteknisk Institutt. Fritidsboliger er fritatt enkelte krav i forskriften, beskrevet under § 1-2, andre ledd, i TEK17. Blant disse er energikravene i kapittel 14, da hyttene er under 70 m<sup>2</sup> (24).

### 4.2.1 Brann

Bygningene må prosjekteres etter gjeldende brannkrav. Både de ni hyttene og fellesbygget tilhører risikoklasse 4 og brannklasse 1 i henhold til veiledningen til TEK17 (24). Ut ifra dette kan preaksepterte ytelser som overholder brannkravene benyttes. For at bygget skal ha tilstrekkelig bæreevne og stabilitet til rømning, redning og slokking under brann, er bygninger i de nevnte brann- og risikoklassene nødt til å ha bærende hovedsystem med bæreevne R 15 ifølge veiledningen til TEK17 (24). Dette gjelder også sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere og takkonstruksjoner som ikke er del av hovedbæresystemet.

Fellesbygget skal deles opp i brannceller på en hensiktsmessig måte (24). Ifølge veiledningen til TEK17, § 11-8 første ledd, skal blant annet følgende rom utføres som egne brannceller; rømningsveier, gjesterom i et overnattingsbygg, boenheter, storkjøkken, kontorer og tekniske rom som betjener flere andre brannceller. Preakseptert ytelse for branncellebegrensede bygningsdeler i brannklasse 1, er EI 30 ifølge veiledningen. Utgang fra branncellene prosjekteres i henhold til kravene, der det enten vil være;

1. én rømningsvei i tillegg til rømning via vindu,
2. én rømningsvei til sikkert sted, eller
3. én rømningsvei som har to alternative rømningsretninger som fører til sikre steder.



For fellesbygget må fri bredde i rømningsvei være minst 0,86 m for gjeldende risikoklasse, jfr. veiledningen til § 11-13 syvende ledd (24). Alle dører prosjekteres med mål 9x21M, da dette gir tilstrekkelige mål knyttet til både rømningsvei og universell utforming.

Alle byggene står oppført mer enn 8 m fra hverandre, noe som vil si at fasadene mot nabobyggene ikke trenger ytterligere branniltak (24). Både fellesbygget og alle hyttene skal ha håndslokkeapparat og røykvarslere i henhold til veiledningen til TEK17 for § 11-16 andre ledd og § 11-12 andre ledd bokstav b.

Det må legges til rette for effektiv slukkeinnsats i henhold til TEK17 § 11-17 første ledd. Veiledningen til Trøndelag brann- og redningstjeneste IKS spesifiserer at adkomstvei for brannvesen må ha bredde på minst 3,5 m (25). For byggverk i risikoklasse 4 og brannklasse 1 kan parkeringen være inntil 50 meter unna bygningene (24). Ettersom flere av hyttene ligger over 50 meter unna parkeringen, må det derfor opprettes et tilkoblingspunkt i området som når disse.

Alle bygningene vil ha et merke for solcelleinstallasjon, se figur 6, montert ved inngangspartiet. Dette er av hensyn til sikkerheten ved slukningsarbeid, slik NEK400 anbefaler (26).



*Figur 6: Merke for at en bygning har solcelleinstallasjon (26).*

#### **4.2.2 Lyd**

Kravene til lydnivå i prosjektet framkommer av TEK17 § 13-6. Denne paragrafen angir krav som tar sikte på å verne brukerne av en bygning mot støy. Her kommer det frem at lydkravene avhenger av bruk og oppfylles så lenge klasse C i NS 8175 tilfredsstilles (27). Veiledningen til paragrafen understreker at det ikke stilles krav til lydforhold internt i en boenhet, der fritidsboliger går inn under begrepet boliger i standarden. Det vil derfor ikke oppføres egne lydvegger innad i de ni hyttene. Som lydiltak i hyttene vil det derfor kun være materialvalg som spiller inn, der møbler trukket av stoff vil absorbere lyd bedre enn harde møbler (28).

I fellesbygget stiller standarden krav om luftlydisolasjon for gjesterommet og kontoret (27). Dette er for å skjerme de nevnte rommene for støy fra fellesarealene og vaskerommet. Krav til luftlydisolasjon for overnattingssteder finner man i Tabell 26 i den nevnte standarden. Her kan det leses av at krav til lydreduksjonstallet  $R'_w$  mellom gjesterom og fellesareal er  $R'_w >$

52 dB. Mellom gjesterom og service- og næringsvirksomhet, det vil si mot vaskerommet til driftsselskapet, er kravet  $R'_w > 60$  dB. For lydkrav til kontorer, finner man i Tabell 31 at kravet mellom kontor og fellesareal er  $R'_w > 37$  dB. Lydveggenes utførelse er beskrevet nærmere under punkt 6.3.2.

### **4.2.3 Våtrom**

Våtrom omfatter dusjrom, bad og vaskerom, det er rom som jevnlig eller av og til blir utsatt for vannsøl (24). I henhold til TEK17 § 13-15 andre ledd må våtrom ha både sluk og et gulv med fall mot sluket, slik at bruksvann ledes bort. Lekkasjevann må også ledes til sluk, og bakenforliggende konstruksjoner må beskyttes med et vanntett sjikt.

I og med at et rom må være utsatt for vannsøl for å defineres som våtrom, tolkes TEK17 til at et rom med toalett og vask ikke defineres som våtrom. Alle rom med vanninstallasjoner må imidlertid uansett utføres slik at gulv og vegger som kan bli utsatt for kondens eller lekkasjevann blir utført med fuktbestandige materialer og slik at vannlekkasjer synliggjøres, jfr. § 13-15 tredje ledd (24).

I og med at de ni hyttene ikke skal ha innlagt vann, regnes ikke baderommene her som verken våtrom eller rom med vanninstallasjon. Vann til vask- og toalettløsningen vil hentes fra hovedbygget og fylles på mindre beholdere. Dette er beskrevet nærmere under punkt 6.4.

I fellesbygget regnes vaskerommet, dusjrommene og HC-toalettet med dusj som våtrom. Alle disse rommene utføres med sluk, jfr. §13-15 andre ledd. Det er tilstrekkelig med fall på 1:100 på alle våtromsgulv ifølge veiledningen til TEK17, men dusjsonene vil likevel utføres med et fall på 1:50. Videre må alle gulv og overganger til vegger være vanntette. På veggene må gulvmembranen gå minst 50 mm opp på veggen, og veggmembranen må overlape med minst 25 mm (29). Høyde mellom overkant sluk og gulv ved terskel skal være minst 25 mm (24).

### **4.2.4 Kontor**

En arbeidsplass bør ha minst  $6\text{m}^2$  gulvareal (30). Det skal være dagslys og utsyn på arbeidsplassen i henhold til Arbeidsplassforskriften § 2-10, men unntak kan være når tiden arbeidstakeren oppholder seg der gjør det forsvarlig (31). Arbeidsplasser skal være utformet og innredet slik at arbeidsplassen har tilstrekkelig belysning i henhold til Arbeidsplassforskriften §2-11. Passende belysning i arbeidsfeltet er 500 lux (32).

#### **4.2.5 Universell utforming**

At et bygg er universelt utformet vil si at hovedløsningen er tilrettelagt og utformet på en slik måte at det kan benyttes av flest mulig uansett funksjonsnedsettelse (24). I henhold til veiledningen til TEK17, trengs ikke fritidsboliger med én boenhet å oppfylle kravene til universell utforming. Bygninger med kontor og overnattingsbygg skal i utgangspunktet utformes etter universell utforming for arbeids- og publikumsbygninger i henhold til NS 11001-1-2018. I slike bygg kan det likevel vurderes at deler av bygningen er uegnet for universell utforming, og det må i så fall dokumenteres med en enkel utredning (24).

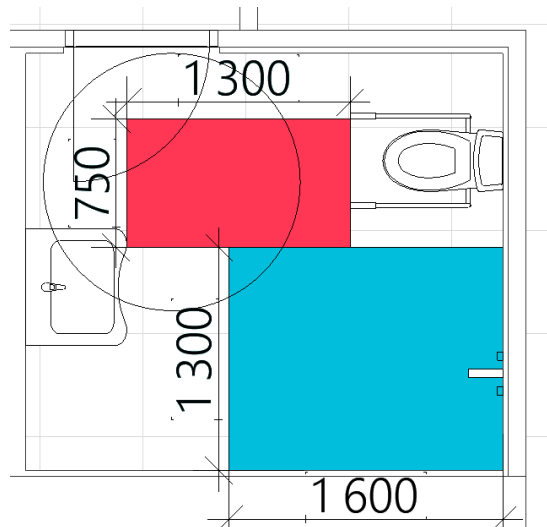
Det er ønskelig at storparten av fellesbygget skal ha universell utforming. På denne måten kan gjesterommet og fellesarealene benyttes av flest mulig besøkende. Det er også viktig å samtidig overholde et av hovedmålene ved prosjektet, nemlig utføre minst mulig inngrep og avtrykk, og dermed ikke sløse med unødig areal.

Når det kommer til kontorplassen og vaskerommet, anses det unødvendig at denne arbeidsplassen utformes universelt. Dette da jobben i stor grad preges av vaktmesteryrket der den ansatte ikke kan ha for store fysiske hindringer. Siden det er ønsket minst mulig arealbruk, særlig for driftsselskapet, anses det som mest hensiktsmessig og spare på arealet i denne delen av fellesbygget. Disse to rommene vil derfor ikke prosjekteres med snusirkel for rullestol.

I avsnittene under beskrives ivaretagelse av universell utforming i fellesbygget, basert på preaksepterte ytelser og anbefalinger fra veiledningen til TEK17 (24).

#### ***Toalett og dusjrom***

I fellesbygget vil et av badene være universelt utformet med tilrettelegging av både toalett og dusj. Et av kravene er at rullestolbrukere har en snusirkel med diameter 1,5 m foran klosettet og i dusjsonen. Klosettet har også krav om fri gulvplass på minst 0,9 m og 0,2 m på sidene av toalettet. Dusjsonen skal være trinnfri og på minimum 1,6 m x 1,3 m, og tørrsonen på badet skal være minst 0,75 m x 1,3 m. Dusjhodet skal være regulerbart i høyden, og dusjen skal ha en belysningsstyrke på mer enn 300 lux. Både i dusjen og foran toalettet skal gulvet være sklisikkert, og det vil brukes kontraster mellom gulv og vegger.

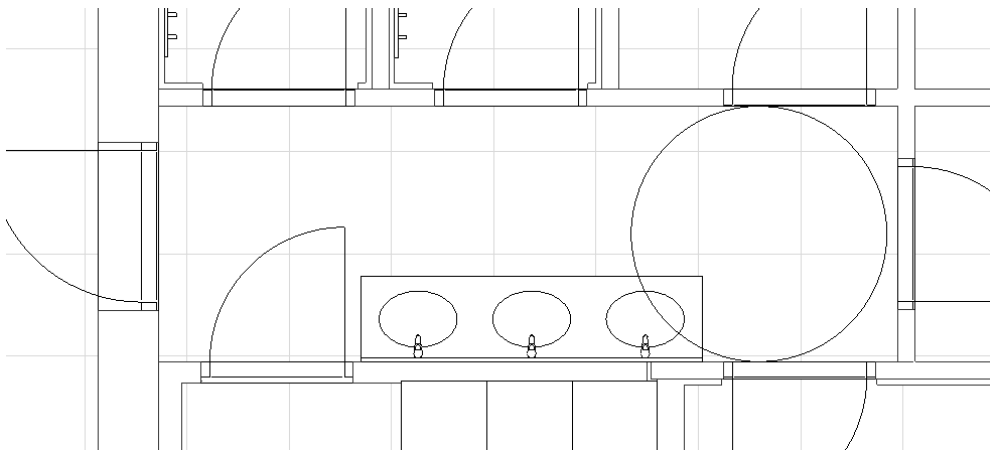


Figur 7: Snusirkel, rød tørrsone og blå våtsone på HC-bad i fellesbygget.

### **Korridorer og inngangsparti**

Inngangspartiet skal være lett synlig og plasseres sentralt. Det skal være mulig å gjøre inngangspartiet trinnfritt ved at en rampe tilgjengelig i fellesbygget vil kunne monteres utvendig. En egen HC-parkeringsplass vil være plassert nært inngangen.

Korridorene i fellesbygget vil ha en bredde på minst 1,5 m. Dette er tilstrekkelig for rullestolbrukere, da vaskene vil utføres slik at rullestol kan snu under disse.



Figur 8: Snusirkel i baderomskorridor i fellesbygget.

### ***Gjesterom***

Det vil være plass til en snusirkel på 1,5 m foran sengen på gjesterommet. Fri passasje til dør og vindu vil være på minst 0,9 m. Minst 1/10 av garderobeskapet vil ha betjeningshøyde på under 1,2 m.

### ***Generelt***

Alle innvendige dører utføres med høyde på 2,1 m og bredde på 0,9 m, mens enkelte av de utvendige dørene har enda større dimensjon. Planløsningen i bygget skal være oversiktlig, logisk og uten hindringer. Søykene i bygget skal ha en luminanskontrast på minimum 0,4 til omgivelsene for å hindre sammenstøt. Med tanke på godt inneklima for astmatikere og allergikere vil god ventilasjon være viktig, dette er beskrevet nærmere under punkt 6.4. Det vil også benyttes materialer og møbler som er lette å rengjøre.

## 4.3 Energikriterier

Prosjektets viktigste fokusområde er bærekraft. Dette gjør at energieffektive løsninger i byggene er avgjørende for å kunne forsvare bærekraftperspektivet. Med bakgrunn i dette ønskes det å etterstrebe bestemte mål i forhold til byggenes energistandard og energimerke.

### 4.3.1 Energistandard

En bygnings energistandard definerer hvilke energikriterier bygningen skal tilfredsstillere. Disse kriteriene kan være punkt som skal oppfylles i henhold til en bestemt standard, slik som NS 3700:2013 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger, eller det kan være krav i byggt teknisk forskrift (TEK17). Energistandard for passivhus og lavenergibygninger er frivillig, mens TEK17 er obligatorisk for alle byggverk. For fritidsboliger under 70 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA gjelder imidlertid ikke energikravene i TEK17, jfr. § 14-5 andre ledd. Under samme paragraf er det også bestemt at fritidsboliger mellom 70 m<sup>2</sup> til og med 150 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA kun trenger å oppfylle energikravene i § 14-1, § 14-3 og § 14-4 første ledd (24).

U-verdi yttervegg [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi tak [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/(m <sup>2</sup> K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling per time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

Tabell 1: Minimumskrav til energieffektivitet i henhold til TEK17 § 14-3 (24).

Disse paragrafene er aktuelle for prosjektet, da fellesbygget og hyttene vil holde seg innenfor henholdsvis 150 m<sup>2</sup> og 70 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA. Til tross for at hyttene ikke trenger å oppfylle energikravene i TEK17, velges det å prosjektere dem etter de samme kravene som for fellesbygget. I og med at byggene benyttes som fritidsboliger, anses det ikke som hensiktsmessig å prosjektere byggene etter kriterier til passivhus eller lavenergibygninger. Hyttene vil dessuten være av såpass liten størrelse at oppvarming vil skje forholdsvis raskt, og tykkere vegger anses da som sløsing av materialer sett i forhold til byggenes bruk. Ved å oppnå U-verdier tilsvarende tabellen i § 14-3, se tabell 1, oppnår en uansett energieffektive bygninger, da forskriften sikrer at nybygg har et lavt energibehov og miljøvennlig energiforsyning. For å unngå store tap gjennom vinduer og dører, velges det dører og vinduer

med bedre U-verdi på 0,8 inkludert ramme og karm. Ellers velges det isolasjonstykkelse i bygningsdelene basert på tabeller publisert av SINTEF Byggforsk for å sikre at delene er innenfor ønsket energistandard. Kontroll av dette utføres under punkt 6.5.

### **4.3.2 Energimerking**

Energimerking er en ordning som brukes for å evaluere energikvaliteten på bygninger. Energimerket består av en oppvarmingskarakter og en energikarakter. Skalaen for energikarakteren går fra A til G, der A er høyest. For småhus er karakterskalaen avhengig av levert energi per m<sup>2</sup> oppvarmet bruksareal (BRA) (33).

Energikarakteren har ingen sammenheng med oppvarmingskarakteren, som er gitt basert på andel fossil- og elektrisk oppvarming. Oppvarmingskarakteren er en femdelt skala fra grønn til rød farge, der grønn er best og tilsvarer meget lav andel av fossil- og elektrisk oppvarming. I henhold til TEK17 § 14-4 første ledd skal det uansett ikke installeres varmeinstallasjon for fossilt brensel i nye bygninger.

I prosjektet ønskes det i størst mulig grad å benytte fornybare energikilder. Dette vil, kombinert med energieffektive bygningsdeler, gi et godt energimerke. Disse løsningene beskrives nærmere under punkt 6.5 om energiforsyning. Når det kommer til mål for energimerke, etterstrebes farge grønn og karakter A i dette prosjektet.

### **4.3.3 Miljøsertifisering**

For å sikre at prosjektet blir tilstrekkelig bærekraftig, er det også aktuelt å ta sikte mot å oppnå en miljøsertifisering. En ofte benyttet miljøsertifisering i Norge er BREEAM-NOR. Denne sertifiseringen måler miljøprestasjon i form av et byggs bærekraftige egenskaper, og nivåene er Pass, Good, Very Good, Excellent og Outstanding (34). Sertifiseringen tar for seg blant annet bærekraftige materialvalg, avfallshåndtering, innemiljø, kollektivtransporttilbud og ivaretagelse av tomtens økologiske verdi.

I dette prosjektet vil det trolig være mulig å oppnå en slik miljøsertifisering. Siden dette krever en omfattende og detaljert plan for å kunne oppnå, må en slik plan eventuelt utarbeides ved en senere anledning.

## **5 Konsept**

Kapitlet om konseptet vil ta for seg den delen av prosjektet som omhandler grunnidéer for prosjektet, deling av funksjoner og fellesbygget. Kapitlet beskriver hvilke valg som blir gjort, samt hvordan ordningen skal fungere.



## **5.1 Grunnidéer for prosjektet**

### **5.1.1 Målgruppen**

En av oppgavens problemstillinger omhandler hvilke fellesfunksjoner som er hensiktsmessige for å ivareta målgruppens ønsker og krav. For å svare på dette, må først målgruppen bestemmes. Målgruppen defineres som aktive mennesker som er opptatte av bærekraftig utvikling. Det er tenkelig at det er en korrelasjon mellom mennesker som er glade i å bruke naturen, og mennesker som er opptatte av å ta vare på den. Verdier rundt miljøengasjement har stor oppslutning blant yngre generasjoner, men konseptet utformes slik at det kan passe alle aldersgrupper.

### **5.1.2 Bærekraftige materialer**

For å finne bærekraftige materialløsninger til prosjektet, ønskes det å bruke mest mulig trematerialer. Dette er begrunnet bærekraftig under punkt 4.1.2. For å kutte utslippene ønskes det også å benytte lokale leverandører der dette lar seg gjøre. Under analysedelen i kapittel 6 nevnes diverse lokale leverandører som har aktuelle materialer. Norskproduserte og vedlikeholdsfrie materialer foretrekkes generelt i prosjektet.

### **5.1.3 Utforming og arkitektonisk uttrykk**

Hyttene skal plasseres i klynger og ha en arealeffektiv utforming som kompenseres med et større fellesbygg. Det er derfor utarbeidet et forslag til utforming av hytten med et bruksareal på 35 m<sup>2</sup>. Takhøyden i stuen vil være på omkring 4,5 m, noe som gir en romslig følelse. Hyttene får en kompakt utforming. Med dette unngår man unødvendige hjørner, noe som igjen bidrar til mindre geometriske kuldebroer og energilekkasjer (35).

Hyttene prosjekteres med kombinert stue og kjøkken, et soverom med bod, et badrom og en hems. Det legges til rette for to sengeplasser på soverom i 1. etasje, samt to sengeplasser på hems. Ved full utnyttelse vil det være plass til ytterligere fire sengeplasser, med en dobbel sovesofa i stuen og to ekstra madrasser på hems.

Utformingen av fellesbygget er basert på de ønskede fellesfunksjonene beskrevet under punkt 5.2. Bruksarealet vil være på omkring 130 m<sup>2</sup>, noe som gir plass til sosiale sammenkomster for hytteeierne.

For å sørge for god arkitektonisk samhörighet mellom hyttene og fellesbygget, ønskes det å benytte de samme konstruksjonsprinsippene og materialene på alle bygg. For å gi hyttene en følelse av å ta naturen inn, er det besluttet å prosjektere en glassfasade på den ene gavlveggen. Denne glassfasaden vender mot sørøst og gir utsikt til Granasjøen. Ved å plassere glassfasaden mot sør kan solenergien benyttes til oppvarming. På varme sommerdager kan dette imidlertid føre til overoppheting. Byggene prosjekteres derfor med utstikk på vegger og tak for solavskjerming på denne fasaden. Dette fungerer også som en ramme for glassfasaden og gir sitt spesielle arkitektoniske preg på byggene. Det arkitektoniske uttrykket er inspirert av en rekke andre hytter, deriblant Idet Fjällby og Neohytter, se figur 9.



Figur 9: Idet fjällby til høyre (36). Neohytter til venstre (37).

#### 5.1.4 Organisering

Eieformen for prosjektet vil være sameie, der kjøperne kun kjøper selve hytten med eget bruksnummer og ikke tomten den står på. Salgsprisen vil være med på å dekke utgiftene til oppføringen av fellesbygget. For driften videre er det ønskelig med en utleieordning som kan dekke felles kostnader. Et driftsselskap vil da opprettes for å administrere utleien, i tillegg til å ta seg av drifts- og vedlikeholdsarbeid. En nærmere beskrivelse av dette er beskrevet under punkt 7.1.

## **5.2 Fellesfunksjoner**

### **5.2.1 Valg inne**

Når det kommer til fellesfunksjoner innendørs, er disse valgt basert på spørreundersøkelsen beskrevet under punkt 3.1. De mest ønskede fasilitetene til deltakerne, som også krever innendørs plass, var badstue, badestamp, utstyrsboder, tørkerom og dusjfasiliteter.

Fellesbygget vil, i motsetning til hyttene, ha innlagt vann. Det er derfor naturlig at fellesbygget oppføres med en egen baderomsavdeling som er felles for alle hytteeierne. På denne måten ivaretas ønskene til hytteeierne, samtidig som inngrepene og utslippene reduseres betraktelig. Baderomsavdelingen skal inneholde badstue, to dusjer, et rom med klosett og vask, et universelt utformet bad med dusj og en gang med vasker som binder rommene sammen. Fra denne gangen vil det være en dør ut mot verandaen der det er montert et utendørs boblebad.

I midten av fellesbygget oppføres et stort kjøkken samt en stor stue med peis. Dette åpner opp for et sosialt samlingssted for hytteeierne. Bygget kan også benyttes ved privat besøk, da fellesbygget inneholder et gjesterom med dobbel køyeseng. Videre vil det være et tørkerom ved inngangspartiet i fellesbygget. Dette var et ønsket rom i spørreundersøkelsen, og tilrettelegger for fysisk aktivitet utendørs med mulighet for tørking av klær etterpå.

Med tanke på utstyrsboder for hytteeierne, vil det oppføres et eget bygg ved fellesbygget. Dette bygget vil inneholde boder tilhørende de ni hyttene, samt et verksted for ski og sykkel. Med tanke på målgruppen anses dette som viktig for oppbevaring og vedlikehold av sportsutstyr. Dette bygget vil være på omkring 45 m<sup>2</sup> BYA, med 3 m<sup>2</sup> bodplass avsatt til hver hytte, samt et verksted på omkring 10 m<sup>2</sup>. Driftsselskapet vil også ha tilgang på en bod med utstyr som snøfreser, verktøy og lignende.

Det siste som er avsatt plass til i fellesbygget, er et teknisk rom/vaskerom for driftsselskapet, samt et kontor for driftsselskapet. Dette er plassert i en skjermet del av fellesbygget og har en egen inngangsdør.

### **5.2.2 Uteområde**

Det er store områder på tomten som kan brukes til uteaktiviteter. I spørreundersøkelsen ble derfor deltakerne spurt om ønskede fasiliteter på uteområdet, se punkt 3.1. Som følge av

svarene er det bestemt å utarbeide en gapahuk med bål plass, et område med grillutstyr, en naturlekeplass og et utendørs boblebad.

Det er ønskelig å tilrettelegge for lek på tomten. For å unngå store inngrep i naturen er det derfor besluttet at det skal etableres en naturlekeplass som hovedsakelig vil bestå av ubehandlet tre og tau. Siden bærekraft står i fokus, er det viktig at lekeplassen ikke skal etterlate miljøavtrykk ved nedringing.



Figur 10: Eksempler på elementer i en naturlekeplass (38).

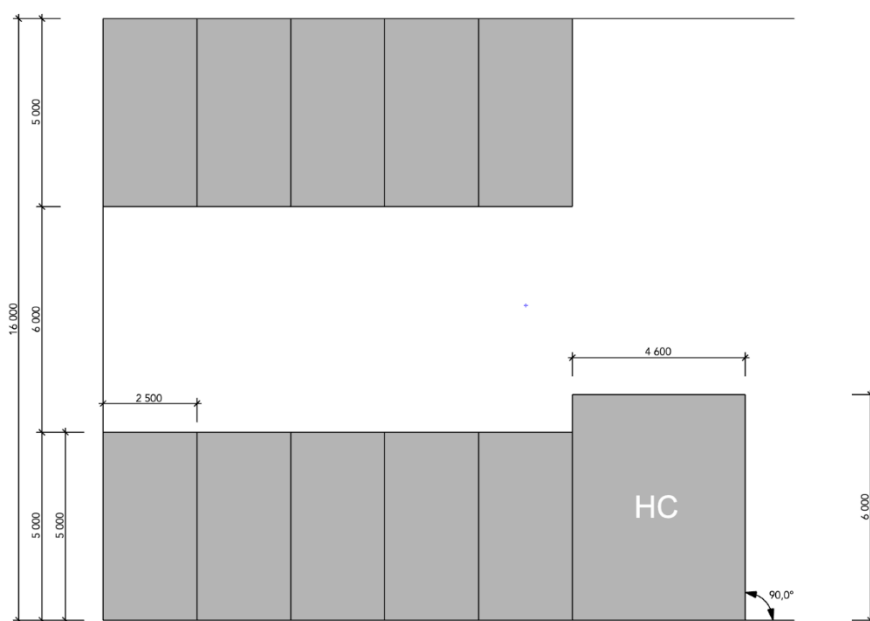
Det monteres et utendørs boblebad på terrassen vest for fellesbygget. Boblebad er valgt framfor badestamp for å unngå utslipp og påfyll av vann etter hvert bruk. Dette ville krevd store mengder varmtvann dersom flere av hytteeierne skulle brukt den samme dag. Et utendørs boblebad kan derimot holdes ved en jevn temperatur for å unngå at vannet fryser, og er utstyrt med automatisk rensesystem. Boblebadet vil ha isolerte lokk for å hindre at vann og varme slippes ut. Bjelkelaget under boblebadet vil forsterkes og isoleres. Siden det vil gå en del strøm for å opprettholde jevn temperatur, vil boblebadet finansieres av leieinntekter og strøm fra solcellene på fellesbygget, beskrevet under punkt 6.4.1.

Uteområdet skal utføres slik at flest mulig kan benytte det samtidig. Området rundt fellesbygget vil derfor deles inn i soner ut ifra støynivå. Terrassen sørøst for fellesbygget vil ha grillutstyr og møbleres med langbord. Fra terrassen er det utsikt mot naturlekeplassen lengre øst for bygget. På denne måten kan foreldre ha barn under oppsyn. Terrassen vest for fellesbygget vil ha en roligere atmosfære for avslapning. Her møbleres det med solsenger og et utendørs boblebad med inngang til baderomsavdelingen. En gapahuk med bål plass vil oppføres et godt stykke lengre nord på tomten.

### 5.2.3 Parkering

Siden Nerskogen ligger et stykke unna offentlig transport, vil flere av hytteeierne benytte seg av personbil. Av den grunn vil det være gunstig med en parkeringsplass utenfor fellesbygget. Denne parkeringsplassen prosjekteres etter Statens vegvesens håndbok N100, tabell D.20 (39).

Parkeringsplassen vil bestå av ti plasser for personbiler og én plass tilrettelagt for forflytningshemmede. Dette gir hytteeierne hver sin parkeringsplass, i tillegg til to gjesteparkeringer der den ene av disse er tilrettelagt for forflytningshemmede. Driftsselskapet vil ha en egen parkeringsplass framfor inngangsdøren ved vaskerommet/ teknisk rom i fellesbygget. På parkeringsplassen etableres det også to ladestasjoner for elbil. Disse vil ha en rekkevidde over flere av oppstillingsplassene.



Figur 11: Skisse av nødvendig areal og utforming av parkeringsplass.

Adkomstvegen til parkeringsplassen prosjekteres også etter håndbok N100. Her benyttes del B som omhandler gater. Etersom adkomstvegen vil ha en fartsgrense på under 40 km/t, bør kjørebredden være på 3,0 meter i henhold til håndboken. For at brannvesenet skal ha tilstrekkelig bred adkomstveg, se punkt 4.3.1, må imidlertid adkomstvegen prosjekteres med en bredde på 3,5 meter. Adkomstvegen utføres som en grusveg og kobles på den eksisterende samleveien øst for tomten.

## **6 Analyse**

Analysekapittelet viser hvilke vurderinger som er gjort ved prosjekteringen, samt drøfting og valg av løsninger til hyttene og fellesbygget.

## 6.1 Fundament og etasjeskiller

Fundamentet er den delen av et bygg som overfører egen- og nyttelaster fra byggverket og ned til grunnen. Utformingen må gi tilstrekkelig bæreevne, samtidig som den sikres mot setninger og deformasjoner i undergrunnen (40). Før man velger fundamenteringstype er det viktig å undersøke terreng- og grunnforhold på aktuell tomt. Dette kommer av at bæreevnen varierer etter jordas innhold og oppbygning.

En etasjeskiller er den bygningsdelen som skiller mellom to etasjer, der en av betong ofte blir kalt dekke og en av tre gjerne kalles bjelkelag (41). Med hensyn til det bærekraftige aspektet ved prosjektet er det ønskelig å benytte etasjeskiller av tre fremfor et dekke av betong. Det er også ønskelig å se på en alternativ løsning til det tradisjonelle bjelkelaget. I dette delkapitlet vil det derfor legges fram to forslag til etasjeskillere i massivtre, samt et tradisjonelt bjelkelag.

### 6.1.1 Grunnundersøkelser og geotekniske forhold

I store deler av landet er det utarbeidet et datagrunnlag, «Den nasjonale databasen for grunnundersøkelser» (NADAG), hvor man kan finne detaljerte grunnundersøkelser for bestemte områder. I databasen legges det ut undersøkelser fra blant annet kommuner, Statsbygg, Jernbaneverket og Statens vegvesen. Ettersom prosjektet omhandler hytteutbygging i et mindre sentralt felt, foreligger det ingen registrerte grunnundersøkelser for tomten i databasen. Gjennom informasjon hentet ut fra kart på nett, samt informasjon mottatt fra ekstern veileder, er det funnet ut at grunnen på tomten består av myr med dybde på omkring en meter over fjell.

Myr er et organisk materiale som består av rester fra planter og dyr som inneholder karbon, og har oftest størst andel i det øverste laget. Det øverste laget betraktes vanligvis ikke som byggegrunn, og fjernes som regel før bygging (42). I dette tilfellet vil det ikke være aktuelt å fjerne det øverste laget med myr. Dette fordi prosjektet har som hovedfokus å være så bærekraftig som mulig, og derav gjøre minst mulig inngrep i naturen. Dersom det er noen områder der man blir nødt til å fjerne masser, vil dette gjøres på en skånsom måte slik at massene kan bli tatt vare på og benyttes til revegetering etter endt byggeperiode.

Ved vurdering av de geotekniske forholdene på tomten, vil det blant annet være essensielt å vurdere jordas stabilitet, bæreevne og setnings- og telefare. Dette er viktig for at byggverket

skal kunne stå uten å få setninger og skader i ettertid av utbyggingen. Dersom en hytte plasseres i- eller ut mot en skrående tomt, må man vurdere stabiliteten av denne skråningen. Terrenget på den aktuelle tomten i Nerskogen er noe skrående og har en helning på omtrent 4 grader. Ved skråningsarbeid kan man oppnå bedre stabilitet ved å grave ut på tomten, men dette krever større inngrep både ovenfor og nedenfor hver enkelt hytte (42). Dette ønskes dermed unngått ved å finne en løsning som krever lite inngrep i naturen. Ifølge Byggeforskblad 511.101 Byggegrunn og terreng, kan man anta at småhus med en og to etasjer kan ta opp spenninger angitt i tabell 2. Med tanke på hyttenes størrelse, antas det at disse kan følge tabellen uten at det er fare for skadelige deformasjoner. Bæreevnen til et fundament varierer imidlertid i stor grad etter de underliggende massene og må tilpasses hvert enkelt bygg og hver enkelt tomt (42).

Grunnen på tomten består som nevnt av myr over fjell. Myr er et materiale med dårlig bæreevne da det inneholder en stor andel fukt. Det er oppgitt at avstand ned til fjell kun er omkring en meter. Fjell er ofte god byggegrunn såfremt det ikke er skifret eller forvitret (42). Videre i oppgaven tas det utgangspunkt i at fjellgrunnen under terrenget består av trygge, faste masser, men dette må altså vurderes nærmere før eventuell utbygging.

Jordart	Maksimal tillatt spenning kN/m <sup>2</sup>
Fast lagret sand og grus	250–300
Middels fast sand og grus	150–200
Fin sand til grov silt	100–150
Løs sand og silt	50–150
Fast leire	150–200
Middels fast leire	70–150
Bløt leire	30–70
Meget bløt leire	< 30

Tabell 2: Maksimal tillatt spenning for ulike jordarter (42).

Det kan også oppstå setninger i byggegrunnen der jordarter utsettes for større belastninger enn hva de tidligere har blitt utsatt for. Størst fare for setninger er det i vannrike jordarter, noe som gjør deler av tomten med myrterreng kritisk. I tillegg vil grunn med høyt vanninnhold medføre telefare. Grunnen kan da heves som følge av at vann utvides. Dette kan føre til store skader på både fundament- og bygningsstrukturen (42). Byggeforskblad 451.021 tar i



samarbeid med Meteorologisk institutt for seg termisk dimensjonering og frostsikting, hvor tabeller og kart viser klimadata for landets kommuner for normalperioden 1971 – 2000 (43). Ut ifra dette bladet kan man blant annet finne forskjellige middeltemperaturer, frostmengder- og dybder for forskjellige geografiske områder. Bladet viser til en gjennomsnittlig frostdybde på 1,8 meter i Rennebu.

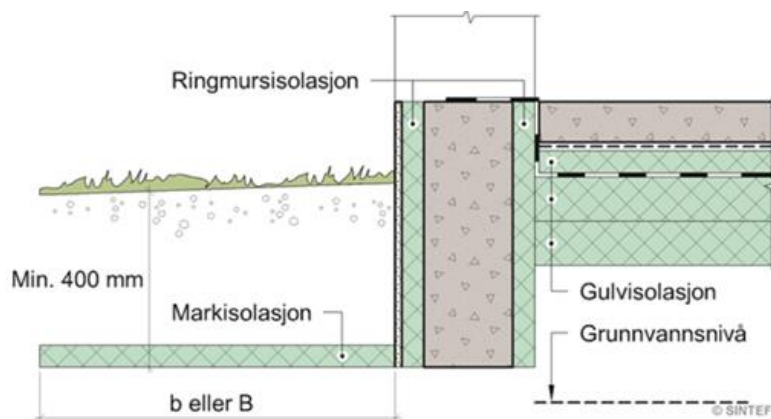
Når det kommer til valg av fundamenteringsmetode, veier ivaretagelsen av myren tyngst. Myr er sett på som viktig for miljøet og har blitt anerkjent av Stortinget ved en kvalitetsnorm for vern av myr gjennom Naturmangfoldsmeldingen. Ifølge Naturvernombudet fungerer myr både som flomdemper og karbonlager, i tillegg til at det er hjem for en rekke dyre- og plantearter (44). Dette tas videre med i betraktning når fundamenteringsmetode skal velges.

### **6.1.2 Fundamenteringsmetoder**

Det deles ifølge Byggforsk gjerne inn i fem hovedtyper av fundamenteringsmetoder: Gulv direkte på grunn, kjeller/underetasje i skrående terreng, full kjeller, ringmur med kryperom og åpen fundamentering (45). For et prosjekt som innebærer hytter i fjellterreng, vil det ikke være relevant å vurdere fundamentering med kjeller eller underetasje. De øvrige metodene vil vurderes opp mot funksjonalitet, bærekraftighet og inngrep i naturen.

#### ***Gulv direkte på grunn***

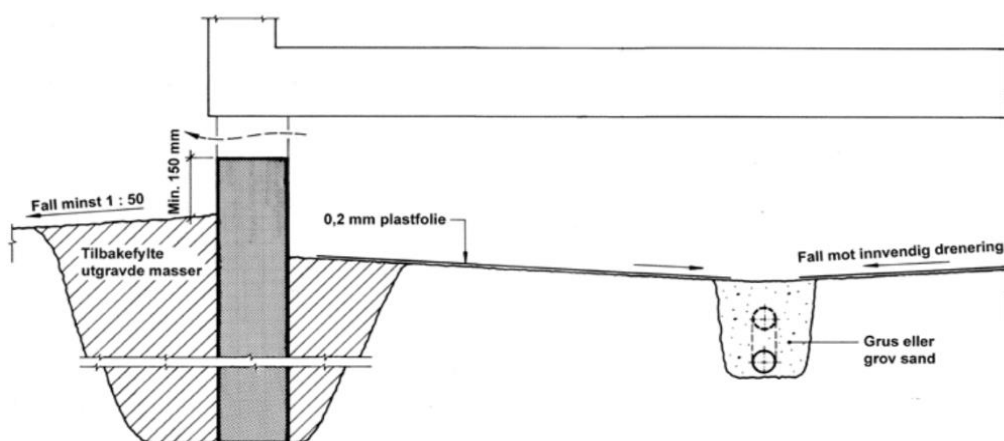
Gulv direkte på grunn medfører noe masseforflytning og terrenginngrep, da det krever et flatt underlag. Løsningen kan være hensiktsmessig ved utbygging av boligfelt eller større hyttefelt. For mindre hytter ute i terrenget blir løsningen imidlertid mindre brukt. Metoden krever inngrep i hele grunnarealet, men er til gjengjeld gunstig med tanke på ledningsføring i grunnen. Videre kan det bli problematisk med frost og telehiv på tomten. Ujevne telehiv under gulvet kan gi store konsekvenser for den ferdige konstruksjonen. Dette vil være vanskelig å unngå uten å bytte ut massene under hyttene (45). Et alternativ er også gulv på grunnen med ringmur. Som vist i figur 12 under er det ofte nødvendig å legge pukk under gulv- og markisolasjon også her for å oppnå et godt drenert underlag.



Figur 12: Gulv på grunn med ringmur (45).

### **Ringmur med kryperom**

Ringmur med kryperom anbefales sjeldent i permanente boliger i Norge, da det foreligger en risiko for fukt- og råteskader. Metoden er derimot mye brukt i fritidsboliger som ikke står oppvarmet hele året. Ved å frostisolere ringmuren eller føre den ned til frostfri dybde kan metoden også benyttes i konstruksjoner på telefarlig grunn. Man kan redusere fundamenteringsdybden med 0,3 meter ved å legge isolasjon under ringmuren. Ved å bruke ringmur kan man også unngå de største inngrepene i terrenget, og fundamenteringsmetoden er aktuell på småkuperte tomter og i fremkant av skrående terreng (45).



Figur 13: Ringmur med kryperom (45).

### **Åpen fundamentering**

Åpen fundamentering utføres ved pilarer, grunnmursstriper eller rammede pæler. Metoden er den som gir minst inngrep i terrenget, og medfører uteklime under bjelkelaget.

Fundamenteringsmetoden kan benyttes under alle grunnforhold, men der det er telefarlig grunn må man fundamenterer frostfritt. Dette kan utføres ved varmeisolasjon og ved å

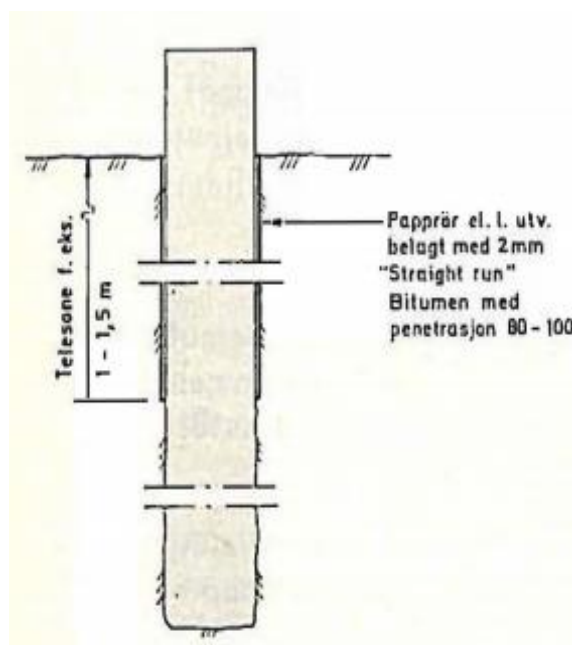
trekke pilarer ned til fjell eller frostfridybde. Av de tre metodene, vil fundamentering ved hjelp av pæler kreve minst arbeid i grunn. Disse kan forankres med eksempelvis skjøtejern til fjell.

### 6.1.3 Valg av løsning

Med hensyn på tomtens terreng og intensjon om å ta vare på mest mulig vegetasjon, vurderes åpen fundamentering til å være den beste metoden. Gulv på grunn er ikke i tråd med prosjektets visjon om så lite inngrep i naturen som mulig, og åpen fundamentering med pæler gir enda mindre inngrep sammenlignet med ringmur med kryperom.

Videre vil dypfundamentering være det sikreste valget med tanke på usikre masser på tomten og fare for tele i grunnen. Det velges å benytte spissbærende pæler, der krefter fra konstruksjonen vil overføres gjennom pælen og ned til fast fjell via spissen. Slike pæler kan rammes eller drives gjennom løsmassene uten å forbore eller grave bort jordmasser (46, s. 178). Over pælene vil det legges dragere i en ramme som bygningene skal hvile på. Disse må dimensjoneres for å tåle lastene fra bygningene samt spennene mellom pælene. Dersom bygningene skal ha innlagt vann må det utarbeides en frostfri løsning for oppstikk av VA-ledninger.

Pælingen vil utføres av prefabrikerte betongpæler. Dette er en av de vanligste metodene for å overføre belastning ned til bærende jordlag eller fjell. Ifølge leverandører er også disse et godt alternativ sett fra et miljøperspektiv, da betongpæler gir minst karbondioksidavtrykk blant de vanligste metodene (47). Disse vil plasseres etter spenn på dragerne og innvendige konstruksjonsdeler som krever ekstra bæring. Ettersom det er stor telefare i grunnen på området, må pælene beskyttes mot telehiv selv om de går ned til frostfri dybde. Dette kan utføres ved at den delen av pælen som står i frostsonen dekkes med et papprør som utvendig er påført et lag asfalt, se figur 14 (48).



Figur 14: Frostsikring av pæle med asfaltlag (48).

## 6.1.4 Laster og dimensjoner

### *Dimensjonering av dragere*

Ved dimensjoneringen av dragerne som skal legges i en ramme over pælene, benyttes Byggforskblad 502.222 bjelker av tre. Dimensjonering (49). Bladet inneholder tabeller med kapasiteter for dimensjonering av bjelker som er beregnet i henhold til NS-EN 1995-1-1. I bruddgrensetilstand er disse dimensjonene og spennviddene kontrollert med hensyn til moment- og skjærkapasitet, mens de i bruksgrensetilstanden er kontrollert med hensyn til at nedbøyningen ikke skal være større enn lengden/200 for bjelker i eksempelvis etasjeskillere (49).

For å benytte disse tabellene må det gjøres et overslag på hyttenes egen- og nyttelast. Nyttelast omfatter alle belastninger som oppstår på konstruksjonen fra eksempelvis personer, inventar og tekniske installasjoner (50). Dimensjonerende nyttelaster for forskjellige typer bygninger er fastsatt i NS 3479. Her kommer det frem at jevnt fordelt vertikal nyttelast beregnes til 1,5 kN/m<sup>2</sup> i boligrom (51). For egenlaster benyttes anvisningen i Byggforskblad 471.031. Dette bladet viser beregnede egenlaster for de vanligste byggevarer og bygningsdeler. Lastene er beregnet ut fra konstruksjonens oppbygning og materialenes dimensjoner og tyngdetetthet (52). Tabellen under viser summeringen av egen- og nyttelast, samt hvilke typer konstruksjonsdeler det er tatt utgangspunkt i.

<b>Egen- og nyttelast for videre dimensjonering</b>		<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Egenlast:</b>	Trebjelkelag: <i>Trebjelker med senteravstand 0,6 meter og varmeisolasjon av 200 mm mineralull. Ekstra vekt for oppføring, velger derfor lydisolerende etasjeskiller med flytende gulv.</i>	1
	Yttervegg: <i>Yttervegg med 100 mm massivtre (0,5 kN/m<sup>2</sup>), utlektet kledning med vindspærre og 200 mm mineralull med stendere i senteravstand 0,6 meter (gir noe mer vekt enn hyttenes løsning med påhengt isolasjon).</i>	0,8
	Tak:	

	<i>Takstoler eller sperre med senteravstand 0,6 meter og ca. 350 mm mineralull og himling. Velger løsningen med takstein og undertak av plater med asfalttakbelegg da det er nærmest hyttenes løsning.</i>	1,1
<b>Nyttelast:</b>	Boligrom:	1,5
<b>SUM:</b>		4,4

Tabell 3: Egen- og nyttelast (42).

I tillegg må det vurderes om det er nødvendig med ekstra støtte under deler der eksempelvis peis, boblebad og tyngre tekniske installasjoner skal bæres. Blant installasjonene som kan være kritiske med tanke på bæring, er ildstedet i fellesbygget samt det tekniske rommet hvor det vil plasseres luft-til-vann-varmepumpe og akkumulatortank, se punkt 6.4 om energiforsyning.

For dimensjonering av dragerne benyttes tabell 21 c, kapasitet i bruddgrensetilstand for bjelker av limtre GL32c (49). Tabellen oppgir diverse dimensjoner og spennvidder som er tilstrekkelig for de lastene som opptrer. Det velges ut fra tabellen en dimensjon på 115 mm x 225 mm. Dette gir en kapasitet på 6,4 kN/m<sup>2</sup> med en beregningsmessig spennvidde på 4,5 meter. Dimensjonen blir valgt da den gir noe bedre kapasitet enn det som grovt ble beregnet, og fordi det gir en spennvidde som er enkel å jobbe med ved plassering av pæler under. Det blir benyttet samme dimensjon på dragerne i både hyttene og fellesbygget. Siden dimensjoneringen i hovedsak er hentet fra tabeller, er det viktig å understreke at de bør kontrollberegnes av en konstruksjonsingeniør før videre bruk.

Terrassene utenfor fellesbygget og hyttene vil også stå på pæler, men her behøves det ikke samme dimensjoner på dragerne. Her benyttes heller en standard veiledning for bygging av terrasse på søyler levert av Bergene Holm AS (53). Veiledningen viser at man kan oppnå en lysåpning på opptil 2,8 meter ved bruk av dragere på 96 mm x 198 mm (2 stk. 48 mm x 198 mm bjelker). Videre gir dette en lysåpning opptil 2,3 meter for bjelkelaget mellom dragerne dersom det består av 48 mm x 148 mm bjelker montert på senteravstand 0,6 meter (53).

### ***Dimensjonering av pæler***

Som en avgrensning av oppgaven, er det ikke utført beregninger på pælenes nødvendige kapasitet for å finne dimensjoner. Avstanden mellom pælene som er plassert under hyttene kommer av spennet dragerne under bjelkelaget tåler. Det vil si at det pælene maksimalt kan stå med en senteravstand på 4,5 meter når det benyttes dragere av dimensjon 115 mm x 225 mm.

Ut ifra veileders anslag på dybde til fjell og terrengets helning på området, antas det at pælene vil ligge på en høyde mellom 1,5 og 3 meter. Her vil også anbefaling om en avstand på 0,3 meter mellom terreng og underside bjelkelag bli ivaretatt (48). Ved dimensjonering av pæler bør det i videre beregninger tas hensyn til at vindkrefter kan forårsake sidekrefter på bygningene. Dette er spesielt viktig i områder med bløt grunn og der avstanden ned til terreng er stor. Ved beregninger av dette kan det også hende at det er nødvendig med vindfagverk mellom pælene.

#### **6.1.5 Etasjeskillere**

Når det kommer til valg av etasjeskillere, vurderes dekke av massivtre og standard bjelkelag. Dette kommer av at alternativet til etasjeskillere i tre ikke regnes som like bærekraftig og at etasjeskilleren vil bli lagt over åpent fundament. Tre er begrunnet bærekraftig under punkt 4.1.2.

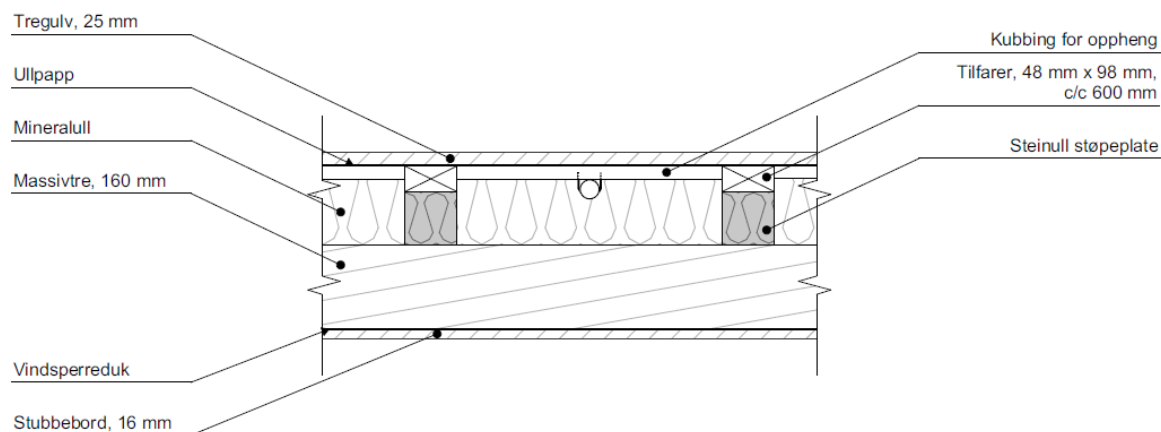
#### ***Dekke i massivtre***

Massivtredekker blir ofte brukt som etasjeskillere siden treverket kan tåle store punktlaster. Videre gir dekket muligheter for fleksible bygninger i forbindelse med asymmetrisk plassering av vegger. Materialet har lav vekt, noe som gir positive effekter på blant annet fundamentet. Massivtreelement virker i tillegg som avstivende skiver og er med på å stabilisere bygget. Til tross for disse fordelene, foreligger det lite forskning og erfaring rundt det å benytte massivtredekker som etasjeskillere over åpen fundamentering. Det har derfor blitt utarbeidet to egne forslag til løsninger for dette i oppgaven.

Den største utfordringen ved å benytte massivtre i etasjeskillere mot uteklime, er behandlingen av fukt som oppstår i og utenfor konstruksjonen. Sammenlignet med et bjelkelag vil det være mindre uttørkingsmuligheter i et massivtredekke. Massivtre, er som navnet tilsier, massivt,

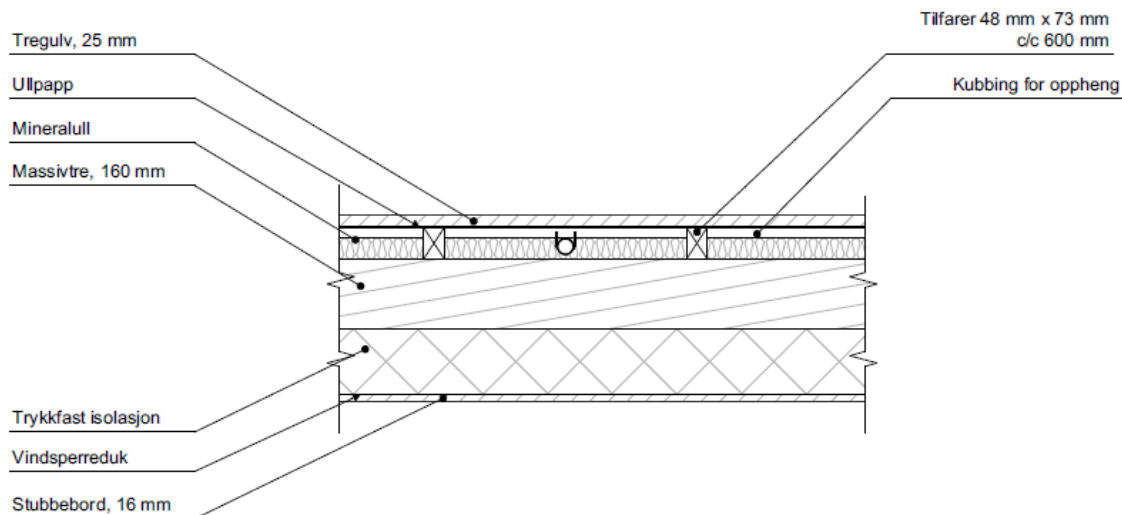
og ved en eventuelt innvendig vannlekkasje vil oppsamlet vann i dekket kunne skape fuktskader når det ikke får tørket ut.

Ved utarbeidelsen av forslagene til dekkene, er det først sett på en løsning med isolasjon på innsiden av massivtresjiktet, se figur 15. Ved vanlig bjelkelag over åpent fundament benyttes gjerne impregnert treverk på undersiden for at treverket skal motstå det fuktige klimaet. Det er derimot ikke funnet noen produsenter av massivtre som leverer impregnert produkt i Europa. Det har derfor blitt valgt å benytte vindsperre og impregnerte stubbebord på undersiden av dekket som sikring mot fukt fra utsiden. Ved en slik løsning vil det være viktig med stor nok avstand fra bakken slik at konstruksjonen har god mulighet for å tørke ut. Dersom høyden blir for lav kan man få en krypkjellerlignende effekt, noe som igjen kan øke risiko for råte og soppangrep.



Figur 15: Dekke i massivtre med isolasjon på innvendig side.

Det ble også sett på en løsning der det blir benyttet trykkfast isolasjon på undersiden av dekket, se figur 16. Denne løsningen ble utarbeidet etter e-postutveksling med en bygningsfysiker ved Norsk Treteknisk Institutt, og ligner mer noe på det som kunne blitt benyttet ved betongdekker. Det to eksemplene som ble sendt inn ble kommentert som noe «dristig», men interessant for videre utvikling.



Figur 16: Dekke i massivtre med isolasjon på utvendig side.

For videre arbeid med disse løsningene vil det være hensiktsmessig å benytte et simuleringsprogram for optimalisering i forhold til fukt, kondens og varmeisolering. WUFI Pro er blant annet et simuleringsprogram som kan benyttes til slike beregninger ved videre utvikling av løsningene.

### ***Bjelkelag i tre***

I og med at løsningene for massivtredekker ikke er ferdigutviklet og testet, ønskes det å benytte bjelkelag i tre videre i prosjektet. På denne måten kan preaksepterte- og godkjente løsninger benyttes. Siden dette er en mer vanlig og testet løsning, finnes det gode eksempler på blant annet våtromsgulv og rørføringer. I fellesbygget velges det å bruke en tilfarerløsning over bjelkelaget slik at rørføringer kan legges her fremfor i massivtreveggene. Hyttene vil ikke ha innlagt vann og trenger derfor ikke en slik oppføring. Dimensjonene på bjelkelagene blir valgt ut ifra U-verdier til ulike tykkelser av mineralull med varmekonduktivitet  $0,034 \text{ W/(mK)}$  samt bjelkenes spennvidde.

Bjelkelaget i fellesbygget vil bestå av isolerte bjelker av konstruksjonstrevirke C24 med dimensjon  $48 \text{ mm} \times 198 \text{ mm}$  og senteravstand på  $600 \text{ mm}$ . Senteravstanden vil være  $300 \text{ mm}$  under våtromsgulvene. Dimensjonen gir spennvidde på opptil  $3,1 \text{ meter}$  (54). Under bjelkelaget vil det føres en kontinuerlig vindspærre som beskyttes med underliggende stubbebord. Etersom gulvkonstruksjonen skal inneholde rørføringer, vil gulvet føres opp med tilfarerlekter på  $48 \text{ mm} \times 48 \text{ mm}$  der mellomrom isoleres med mineralull. Over oppføringen legges et lag med ullpapp før det benyttes selvbærende tregulvbord på  $25 \text{ mm}$ .



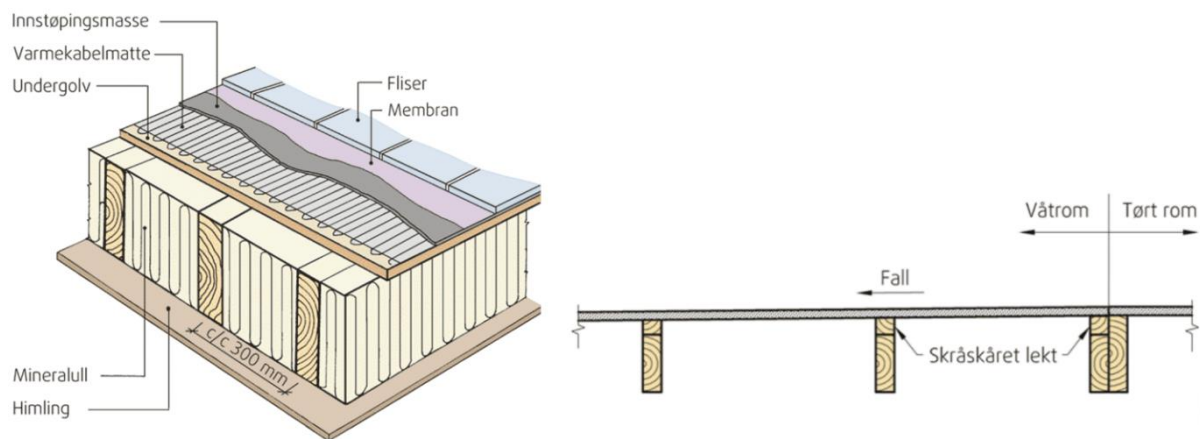
Bjelkelaget i hyttene vil bestå av isolerte bjelker av konstruksjonstrevirke C24 med dimensjon 36 mm x 223 mm med senteravstand på 600 mm. Denne dimensjonen gir spennvidde på opptil 3,2 meter (54). Under bjelkelaget legges vindspærreduk og stubbebord på samme måte som fellesbygget. Siden det ikke er innlagt vann i hyttene, legges ullpapp og tregulvbord på 25 mm direkte på bjelkelaget.

TEK17 setter krav til at nybygg må sikres mot radon i grunnen. Disse kravene gjelder for alle bygninger med varig opphold, derav også fritidsboliger. Sikringer mot radon utføres ofte ved å legge en kontinuerlig membran i gulvet slik at stråling ikke kommer inn i bygningen. Selv om det foreligger et krav om at alle nybygg skal sikres, finnes det noen unntak. Bygninger som er plassert over åpen fundamentering, slik som hyttene på pæler, kan sløyfe radonsperre og andre reduserende tiltak. Dette kommer av at det åpne rommet under bjelkelaget vil gi en god nok gjennomlufting til at radonforekomsten i bygget ikke vil overstige anbefalt verdi (55).

Bjelkelagene i både hyttene og fellesbygget vil legges med tregulv, foruten om våtrommene og andre rom som er utsatt for vannsøl. Bruk av tre påvirker både innnetemperaturen, luftfuktigheten og akustikken i et rom. I motsetning til andre gulvmaterialer, har tregulv en naturlig varme som er spesielt gunstig for hytter der man ofte ikke har gulvvarme (56).

I fellesbygget vil våtrommene og andre rom med vanninstallasjoner i baderomsavdelingen legges med fliser. Rommene vil oppvarmes ved hjelp av vannbårne varmekabler, og dette vil bli løst med et lavtbyggende varmesystem. Et undergolv vil da plasseres over bjelkelaget som varmekablematten vil legges på, se figur 18. Denne løsningen krever at underliggende bjelkelag ligger med en senteravstand på 300 mm. Bjelkelaget under slike rom i fellesbygget vil derfor utføres med denne senteravstanden.

Over varmekablene legges en innstøpingsmasse som dekkes med en vanntett membran før keramiske fliser legges. For å hindre at vann skal bli stående på gulvet, vil gulvene legges med fall mot sluk i alle våtrom. Dusjonene utføres med et fall på 1:50. Resterende gulvareal på disse rommene vil utføres med et fall på 1:100, noe som er tilstrekkelig ifølge veiledningen til TEK17 (24). Fallet oppnås ved at skråskårne lekter limes og skrues til golvbjelkene, se figur 17. Dette gir et fall på undergulvet som er med på å sikre fall på membranen og en jevn tykkelse på gulvavrettingsmassen. I tillegg slipper man å redusere isolasjonsmengden i bjelkelaget ved denne løsningen.



Figur 17: Gulv med lavtliggende varmesystem og bjelkelag under våtrom (58).

I hyttene vil det videre benyttes bjelkelag som etasjeskiller i hemsene. Dette vil kun dimensjoneres etter egenlast og nyttelast fra bruk, da bjelkelaget vil festes med bjelkesko på innsiden av massivtreet i ytterveggene, se punkt 6.3, og dermed ikke bære noen andre konstruksjonsdeler. Det vil derfor være tilstrekkelig med et bjelkelag av konstruksjonstrevirke C24 med en dimensjon på 48 mm x 148 mm. Dette gir en spennvidde på opptil 2,4 meter og har en kapasitet på 3,7 kN/m (54). Bjelkelaget vil dekkes med gulvbord i tre og isoleres med mineralull for lydisolering mot soverommet under.

For å oppnå horisontal himling og bedre avgrensning mellom rommene i fellesbygget, vil det legges bjelkelag over flere av rommene. Inngangspartiet, stuen og kjøkkenet vil ikke ha dette, da det er ønskelig med stor takhøyde her, men resterende rom vil utføres med bjelkelag i himling. Bjelkelaget vil ha dimensjon 48 mm x 148 mm og være isolert for å virke lyddempende. Rommet over bjelkelaget vil ikke benyttes, men det vil settes inn takluker i himlingen ved vaskerommet og tørkerommet for mulighet til inspeksjon.

Bjelkelaget vil være festet med bjelkesko til massivtreytterveggene, samt hvile på enkelte av de innvendige veggene. En nedlekting med dimensjon 48 mm x 48 mm sørger for å gi plass til LED spotter. Senteravstand mellom lektene vil videre være c/c 400 mm for å unngå nedheng (57). Himlingsplatene består av 13 mm gipsplater fra det norske merket Norgips. Disse gipsplatene er miljøvennlige og består av 98 % gjenbrukt materiale (58). Siden overliggende rom er isolert, trengs det ikke dampsperre i tak (59). Til overflatebehandling i våtrommene velges det en maling som gir en viss motstand mot vanninntrenging.

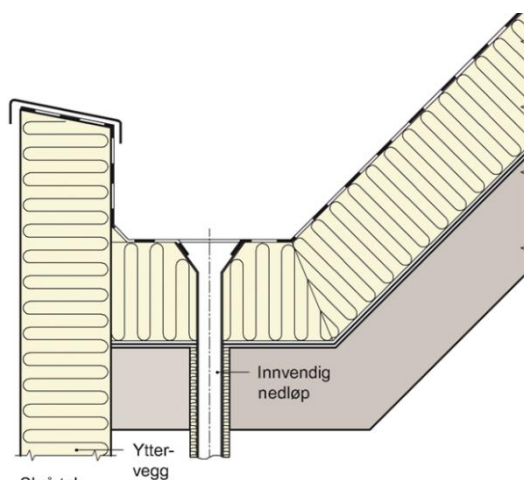
## 6.2 Tak

Et tak skal, i tillegg til å sørge for en god estetisk form, sørge for flere viktige funksjoner. Blant disse er at det skal isolere mot varmetap, isolere mot utendørs støy, holde regn og snø ute, ha gode avrennings- og nedløpsforhold og bære opptredende laster. Tak kan videre deles inn i tre hovedtyper ut fra oppbygning; kompakte tak, tak med isolerte takflater og luftet tekning og tak med kalde loftsrom (60). Reguleringsbestemmelsene for det aktuelle området krever at takene skal utformes som saltak med takvinkel på under 30°, noe som er mulig med alle disse tre taktypene. Nærmere analyse av disse taktypene er beskrevet nedenfor.

### 6.2.1 Taktyper

#### *Kompakte tak*

Kompakte tak kan utformes som flate- eller skrå tak, men på grunn av reguleringsbestemmelsene er kun skrå tak aktuelt for dette hytteprosjektet. Bærekonstruksjonen i et kompakt tak består som regel av stål, betong, tre eller massivtre. Varmeisolasjon plasseres som oftest over bærekonstruksjonen, se figur 18.



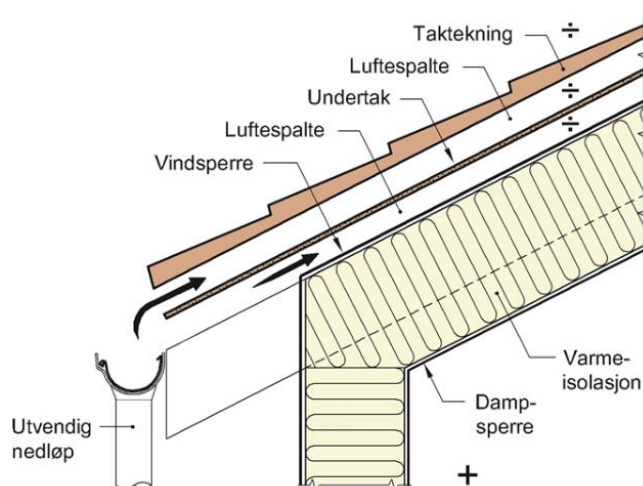
Figur 18: Utforming av kompakte skåttak (60).

Denne taktypen har fordeler som at takkonstruksjonen er skjermet mot inndrev av snø og regn, samt at man har innvendige nedløp som gjør at man unngår fare for istapper og snøras. Ulemper er likevel at innvendige nedløp må tilpasses bygningens planløsning, og at taktypen ikke egner seg like godt for taktekninger som festes på lekter gjennom takmembranen, slik som takstein (60). Taktekningen må også tåle stående vann, så aktuelle taktekninger er takbelegg av asfalt, plast eller gummi med sveiste skjøter. Ved denne takkonstruksjonen kan

man heller ikke ha organiske materialer, for eksempel trevirke, mellom to tette sjikt som dampsperre og takteking (60). Dette er på grunn av fare for punktering som gir stor risiko for at varm, fuktig luft innenfra vil trenge inn i konstruksjonen. Over tid kan dette skade det organiske materialet med fukt eller råte, som igjen senker bære- og isoleringsevnen.

### ***Tak med isolerte takflater og luftet tekning***

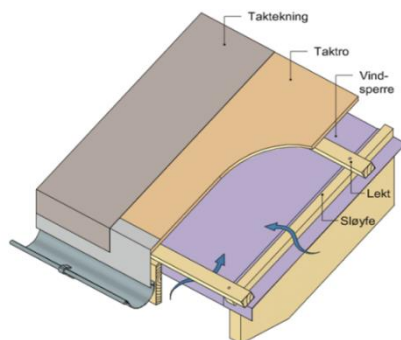
Denne typen tak kan bygges med takstoler, taksperrer eller takåser. Taktypen har et ventilert luftesjikt mellom isolasjonen og taktekingen, se figur 19. Denne figuren viser adskilt vindsperre og undertak, men konstruksjonen kan også utføres med kombinert undertak og vindsperre (60). Isolerte, luftede tretak egner seg godt for småhustak og for tak med saltaksform der lengden fra raft til møne er maksimalt 15 meter (61).



Figur 19: Oppbygging av tak med isolert takflate og luftet tekning (60).

Noen fordeler ved slike tak er at luftsjiktet vil fjerne fukt fra taket, at isolasjonssjiktet kan inneholde organiske materialer og at taket kan bygges med mange ulike typer takteking. Ved hjelp av lekter og sløyfer kan man oppnå krysslufing som sikrer effektiv lufting under taktekingen, se figur 20. Stort sett alle typer takteking kan legges oppå disse lektene, deriblant takstein, skifer og trebord. Noen ulemper ved taktypen er imidlertid at det er større

risiko for fuktproblemer på steder med mye slagregn og snøinndrev, og at den kalde takoverflata gjør at snø kan bli liggende uten å smelte og dermed danne is i nedløpene.

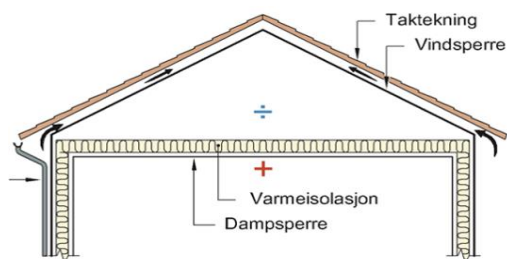


Figur 20: Krysslufting (60).

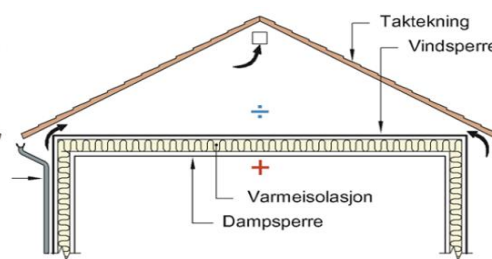
### Tak med kalde loftsrom

Tak med kalde loftsrom kan være uluftet eller luftet med uteluft, se henholdsvis figur 21 og 22. I tak der loftsrommet er uluftet må undertaket og vindsperra være kombinert i takflata. Ved denne utførelsen vil ikke snø og regn komme inn på loftet. Det vil likevel være nødvendig med et diffusjonsåpent undertak, da det alltid vil komme noe overskytende fukt og kondens i loftsrommet. I tak der loft ventileres med uteluft, vil kald luft strømme gjennom lufteåpninger ved takfoten og ved mønet. Dette gjør at relativt mye fukt kan transporteres bort på kort tid slik at trebaserte materialer i takkonstruksjonen holdes tørre (60).

Noen fordeler ved denne typen tak er blant annet at man unngår å varme opp loftsrom unødvendig, at konstruksjonen er enkel når det benyttes prefabrikkerte takstoler og at alle typer taktekning kan anvendes. Konstruksjonen er også godt egnet for å blåse inn isolasjon av eksempel mineralull, trefiber eller cellulosefiber. En ulempe ved kalde loftsrom er risiko for fukt som følge av kondens på kalde flater. Dette skjer gjerne ved raske væromslag eller dersom det er luftlekkasjer i isolasjonssjiktet under rommet. En annen ulempe ved tak med luftede, kalde loftsrom er at det kan være fare for regn- og snøinndrev.



Figur 21: Kalde, uluftede loftsrom (60).



Figur 22: Kalde, luftede loftsrom (60).

## 6.2.2 Taktekninger

Tekkematerialer som anses som relevante å vurdere i dette prosjektet er taktekninger av trebord, skifer og torv. Dette skyldes kravene i reguleringsbestemmelsene, at det er kort transport med tanke på tilgjengelighet i området og at det er naturlige og bærekraftige materialer.

### *Skifer*

Oppdal, Rennebus nabokommune, er kjent for sin produksjon av skifer. Dette kalles for oppdalskifer og er en type kvartsittskifer. Denne typen er grålig til nesten svart i fargen og har en jevn overflate (62). Skiferen er frostbestandig og påvirkes ikke av tørke eller nedbør, noe som gjør at den passer godt i det nordiske klimaet. Et skifertak krever lite vedlikehold og kan vaskes dersom det påvirkes av vegetasjonen rundt. Levetiden er forventet til over 50 år, og det finnes en rekke eksempler på skifertak som står etter 100 år selv om leverandørene ikke kan garantere det (63). Denne takteknningen er derfor et bærekraftig og miljøvennlig valg.

### *Torv*

Et annet alternativ til takteknning, er torvtak. Dette er en gammel og tradisjonell form for taktekking som er mye benyttet i området (64). Bruk av torvtak gjør at bygninger blander mer inn i naturen og ikke virker sjenerende. Et torvtak forbruker og forsinker nedbøren, og fordampingen fra taket reduserer kjølebehovet i bygningen om sommeren. Dette betyr også at bærekonstruksjonen må tåle en høy vekt på grunn av gjennomvåt torv, det vil si en egenvekt på omkring 3 kN/m<sup>2</sup> for bare torvlaget (65). Transport for torvtak blir også noe lengre enn for skifer, men det finnes likevel bedrifter som Fossil AS som holder til på Frosta og tar ut råtorva fra Verdal, omtrent tre timer unna Nerskogen.

### *Trebord*

Det siste alternativet som vurderes, er takteknning av trebord. Tretak kan benyttes på tak med god lufting og vanntett undertak. Et slik tak er bærekraftig ettersom tre er et naturlig og fornybart materiale. Tretak har lav egenvekt med en karakteristisk egenlast på 0,75 kN/m<sup>2</sup> takflate inkludert bærekonstruksjonen (66). Blant leverandørene til tretak er Alvdal Skurlag AS, som holder til omkring 2 timer unna Nerskogen. Disse leverer blant annet tretak av malmfuru, som er et av de mest miljøvennlige alternativet for tretak (67). Malmfuru er utskåret kjerneved fra furu som inneholder harpiks og andre stoffer som gir økt bestandighet mot sopp og råte (67). Dette gir en naturlig impregnering og gjør at materialet trenger lite

vedlikehold. Malmfuru blir grålig over tid, da sol og regn gir det en jevn sølvgrå patina. Selv om det ikke er nødvendig, er det også mulig å etterbehandle malmfuru for å få et annet uttrykk om ønskelig.

### **6.2.3 Valg av løsning**

#### ***Taktype***

Etter analyse av de ulike taktypene, er det tydelig at kompakt tak er uaktuelt for dette hytteprosjektet. Dette kommer av at taktypen ikke egner seg for taktekninger som festes på lekter gjennom takmembranen og at taktekningen må tåle stående vann. I reguleringsbestemmelsene for området er det derimot bestemt at taktekning skal utføres med tre, alternativt med torv eller naturstein, så fremst dette vil gi ferdig takoverflate en matt og mørk virkning. Det er også ugunstig med innvendig nedløp i takkonstruksjonen med hensyn til hyttenes sparsommelige areal.

For å sikre et lite fotavtrykk på tomten, men samtidig prosjektere nok sengeplasser, er det ønskelig med hems på hyttene. Dette gjør at takkonstruksjoner med takstoler er ugunstig, da det gir dårlig utnyttelse i høyden. Tak med kalde loftsrom er derfor uaktuelt for de ni hyttene som skal prosjekteres, og taksperrer blir derfor foretrukket. I hovedbygget vil også taksperrer benyttes. Dette gir en romslig takhøyde i fellesarealene ved inngangspartiet, stuen og kjøkkenet. I de resterende rommene vil det i tillegg til de isolerte sperrene, være et isolert bjelkelag for å få horisontal himling, bedre lydisolasjonen og gi bedre avgrensning av rommene.

Det er svært viktig å velge en type tak med god uttørkingsevne for dette hytteprosjektet. Luftede tak er tradisjonelt sett en av de vanligste takkonstruksjonene som er benyttet i norsk klima på grunn av sin gode uttørkingsevne. Ved denne taktypen kan man dessuten benytte alle typer taktekninger. Dette gjør denne typen tak til et naturlig valg for hyttekonseptet.

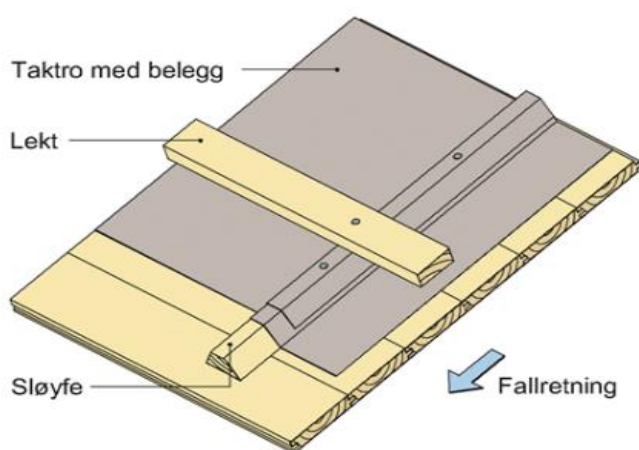
#### ***Taktekning***

Når det kommer til valg av taktekning, er det viktig å oppfylle kravene i reguleringsbestemmelsene om at material- og fargebruk skal ha sammenheng med de naturgitte omgivelser. Reguleringsbestemmelsene sier også at taktekkemateriale fortrinnsvis skal utføres med tre. Å ha både vegger og tak i trebordkledning gir et moderne, men samtidig et diskret og skandinavisk uttrykk. Det er derfor valgt å benytte trebord av malmfuru som

taktekkemateriale. Dette gjelder for både på hovedbygget og de ni hyttene, slik at uttrykket blir helhetlig. Taktekking av tre er et miljøvennlig og fornybart materiale som oppfyller kravene til bærekraftighet. Bordene som benyttes skal være av dimensjonen 22 mm x 98 mm, og det benyttes under- og overliggere med dreneringsspor for å samle opp vann som kommer inn under dem.

### **Materialer**

Ved utførelse av takteking med trebord er det viktig at undertaket er robust og helt tett. Takbordene har begrenset tetthet mot nedbør og bør først og fremst anses som en mekanisk beskyttelse som samtidig gir hyttene sitt spesielle estetiske uttrykk. Byggforsk anbefaler å bruke asfaltundertaksbelegg lagt på taktro av bord eller bygningsplater (66). Det velges derfor å bruke asfaltundertaksbelegg over taktro av 18 mm tykke OSB-plater. Denne tykkelsen er basert på anbefalingene til Byggforsk (68). I monteringsanvisningen fra Alvdal Skurlag AS anbefales det å bruke lekter med dimensjoner 36 mm x 48 mm og sløyfer med dimensjoner 23 mm x 48 mm (69). Lekteavstanden er anbefalt til maksimalt c/c 600 mm for disse dimensjonene og den aktuelle snølasten, som er beregnet i vedlegg E (66). Både lektene og sløyfene er anbefalt å være trykkimpregnerte materialer i klasse AB (66). I fjellområder der det kan forekomme store mengder snøinndrev under tekningen, slik som i Nerskogen, er det anbefalt at undertaket skal kunne motstå vanntrykk fra oppdemmet vann. Dette vil oppnås med undertaksbelegg som skjøtes over trapesformede sløyfer, se figur 23.



Figur 23: Asfaltundertaksbelegg lagt over trapesformede sløyfer (66).

Siden OSB-platene ikke er dampåpne, må det være en oppfôring på 48 mm under disse slik at fukt kan tørke ut (70). Under oppfôringen vil det monteres en dampåpen vindspærreduk over



de isolerte taksperrene. På innsiden av taksperrene vil det monteres dampsperre, før det monteres himling i treplater som gir samme uttrykk som innerveggene i massivtre.

I følge Byggforsks tabeller kreves det minst 225 mm mineralull for å oppnå ønsket U-verdi på 0,18 W/m<sup>2</sup>K (71). De isolerte sperrene i hyttene er beregnet til 48 mm x 173 mm i vedlegg E, og det behøves derfor isolert nedføring på 48 mm. Beregningene er basert på at isolasjonsmaterialet som benyttes er mineralull med varmekonduktivitet på minimum 0,034 W/(mK).

### ***Takvinkel***

Maks tillatte takvinkel er på 30° i henhold til reguleringsbestemmelsene. Det er anbefalt at takvinkelen er minst 15° for å sikre god avrenning slik at snø ikke danner is i takrennene (60). For tretak bør takvinkelen uansett være over 22° (66). For ønsket arkitektonisk utforming på hyttene og hovedbygget blir det valgt å bruke maksimalt tillatte takvinkel, det vil si 30°. Denne vinkelen er også optimal i forhold til solceller på taket, se punkt 6.4.1.

## **6.2.4 Laster og dimensjoner**

Takkonstruksjoner skal kontrolleres for lastkombinasjoner av egenlast, snølast og vindlast (72). I vedlegg E er det gjort beregninger og vurderinger på disse lastene. Nedenfor oppsummeres dimensjonering hentet fra tabeller basert på de utregninger som er gjort i vedlegget.

### ***Dimensjonering av sperrer***

Dimensjonering av taksperrene beregnes basert på nødvendig motstandsmoment for tverrsnittet av taksperrene. Etter beregninger velges en sperredimensjon 48 mm x 173 mm av konstruksjonsvirke C24 i de ni hyttene. I fellesbygget er taket utformet med to sammenstøtende takflater, det vil si et hovedtak over det lengste mønet og et tak over utstikket. Etter beregninger her velges sperredimensjon for hovedtaket til 73 mm x 198 mm, mens utstikket får sperredimensjon 48 mm x 198 mm. Alle beregningene forutsetter bruk av konstruksjonsvirke C24.

### ***Dimensjonering av mønebjelke***

For å dimensjonere mønebjelken må antall opplagere og belastning på mønet beregnes. Dette gjør at dimensjoner kan hentes ut fra tabell 21 d i Byggforsksblad 520.222 Bjelker av tre.

Dimensjonering (49). I hyttene velges en mønebjelke av limtre GL32c med dimensjon 140 mm x 315 mm. I fellesbygget velges mønebjelker av limtre GL32c med dimensjon 140 mm x 450 mm i hovedtaket, og dimensjon 140 mm x 360 mm i taket over utstikket.

### ***Dimensjonering av søyler***

For å dimensjonere søylene som skal understøtte mønebjelken i hyttene, ses bjelken på som en kontinuerlig bjelke med tre opplagere og jevnt fordelt last. Etter å ha beregnet reaksjonskrefter, benyttes tabell 21 b i Byggforskblad 520.233 Søyler av tre. Dimensjonering (73). Både søylen ved kjøkkenet og søylen ved gavlveggen med glassfasade får da dimensjon 140 mm x 135 mm.

I fellesbygget understøttes mønebjelken som går langs utstikket av tre søyler, det vil si to i stuen og en ved gavlveggen. Dimensjonen på søylen ved gavlveggen med glassfasade velges til 140 mm x 135 mm, mens søylen i midten av mønebjelken får dimensjon 140 mm x 180 mm. Den siste søylen understøtter begge mønebjelkene, og for dimensjonering her må lasten fra begge mønebjelkene tas med.

Mønebjelken langs hovedtaket understøttes av to gavlvegger, to innervegger og to søyler i senter av bygget. Begge søylene i sentrum av bygget får dimensjon 140 mm x 180 mm, og da er også beregninger fra det andre taket tatt med. Samtlige søyler er av limtre GL32c.

## 6.3 Veggkonstruksjon

Veggkonstruksjoner kan deles inn i innervegger og yttervegger. Yttervegger skal fungere som klimaskjermer mot vær, vind, brann og lyd, mens innervegger ofte er delevegger, enten bærende eller ikke-bærende. I en yttervegg er det viktig å ha et lufttett sjikt på utsiden og et damptettsjikt på innsiden, da dette skal hindre luftlekkasje. Veggkonstruksjoner kan prosjekteres med ulike materialer og ved hjelp av ulike metoder.

De ulike veggkonstruksjonene som vurderes i dette prosjektet er massivtreelementer og bindingsverk av tre, som begge kan brukes både i ytter- og innervegger. Disse er aktuelle fordi bruk av tre er mer bærekraftig enn veggkonstruksjoner av for eksempel betong, mur og stål (74).

### 6.3.1 Ulike typer vegger

#### *Bindingsverk*

I norske trehus er bindingsverk med stendere standard konstruksjonssystem. Ytterveggen bygges da opp etter totrinnetningsprinsippet, som vil si at man har adskilt regn- og vindtetting. Til stendere kan man benytte konstruksjonsvirke eller sammensatte profiler som I-profiler, parallellfiner og limtre. Sammensatte profiler er aktuelle for yttervegger med krav til høy varmeisolasjon, men konstruksjonsvirke er det mest brukte. Stenderne plasseres vanligvis i avstand c/c 600 mm, og holdes sammen i topp og bunn med sviller (75).

Bindingsverk kan enten bygges med gjennomgående stendere og sviller med samme dybde som tykkelsen på isolasjonslaget, eller med grunnere stendere og påføring (76). Påføringen sørger for at veggtykkelsen blir riktig og at spikerslag blir i riktig retning. Hulrom fylles med isolasjonsmateriale, som regel matter av mineralull.

#### *Massivtre*

Veggkonstruksjoner i massivtre er et alternativ til tradisjonelt bindingsverk.

Massivtreelementer er treplanker, også kalt lameller, som er satt sammen til elementer ved bruk av tredybler, stålstag, skruer, lim eller spikere (77). Massivtrevegger kan enten kombineres med andre materialer og konstruksjonstyper eller være en del av et komplett bæresystem av massive treelementer.

Yttervegger av massivtre er anbefalt å ha en beskyttende klimaskjerm på utsiden av elementene for å beskytte mot nedbør og solstråling (78). Denne klimaskjermen kan være

utlektet kledning av trepanel som bygges etter prinsippet om tottrinnstetting. Det er også anbefalt å plassere isolasjonssjiktet mot utvendig side (78). Nødvendig isolasjonstykkelse avhenger av massivtreelementens tykkelse, som varierer fra 80 – 260 mm, samt valg av klimaskjerm, isolasjonsmateriale og ønsket U-verdi (78).

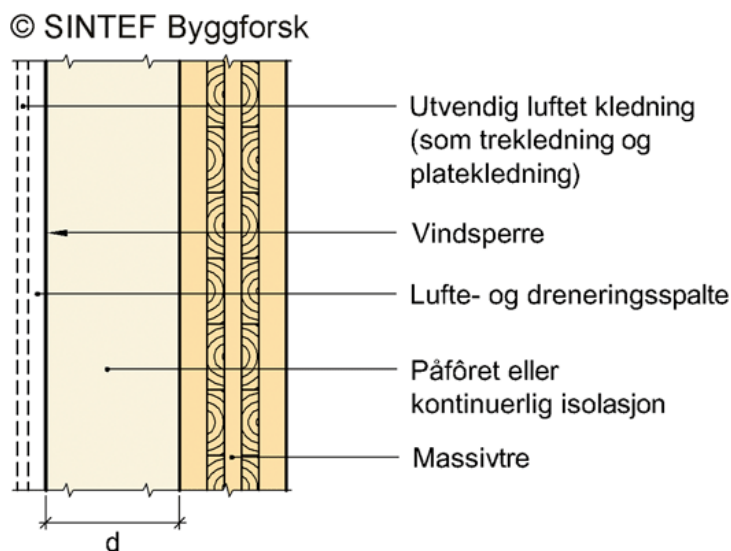
Det finnes flere fordeler ved å velge massivtreelementer. Blant disse er høy styrke i forhold til vekt, høy stivhet, stor brannmostand og kort byggetid (79). Massivtre regnes også som et svært miljøvennlig materiale samtidig som det gir et godt inneklima (79). Det finnes flere norske produsenter å velge mellom på markedet, eksempelvis Nordisk Massivtre og Ottadalen Massivtre.

### **6.3.2 Valg av løsning**

#### ***Yttervegger***

Etter å ha sett på begge løsningene er det tydelig at det er klare fordeler ved å velge massivtre i både hyttene og hovedbygget. Ved å velge en slik løsning vil man oppnå store besparelser i utslippene av CO<sub>2</sub>, da massivtreet erstatter deler av isolasjon og innvendig kledning (79). I dette prosjektet står miljøfokusset høyt og derfor er det fordelaktig å bruke massivtreelementer for å bidra til en mer bærekraftig og miljøeffektiv bygning.

Ytterveggkonstruksjonen vil derfor bygges av massivtre og bestå av krysslagte elementer, da dette gir en stabil konstruksjon som ved fuktendringer kun vil gi små tverrsnittsendringer (80). Veggen bygges med utgangspunkt i figur 24. Innvendig overflate vil dermed bli i massivtre, noe som gir et godt inneklima og et nordisk arkitektonisk uttrykk. Isolasjonssjiktet vil være på elementenes utside. Med en isolasjonstykkelse på 150 mm som har varmekonduktivitet på 0,034 W/(mK) kombinert med 100 mm massivtre, vil vegger ifølge SINTEF oppnå en U-verdi på omkring 0,18 W/m<sup>2</sup>K (81).



Figur 24: Prinsipp av oppbygging av massivtreyttervegg (88).

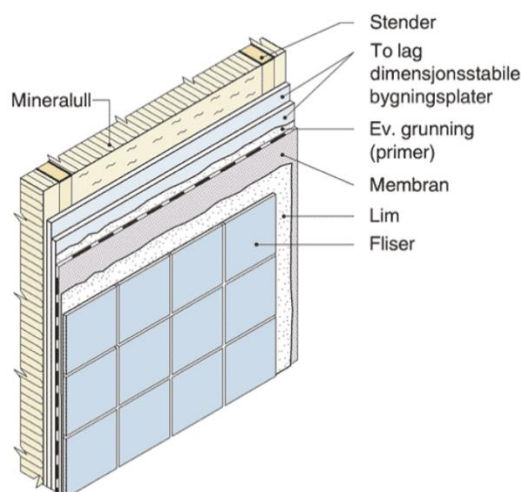
Utenfor isolasjonen monteres det en diffusjonsåpen vindsperreduk. Det benyttes verken dampsperre eller dampbrems i veggkonstruksjonen, da en massivtrevegg på over 80 mm normalt ikke vil få særlig gjennomgang av dampdiffusjon gjennom treverket (78). Det er viktig at dette kvalitetssikres før oppføring. Norsk Treteknisk Institutt har dokumentert at en 100 mm massivtrevegg av 3 sjikts element vil ha en brannmotstand på REI 30 (82). Dette er tilstrekkelig for brannkravene beskrevet under punkt 4.2.1, og valgt dimensjon på massivtreet i veggen er derfor 100 mm.

Utvendig kledning vil bestå av stående kledning av malmfuru. Det benyttes tømmermannskledning med borddimensjon 22 mm x 98 mm for å gi samme uttrykk som taktekningen. Kledningen monteres på lekter med dimensjon 36 mm x 48 mm, og disse monteres igjen på sløyfer av dimensjon 23 mm x 48 mm for å sørge for krysslufting. Sløyfene monteres med spesialskruer gjennom isolasjonen og inn i massivtreet. Isolasjonen er festet med veggplatebraketter, en løsning som er presentert av Glava (83).

### *Våtromsvegger*

En del av ytterveggene skiller mot våtrom. Ytterveggene her vil ta utgangspunkt i figur 25, men tilpasses for massivtre. Denne løsningen er ikke dokumentert godkjent og trenger videre utvikling og kvalitetssikring av en godkjenning sinstitusjon, for eksempel SINTEF. På massivtreet vil to dimensjons stabile bygningsplater på 13 mm monteres.

Påstrykningsmembranen påføres så utenpå, før lim og fliser festes. Påstrykningsmembranen er her det vanntette sjiktet, da fugene mellom flisene ikke er tette.



Figur 25: Eksempel på yttervegg i baderom (29).

### *Badstuevegger*

Når det kommer til ytterveggene som skiller til badstuen i hovedbygget, vil disse utføres etter anbefalinger fra Glava (84). Innenfor massivtreet etableres det lufting på 20 mm ved hjelp av listverk. Etter dette monteres det et tettesjikt av ullpapp, før det utlektes med 48 mm x 98 mm lekter som også isoleres. Det monteres så ullpapp igjen, før stående panel av gran med dimensjon 12 mm x 70 mm til slutt monteres. Tettesjiktet av ullpapp hindrer at mineralullfibrer frigjøres.

### *Innervegger*

De innvendige veggene vil også prosjekteres i massivtre. Tykkelsen på innvendige massivtrevegger varierer typisk mellom 65 - 120 mm (78). Siden de fleste innerveggene skal bære et bjelkelag, velges det massivtre med dimensjon 100 mm også for innerveggene. Denne tykkelsen gjør også at branncelleneveggene i hovedbygget overholder brannkrav EI 30, se punkt 4.2.1 (82). Veggene utføres uten tilleggssjikt i de ni hyttene for å gjøre massivtreet synlig fra begge sider.

### *Lydvegger*

Det er flere av veggene i fellesbygget som vil utføres som lydvegger. Kravene til disse er beskrevet under punkt 4.2.2. Det benyttes lydvegger bestående av massivtre og bindingsverk og med hulrom imellom. Hulrommet gjør at den ene veggdelen kan svinge fritt, og den vil dermed ikke overføre svingninger, altså lyd, til den andre veggdelen (85). I følge Byggforsk vil vegger av 100 mm massivtre, 68 mm frittstående stendere med 70 mm mineralull og 2 x 13 mm gipsplater gi laboratoriemålte verdier av  $R_w = 61$  dB (86). Det understrekes derimot at dette egentlig forutsetter delte fundamenter og at man kan forvente avvikende resultater ved måling i ferdig bygning. Denne løsningen må derfor kvalitetssikres før den tas i bruk.

Siden lydkravet til veggene mellom gjesterommet og fellesarealet i hovedbygget er en del lavere enn den målte verdien for denne veggkonstruksjonen, droppes gipsplaten mot fellesarealet. Dette gjelder også veggen mellom kontoret og fellesarealet. Dette gjør at det blir synlig massivtreoverflate ved inngangspartiet og kjøkkenet. De resterende lydveggene utføres med isolasjon på begge sider av massivtreet for å unngå flanketransmisjon.

### *Våtromsvegger*

De innvendige veggene i vaskerommet vil utføres ved at det festes to dimensjonsstabile bygningsplater til stenderverket, før det monteres påstrykningsmembran, lim og fliser. Det samme gjelder for rommene med dusj, bare at de stabile platene festes til massivtreet. Den vanntette membranen festes på alle vegger i disse rommene, slik det anbefales når fliser benyttes på våtrom (29).

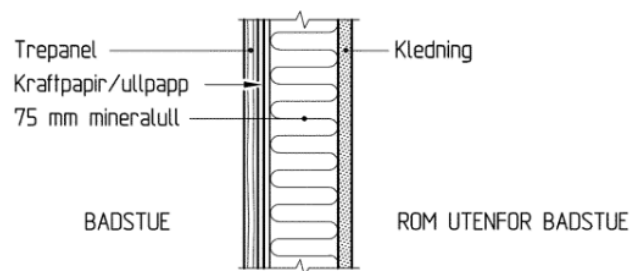
De resterende rommene i baderomsavdelingen som ikke er definert som våtrom, vil males med en fuktbestandig våtromsmaling. Dette er i tråd med kravene for andre rom med vanninstallasjoner, se punkt 4.2.3.

### *Badstuevegger*

Badstueveggene mot gangen og HC-toalettet vil i prinsippet utføres som figur 26. Det isolerte bindingsverket vil imidlertid være 48 mm x 98 mm, da dette er bærende for et bjelkelag.

Kledningen i badstuen består av stående panel av gran med dimensjon 12 mm x 70 mm.

Kledningen mot gangen med vaskene består av gips med våtromsmaling.



Figur 26: Badstuevegg mot rom utenfor badstue (106).

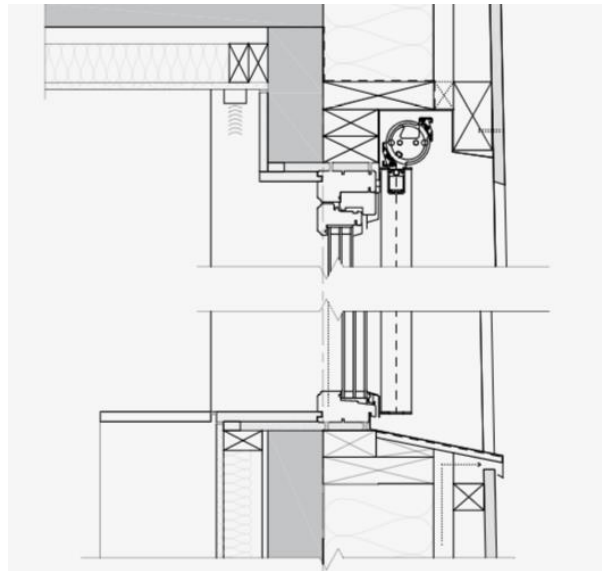
### **6.3.3 Dør og vindu**

Når det gjelder nye vinduer i boliger, står valget som regel mellom to-lags vinduer og tre-lags vinduer. Begge disse vinduene har langt bedre U-verdier enn eldre vinduer med enkeltglass (7, s. 139). Mellom lagene i flere-lags vinduer fylles hulrommet opp med en edelgass, for eksempel argon. Denne gassen isolerer bedre enn luft og bidrar dermed til å redusere varmetapet (87).

På bakgrunn av ønsket om å minke varmetapet, besluttet det å benytte tre-lags vinduer. Isolasjonen i etasjeskiller, vegg og tak vil ikke komme til sin fulle nytte dersom vinduene ikke er godt nok isolert. Med tre-lags isolerrute oppnår man som regel en U-verdi på 0,8 W/m<sup>2</sup>K (7, s. 139).



Tradisjonelt sett plasseres sporet i bunnkarmen på vinduer enten i plan med vindsperra i veggen, eller så trekkes det inn i isolasjonssiktet og får en ekstra fuktsikring under karmen og beslaget (88). Vinduene i dette prosjektet vil plasseres i innerste del av isolasjonssjiktet. Dette gir enklere montering i massivtreet, lavere kuldebroverdier, redusert fare for kondens og mer solskjerming (88). Denne innsetningsmetoden ble benyttet i en lignende veggkonstruksjon i prosjektet Moholt 50|50, se figur 27 (88).



Figur 27: Vindusinnsetting i prosjektet Moholt 50/50 (88).

Både hyttene og fellesbygget vil ha glassfasade i gavlveggen som vender mot sør. I hyttene har denne glassfasaden en skyvedør som leder ut til terrassen. Glassfasaden spesialbestilles og vil ha soldempende glass. Slike glass hjelper mot overoppheting på varme soldager. I tillegg gir de mindre innsyn, da naturen heller vil speile seg i fasaden.

Inngangsdørene på byggene skal plasseres ytterst i massivtreet og ha U-verdi på maks 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Dørene utføres som pressede dører, det vil si at dørbladet består av ut- og innvendige kledningsplater som er limt til mellomliggende varmeisolasjon. Disse ytterdørene har bedre formstabilitet enn for eksempel ramtredører ved harde klimabelastninger (7, s. 141).

Minste mål på dører, både utvendig og innvendig, skal være 9x21M. Dører i branncellebegrensede cellevegger vil utføres med brannmotstand EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub>, i henhold til veiledningen til TEK17 (24).

## 6.4 Energiforsyning, vann og avløp

Når det kommer til løsninger for energiforsyning og vann og avløp (VA), legges det vekt på bærekraftperspektivet, etablert teknologi i markedet, gjennomførbarhet og at det skal være innenfor rimelig kostnad. Et dokument med anbefalinger til energiforsyning utarbeidet av NIRAS Norge AS, på vegne av Grønn Fritid AS, er tatt i betraktning. Her var anbefalingene for hytteprosjektet å installere solceller på tak, koble byggene på strømmettet og benytte bioenergi i form av vedfyring. Det ble også anbefalt å benytte vannbåren varme i hyttene dersom det ikke ble for dyrt.

### 6.4.1 Strøm

Det er ønskelig å benytte en fornybar energikilde til elektrisk strøm. Det vil derfor monteres solceller på takene til både hyttene og fellesbygget. Byggene vil også påkobles det eksisterende strømmettet i et nærliggende hyttefelt. På denne måten vil byggene få strøm fra forsyningsnettet når produksjonen fra solcellene ikke er tilstrekkelig, samtidig som overskuddsenergi går ut i strømmettet. Ved en slik ordning er det mulig å få en gunstig avtale med energiselskapet.

Solceller omdanner solenergi til elektrisk strøm og er en fornybar energikilde som utnytter sollyset direkte (89). Solcellene fungerer svært godt i nordisk klima da kulde øker effekten på grunn av mindre indre energilekkasje som følge av høy driftstemperatur (90). Hvor mye strøm solcellene leverer avhenger av blant annet orientering, helningsvinkel og effektivitet på anlegget, men et typisk solcellepanel leverer normalt mellom 100 – 170 kWh strøm/m<sup>2</sup> (91). En takvinkel på 30 – 40 ° er optimal, og valgt takvinkel på 30 ° er dermed svært gunstig (92). Kart fra solkart.no viser hvordan takflatene bør stå i forhold til solen for å kunne utnytte solenergien mest mulig, se figur 28. For det aktuelle byggeområdet er det tydelig at tak vendt hovedsakelig mot sør, og noe mot vest, gir de beste forutsetningene for solcelleanlegg på tak (93). Alle byggene vil derfor plasseres slik at den ene takflaten vender sørvest, og solcellepanelene plasseres på denne siden og festes utenpå takbordene.



Figur 28: Solkart for det aktuelle byggeområdet (93).

## 6.4.2 Oppvarming

Som oppvarming vil det primært benyttes luft-til-luft-varmepumpe i hyttene. Varmepumpen plasseres høyt i stuen slik at varmen fordeles fritt. Fordeler ved å velge en slik løsning er at det er energi- og kostnadsbesparende, samt at reguleringen av innnetemperaturen blir mer behagelig (94). I tillegg finnes det en rekke pumper på markedet som er mobilstyrte, slik at hytteeier kan forvarme hyttene noe før forventet ankomst. I sommerhalvåret kan også varmepumpen avkjøle den innhentede uteluften og virke som aircondition.

I fellesbygget vil det benyttes en luft-til-vann-varmepumpe. Dette er en fornybar varmekilde som kan benyttes i forbindelse med et vannbårent varmesystem. Pumpen henter «gratis» varme fra uteluften og leverer både varmt tappevann og romvarme. Ifølge varmepumpeinfo.no vil man spare mellom 60- og 70% energi sammenlignet med å benytte strøm til oppvarming (95). Pumpen vil benyttes til å varme opp tappevannet, varme opp våtrommene ved hjelp av vannbåren gulvvarme, varme opp fellesarealene ved hjelp av en viftekonvektor, samt varme opp gjesterommet og kontoret ved hjelp av radiatorer. Varmepumpen vil plasseres i det tekniske rommet og kombineres med en akkumulatortank. En akkumulatortank er et varmemagasin som kan lagre varmt vann med relativt lite varmetap over lengre tid (96). Ved å benytte denne kombinasjonen kan man oppnå en jevnere effektbelastning og et minket strømbruk. Det er også mulig å motta støtte fra Enova til slike

energitiltak på fritidsboliger, der både varmepumpe og akkumulator inngår som gyldige tiltak (97).

I tillegg til varmepumpene, vil det monteres rentbrennende peisovner i hyttene samt en rentbrennende peisinnsats i fellesbygget for oppvarming. På denne måten utnyttes tradisjonell bioenergi, det vil si energi lagret i organisk materiale. Bioenergi betegnes som en fornybar ressurs, da det ikke øker CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren (98). Rentbrennende ovner skiller seg fra eldre ovner ved at de gir dobbel forbrenning av røykgassen, lavere utslipp og mer varme (99). Disse er med på å varme opp hyttene på spesielt kalde dager, i tillegg til å ha en viktig innvirkning på komforten og den ønskede «hytteatmosfæren».

### **6.4.3 Ventilasjon**

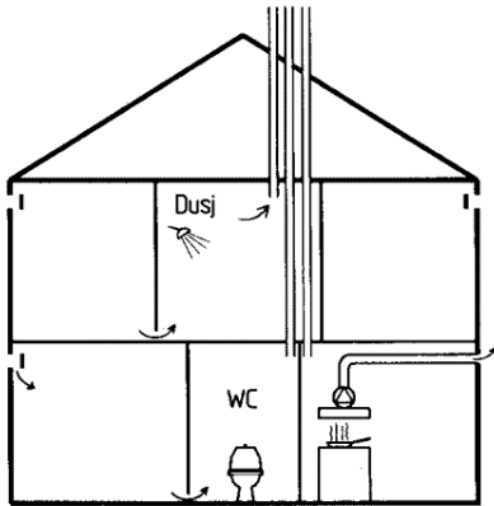
Det kan benyttes naturlig ventilasjon i fritidsboliger, da kravene til friskluftmengder og energi ikke gjelder her (24). Noen fordeler ved naturlig ventilasjon er at det er rimelig og enkelt å installere og at det krever minimalt med vedlikehold. Siden de ni hyttene er av en såpass liten størrelse, velges det å benytte naturlig ventilasjon i disse.

Ved naturlig ventilasjon utnytter man vind og det at varm inneluft er lettere enn kald luft (100). Luft vil da tilføres gjennom ventiler plassert i vinduskarmene, mens avtrekksventiler fører varm luft ut. Avtrekksventilene plasseres høyt på veggen for optimal virkning. Det vil være tilluftsventiler på soverom og i stuen, samt avtrekksventiler på kjøkken og badrom. På kjøkkenet vil det være en mekanisk avtrekksvifte over komfyren. Det vil i tillegg bli luftskifte ved at man går ut og inn gjennom dører og via lufting gjennom vinduer. Dør til soverom og badrom vil også ha spalter under seg for overstrømning av luft mellom alle rom.

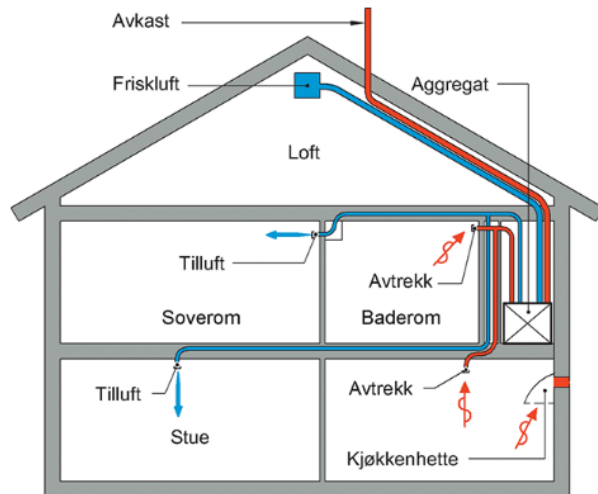
I fellesbygget vil det derimot benyttes balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Dette kommer av at bygningen er såpass stor, og at det til tider vil kunne benyttes av mange om gangen. Balansert ventilasjon med varmegjenvinning gir betraktelig bedre inneklime i en stor bygning og minsker faren for fuktskader og kondens. Ved denne løsningen vil mellom 70 og 90 prosent av varmen fra den gamle luften blir overført til den nye luften som blir fordelt i bygget (101). Varmegjenvinneren gir i tillegg et lavere energiforbruk, da mindre energi trengs for oppvarming av bygget.

Løsningen krever plass til et ventilasjonsaggregat, som typisk har målene bredde 0,6 m og dybde 0,6 m (101). Dette aggregatet vil plasseres på teknisk rom/vaskerom i fellesbygget. I bygningen vil friskluftinntaket plasseres høyt på skyggesiden på nordvestfasaden og avkastet

foregå over tak, mens horisontale føringer vil legges skjult i bjelkelaget. Tilluftsventilene vil være i stue, soverom og kontor, mens avtrekksventilene vil være på kjøkkenet, tørkerommet, våtrommene samt resterende rom med vanninstallasjoner. Balansert ventilasjon med varmegjenvinning i fritidsboliger er også et energiltak som gir grunnlag til økonomisk støtte fra Enova (97).



Figur 29: Prinsipp naturlig ventilasjon (100).



Figur 30: Balansert ventilasjon med varmegjenvinning (101).

#### 6.4.4 Vann og avløp

Det er ønskelig at vann- og avløpsløsningene i hytteprosjektet er samlet og ikke skaper unødige inngrep i terrenget. Med den hensikt er det besluttet at det ikke vil være innlagt vann i de ni hyttene. Dette gir en betydelig minking i miljøavtrykket på tomta.

Siden det ikke er innlagt vann i hyttene, ses det på alternative klosettløsninger. Et alternativ er forbrenningsklosett. Dette er et klosett som ved hjelp av elektrisitet forbrenner klosettavfallet til aske (102). På grunn av fare for lukt ved forbrenningen, anbefaler Byggforsk imidlertid at avstanden til naboer er forholdsvis stor, helst 200 meter (102). Siden hyttene i prosjektet står med en avstand på omkring 10 meter unna hverandre, utelukkes dette alternativet.

Den andre klosettløsningen som vurderes, er et vannklosett med biomottak. Disse klosettene er hygieniske, gir ingen lukt og krever kun litt vann i toalettskålen (103). Vanntilførselen kommer via en vannbeholder med en enkel pumpe plassert ved siden av klosettskålen. Klosettet kobles til et biomottak med fordampningspakke der væsken fordampes og avfallet

komposteres. Biomottaket må i dette tilfellet plasseres under dekket og isoleres. Mottaket krever strøm til integrerte varmekabler, og løsningen må også utføres med elektrisk takvifte og isolert lufterør over tak. Siden dette klosettet vurderes til å være alternativet med færrest ulemper, velges det å benytte denne løsningen i de ni hyttene.

I hyttene legges det opp til at det vil hentes vann i beholdere fra fellesbygget. Bad og kjøkken utføres derfor med vask. Siden gråvann kan inneholde bakterier og stoffer som ikke bør ledes ut i naturen, vil det renses i et gråvannrensaneanlegg (104). Til tross for at dette krever inngrep i naturen, anses det som et bedre alternativ enn å slippe ut gråvann fra ni hytter direkte i naturen. Rensaneanlegget graves derfor ned under hytta, og utføres med filtermasse, fordelingsrist, filterposer for oppsamling av slam, samt en drenslange for infiltrasjon i grunnen. Tanken leveres med varmekabler og en isolasjonsplate oppunder lokket, men vil også tilleggisoleres.



Figur 31: Vannklosett med biomottak (103)



Figur 32: Gråvannrensaneanlegg (104).

Fellesbygget prosjekteres med innlagt vann og kobles på vann- og avløpsnett. For å redusere rørføringene plasseres fellesbygget langt nord på tomten, og rørene legges i en grøft langs adkomstvegen. I fellesbygget går alle føringer i gulv. Alle rør som ikke går gjennom oppvarmede rom, vil frostsikres ved at de isoleres og utføres med termostatstyrte elektriske varmekabler (105). Dette gjelder også for oppstikk og nedgravde rør som forsyner bygget. På denne måten slipper en å grave ned til frostfri dybde, og inngrepene blir mindre.

#### 6.4.5 Diverse installasjoner

Badstuen vil ha en elektrisk badstueovn på 10 kW, basert på volum i badstuen (106). Ovnens skal plasseres nært døren slik at luftstrømmen fra døra virker sammen med varmesirkulasjonen fra ovnen. Tilførselsventilen plasseres lavt på veggen mot den

oppvarmede gangen, så nært ovnen så mulig. Avtrekksventilen plasseres høyt på veggen mot HC-toalettet og diagonalt ovenfor tilførselsventilen.

På tørkerommet vil det være en avfukter som er koblet til strømmettet. Avfukteren vil ta opp fuktigheten i klær og utstyr, samt tilføre varme og luftstrøm. Det benyttes en avfukter med energibesparende varmepumpeteknologi som bruker korte tørketider med lav varme (107).

Generelt vil alle føringer legges i gulv, samt gå i massivtreveggene der føringene skal ut i vegg eller til spotter i himling. Dette må planlegges godt på forhånd slik at det under produksjon av massivtreveggene kan fjernes enkelte lameller. På denne måten blir det hulrom i veggkonstruksjonen med plass til føringer (108).

Det vil være et kombinert tekniskrom og vaskerom i fellesbygget. Dette rommet vil blant annet inneholde sikringsskap for fellesområdene, varmepumpe, akkumulatortank og ventilasjonsaggregat. Det vil også være plass til vaskemaskin, tørketrommel og eventuelle andre installasjoner som er hensiktsmessig for driften. I hyttene vil sikringsskapet plasseres ved ytterdøren i inngangspartiet.

Selv om det ikke er krav, vil det benyttes lekkasjestoppere med sensortape i fellesbygget for å forebygge og stoppe vannlekkasjer. Dermed vil vanntilførsel automatisk stenges ved lekkasje.

Videre vil det på parkeringsplassen oppføres to ladestasjoner for tilrettelegging av elbil. Dette gjøres for å gjøre prosjektet mer attraktivt for hyttekjøperne, da det anses som sannsynlig at flere av disse har elbiler.

## 6.5 Energiberegninger

For kontrollere at hyttene og fellesbygget oppnår de ønskede kvalifikasjonene når det kommer til energistandard og energimerke, blir det foretatt energiberegninger i dataprogrammet SIMIEN. I forkant av dette benyttes simuleringsprogrammet THERM 7.5 for å finne U-verdiene til de ulike bygningsdelene. Enkelte av resultatene fra THERM blir i tillegg kontrollert gjennom håndberegninger.

### 6.5.1 THERM 7.5

Etter alle valg for bygningsdelene var tatt, ble simuleringsprogrammet THERM 7.5 brukt for å beregne de ulike U-verdiene i både hyttene og fellesbygget. I programmet ble alle relevante deler tegnet inn, før riktig varmeovergangsmotstand for hvert enkelt materiale ble lagt inn. Beregninger, input og resultater fra THERM ligger i vedlegg F. Oppsummert oppnådde bygningsdelene følgende U-verdier:

<b>Bygningsdel:</b>	<b>U-verdi:</b>
<i>Yttervegg, hytter og fellesbygg:</i>	0,172 W/m <sup>2</sup> K
<i>Tak, hytter:</i>	0,173 W/m <sup>2</sup> K
<i>Tak, fellesbygg:</i>	0,163 W/m <sup>2</sup> K
<i>Bjelkelag, gulv, hytter:</i>	0,155 W/m <sup>2</sup> K
<i>Bjelkelag, gulv, fellesbygg:</i>	0,157 W/m <sup>2</sup> K

Tabell 4: Resultat av U-verdi fra beregninger i THERM.



### 6.5.2 Håndberegnet U-verdi

Enkelte av resultatene fra U-verdiberegningene gjennom THERM er blitt kontrollert ved hjelp av håndberegninger. Disse utregningene ligger vedlagt i vedlegg G, og resultatet ble som følger:

<b>Bygningsdel:</b>	<b>U-verdi:</b>
Yttervegg, hytter og fellesbygg:	0,18 W/m <sup>2</sup> K
Tak, hytter:	0,18 W/m <sup>2</sup> K

Tabell 5: Resultat av U-verdi fra håndberegninger.

Siden disse resultatene ble nokså like resultatene fra THERM, gir beregningene mest sannsynlig en god pekepinn på hva virkelige U-verdier vil være. Beregningene utført av dataprogrammet THERM anses som mest korrekte, og det er derfor disse som benyttes videre i SIMIEN.

### 6.5.3 SIMIEN

For å finne ut om bygningene er innenfor ønsket energistandard og energimerking, beskrevet under punkt 4.3, gjøres det energiberegninger i analyseverktøyet SIMIEN. Fullstendig resultat fra simuleringene kommer frem i vedlegg H. Under oppsummeres resultatene samtidig som inputdata diskuteres.

Både hyttene og fellesbygget er lagt inn med klimasted Otta. Dette kommer av at SIMIEN har et begrenset utvalgt av klimasteder og at verken Rennebu eller Oppdal er mulige alternativer. Etter vurdering av alternative steder, ble Otta vurdert som stedet med mest likt klima.

I starten av analysen må også bygningskategori velges. Fritidsbolig er ikke et mulig alternativ her. Småhus er derfor valgt som bygningskategori. Dette er viktig å understreke, da det gjør at resultatet fra energiberegningene sammenligner bygningene opp mot byggeforskrifter for bolighus. Røde felt i resultatet kan da være misvisende, da ikke alle krav gjelder for fritidsboliger. Både hyttene og fellesbygget legges også inn som én sone, det vil si at alle

oppvarmingskilder og lignende beregnes for å varme opp hele bygget. For mer nøyaktige beregninger vil det være aktuelt å dele inn fellesbygget i flere soner.

Andre hensyn simuleringsverktøyet tar, er blant annet oppvarmet areal og volum, himmelretning, vindusareal, tilskuddsvarme fra sol og brukere, varmelagringssevnen til møbler og interiør, detaljert energiforsyning og antall driftsdager. Sistnevnte er valgt til at både hyttene og fellesbygget benyttes hver helg og alle skoleferier, i tillegg til en del ekstra dager. Dette er basert på at hyttene skal leies ut i tillegg til privat bruk.

Forhåndsdefinerte verdier i verktøyet er benyttet der annen informasjon ikke er funnet hos aktuelle leverandører. Disse forhåndsdefinerte verdiene er hentet fra NS 3031. U-verdier for bygningsdelene er overstyrt, og verdiene beregnet i THERM er da skrevet inn.

Utklipp fra resultat av evaluering mot TEK17 for hyttene og fellesbygget er som følger;

Resultater av evalueringen		Beskrivelse
Evaluering av		
Energiltak		Bygningen tilfredsstill ikke kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstill ikke omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)	
Energiramme		Bygningen tilfredsstill ikke energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav		Bygningen tilfredsstill minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstill ikke minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)	
Energiforsyning		Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering		Bygningen tilfredsstill ikke byggeforskriftenes energikrav

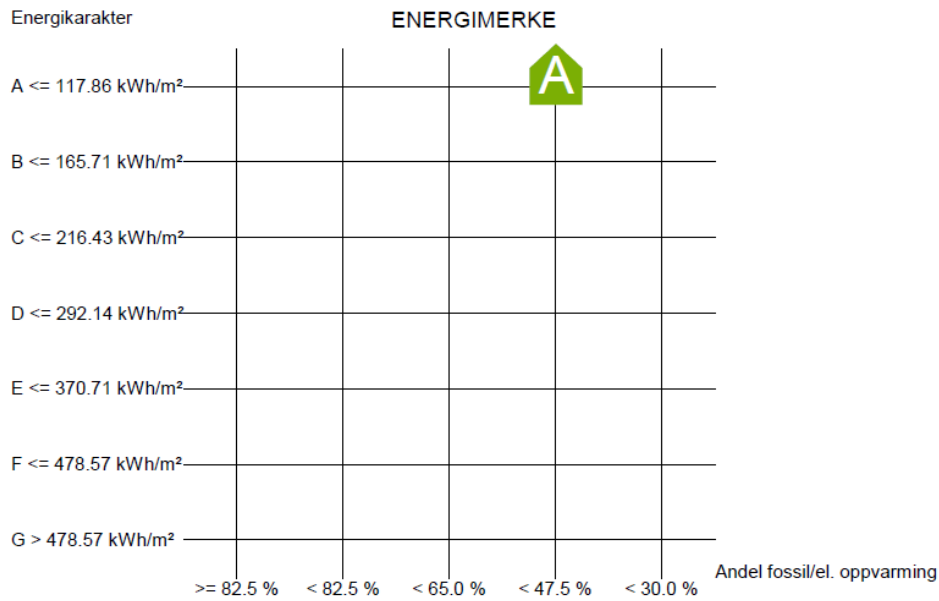
Tabell 6: Evaluering mot byggeforskrifter for hyttene.

Resultater av evalueringen		Beskrivelse
Evaluering av		
Energiltak		Bygningen tilfredsstill ikke kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstill ikke omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)	
Energiramme		Bygningen tilfredsstill ikke energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav		Bygningen tilfredsstill minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstill minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)	
Energiforsyning		Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering		Bygningen tilfredsstill ikke byggeforskriftenes energikrav

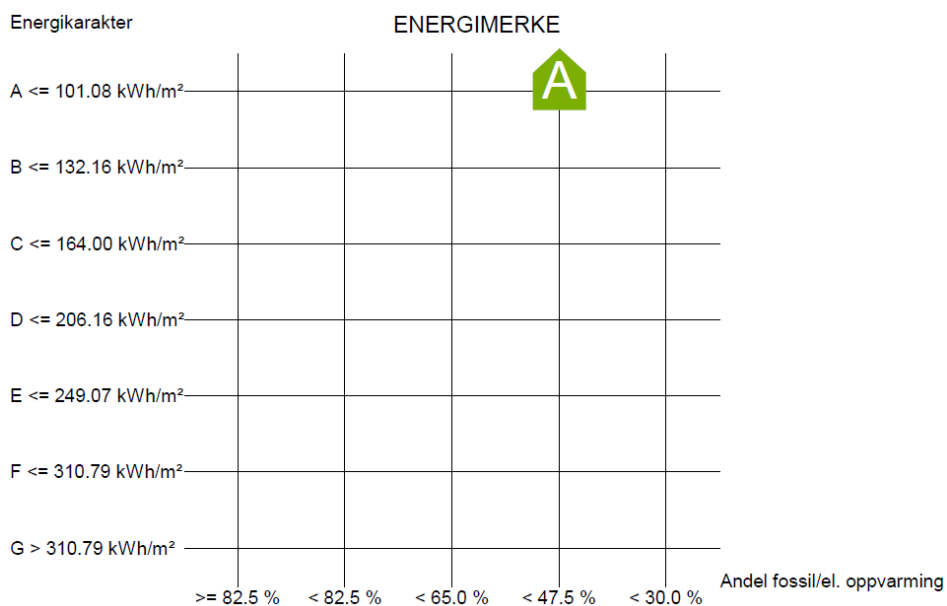
Tabell 7: Evaluering mot byggeforskrifter for fellesbygget.

Ut ifra disse simuleringene vil både hyttene og fellesbygget oppnå TEK17 § 14-5 tredje ledd, som ønsket. Denne paragrafen beskriver at § 14-1, § 14-3 og § 14-4 første ledd er tilstrekkelig for fritidsboliger over 70 m<sup>2</sup> til og med 150 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA (24).

Energimerkingen for hyttene og fellesbygget fikk følgende resultat etter simuleringene;



Tabell 8: Oppnådd energimerke for hyttene.



Tabell 9: Oppnådd energimerke for fellesbygget.

Dette vil si at målet om grønn A er oppnådd for alle bygningene. Fargen på energimerket kunne imidlertid vært mørkegrønn ved enda mindre elektrisk oppvarming. Dette ses likevel ikke på som en nødvendig justering, da lysegrønn A er et svært godt resultat.

## 6.6 Arealoversikt

Oversikt over ulike areal i hyttene og fellesbygget er oppgitt nedenfor. Arealene er beregnet etter NS 3940:2012 Areal- og volumberegninger av bygninger og veiledningen til denne (109). I tillegg til arealene oppgitt i tabellene, vil parkeringsplassen ha et areal på omkring 250 m<sup>2</sup> og bygget med boder et areal på 45 m<sup>2</sup> BYA.

### HYTTENE:

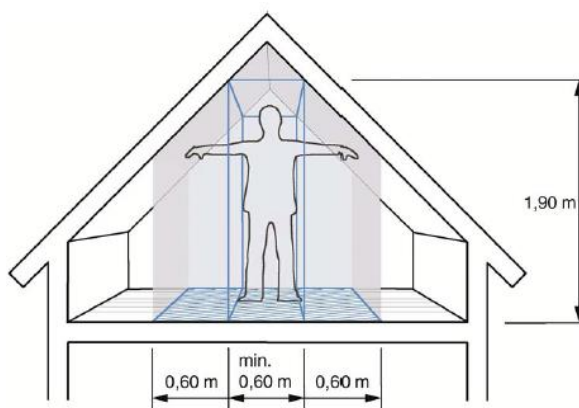
### FELLESBYGGET:

Bebygd areal (BYA)	67,2 m <sup>2</sup>	Bebygd areal (BYA)	260,0 m <sup>2</sup>
Bruksareal (BRA)	35,0 m <sup>2</sup>	Bruksareal (BRA)	131,6 m <sup>2</sup>
Bruttoareal (BTA)	44,2 m <sup>2</sup>	Bruttoareal (BTA)	151,1 m <sup>2</sup>
Nettoareal (NTA)	33,7 m <sup>2</sup>	Nettoareal (NTA)	124,9 m <sup>2</sup>
Primærareal (P-rom)	31,8 m <sup>2</sup>	Primærareal (P-rom)	131,6 m <sup>2</sup>

Tabell 10: Oversikt over arealer tilhørende hyttene.

Tabell 11: Oversikt over arealer tilhørende fellesbygget.

På hemsene i hyttene er det i tillegg et areal på 11,2 m<sup>2</sup> som ikke er måleverdig. Dette kommer av at fri høyde på 1,9 m har en bredde på mindre enn 0,6 m, se figur 33.



Figur 33: Måleverdig areal (109).

## 6.7 Kostnadskalkyle

Det er utarbeidet en enkel kostnadskalkyle for prosjektet basert på Norsk Prisbok 2017, se vedlegg I (15). Det er tatt utgangspunkt i en standard kontoplan som inndeles etter bygningsdelstabellen i NS 3451 (110). Kostnadsberegningen er basert på erfaringsbaserte anslag og gir en grov estimering av prosjektkostnadene. Der prisboken har vært mangelfull, har priser for aktuelle komponenter blitt innhentet hos ulike leverandører. Disse er lagt til under kontoen «andre kostnader».

Ved beregningene er det benyttet standardtall for konto 01-Felleskostnader og 08-Generelle kostnader. Her er det tatt utgangspunkt i prisbokens prosjekt 1114. Enebolig uten kjeller, normal standard (BTA= 150 m<sup>2</sup>), da dette var den beste tilnærmingen til hytteprosjektet. For konto 02-Bygning, 03-VVS, 04-Elkraft, 05-Tele og automatisering, 06-Andre kostnader og 07-Utendørsarbeider, er det blitt valgt mer konkrete, relevante elementer. For konto 10-MVA er det medregnet en merverdiavgift på 25% av basiskostnadene. I tillegg er det for konto 11-Forventet tillegg, lagt ved en kostnad på 500 kr/m<sup>2</sup>.

Summen av konto 01-11 gir den totale prosjektkostnaden. I tillegg til dette vil det være hensiktsmessig å legge ved en usikkerhetsavsetning som vil være med på å gi kostnadsrammen for hele prosjektet. Usikkerhetsavsetning fremkommer ofte av en usikkerhetsanalyse, og avhenger blant annet av når i fremtiden prosjektet skal igangsettes. Dette er ikke medtatt i beregningene, så det antas en noe høyere kostnadsramme enn hva som blir lagt frem her. Tomtepris er også utlatt fra beregningene, da tomten eies av utbygger.

Ved valg av elementer under konto 02-07, er det benyttet mest mulig lignende komponenter til de som er blitt prosjektert der identiske ikke er å finne. Det er blant annet blitt valgt malmfuru som kledning på alle hyttene i prosjektet, noe som er et kostbart valg som ikke ligger i prisboken. Det er heller ikke funnet noe anslag til pris fra leverandører, så det forventes at kostnaden vil øke en del når dette blir medberegnet. Til gjengjeld antas det at det foreligger muligheter for å inngå gode avtaler med leverandører av ulike komponenter da prosjektet har et behov for store mengder.

Salgsprisen til hyttene avhenger av kostnaden for én hytte, samt en niendedel av kostnaden for fellesbygget. Den totale kostnaden for hele prosjektet ligger på kr 15 012 785. Total kostnad for én hytteenhet der fellesbygget er medregnet, blir dermed kr 1 668 087. Dette er altså, grovt beregnet, en minimum salgspris for å unngå økonomisk tap i prosjektet.

Kostnadskalkylen skal fungere som en pekepinn på forventet kostnad av et slikt prosjekt. Det er imidlertid viktig å understreke at flere punkter i beregningen er utelatt eller mangelfull, slik som fullstendig kostnad for rigging av byggeplass og kostnader knyttet til utførende arbeid, samt faktiske kostnader på byggelementer. Dette skyldes enten at utførelsen ikke er beskrevet eller at prisen er ansett som for usikker til å medregnes. En ny kostnadskalkyle med oppbygning av detaljkalkyle er nødvendig for prosjektets neste fase.

## 6.8 Oppsummering av valg

De viktigste valgene gjort i kapittel 6 oppsummeres i tabellen nedenfor.

	<b>Hytter</b>	<b>Fellesbygg</b>
<b>Fundamentering</b>	Åpen fundamentering med pæler av betong.	Åpen fundamentering med pæler av betong.
<b>Etasjeskiller mot fri</b>	Bjelkelag av konstruksjonstrevirke C24 med dimensjon 36 mm x 223 mm.	Bjelkelag av konstruksjonstrevirke C24 med dimensjon 48 mm x 198 mm, i tillegg til oppføring på 48 mm for plass til rørføringer.
<b>Etasjeskiller himling</b>	Isolert bjelkelag av konstruksjonstrevirke C24 med dimensjon 48 mm x 148 mm, festet med bjelkesko til boltrede bærebjelker.	Isolert bjelkelag av konstruksjonstrevirke C24 med dimensjon 48 mm x 148 mm, festet med bjelkesko til boltrede bærebjelker. Nedføring på tekniske løsninger.
<b>Tak</b>	Isolerte skrå tretak med taksperrer av konstruksjonstrevirke C24 og dimensjon 48 mm x 173 mm. Taktekning av malmfuru og takvinkel på 30°.	Isolerte skrå tretak med taksperrer av konstruksjonstrevirke C24 og dimensjon 48/73 mm x 198 mm. Taktekning av malmfuru og takvinkel på 30°.
<b>Yttervegger</b>	Massivtre 100 mm innvendig, 150 påhengt isolasjon av mineralull, tømmermannskledning av malmfuru.	Massivtre 100 mm innvendig, 150 påhengt isolasjon av mineralull, tømmermannskledning av malmfuru.
<b>Innervegger</b>	Massivtrevegg 100 mm.	Fleste av massivtrevegg 100 mm.
<b>Ytterdør og vinduer</b>	Tre-lags vinduer, pressede ytterdører.	Tre-lags vinduer, pressede ytterdører.
<b>Strøm</b>	Solceller på tak + kobles på strømmettet.	Solceller på tak + kobles på strømmettet.
<b>Oppvarming</b>	Luft-til-luft-varmepumpe, peisovn.	Luft-til-vann-varmepumpe (vannbåren varme, viftekonvektor, radiatorer), peis.
<b>Ventilasjon</b>	Naturlig ventilasjon.	Balansert ventilasjon med varmegjenvinning.
<b>Vann og avløp</b>	Uten innlagt vann, vannklosett med biomottak under bjelkelaget, gråvannrenseanlegg.	Kobles på vann- og avløpsnett.

Tabell 12: Oppsummering av valg i kapittel 6.

## **7 FoU**

FoU-kapittelet viser til forskning, innovasjon, entreprenørskap og utvikling rundt temaer knyttet til gruppens oppgave.



## 7.1 Det grønne skiftet

I følge Store norske leksikon (SNL) betyr grønt skifte, eller grønn omstilling, en forandring i en mer miljøvennlig retning. Begrepet blir benyttet både overordnet om en omlegging av samfunnet, og mer spesifikt om enkelte områder (111). «Det grønne skiftet» ble også kåret til årets ord i 2015 av Språkrådet, noe som viser at klimaspørsmål i stor grad har preget nyhetsbildet de siste årene (112). Det har blant annet vært diskutert hvordan to-gradersmålet skal bli nådd, hvor en endring i både produksjon og forbruk blir tatt opp. Det er viktig at også fritidsnæringen blir dratt med inn i dette «skiftet», ikke bare det forbruket og de midlene som blir knyttet til hverdagen.

Det foreligger en voldsom økning i fritidsnæringen. I løpet av året 2019 ble det etablert 6 455 nye hytter med en gjennomsnittsstørrelse på 96,2 m<sup>2</sup>. Dette er som nevnt tidligere en kraftig vekst fra året 1983 hvor det ble etablert 1 600 nye hytter med en gjennomsnittsstørrelse på 62,2 m<sup>2</sup> (3). Bare i Rennebu kommune er det registrert mer enn 2 000 hytter totalt. Dette vil si at det nesten er dobbelt så mange fritidsboliger som bolighus i kommunen per 2019 (113).

Det er altså ingen tvil om at Rennebu er et attraktivt område for hytteutbygging. Siden hytter er noe mange nordmenn har vokst opp med og har et nært forhold til, vil det være vanskelig å minske antall solgte hytter per år. Det som derimot kan påvirkes, er hvilken retning utviklingen av nye hyttefelt skal gå i. Det presenteres derfor i denne oppgaven et bærekraftig hyttekonsept med fellesfunksjoner. Konseptet krever totalt sett mindre inngrep, mindre energiforbruk og mindre utslipp enn om tilsvarende ni enkelthytter skulle utbygges.

For å gjøre hyttekonseptet tilstrekkelig rimelig, er det ønskelig at hyttene leies ut. På denne måten kan noe av inntektene fra utleie gå til fellesutgifter, vedlikehold og drift gjennom et driftsselskap. Egenprodusert strøm fra solcellene på fellesbygget vil også bidra til å redusere utgiftene. I salgskontrakten kan hytteeierne pålegges å leie ut et visst antall helger eller dager i løpet av året. Inntekt ved utleie utover det som er krevd i kontrakten, kan gå direkte til hytteeierne selv. I og med at hyttene er av nokså liten størrelse, vil det være begrenset med plass til personlige eiendeler, men disse kan uansett låses inn i boden på soverommet ved utleie. Ved å åpne opp for utleie, er man også med på å minimere hytteutbyggingen ved at flere får muligheten til å dele den sammen hytten.

Konseptet åpner opp for nye bekjentskap og et sosialt fellesskap. Dette gjør konseptet unikt og gir gode sjanser for å samle mennesker med felles interesser. Målgruppen er hovedsakelig

unge og aktive mennesker som tilbringer mye tid utendørs. Det er sannsynlig at de som verdsetter naturen også er opptatte av bærekraft, og dermed vil være interessert i et slikt prosjekt. Konseptet vil være et rimelig alternativ til en fritidsbolig med de samme funksjonene som det her deles på.

## **7.2 Entreprenørskap og entreprisformer**

Hyttekonseptet bidrar til entreprenørskap ved at nye bedrifter vil dukke opp. For å kunne vedlikeholde og drifte fellesbygget samt administrere utleien ved et slik hyttekonsept, vil det være nødvendig å opprette et driftsselskap. Dette driftsselskapet vil ha tilgang på et kontor for administrasjon og et vaskerom i forbindelse med utleie av sengetøy og lignende fasiliteter i fellesbygget. Vaskerommet er kombinert med det tekniske rommet. Driftsselskapet vil også ha disponibelt en bodplass i fellesboden, hvor blant annet snøfreser, verktøy og lignende kan oppbevares. Noen andre goder driftsselskapet eventuelt kan tilby er kjøring og henting fra tog- og busstasjoner i Oppdal og Berkåk, samt utleie av ski- og sykkelutstyr. Blant foreslåtte funksjoner i spørreundersøkelsen, beskrevet under punkt 3.1, var nettopp transporttilbud og utstyrsutleie blant ønskene fra deltakerne.

Selv om det i utgangspunktet er tenkt at driftsselskapet vil være en privat bedrift, er det også muligheter for å samarbeide med det offentlige. Det har de siste årene vokst fram flere nye samarbeidsformer mellom det private og det offentlige innenfor bygge- og anleggsnæringen (114). Det vil være mulig å videreutvikle en offentlig-privat entreprisform der for eksempel det offentlige gir økonomisk støtte til hyttekonseptet mot at den private aktøren drifter og vedlikeholder prosjektet i en bestemt periode. En annen mulighet er at det offentlige lønner driftsselskapet. Dette kan i så fall inngå som et tiltak i kommunens klimaplan. Dersom hyttekonseptet blir populært er det tenkelig at driftsselskapet kan administrere og vedlikeholde flere slike hyttekonsept i området.

Det er også mulig å prøve å få til et samarbeid med kommunen for å utarbeide en ny reguleringsplan for tomten. På denne måten kan reguleringsplanen slå fast at eier av hytten er pålagt å leie ut, og at dette også gjelder for nye eiere ved videre salg. For å ivareta helhetsbildet av hytteklyngen, miljøvern og likheter ved utleie, kan det være hensiktsmessig å få frem at fremtidige eiere ikke kan endre på hytten i form av kledninger, fasade og form.

### 7.3 Rennebubjelken som trafikkbro

Det er, som nevnt tidligere, ønskelig å unngå unødige inngrep i terrenget på tomten for å ivareta naturen mest mulig. Strekningen fra hyttefeltet og samlevegen øst for tomten, der adkomstvegen vil gå, består hovedsakelig av myr. Dette økosystemet består av dødt plantemateriale og er dermed et viktig karbonlager. Beregninger viser at karbonlageret til norske myrer tilsvarer minst 3500 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (115). Myr og annen våtmark er også hjemmet til omkring 15 % av Norges truede arter, det vil si mer enn 170 arter (116).

På bakgrunn av dette, ønskes det å ses på et alternativ til den foreløpig planlagte adkomstvegen over myren. Etter innspill fra ekstern veileder, ønskes det å vurdere muligheten for å benytte den såkalte Rennebubjelken som en bilbro på deler av strekningen. Rennebu-Bjelken AS er et selskap som leverer denne tannbjelken. Teknologien baserer seg på gamle håndverkstradisjoner ved at to bjelker med utskårne «tenner» blir forspent mot hverandre (117). Ved hjelp av en egenutviklet programvare gjøres det beregninger på bæreevnen, før bjelkene blir utskåret av en datastyrt fres. Ved denne metoden utnyttes trevirket bedre, og bjelkene tåler mer vekt på lengre spenn. Dette reduserer behovet for søyler og gjør at bjelkene kan benyttes i en brokonstruksjon uten like store inngrep. Rennebu-Bjelken AS har gjort beregninger på bjelker med spennvidde opptil 24 meter.



Figur 34: Teknikk for «tannbjelker» (117).

Rennebu-Bjelken AS har tidligere produsert tannbjelker til flere gangbroer som også er dimensjonert for brøytebiler. De fleste broene har hatt spenn på 12-13 meter og en bredde på 3 meter. Idéen med å benytte bjelken over myrområder er tilsynelatende enda ikke blitt gjennomført.

Til tross for at Rennebubjelken kun er benyttet til broer med mindre trafikklast som traktorer og brøytebiler, har Rennebu-Bjelken AS utviklet og dokumentert en beregningstabell for trafikkbroer, se tabell 13 (117). Denne er basert på håndbok R412 fra Statens Vegvesen (118). Tabellen gjelder for bruksklasse Bk10 i henhold til håndbok R412, og dimensjoneringen er utført med generell formel for forspent massivtre.

Brubredde B=3,0m, bjelker c/c=0,75, trevirke C30, klimakl.2., forbøyn. massiv ca L/50.

**Spennetabell**

Spennvidde	Dim. ca.	Forbøyn. ca.	Akseltrykk	Trafikk-last (kN/m <sup>2</sup> )	Egenvekt (kN/m <sup>2</sup> )	Massiv H ca.
8 m	280x400	L/100	16 t	23,0	3,5	250
10 m	280x450	L/90	16 t	19,0	3,5	275
12 m	280x500	L/90	16 t	16,0	3,5	300
14 m	280x550	L/80	16 t	14,0	4,0	350
16 m	280x600	L/75	16 t	12,5	4,0	400
18 m	280x700	L/75	16 t	12,0	4,0	450
20 m	280x750	L/75	16 t	12,0	4,5	500
24 m	420x750	L/70	16 t	12,0	5,0	550

Tabell 13: Tabell for trafikkbroer ved bruk av Rennebubjelken (117).

Det vil dermed trolig være mulig å benytte Rennebubjelken som bro over deler av myrpartiet langs adkomstvegen. En nærmere undersøkelse må uansett gjøres ved vurdering av bjelken som trafikkbro i prosjektet. Dersom enkelte partier av veggen kunne blitt erstattet med brokonstruksjoner av Rennebubjelken, ville myren blitt beskyttet samtidig som det økologiske fotavtrykket i prosjektet hadde minket. Dette kommer av at tre, som begrunnet under punkt 4.1.2, er bærekraftig og miljøvennlig materiale.

## **8 Konklusjon**

Konklusjonen er en oppsummering av oppgavens viktigste elementer sett i lys av problemstillingen.

## 8.1 Drøfting av resultat

I kapittel 6 om analyse er det beskrevet relevante alternativer ved prosjekteringen, samt drøfting og valg av disse. Det er viktig å understreke at vurderte alternativer kan være ufullstendige eller mangelfulle, da oppgaven har vært nødt til å avgrenses. Å gjøre en fullstendig sammenlikning av ulike materialers bærekraftighet, inkludert livsløpsanalyse og klimagassutslipp, krever en videre fordypning og forskningsarbeid.

Basert på forutsetningene til forfatterne av oppgaven, disponert tid og bacheloroppgavens omfang, har det likevel blitt forsøkt å gjøre mest mulig bærekraftige valg i oppgaven. Det har da blitt prioritert å ha fokus på materialer av trevirke som samtidig er norskproduserte og krever lite vedlikehold. Det har videre blitt lagt vekt på å minimere inngrep i naturen ved hjelp av åpen fundamentering med pæler, redusere og effektivisere hyttenes areal, sørge for at bygningene hovedsakelig forsynes med fornybare energikilder, samt prosjektere bygninger med bedre energistandard enn krevd for å redusere energibehovet. Flere av de viktigste fasilitetene målgruppen har ønsket seg vil også samles i et felles bygg. Dette er bedre for miljøet enn dersom alle hyttene utføres med fasilitetene hver for seg. Det legges videre opp til at hyttene skal leies ut, noe som igjen bidrar til bærekraftperspektivet, da flere kan dele på samme fritidsbolig fremfor å kjøpe sin egen.

I FoU-kapittelet er det beskrevet muligheter for rennebubjelken som bilbro og felles transportmuligheter. Dersom rennebubjelken benyttes som bilbro over deler av adkomstvegen til hyttefeltet, vil dette kunne minimere inngrepene i vegetasjonen ytterligere. Ved en felles transportløsning der eventuelt driftsselskapet kan tilby kjøring og henting fra tog- og busstasjoner i Oppdal og Berkåk, vil også parkeringsplassens areal ved fellesbygget kunne reduseres betraktelig. Disse to punktene gjør det mulig å ivareta mer av myrvegetasjonen enn det foreløpig er prosjektert.

Når konklusjonen på problemstillingen i kapittel 8.2 leses, vil det være viktig å ta de øvrige avsnittene i betraktning med tanke på konklusjonens gyldighet.

## 8.2 Konklusjon på problemstillingen

På bakgrunn av problematikken rundt en økende hytteutbygging med manglende fokus på bærekraft, ble oppgavens problemstilling formulert som: *“Utvikling av et arealeffektivt og fremtidsrettet hyttekonsept med bærekraft som prioritet”*. Med denne problemstillingen som utgangspunkt er følgende spørsmål besvart:

*Hvordan ivareta vegetasjonen og sikre fundamentering med minst mulig inngrep?*

For å sikre fundamentering med minst mulig inngrep, er åpen fundamentering med pæler konkludert til den beste løsningen. Hyttene skal utformes arealeffektivt slik at inngrepene reduseres med tanke på antall pæler. Hyttene oppføres uten innlagt vann, og fra felles parkering vil adkomst til hver enkelt hytte være via tråkkede stier.

*Hvilke løsninger kan gjøre hyttekonseptet bærekraftig?*

I hyttekonseptet skal det benyttes mest mulig norsk trevirke for å sørge for at materialene er bærekraftige. Dette omfatter bruk av massivtre, limtre, konstruksjonstrevirke og malmfuru. Byggene utføres med bedre energistandard enn krevd slik at energiforbruket reduseres. Solceller på taket skal installeres for å dekke deler av energibehovet. Energieffektive løsninger som varmepumpe, vannbåren varme og peisovn vil installeres i byggene.

*Hvordan kan et arealeffektivt og bærekraftig hyttekonsept utformes?*

Hyttenes areal er prosjektert til 35 m<sup>2</sup> BRA og er forsøkt optimalisert, samtidig som det er ønskelig med en romslig følelse. Takhøyden prosjekteres derfor til 4,5 meter, noe som også gir plass til hems. Formen på hyttene er kompakt for å unngå unødvendige geometriske kuldebroer. Fellesbygget er prosjektert med en del mer plass med omkring 130 m<sup>2</sup> BRA, siden dette anses som viktig for å skape ulike soner i bygget. Den arkitektoniske utformingen av hyttene og fellesbygget harmoniserer, da materialene og gavlveggen i glass går igjen.

*Hvilke fellesfunksjoner er hensiktsmessig for å ivareta målgruppens ønsker og krav?*

De mest hensiktsmessige fellesfunksjonene vurderes etter gjennomført spørreundersøkelse samt nødvendig arealplass. Dette konkluderes til å være boblebad, badstue, tørkerom, dusjfasiliteter, felles stue og kjøkken, gjesterom, utstyrsverksted, utstyrsboder, naturlekeplass, grillområde og gapahuk med bål plass.

Opgaven er utført slik at den tilfredsstillende målet om å komme med et konkret forslag til hvordan hyttekonseptet med fellesfunksjoner kan utformes, i tillegg til å være et bidrag til

fremtidens hyttekultur med et alternativt og bærekraftig hyttekonsept. Prosjektet utfordrer den tradisjonelle, norske fritidsboligen og er i tråd med regjeringens klimaplan. Oppgaven kan bygges videre på ved en enda mer detaljert prosjektering av konseptet.



## 9 Referanseliste

1. Busterud K. Slik er norsk hyttekultur blitt [Internett]. Avisa Nordland. 12.01.2016 [Hentet 03.02.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.an.no/nyheter/slik-er-norsk-hyttekultur-blitt-til/s/5-4-238272>
2. Maja Farstad, Johan Fredrik Rye, Reidar Almås. Fritidsboligfenomenet i Norge [Internett]. Trondheim; 29.08.2008. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/krd/vedlegg/rega/fritidsboligfenomenet-i-norge---rapport.pdf>
3. Hytter og fritidsboliger [Internett]. Statistisk sentralbyrå. [Hentet 11.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/faktaside/hytter-og-ferieboliger>
4. Bygningsmassen. [Internett]. Statistisk sentralbyrå; 20.02.2020 [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/bygningsmasse>
5. Lov om klimamål (klimaloven). Klima- og miljødepartementet; 2017
6. Finstad A. Fjeld IE. Hyttebygging er ein av dei største trugslane mot norsk natur [Internett]. NRK. 07.05.2019 [Hentet 11.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.nrk.no/norge/\\_-hyttebygging-er-den-storste-trugselen-mot-norsk-natur-1.14540152](https://www.nrk.no/norge/_-hyttebygging-er-den-storste-trugselen-mot-norsk-natur-1.14540152)
7. Edvardsen KI, Ramstad TØ. Trehus. 10.ed. Oslo: SINTEF Byggforsk; 2014.
8. Nasjonalparken Næringshage. Næringshagen [Internett]. [Hentet 11.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.nasjonalparkhagen.no/om-naeligringshagen.html>
9. Nasjonalparken Næringshage. Grønn fjellhageby [Internett]. [Hentet 11.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.nasjonalparkhagen.no/gronn-fjellhageby.html>
10. Grønn Fjellhageby. Bærekraftig hytteutbygging i fjellområder [Internett]. [Hentet 30.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.nasjonalparkhagen.no/uploads/1/1/2/0/112097601/gfhh\\_hefte.pdf](https://www.nasjonalparkhagen.no/uploads/1/1/2/0/112097601/gfhh_hefte.pdf)
11. Wikan SK. Nerskogen.net [Internett]. Nerskogen. [Hentet 13.03.2020]. Tilgjengelig fra: <http://nerskogen.net/ut-pa-tur/loypekart/>
12. Hva er Byggforskserien [Internett]. SINTEF Byggforsk. [Hentet 06.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/side/198/hva\\_er\\_byggforskserien](https://www.byggforsk.no/side/198/hva_er_byggforskserien)
13. Rossen E. DAK-IT [Internett]. Store norske leksikon; 02.10.2017. [Hentet 30.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/DAK\\_-\\_IT](https://snl.no/DAK_-_IT)
14. Graphisoft. Archicad [Internett]. Graphisoft; 2019. [Hentet 30.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://graphisoft.no/archicad/oversikt/>
15. Norsk Prisbok. Norsk Prisbok [Internett]. [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.norskprisbok.no/WhatIsNP.aspx>
16. Two-Dimensional Building Heat-Transfer Modeling [Internett]. Windows and Daylighting; 2019. [Hentet 02.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://windows.lbl.gov/software/therm>
17. Generelt om bruk av programmet [Internett]. SIMIEN Wiki; 27.01.2016. [Hentet 05.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.programbyggerne.no/SIMIEN/bruk>
18. Bærekraftig utvikling [Internett]. FN-sambandet; 15.01.2019. [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/tema/fattigdom/Baerekraftig-utvikling>

19. Norsk Treteknisk Institutt. Fokus på tre [Internett]. 2004. [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/resources/filer/fokus-pa-tre/8-Tre-og-miljo.pdf>
20. Irgens C. Råstølen sykehjem: Asplan Viak; 2014 [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.asplanviak.no/case/rastolen-sykehjem/>
21. Skogvolum og årlig tilvekst.2018 [Internett]. Statistisk sentralbyrå. [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/faktaside/skogbruk>
22. Larsen HN. Bygg og anleggssektorens klimagassutslipp; Asplan Viak. 14.05.2019.[Hentet 14.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp\\_bae\\_2019.pdf](https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp_bae_2019.pdf)
23. Energi og klima. Kommunedelplan. Rennebu kommune 2009-2020. Tilgjengelig fra: [https://rennebu.kommune.no/globalassets/planer/energi--og-klimaplan\\_2009-2020.pdf](https://rennebu.kommune.no/globalassets/planer/energi--og-klimaplan_2009-2020.pdf)
24. Byggteknisk forskrift (TEK 17) [Internett]. Direktoratet for byggkvalitet; 2018. [Hentet 07.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
25. Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap [Internett]. Brann og redningstjenesten Trøndelag; 2020. [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.tbrr.no/component/html5flippingbook/publication/tilrettelegging-for-rednings-og-slokkemannskap/8#page/1>
26. Standard Norge. NEK400:2018. Elektriske lavspenningsinstallasjoner. [Hentet 10.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=976000>
27. Standard Norge. NS8175:2019. Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper. [Hentet 07.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1045700>
28. Ullfilt og akustikk [Internett]. Vigra: Rom & Tonik; [Hentet 07.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://static1.squarespace.com/static/51a8685de4b070cc6c90b71f/t/54046b3be4b09fa759f2fdb0/1409575739296/Ullfilt+og+akustikk.pdf>
29. SINTEF. 543.506 Våtromsvegger med fliskledning [Internett]. Trondheim: SINTEF Byggforsk; 2006 [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/3243/543506\\_vaatromsvegger\\_med\\_fliskledning](https://www.byggforsk.no/dokument/3243/543506_vaatromsvegger_med_fliskledning)
30. Arealkrav til kontorarbeidsplasser [Internett]. Arbeidstilsynet. [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/byggesak/veiledning-til-dokumentasjonskrav-ved-soknad-om-arbeidstilsynets-samtykke/arealkrav-til-kontorarbeidsplasser/>
31. Dagslys og utsyn [Internett]. Arbeidstilsynet. [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/arbeidsplassforskriften/2/2-10/>
32. Belysning [Internett]. Arbeidstilsynet. [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/utforming-av-arbeidsplassen/belysning/>
33. Karakterskalaen [Internett]. Energimerking.no; 13.10.2009. [Hentet 13.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/karakterskalaen/>

34. BREEAM-NOR 2016 for nybygg [Internett]. Grønn Byggallianse; Versjon 1.2. [Hentet 08.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/12/KOPI-SD-5075NOR-BREEAM-NOR-2016-Nybygg-Versjon-1.2.pdf>
35. Blom P, Uvsløkk S. Unngå byggskafer ved å forhindre kuldebroer. Byggforsk; 2011. [Hentet 27.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggforsk.no/file/index/542>
36. Idet Fjallby [Internett]. [Hentet 05.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://idetfjallby.wellfastigheter.se/>
37. Neo hytter [Internett]. [Hentet 05.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.neohytter.no/>
38. Flerie tauaktiviteter [Internett]. [Hentet 29.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://uteskule.page.tl/Fleire-tauaktiviteter.htm>
39. Veg- og gateutforming [Internett]. Statens Vegvesen; 2019. [Hentet 29.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/attachment/61414>
40. Thue JV. Fundament [Internett]. Store norske leksikon; 16.07.2019. [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/fundament>
41. Thue JV. Etasjeskiller [Internett]. Store norske leksikon; 16.07.2019. [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/etasjeskiller>
42. SINTEF. 511.101 Byggegrunn og terreng [Internett]. Trondheim: SINTEF Byggforsk; 2012 [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/240/byggegrunn\\_og\\_terreng](https://www.byggforsk.no/dokument/240/byggegrunn_og_terreng)
43. SINTEF. 451.021 Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring [Internett]. Trondheim: SINTEF Byggforsk; 2018 [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/204/klimadata\\_for\\_termisk\\_dimensjonering\\_og\\_frostsikring](https://www.byggforsk.no/dokument/204/klimadata_for_termisk_dimensjonering_og_frostsikring)
44. Myr er viktig for klima og miljø [Internett]. Naturvernforbundet. [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://naturvernforbundet.no/trondelag/nyheter/myr-viktig-for-klima-og-miljo-article35706-1428.html>
45. SINTEF. 521.011 Valg av fundamentering og konstruksjoner mot grunnen [Internett]. Trondheim: SINTEF Byggforsk; 2005 [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/327/valg\\_av\\_fundamentering\\_og\\_konstruksjoner\\_mot\\_grunnen](https://www.byggforsk.no/dokument/327/valg_av_fundamentering_og_konstruksjoner_mot_grunnen)
46. Aarhaug O.R. Geoteknikk 2 Fundamenteringslære. 1. utgave, 2. opplag. Rud, NKI-forlaget; 1990
47. Betongpeler- Praktisk og økonomisk storselger [Internett]. Hercules fundamentering, Tilgjengelig fra: [https://herculesfundamentering.no/fundamentering/peling/betongpeler/?fbclid=IwAR0EdMYk3jutOZf9fXuCynqk2gKeEOe4vqO7Wy\\_tAdEc7EJiiD-DzqfKYTU](https://herculesfundamentering.no/fundamentering/peling/betongpeler/?fbclid=IwAR0EdMYk3jutOZf9fXuCynqk2gKeEOe4vqO7Wy_tAdEc7EJiiD-DzqfKYTU)
48. Størseth I. Åpen fundamentering med peler og pilarer. [Rapport] SINTEF; 1971.
49. SINTEF. 520.222 Bjelker av tre. Dimensjonering [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2011 [Hentet 13.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/304/bjelker\\_av\\_tre\\_dimensjonering](https://www.byggforsk.no/dokument/304/bjelker_av_tre_dimensjonering)
50. Nyttelast- byggtteknikk [Internett]. Store norske leksikon; 14.02.2009. [Hentet 24.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/nyttelast\\_-\\_byggtteknikk](https://snl.no/nyttelast_-_byggtteknikk)
51. Norsk Standard. NS3479 Aerospace series- Steel FE-PM1802 – Consumable electrode remelted – Solution treated and precipitation treated [Internett]. 2007 [Hentet 27.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=269682>

52. SINTEF. 471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2013 [Hentet 05.05.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster\\_for\\_bygningsmaterialer\\_byggevarer\\_og\\_bygningsdeler](https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster_for_bygningsmaterialer_byggevarer_og_bygningsdeler)
53. Slik gjør du det- bygge terrasse på søyle [Internett]. [Hentet 27.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergeneholm.no/byggeguider/bygge-terrasse?fbclid=IwAR2J-EAps0WtsJiUpnOsb8ENCAC8ra11JYsa0P2OBE25maSLZl3EboRTumw>
54. SINTEF. 522.351 Trebjelkelag. Dimensjonering og utførelse [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2011 [Hentet 10.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/334/trebjelkelag\\_dimensjonering\\_og\\_utfoerelse](https://www.byggforsk.no/dokument/334/trebjelkelag_dimensjonering_og_utfoerelse)
55. SINTEF. 520.706 Sikring mot radon ved nybygging [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2018 [Hentet 05.05.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/326/sikring\\_mot\\_radon\\_ved\\_nybygging](https://www.byggforsk.no/dokument/326/sikring_mot_radon_ved_nybygging)
56. Slik monterer du tregulv selv. Moelven. [Hentet 30.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.moelven.com/no/produkter-og-tjenester/tregulv/montering-tregulv/>
57. Bærekraft. Norgips. [Hentet 21.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://norgips.no/prosjektering/dokumentasjon-og-godkjenninger/epd-milj%C3%B8deklarasjon>
58. SINTEF. 541.805 Golv i bad og andre våtrom [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2007 [Hentet 20.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/468/541805\\_golv\\_i\\_bad\\_og\\_andre\\_vaatrom](https://www.byggforsk.no/dokument/468/541805_golv_i_bad_og_andre_vaatrom)
59. SINTEF. 30.050 Bad i eksisterende trekonstruksjoner. Nybygging og ombygging [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2008 [Hentet 21.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/2709/bad\\_i\\_eksisterende\\_trekonstruksjoner\\_nybygging\\_og\\_ombygging](https://www.byggforsk.no/dokument/2709/bad_i_eksisterende_trekonstruksjoner_nybygging_og_ombygging)
60. SINTEF. 525.002 Takformer, taktyper og oppbygning [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2018 [Hentet 03.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/381/takformer\\_taktyper\\_og\\_oppbygning](https://www.byggforsk.no/dokument/381/takformer_taktyper_og_oppbygning)
61. SINTEF. 525.101 Isolerte skrå tretak med lufting mellom vindspærre og undertak [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2007 [Hentet 03.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/382/isolerte\\_skrå\\_tretak\\_med\\_lufting\\_mellom\\_vindspærre\\_og\\_undertak](https://www.byggforsk.no/dokument/382/isolerte_skrå_tretak_med_lufting_mellom_vindspærre_og_undertak)
62. Kwartsskifer [Internett]. Norges geologiske undersøkelse; 12.02.2015 [Hentet 03.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/emne/kwartsskifer>
63. Asly KA, Hallingbye D, Noreng K, Alnæs L. Unngå byggskader, skifertak med riktig materialkvalitet og utførelse [Internett]. SINTEF Byggforsk; 2011 [Hentet 09.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggforsk.no/file/index/435>
64. Klimatilpasning gjøres best i felleskap [Internett]. Naturviteren. [Hentet 09.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.naturviterne.no/naturviteren-august-2018/category645.html>
65. Thue JV. Torvtak [Internett]. Store norske leksikon; 27.07.2019 [Hentet 09.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/torvtak>

66. SINTEF. 544.106 Taktekking med bord [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2018 [Hentet 09.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/501/taktekking\\_med\\_bord#i3](https://www.byggforsk.no/dokument/501/taktekking_med_bord#i3)
67. Alvdal skrulag [Internett]. [Hentet 09.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.alvdalskurlag.no/nobb\\_product/furu-22x148-takbord-malm-90-overligger-endeployd/](https://www.alvdalskurlag.no/nobb_product/furu-22x148-takbord-malm-90-overligger-endeployd/)
68. SINTEF. 525.861 Taktro av tre [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2015 [Hentet 18.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/409/taktro\\_av\\_tre](https://www.byggforsk.no/dokument/409/taktro_av_tre)
69. Monteringsanvisning TRETAK [Internett] Alvdal. [Hentet 10.03.2020] Tilgjengelig fra: <https://www.alvdalskurlag.no/wp-content/uploads/2020/01/Monteringsanvisning-Tretak-27.pdf>
70. OSB på tak [Internett]. Byggform. [Hentet 10.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggform.no/osb-pa-tak-diffusjonsapen/>
71. SINTEF. 471.013 U-verdier. Tak [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2003 [Hentet 18.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/212/471013\\_u-verdier\\_tak](https://www.byggforsk.no/dokument/212/471013_u-verdier_tak)
72. SINTEF. 471.041 Snølast på tak. Dimensjonerende laster [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2003 [Hentet 10.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/216/snoelast\\_paa\\_tak\\_dimensjonerende\\_laster](https://www.byggforsk.no/dokument/216/snoelast_paa_tak_dimensjonerende_laster)
73. SINTEF. 520.233 Søyler av tre. Dimensjonering [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2011 [Hentet 13.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/306/soeyler\\_av\\_tre\\_dimensjonering](https://www.byggforsk.no/dokument/306/soeyler_av_tre_dimensjonering)
74. Stoknes S. Reduksjon av klimabelastninger fra byggsektoren [Rapport]. NAL; 2004 [Hentet 06.04.2020].
75. SINTEF. 523.251 Bindingsverk av tre i småhus. Dimensjonering og utførelse [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2014 [Hentet 03.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/358/bindingsverk\\_av\\_tre\\_i\\_smaahus\\_dimensjonering\\_og\\_utfoere](https://www.byggforsk.no/dokument/358/bindingsverk_av_tre_i_smaahus_dimensjonering_og_utfoere)  
[lse?gclid=CjwKCAiAnfjyBRBxEiwA-EECLAWPFBfclYedcnUfSn84RziauflmJM31w5mJ411kEG0bz93fIBGc-BoCiloQAvD\\_BwE](https://www.byggforsk.no/dokument/358/bindingsverk_av_tre_i_smaahus_dimensjonering_og_utfoere)
76. SINTEF. 523.255 Bindingsverk av tre. Varmeisolering og tetting [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2007 [Hentet 03.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/361/bindingsverk\\_av\\_tre\\_varmeisolering\\_og\\_tetting](https://www.byggforsk.no/dokument/361/bindingsverk_av_tre_varmeisolering_og_tetting)
77. Trefokus. Massivtre [Internett]. [Hentet 31.03.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/treveilederen/temaer/byggesystemer/massivtre>
78. Treteknisk. Massivtreelementer hefte 1 [Internett]. 2006 [Hentet 31.03.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/teknisk-handbok/Hefte-1-Generelt.pdf>
79. Treteknisk. Veiledning- bygge med massivtreelementer [Internett]. 2006 [Hentet 10.04.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/teknisk-handbok/Veiledning-massivtre.pdf>
80. Fokus på tre. Massivtre [Internett]. [Hentet 31.03.2020]. Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/resources/filer/fokus-pa-tre/20-Massivtre.pdf>
81. SINTEF. 471.421 U-verdier. Vegger over terreng – massivtre [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2013 [Hentet 31.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/4100/u-verdier\\_vegger\\_over\\_terreng\\_massivtre](https://www.byggforsk.no/dokument/4100/u-verdier_vegger_over_terreng_massivtre)

82. Treteknisk. Byggesystemer i massivtreelementer [Internett]. 01.07.2011 [Hentet 10.04.2020]. Tilgjengelig fra: [http://www.trefokus.no/resources/filer/massivtre-byggesystemer/240-Vegg - Massivtre-100-mm-A4\\_y24E3.pdf](http://www.trefokus.no/resources/filer/massivtre-byggesystemer/240-Vegg_Massivtre-100-mm-A4_y24E3.pdf)
83. GLAVA. Monteringsanvisning [Internett]. 2018 [Hentet 31.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://media.glava.net/mediabank/store/11145/GLAVA-veggplate-31-monteringsanvisning.pdf>
84. GLAVA. Byggekonstruksjoner [Internett]. [Hentet 10.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.glava.no/bygg/losninger/byggekonstruksjoner/oppbygging-av-badstue/>
85. GLAVA. Teori Lydisolering [Internett]. [Hentet 22.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.glava.no/bygg/dokumentasjon-montering/teori/teori-lydisolering/>
86. SINTEF. Lydisolasjon for massive innervegger [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2019 [Hentet 22.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/378/lydisolasjon\\_for\\_massive\\_innervegger](https://www.byggforsk.no/dokument/378/lydisolasjon_for_massive_innervegger)
87. Åserud R. Mye å spare med nytt glass [Internett]. 18.11.2011 [Hentet 02.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.huseierne.no/hus-bolig/tema/oppussing/vindu-mye-a-spare-med-nytt-glass/>
88. Massivtre [Internett]. Arkitektur: 26.02.2017 [Hentet 29.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur-n.no/temaer/massivtre>
89. Hofstad K. Fornybare energikilder [Internett]. Store norske leksikon: 11.04.2019 [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/fornybare\\_energi](https://snl.no/fornybare_energi)
90. Benjaminsen C. Hvor godt virker egentlig solceller om vinteren? [Internett]. SINTEF; 01.03.2018 [Hentet 13.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/hvor-godt-virker-egentlig-solceller-i-nordisk-klima/>
91. Norsk solenergiforening. Solceller [Internett]. [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.solenergi.no/solstrm>
92. Benders tak. Solceller [Internett]. [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.benders.se/globalassets/c4-assets/document/no\\_solceller-broschyr-sep-2018-lu.pdf](https://www.benders.se/globalassets/c4-assets/document/no_solceller-broschyr-sep-2018-lu.pdf)
93. Solkart [Internett]. [Hentet 27.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://solkart.no/>
94. Enova. Luft- til- luft- varmpumpe [Internett]. 27.12.2016 [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/varmepumper/luft-til-luft-varmepumpe/>
95. Gulbrandsen E. Luft- til- luft- varmpumpe [Internett]. 11.02.2020 [Hentet 15.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/luft-til-vann-varmepumpe>
96. Enova. Akkumulatortank [Internett]. [Hentet 15.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/akkumulatortank/>
97. Enova. Energitiltak på hytta [Internett]. [Hentet 15.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/privat/anbefalte-energitiltak-for-ditt-hus/hytte/>
98. Enova. Rentbrennende vedovn [Internett]. [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/biovarme/rentbrennende-vedovn/?fbclid=IwAR3INOZwR39iYU2coAxlC7y1zsb00AGnSwSwawcdqMI04UQ9iY1Wu-y8FM>
99. Østerbø S. Vedovn [Internett]. Naturvernforbundet; 06.08.2016 [Hentet 23.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://oljefri.no/bioenergi/vedovn-article315-959.html>

- 100.SINTEF. 552.302 Naturlig og mekanisk avtrekksventilasjon i småhus [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 1994 [Hentet 26.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/528/naturlig\\_og\\_mekanisk\\_avtrekksventilasjon\\_i\\_smaahus](https://www.byggforsk.no/dokument/528/naturlig_og_mekanisk_avtrekksventilasjon_i_smaahus)
- 101.Enova. Balansert ventilasjon [Internett]. [Hentet 15.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/oppgradere-huset/balansert-ventilasjon/>
- 102.SINTEF. 553.456 Alternative klosettanlegg [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2006 [Hentet 26.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/559/alternative\\_klosettanlegg](https://www.byggforsk.no/dokument/559/alternative_klosettanlegg)
103. Hyttetorget. Aqua Green vanntoalett [Internett]. [Hentet 26.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.hyttetorget.no/vanntoalett-med-biomottak>
- 104.Hyttetorget. Vera compact mini [Internett]. [Hentet 26.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.hyttetorget.no/vera-compact-mini?variant=11834>
- 105.SINTEF. 553.012 Frostsikring av vannførende installasjoner [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2015 [Hentet 26.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/3045/frostsikring\\_av\\_vannfoerende\\_installasjoner#i4](https://www.byggforsk.no/dokument/3045/frostsikring_av_vannfoerende_installasjoner#i4)
- 106.SINTEF. 527.201 Badstuer i boliger [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2000 [Hentet 10.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/418/527201\\_badstuer\\_i\\_boliger](https://www.byggforsk.no/dokument/418/527201_badstuer_i_boliger)
- 107.Tørkeromsavfukter. Elbjørn [Internett]. [Hentet 26.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.elbjorn.com/umbraco/surface/pdf/gen/pdf?lang=no&productid=EB10454>
- 108.Treteknisk. Bygge med massivtreelementer; hefte 2 [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/teknisk-handbok/Hefte-2-Byggeteknikk.pdf>
- 109.Norsk standard. NS 3940 Areal- og volumberegning av bygninger [Internett]. 2012 [Hentet 02.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=529401>
- 110.Norsk standard. NS 3451 Bygningsdeltabell [Internett]. 2019 [Hentet 01.05.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1107101>
- 111.Olerud K. Grønt skifte [Internett]. Store norske leksikon; 11.02.19 [Hentet 15.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/gr%C3%B8nt\\_skifte](https://snl.no/gr%C3%B8nt_skifte)
- 112.Språkrådet. Årets ord: det grønne skiftet [Internett]. [Hentet 15.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.sprakradet.no/Vi-og-vart/hva-skjer/Aktuelt/2015/arets-ord-det-gronne-skiftet/?fbclid=IwAR0q1IIdrJ9x2Zp5vJNMRJLsSamt2shDPw7IlchpBWcoIkKRFI3\\_VnUtaF4c](https://www.sprakradet.no/Vi-og-vart/hva-skjer/Aktuelt/2015/arets-ord-det-gronne-skiftet/?fbclid=IwAR0q1IIdrJ9x2Zp5vJNMRJLsSamt2shDPw7IlchpBWcoIkKRFI3_VnUtaF4c)
- 113.Rennebu kommune. Hytte i Rennebu [Internett]. 07.08.2019 [Hentet 27.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.rennebu.kommune.no/innhold/teknisk-og-eiendom/hytte-i-rennebu/>
- 114.Entrepriseformer [Internett]. DIBK [Hentet 27.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://studntnu.sharepoint.com/:x/r/sites/o365\\_2020BacheloroppgavenBygg-gruppemapper/\\_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B12E58ADE-3C1C-4DD2-982B-412A8F5419D1%7D&file=Brukte%20kilder.xlsx&action=default&mobileredirect=true](https://studntnu.sharepoint.com/:x/r/sites/o365_2020BacheloroppgavenBygg-gruppemapper/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B12E58ADE-3C1C-4DD2-982B-412A8F5419D1%7D&file=Brukte%20kilder.xlsx&action=default&mobileredirect=true)
- 115.Elvestuen O. Vern av myr gir betydelig klimagevinst [Internett]. 21.11.19 [Hentet 27.04.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.nationen.no/motkultur/debatt/vern-av-myr-gir-betydelig-klimagevinst/>

- 116.Regjeringen.no Våtmark [Internett]. 16.05.2019 [Hentet 27.04.2020]. Tilgjengelig fra:  
<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/vatmark/id2339659/>
- 117.Rennebu-bjelken AS [Internett]. 25.09.19 [Hentet 27.04.2020]. Tilgjengelig fra: [https://a59824fd-0a10-4d21-a0c6-4c4530be4782.filesusr.com/ugd/c19bb0\\_7e28b74067ec46359026344e14ec9fc7.pdf](https://a59824fd-0a10-4d21-a0c6-4c4530be4782.filesusr.com/ugd/c19bb0_7e28b74067ec46359026344e14ec9fc7.pdf)
- 118.Statens vegvesen. Brukerklassifisering [Internett]. 2014 [Hentet 27.04.2020]. Tilgjengelig fra:  
[https://www.vegvesen.no/attachment/61486/binary/964011?fast\\_title=H%C3%A5ndbok+R412+Bruk+lassifisering.pdf](https://www.vegvesen.no/attachment/61486/binary/964011?fast_title=H%C3%A5ndbok+R412+Bruk+lassifisering.pdf)
- 119.Norsk Standard. NS 1990. Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [Internett]. 2016 [Hentet 18.03.2020]. Tilgjengelig fra:  
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=814847>
- 120.Norsk Standard. NS 1991. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner- Del 1-3: Allmenne laster- snølaster [Internett]. 2018 [Hentet 10.03.2020]. Tilgjengelig fra:  
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1004200>
- 121.SINTEF. 471.043 Vindlaster på bygninger [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2003 [Hentet 13.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/3118/vindlaster\\_paa\\_bygninger](https://www.byggforsk.no/dokument/3118/vindlaster_paa_bygninger)
- 122.Norsk Standard. NS 1991. Eurocode 1: Laster på konstruksjoner- Del 1-4: Allmenne laster – vindlaster [Internett]. 2009 [Hentet 13.03.2020]. Tilgjengelig fra:  
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=392208>
- 123.SINTEF. 421.051 Statikkformler for bjelker [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2019 [Hentet 20.03.2020]. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/183/statikkformler\\_for\\_bjelker](https://www.byggforsk.no/dokument/183/statikkformler_for_bjelker)
- 124.SINTEF. 471.010 Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2003 [Hentet 03.05.2020]. Tilgjengelig fra:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/209/varmekonduktivitet\\_og\\_varmemotstand\\_for\\_bygningsmaterialer](https://www.byggforsk.no/dokument/209/varmekonduktivitet_og_varmemotstand_for_bygningsmaterialer)
- 125.SINTEF. 471.008 Beregning av U-verdier etter NS-EN ISO 6946 [Internett]. Trondheim; SINTEF Byggforsk; 2018 [Hentet 03.04.2020]. Tilgjengelig fra:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning\\_av\\_u-verdier\\_etter\\_ns-en\\_iso\\_6946](https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946)



## 10 Figurliste

Figur 1: Viktige fokusområder i forprosjektet Grønn Fjellhageby (10) .....	11
Figur 2: Aktuelt byggeområde innenfor grønn linje. ....	12
Figur 3: Meningsmåler for ønskede fellesfunksjoner. ....	14
Figur 4: Resultat på meningsmåling om hyttens kostnad. ....	15
Figur 5: Resultat på meningsmåling om interesse rundt konseptet. ....	15
Figur 6: Merke for at en bygning har solcelleinstallasjon (26).....	23
Figur 7: Snusirkel, rød tørrsone og blå våtsone på HC-bad i fellesbygget. ....	26
Figur 8: Snusirkel i baderomskorridor i fellesbygget. ....	26
Figur 9: Idet fjällby (til høyre) og Neohytter (til venstre) (36-37). ....	32
Figur 10: Eksempler på elementer i en naturlekeplass (38).....	34
Figur 11: Skisse av nødvendig areal og utforming av parkeringsplass. ....	35
Figur 12: Gulv på grunn med ringmur (45). ....	40
Figur 13: Ringmur med kryperom (45). ....	40
Figur 14: Frostsikring av pæle med asfaltlag (48). ....	41
Figur 15: Dekke i massivtre med isolasjon på innvendig side.....	45
Figur 16: Dekke i massivtre med isolasjon på utvendig side.....	46
Figur 17: Gulv med lavtliggende varmesystem og bjelkelag under våtrom (58). ....	48
Figur 18: Utforming av kompakte skåtak (60). ....	49
Figur 19: Oppbygging av tak med isolert takflate og luftet tekning (60). ....	50
Figur 20: Krysslufting (60). ....	51
Figur 21: Kalde, uluftede loftsrom (60).....	51
Figur 22: Kalde, luftede loftsrom (60). ....	51
Figur 23: Asfaltsundertaksbelegg lagt over trapesformede sløyfer (66). ....	54

Figur 24: Prinsipp av oppbygging av massivtreyttervegg (88).....	59
Figur 25: Eksempel på yttervegg i baderom (29). .....	60
Figur 26: Badstuevegg mot rom utenfor badstue (106).....	62
Figur 27: Vindusinnsetting i prosjektet Moholt 50 50 (88). (88).....	63
Figur 28: Solkart for det aktuelle byggeområdet (93). .....	65
Figur 29: Prinsipp naturlig ventilasjon (100).....	67
Figur 30: Balansert ventilasjon med varmegjenvinning (101). .....	67
Figur 31: Vannklosett med biomottak (103).....	68
Figur 32: Gråvannrenseanlegg (104). .....	68
Figur 33: Måleverdig areal (109).....	74
Figur 34: Teknikk for «tannbjelker» (117). .....	81

## 11 Tabelliste

Tabell 1: Minimumskrav til energieffektivitet i henhold til TEK17 § 14-3. ....	28
Tabell 2: Maksimal tillatt spenning for ulike jordarter. ....	38
Tabell 3: Egen- og nyttelast. ....	43
Tabell 4: Resultat av U-verdi fra beregninger i THERM. ....	70
Tabell 5: Resultat av U-verdi fra håndberegninger. ....	71
Tabell 6: Evaluering mot byggeforskrifter for hyttene. ....	72
Tabell 7: Evaluering mot byggeforskrifter for fellesbygget. ....	72
Tabell 8: Oppnådd energimerke for hyttene. ....	73
Tabell 9: Oppnådd energimerke for fellesbygget. ....	73
Tabell 10: Oversikt over arealer tilhørende hyttene. ....	74
Tabell 11: Oversikt over arealer tilhørende fellesbygget. ....	74
Tabell 12: Oppsummering av valg i kapittel 6. ....	77
Tabell 13: Tabell for trafikkbroer ved bruk av Renneubjelken. ....	82

## 12 Vedlegg

### VEDLEGGSLISTE



<b>Oppdragsgiver:</b>	Grønn Fritid AS
<b>Prosjektnavn:</b>	Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt
<b>Prosjektnr.:</b>	10 - 2020
<b>Dato:</b>	20.05.2020

<u>VEDLEGGSSNUMMER</u>	<u>VEDLEGGSSNAVN</u>	<u>ANTALL SIDER</u>	<u>Dato</u>
A	Artikkel	2	20.05.2020
B	Plakat	1	20.05.2020
C	Tegninger	64	20.05.2020
D	Plankart	1	20.05.2020
D	Reguleringsbestemmelser	3	20.05.2020
D	Planbeskrivelse	4	20.05.2020
E	Takkonstruksjonsberegninger	14	20.05.2020
F	THERM	5	20.05.2020
G	U-verdiberegninger	4	20.05.2020
H	SIMIEN	14	20.05.2020
I	Kostnadsberegninger	5	20.05.2020

# **Vedlegg A**

**Artikkel**

## Studenter utvikler et moderne og bærekraftig hyttekonsept



Bilde: Hyttekonseptet inkluderer et felles bygg der man kan dele på lukrative fasiliteter. (Illustrasjon fra ArchiCAD)

Av Amalie Jønvik, Arati Jegatheeswaran og Ranveig Rislien Jenssen – [NTNU Trondheim](#) – 20.05.2020

**Trenden rundt fritidsboliger har hatt en kraftig økning de siste tiårene, der stadig flere hytter bygges, samtidig som både størrelsen og standarden blir høyere. Et viktig spørsmål i den sammenheng er derfor om det er mulig å oppnå en bærekraftig løsning som likevel dekker nordmenns ønsker om komfort og luksus. Dette har studenter ved NTNU forsøkt å utarbeide et forslag til på vegne av Grønn Fritid AS.**

Muligheten til å sette hverdagen til side og oppsøke sitt eget fristed blir i større og større grad satt pris på av flere generasjoner. Men selv om nordmenn ønsker seg å komme seg vekk fra sin hverdagslige bolig, krever de samtidig en høyere komfort i fritidsboligen.

Disse ønskene fører til et stort overforbruk av ressurser og energi, samtidig som det legger beslag på store naturområder både i fjellheimen, skogen og ved strandsonen.

En gruppe studenter ved NTNU i Trondheim har siden nyttår videreutviklet et konsept på vegne av Grønn Fritid AS der bærekraft blir satt som hovedprioritet ved hytteutbygging. Grønn Fritid AS holder til i Rennebu og ble stiftet i forbindelse med forprosjektet «Grønn Fjellhageby» av Nasjonalparken Næringshage. Hyttekonseptet deres innebærer et grønt felleskap der man sammen kan minske energi- og ressursbruken som må til for å oppnå ønsket komfort og tilgjengelighet i fritidsboliger. Ved å dele på fasiliteter i et felles bygg i nærhet til hytta, vil

man minske både energiforbruket og inngrepene i naturen. I tillegg kan det åpne opp for en grønnere fritid med mer bevisste brukere.

*«... å dele på fasiliteter i et fellesbygg i nærhet til hytta vil minimere både energiforbruk og inngrep i naturen.»*

Studentene har prosjektert en hytteklynge med totalt ni enkeltstående hytter som deler på et felles bygg. For å sørge for at konseptet er bærekraftig, prosjekteres det moderne, energibesparende og arealeffektive hytter på omtrent 35 kvm. Byggene vil oppføres på pæler for å redusere inngrepene i naturen. Det vil videre legges vekt på bruk av lokale, norske leverandører, og byggene vil ha en kompakt utforming med lave U-verdier.

I tillegg til energibesparende tiltak ved hjelp av utforming og isolering, vil det bli benyttet solceller og fornybare energikilder for å minske strømforbruket i området. For å unngå betydelig inngrep i naturen rundt, vil det ikke legges rørføringer med vann til hyttene. Dette vil derimot bli kompensert med en velværeavdeling i fellesbygget, som blant annet vil inneholde dusjer, badstue og et utendørs boblebad.

Målgruppen vil i hovedsak være mennesker som er glade i å bruke naturen, samtidig som de ser alvoret med å ta vare på den.

Fellesbygget vil med en rekke fasiliteter, slik som vaske- og tørkemulighet, verksted, boder, samt felles oppholdsarealer, legge til rette for en aktiv og sosial livsstil i fjellheimen. For at konseptet, og i tillegg naturområdene, skal være tilgjengelig for flere, vil det utarbeides en løsning der alle hyttene vil bli utleid et visst antall dager i løpet av året. Dette vil organiseres av et driftsselskap i området, som i tillegg vil ha ansvar for vedlikehold av fellesarealene. De faste utleieinntektene vil være med på å finansiere drift av fellesarealer og vedlikehold i regi av driftsselskapet. I tillegg åpner løsningen for at hytteeierne kan tilegne seg inntekter ved å leie ut mer.

Hytteklyngen er i første omgang lagt til Ånegga hyttefelt i Nerskogen, men vil også være mulig å etablere i andre strøk, blant annet ved et lignende konsept ved kysten. Hensikten bak oppgaven er blant annet å legge til rette for at bærekraft i større grad blir dratt inn i fritidssektoren i framtiden.



Bilde: Visualisering av hytte og område. (Illustrasjon fra ArchiCAD)

# **Vedlegg B**

**Plakat**



# BÆREKRAFTIG HYTTEUTVIKLING

AV AMALIE JØNVIK, ARATI JEGATHEESWARAN OG RANVEIG R. JENSEN

## SAMMEN OM FREMTIDEN

Prosjektet omfatter en hytteklynge bestående av ni hytter på 35 kvm med 4-8 sengeplasser, inkludert et felles bygg skapt for aktivitet, fellesskap, velvære og hygge. Med bærekraft som hovedprioritet under hele prosjekterings- og byggeprosessen, legger prosjektet føringer for en fremtidsrettet utvikling i fritidssektoren. Konseptet åpner opp for en grønn fritid med fokus på naturopplevelser i nærområdet, og sikrer samtidig lave fellesutgifter med energibesparende tiltak og rom for ekstra utleieinntekter.

- KORTREISTE MATERIALER
- BÆREKRAFTIG
- ENERGIBESPARENDE
- MILJØVENNLIG
- FREMTIDSRETTET
- HYTTEUTLEIE
- FELLESFUNKSJONER



# **Vedlegg C**

## **Tegninger**

**TEGNINGSLISTE**

<b>Oppdragsgiver</b>	Grønn Fritid AS
<b>Prosjektnavn:</b>	Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt
<b>Prosjektnr.:</b>	10 - 2020
<b>Dato:</b>	20.05.2020

NB: H=hytte og F=fellesbygg i tegningsnummer og -navn

(Hyttene vil stå noe forskjellig i terrenget, himmelretning er derfor representativ kun for én hytte)

<u>Tegn.nr.</u>	<u>Tegningsnavn</u>	<u>Målestokk</u>	<u>Dato</u>
<b>Situasjonsplanlan</b>			
1.1	Områdekart	1:2000	20.05.2020
1.2	Situasjonsplan	1:500	20.05.2020
<b>Hytter</b>			
<b>Plantegninger</b>			
H.2.1	H - Fundamentplan	1:50	20.05.2020
H.2.2	H - Plantegning	1:50	20.05.2020
H.2.3	H - Bjelkelagsplan	1:50	20.05.2020
H.2.4	H - Plantegning, terrasse	1:50	20.05.2020
H.2.5	H - Bjelkelagsplan, terrasse	1:50	20.05.2020
H.2.6	H - Plantegning, hems	1:50	20.05.2020
H.2.7	H - Bjelkelagsplan, hems	1:50	20.05.2020
H.2.8	H - Takplan	1:50	20.05.2020
H.2.9	H - Takplan med fasademarkør	1:50	20.05.2020
H.2.10	H -Arealtegning	1:50	20.05.2020
H.2.11	H -Møbleringsplan	1:50	20.05.2020
<b>Snitt</b>			
H.3.1	H - Snitt A	1:50	20.05.2020
H.3.2	H - Snitt B	1:50	20.05.2020
<b>Fasader</b>			
H.4.1	H - Fasade nordvest	1:50	20.05.2020
H.4.2	H - Fasade nordøst	1:50	20.05.2020
H.4.3	H - Fasade sørøst	1:50	20.05.2020
H.4.4	H - Fasade sørvest	1:50	20.05.2020
<b>Detaljer</b>			
H.D.5.1	H - Overgang fundament/yttervegg	1:10	20.05.2020
H.D.5.2	H - Overgang etasjeskiller/yttervegg	1:10	20.05.2020
H.F.D.5.3	H - F - Hjørne yttervegg, horisontalt	1:10	20.05.2020
H.F.D.5.4	H - F - Vindusinnsetting, vertikalt	1:10	20.05.2020
H.F.D.5.5	H - F - Vindusinnsetting, horisontalt	1:10	20.05.2020
H.D.5.6	H - Dørrinnsetting, vertikalt	1:10	20.05.2020
H.D.5.7	H - Tak, raft	1:10	20.05.2020
H.D.5.8	H - Tak, møne	1:10	20.05.2020
<b>Skjemaer</b>			
H.6.1	H - Dørskjema		20.05.2020
H.6.2	H - Vindusskjema		20.05.2020

## **Fellesbygg**

### **Plantegninger**

F.2.1	F - Fundamentplan	1:100	20.05.2020
F.2.2	F - Plantegning	1:100	20.05.2020
F.2.3	F - Bjelkelagsplan	1:75	20.05.2020
F.2.4	F - Plantegning, terrasse	1:100	20.05.2020
F.2.5	F - Bjelkelagsplan, terrasse	1:100	20.05.2020
F.2.6	F - Bjelkelagsplan, himling	1:75	20.02.2020
F.2.7	F - Takplan	1:75	20.05.2020
F.2.8	F - Takplan med fasademarkør	1:75	20.05.2020
F.2.9	F - Arealtegning	1:75	20.05.2020
F.2.10	F - Møbleringsplan	1:75	20.05.2020

### **Snitt**

F.3.1	F - Snitt A	1:75	20.05.2020
F.3.2	F - Snitt B	1:50	20.05.2020
F.3.3	F - Snitt C	1:50	20.05.2020

### **Fasader**

F.4.1	F - Fasade nordvest	1:75	20.05.2020
F.4.2	F - Fasade nordøst	1:75	20.05.2020
F.4.3	F - Fasade sørøst	1:75	20.05.2020
F.4.4	F - Fasade sørvest	1:75	20.05.2020

### **Detaljer**

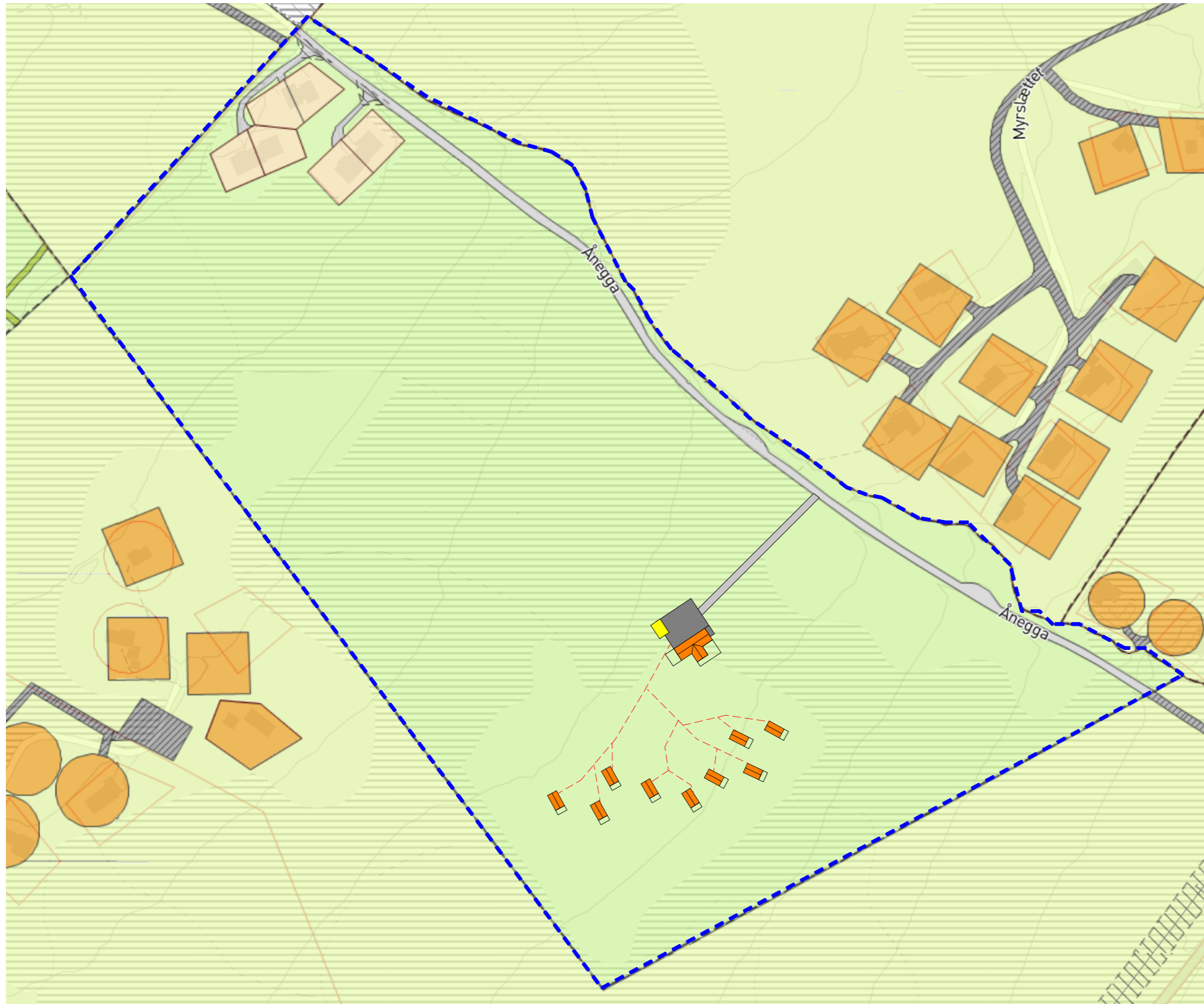
F.D.5.1	F - Overgang fundament/yttervegg	1:10	20.05.2020
F.D.5.2	F - Overgang yttervegg/himling	1:10	20.05.2020
F.D.5.3	F - Dørinnsetting, vertikalt	1:10	20.05.2020
F.D.5.4	F - Tak, raft	1:10	20.05.2020
F.D.5.5	F - Tak, raft utstikk	1:10	20.05.2020
F.D.5.6	F - Tak, møne	1:10	20.05.2020
F.D.5.7	F - Tak, møne utstikk	1:10	20.05.2020

### **Skjemaer**

F.6.1	Dørskjema		20.05.2020
F.6.2	Vindusskjema		20.05.2020

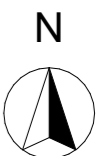
### **3D**

7.1	3D Utvendig hytte 1		20.05.2020
7.2	3D Innvendig hytte 1		20.05.2020
7.3	3D Innvendig hytte 2		20.05.2020
7.4	3D Utvendig fellesbygg 1		20.05.2020
7.5	3D Utvendig fellesbygg 2		20.05.2020
7.6	3D Utvendig fellesbygg 3		20.05.2020
7.7	3D Utvendig fellesbygg 4		20.05.2020
7.8	3D Innvendig fellesbygg 1		20.05.2020
7.9	3D Innvendig fellesbygg 2		20.05.2020



- Fritidsbebyggelse
- Bod
- Parkering
- Vei
- Reguleringsgrense
- Sti

GNR 32, BNR 1



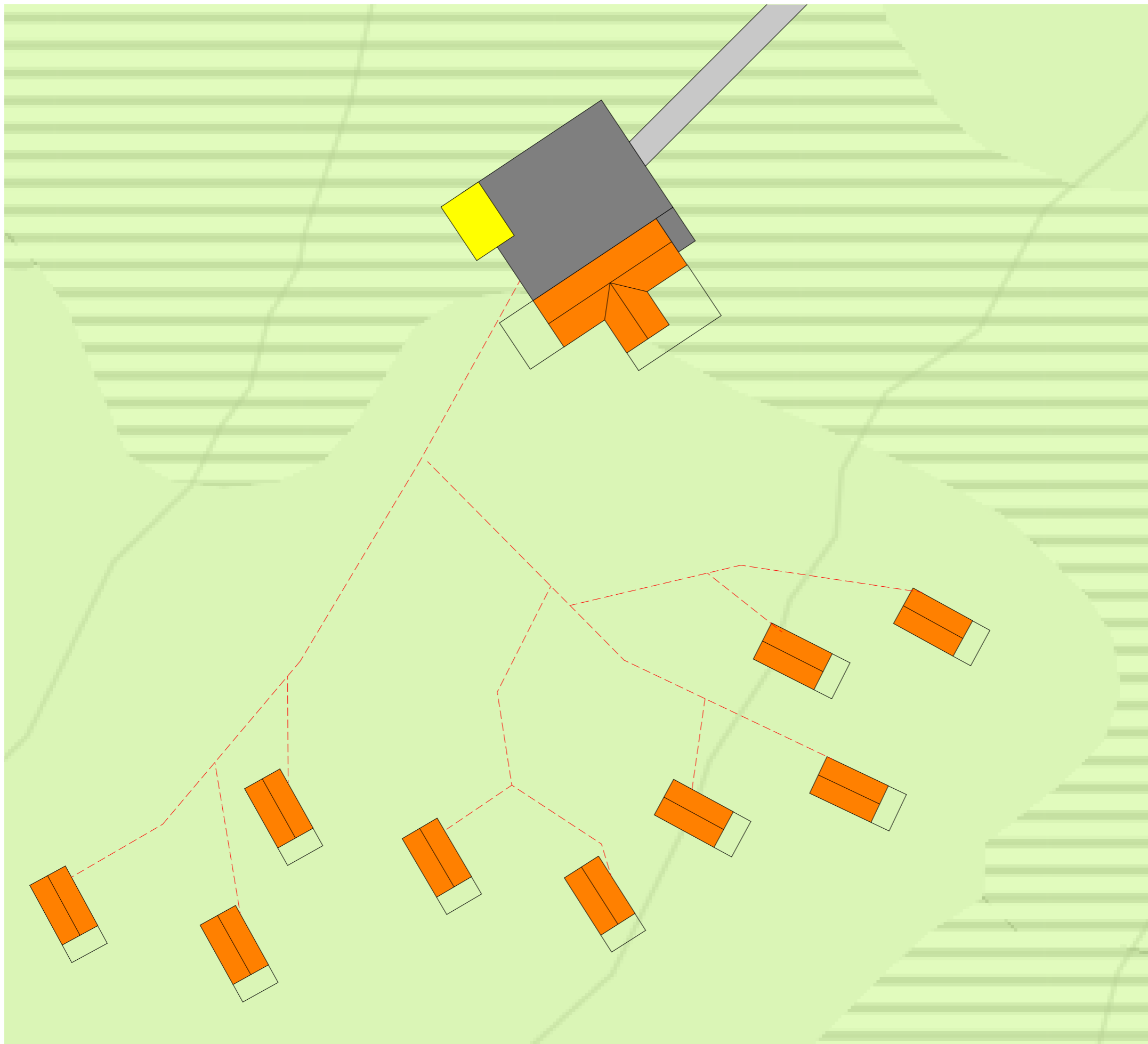
BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**  
 DATO:  
**20.05.2020**

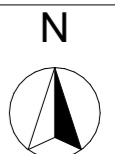
TEGNINGSNAVN:  
**Områdekart**

MÅLESTOKK:  
**1:2000**  
 TEGNINGSNR.:  
**1.1**



-  Fritidsbebyggelse
-  Bod
-  Parkering
-  Adkomstvei
-  Sti

GNR 32, BNR 1



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

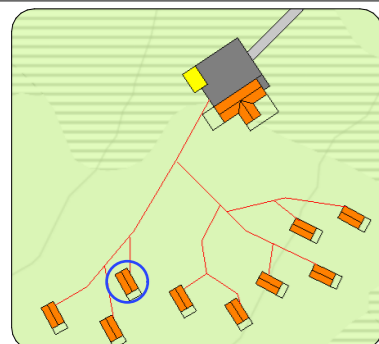
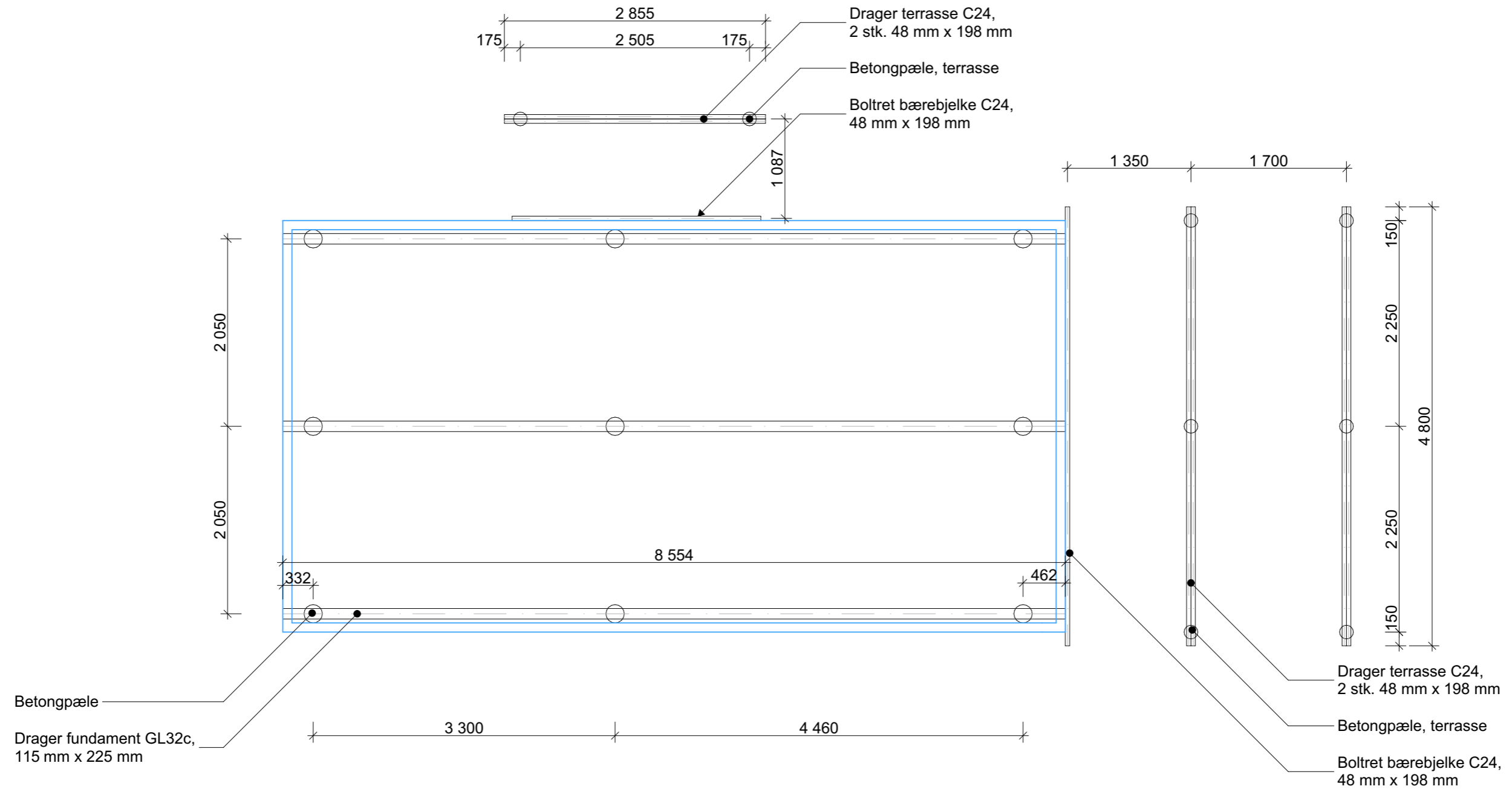
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**Situasjonsplan**

MÅLESTOKK:  
**1:500**

TEGNINGSNR.:  
**1.2**



- Bæring, yttervegg, første etasje
- - Betongpæler, antall: 9 stk.
- - Betongpæler terrasse, antall: 8 stk.



**NTNU**

BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

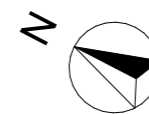
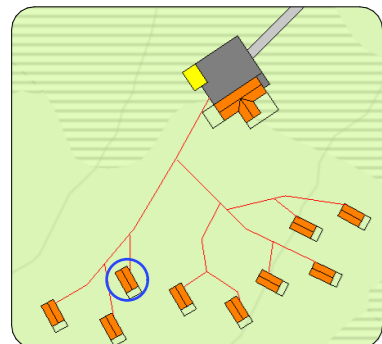
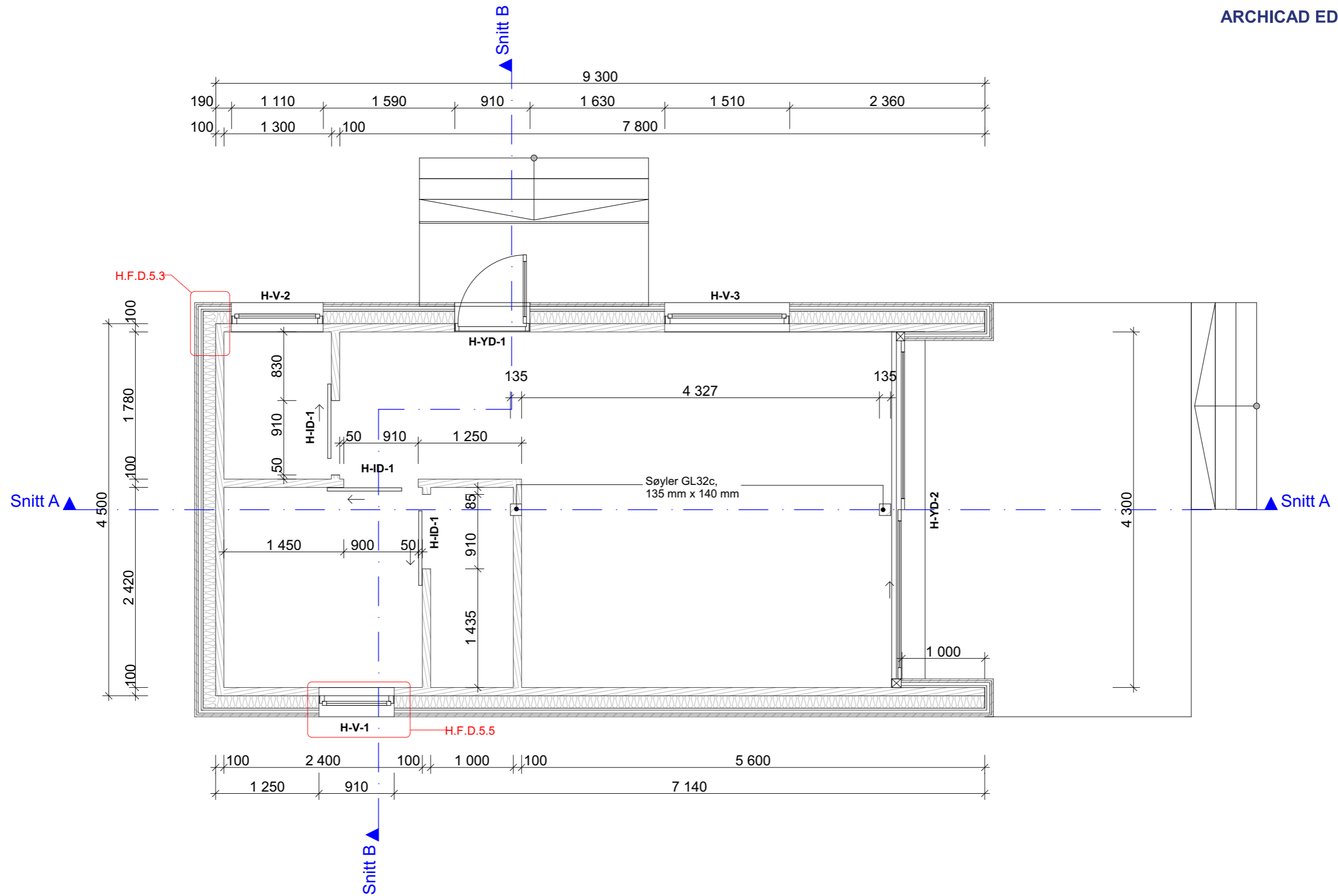
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Fundamentplan**

MÅLESTOKK:  
**1:50**  
TEGNINGSNR.:  
**H.2.1**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

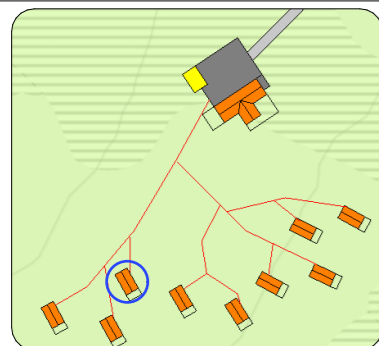
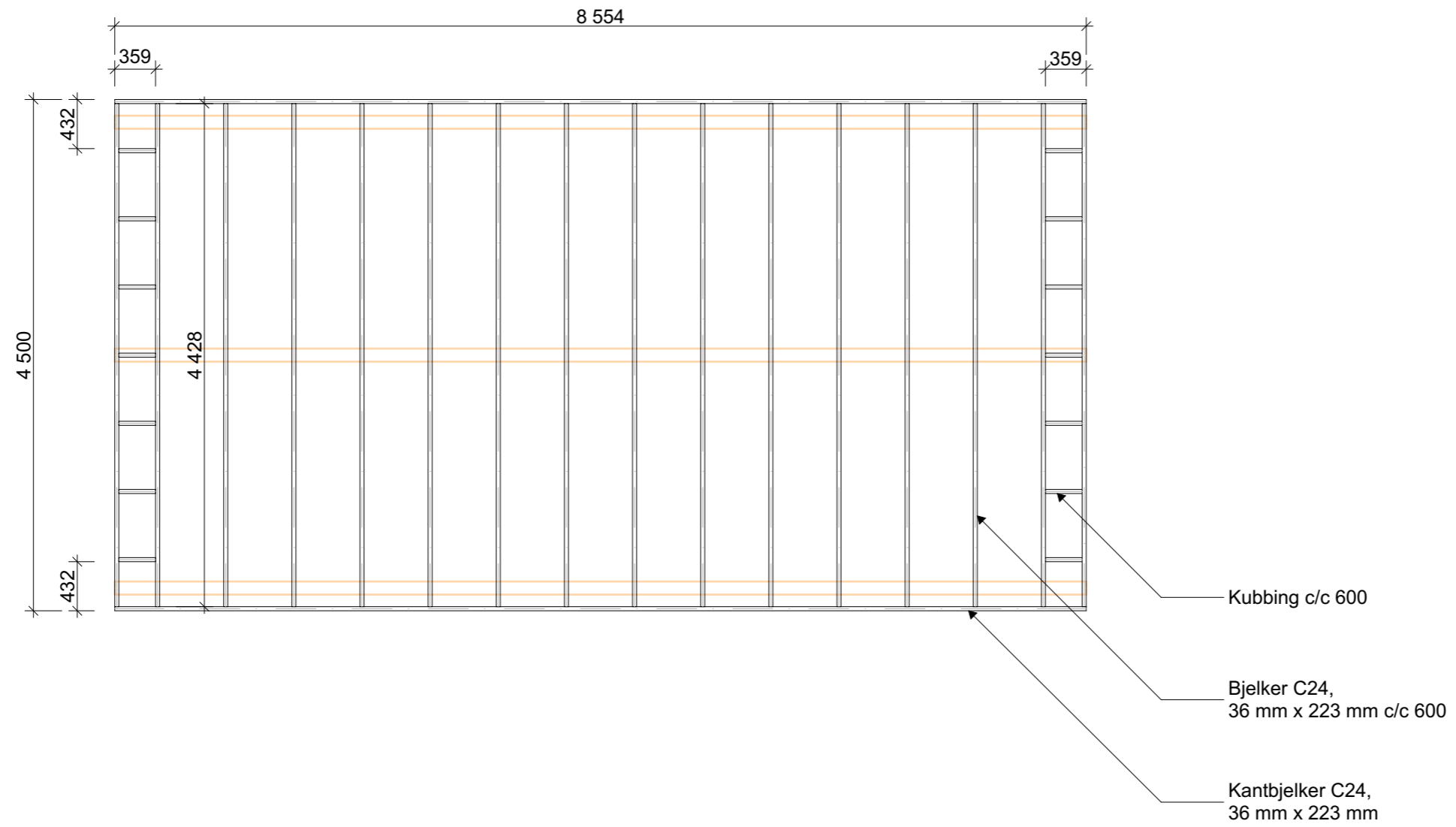
DATO:  
**20.05.2020**


TEGNINGSNAVN:  
**H - Plantegning**

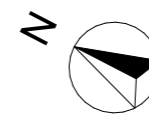
MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.2**





 - Underliggende dragere



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

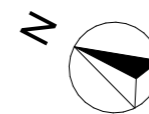
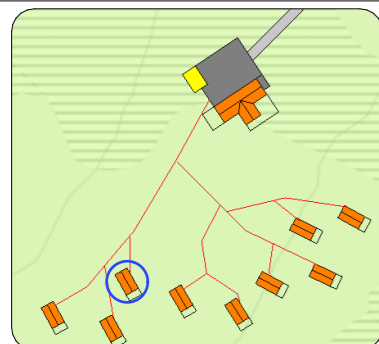
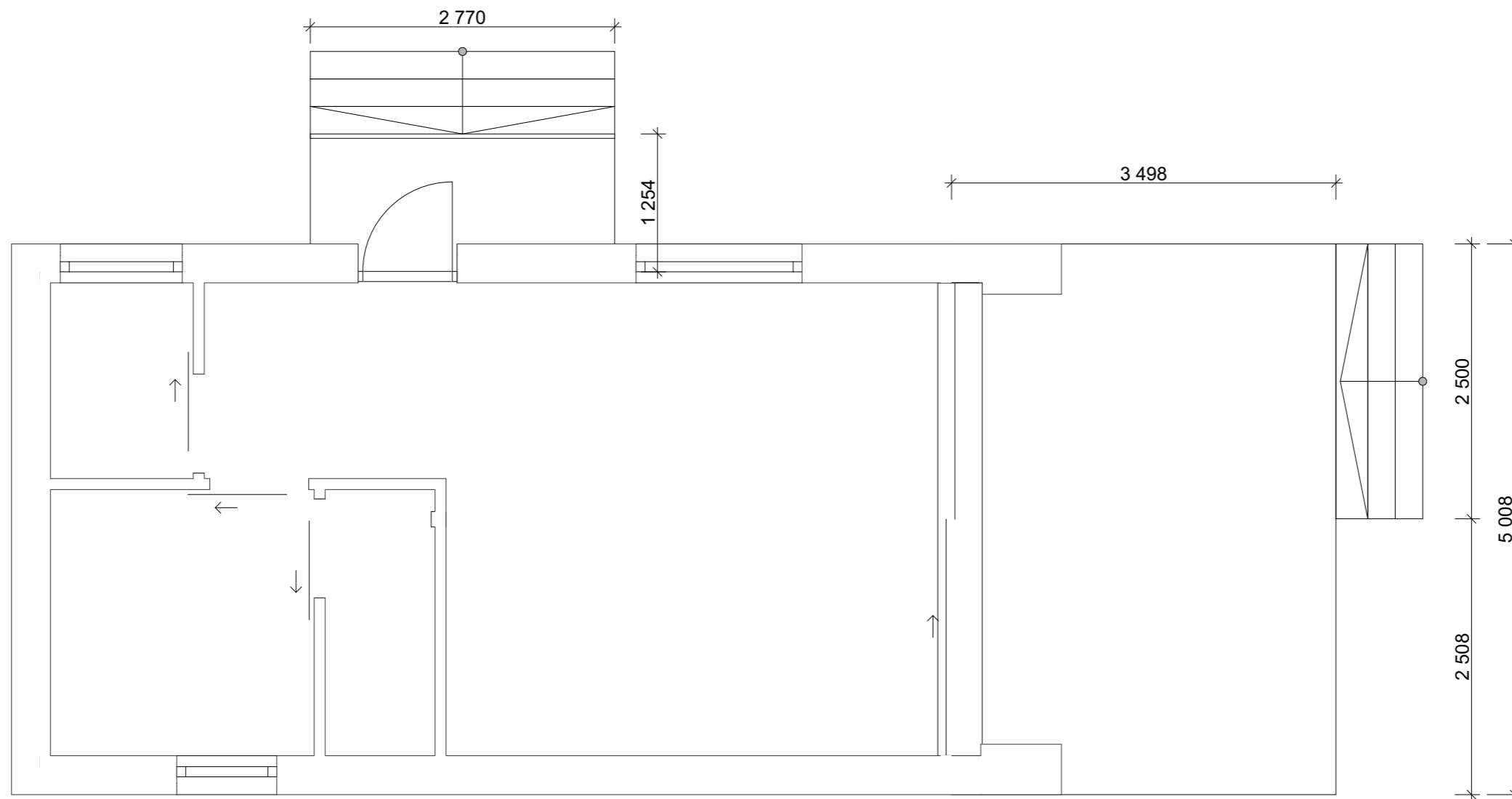
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Bjelkelagsplan**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.3**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

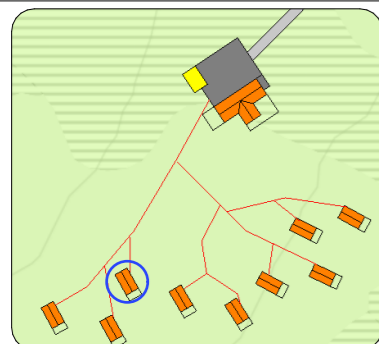
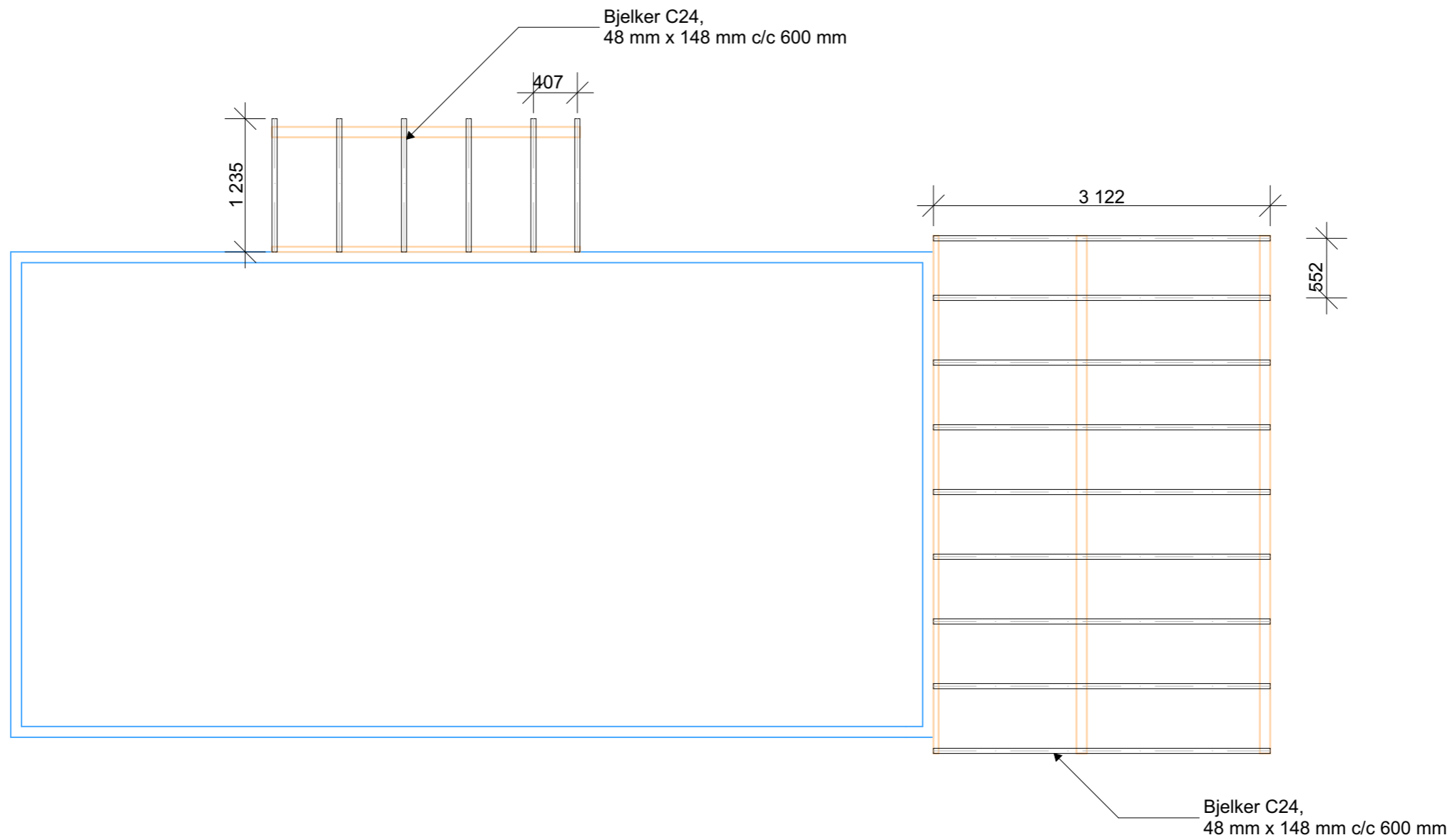
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Plantegning,  
 terrasse**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.4**



- Bæring, yttervegg, første etasje
- Underliggende dragere



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

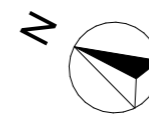
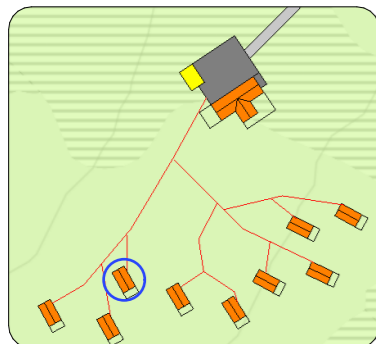
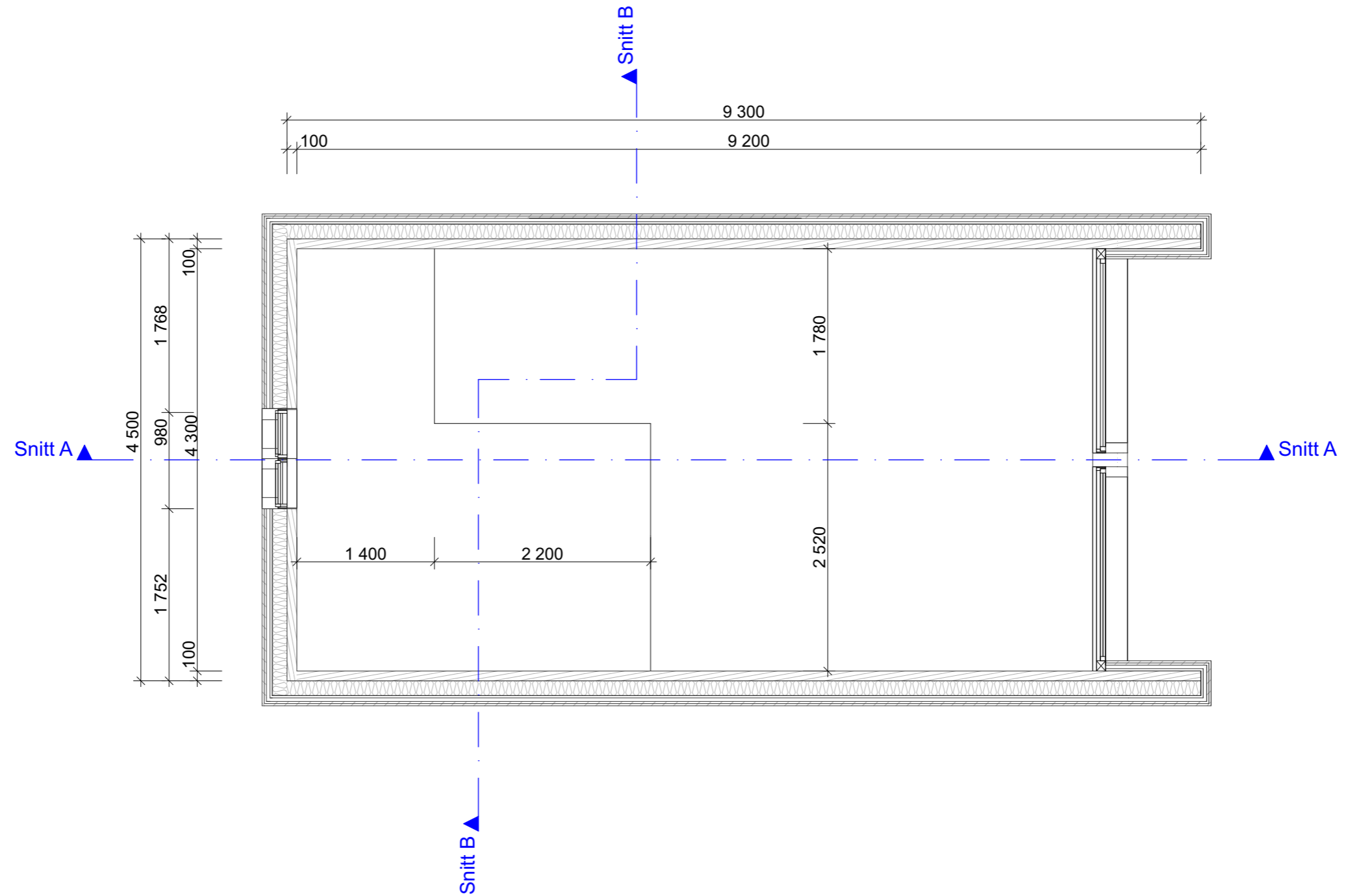
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

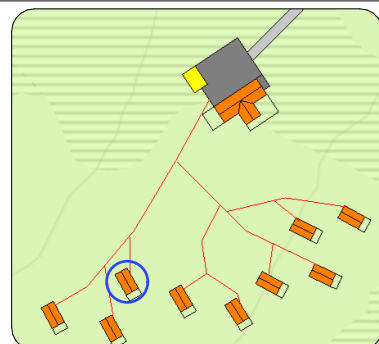
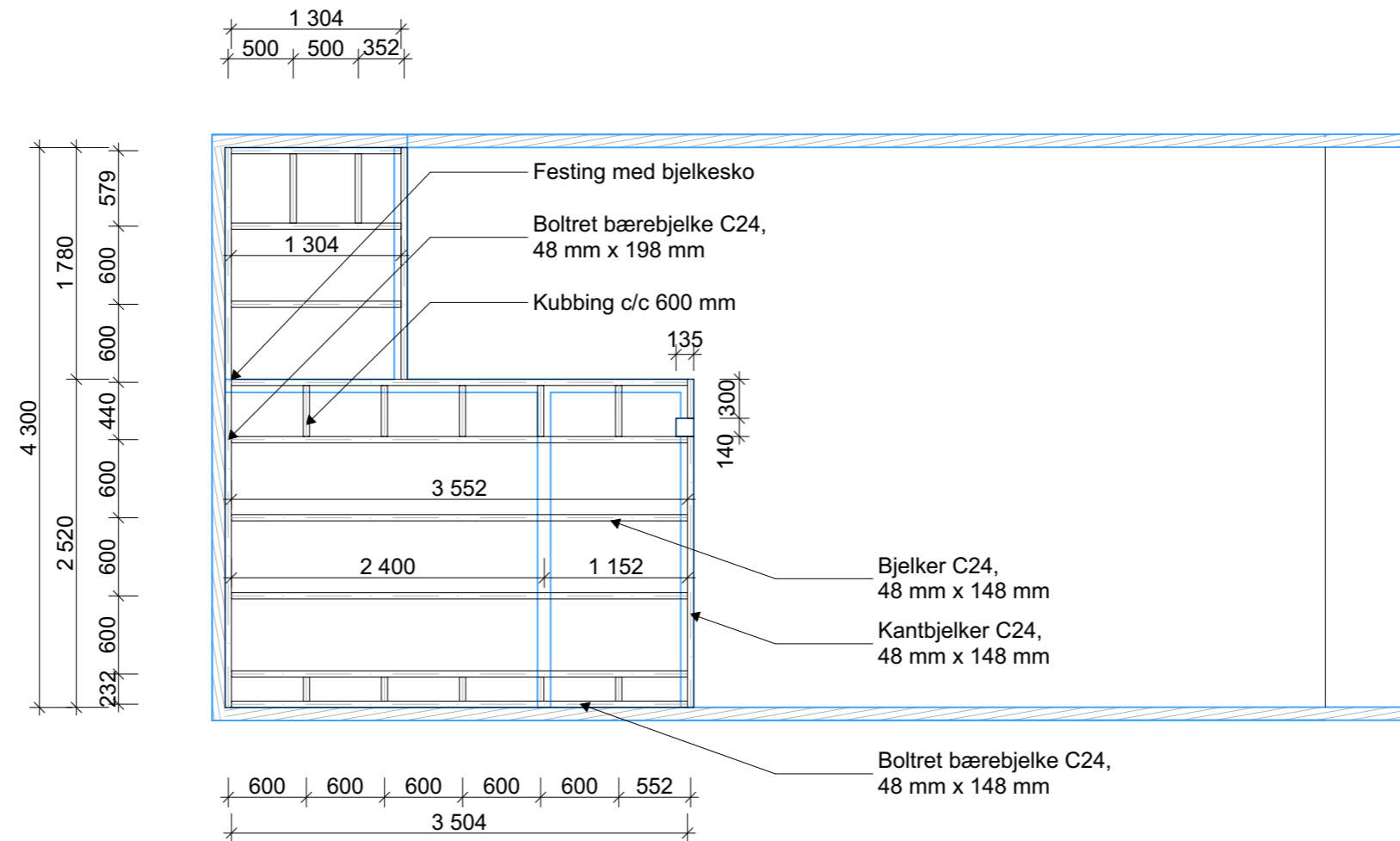
TEGNINGSNAVN:  
**H - Bjelkelagsplan,  
terrasse**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.5**



BACHELOROPPGAVE 2020: <b>Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt</b>	
PROSJEKTERENDE: <b>Gruppe 10, NTNU</b> Arkitekt Christies gate 2 7012 Trondheim	OPPDRAGSGIVER: <b>Grønn Fritid AS</b>
TEGNINGSNAVN: <b>H - Plantegning, hems</b>	DATO: <b>20.05.2020</b>
	MÅLESTOKK: <b>1:50</b>
	TEGNINGSNR.: <b>H.2.6</b>



 Bærende massivtrevegger



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

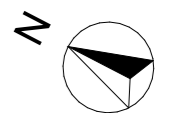
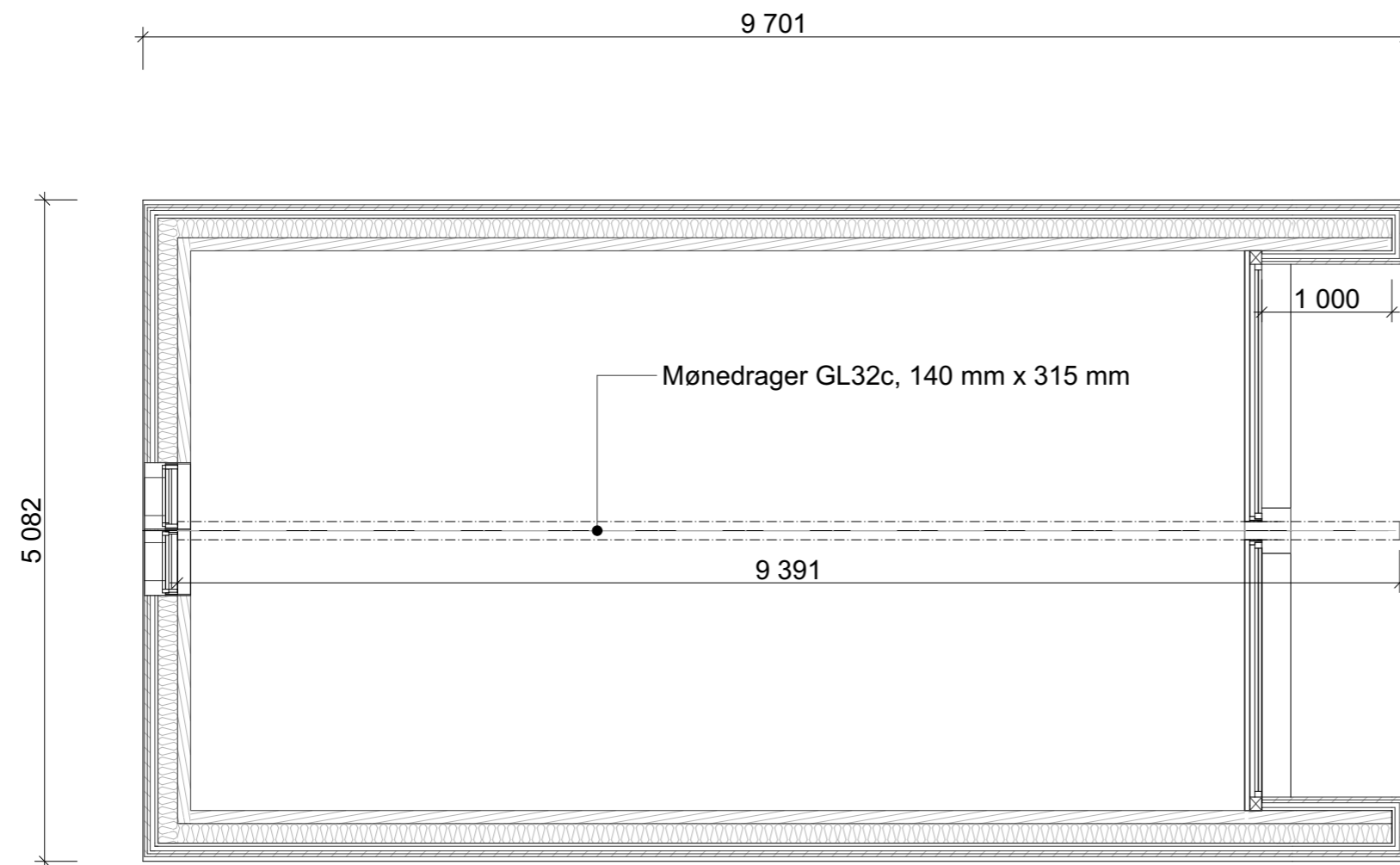
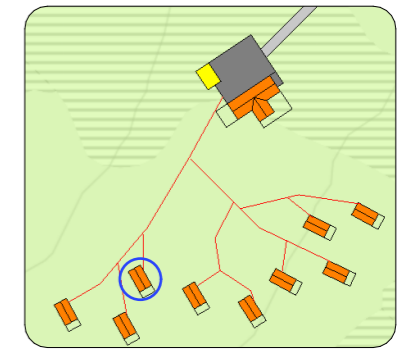
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Bjelkelagsplan,  
hems**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.7**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

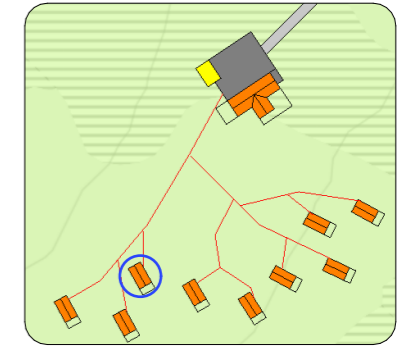
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

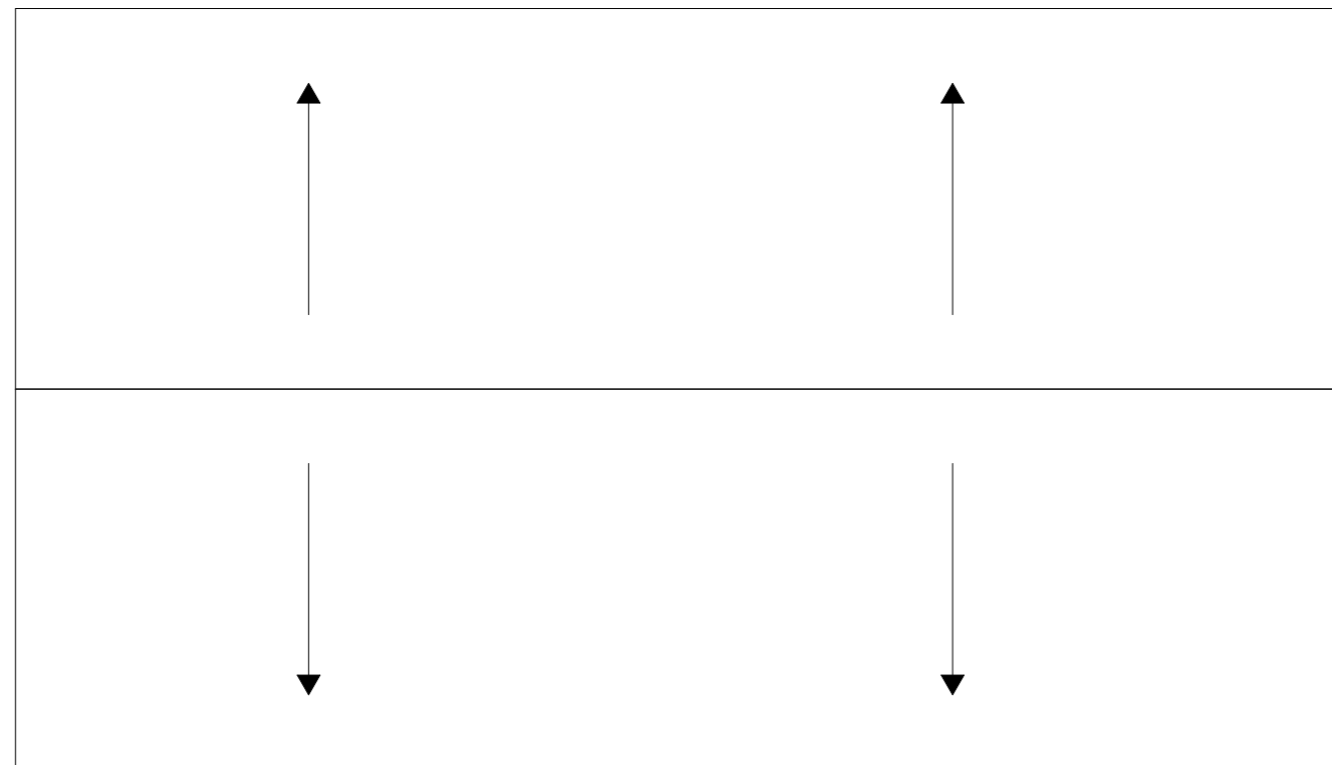
TEGNINGSNAVN:  
**H - Takplan**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.8**



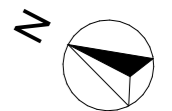
Fasade nordøst ▼



Fasade nordvest ▼

Fasade sørøst ▲

Fasade sørvest ▲



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

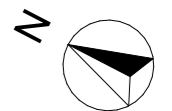
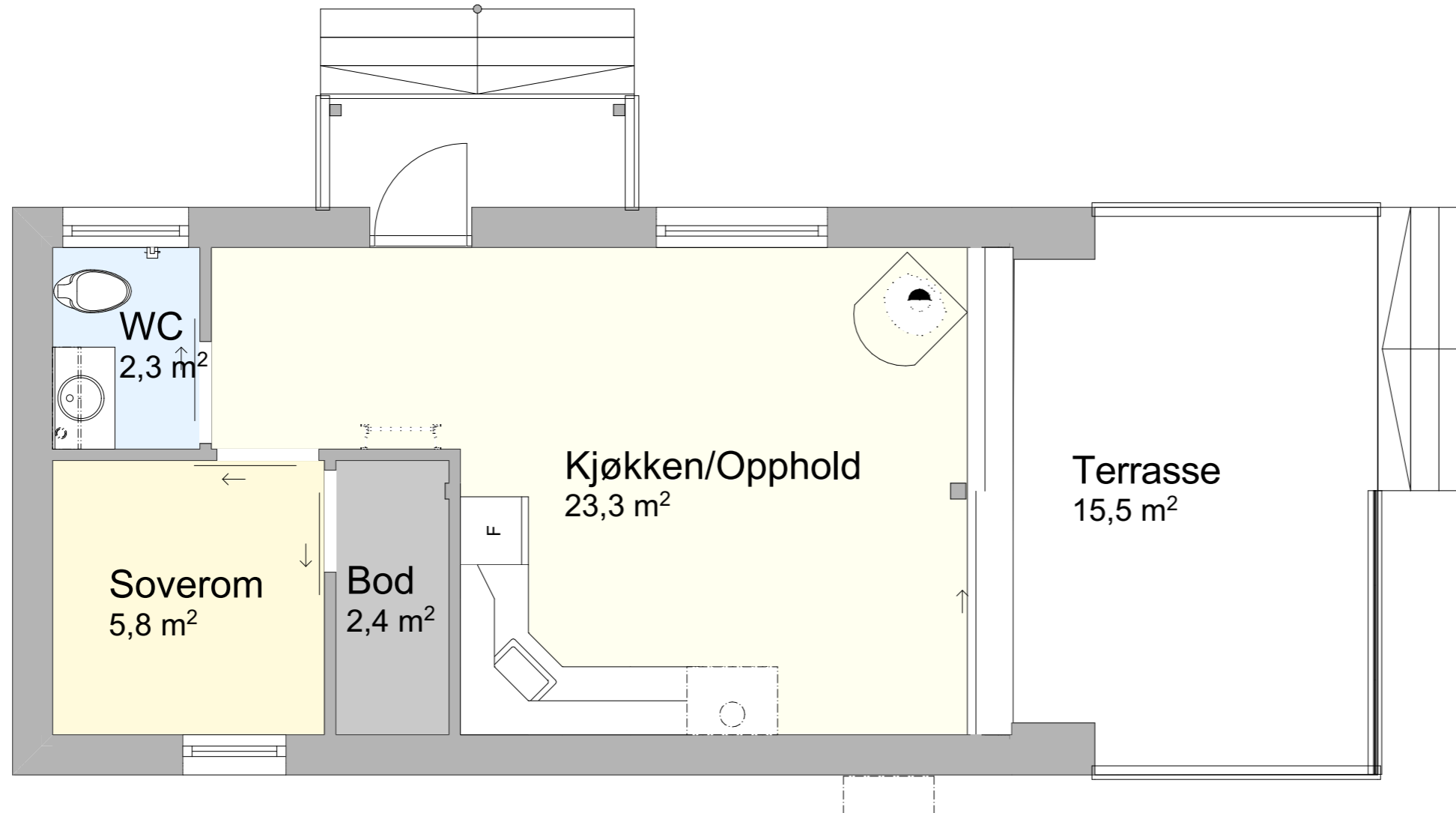
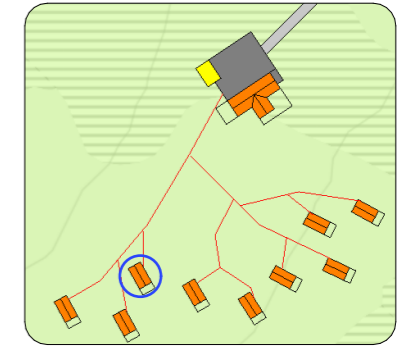
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

OPPDRAAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Takplan med  
fasademarkør**

MÅLESTOKK:  
**1:50**  
TEGNINGSNR.:  
**H.2.9**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

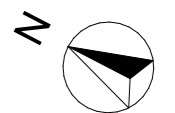
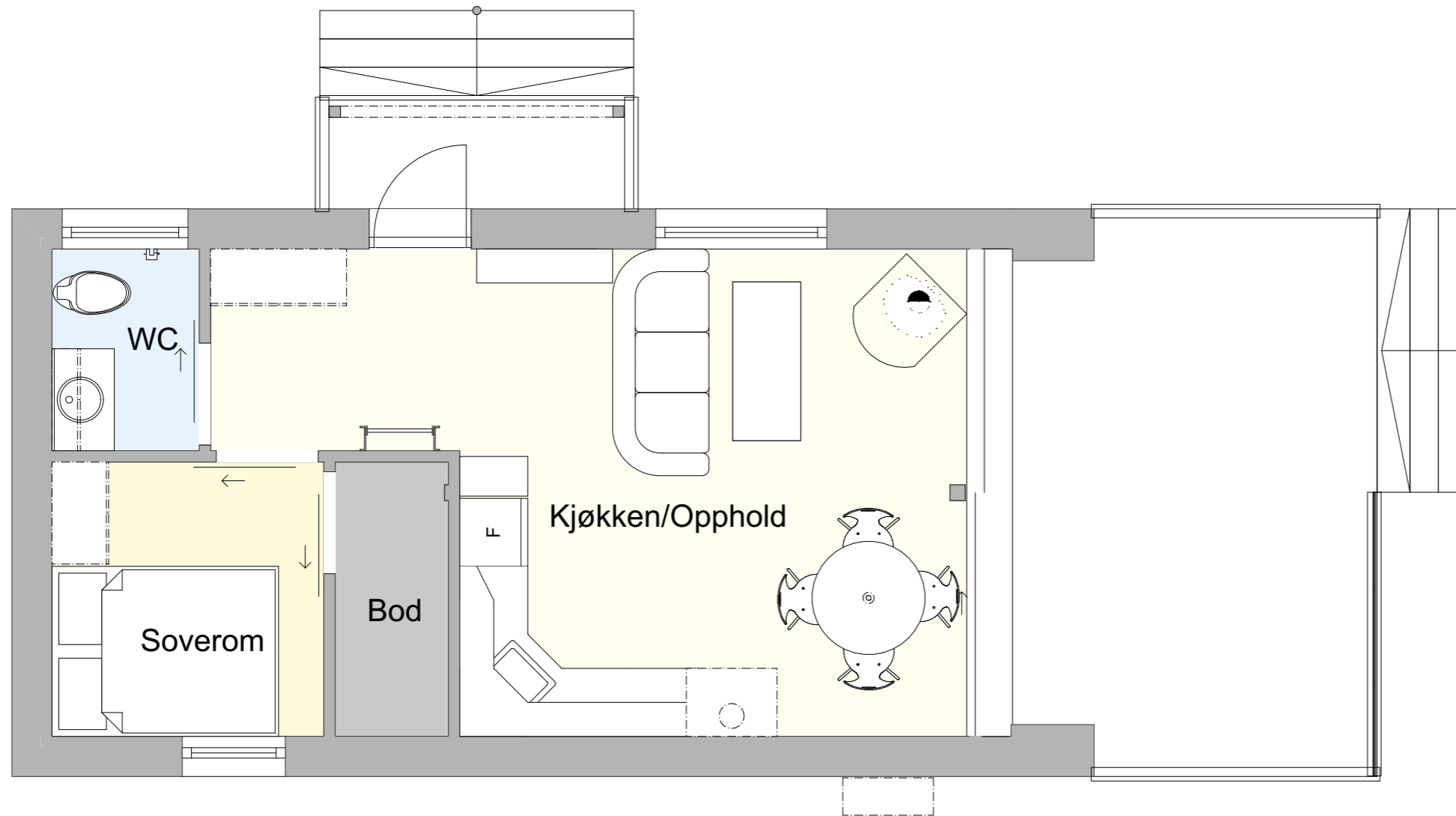
DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Arealtegning**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.10**





BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

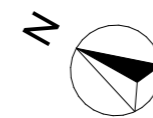
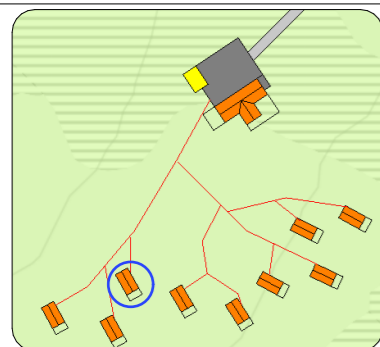
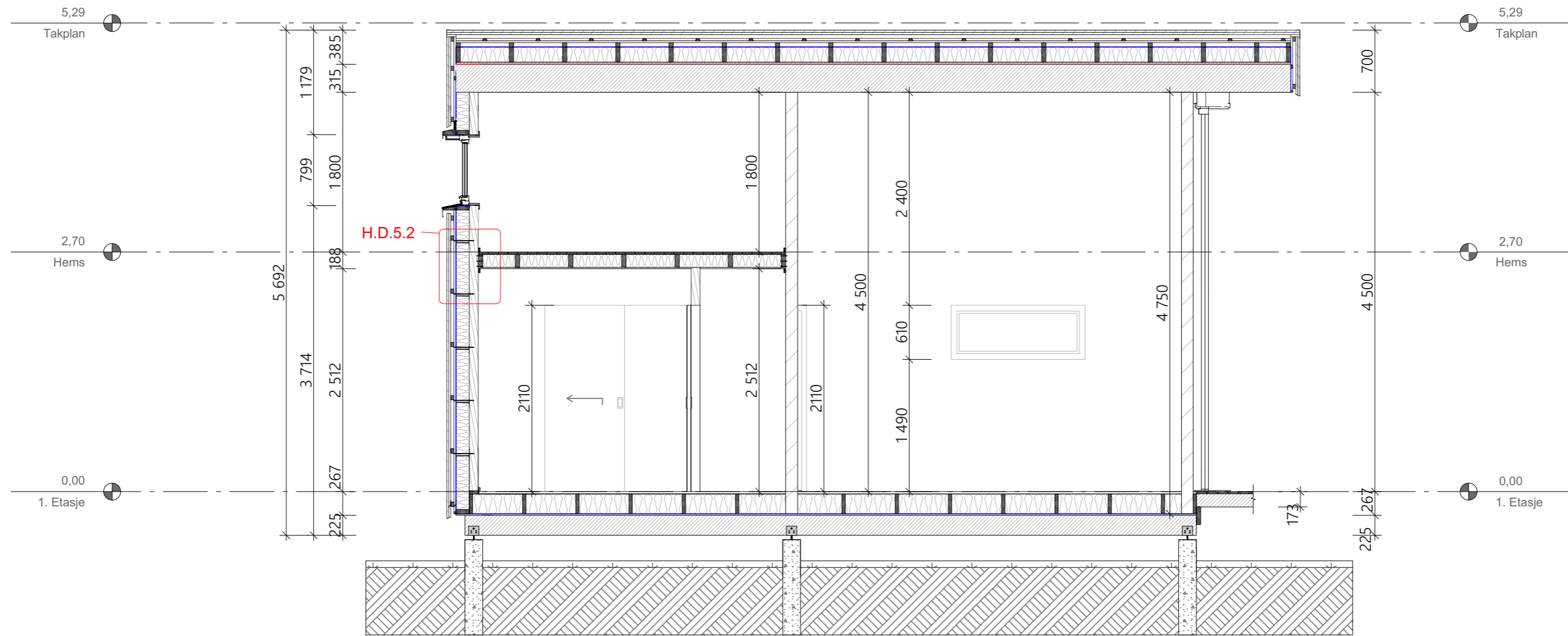
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Møbleringsplan**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.2.11**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

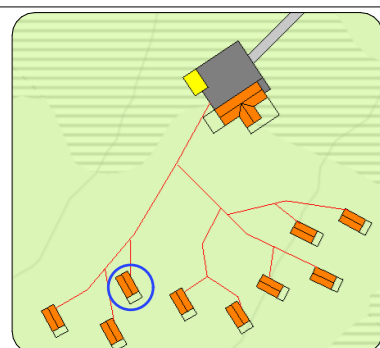
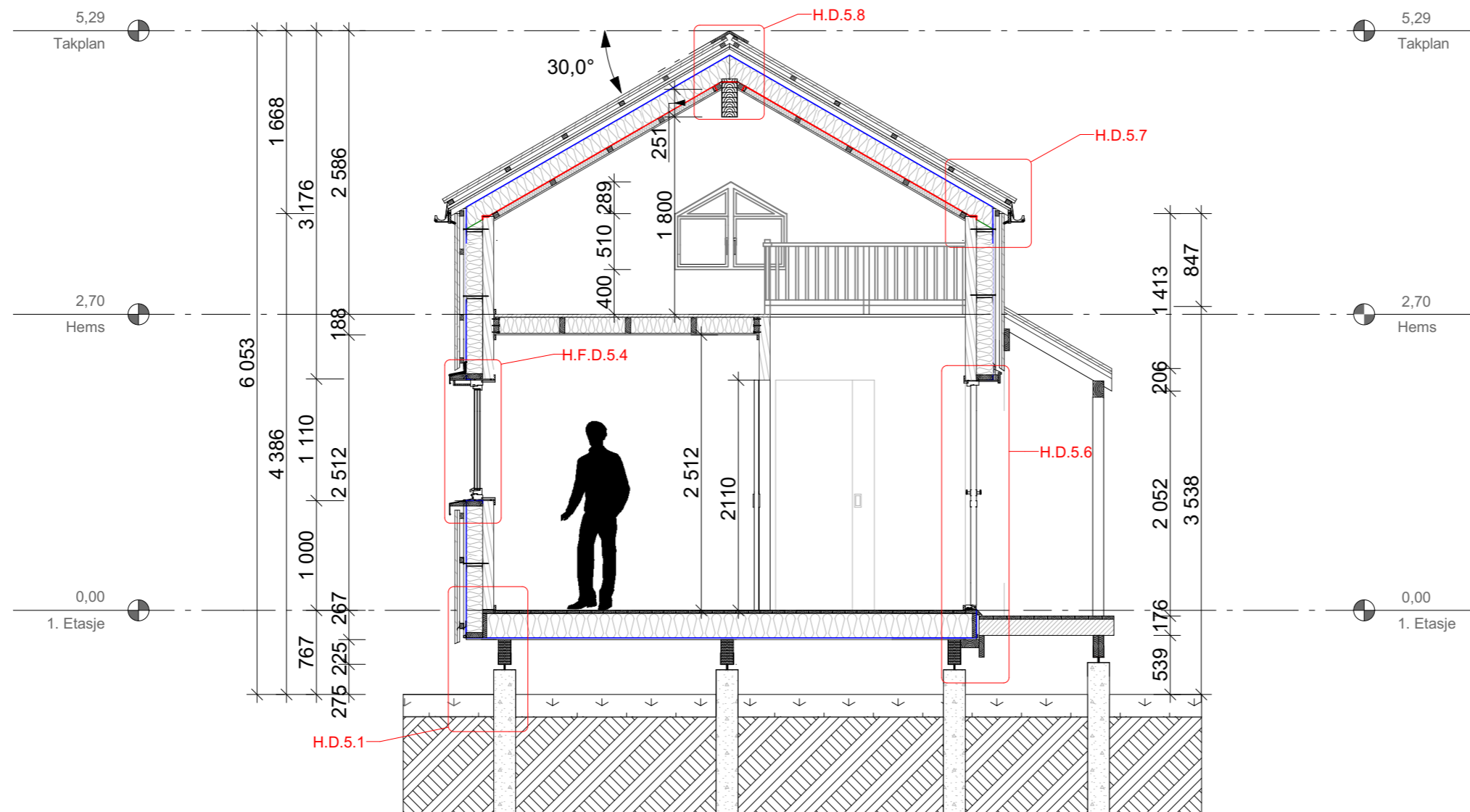
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Snitt A**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.3.1**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

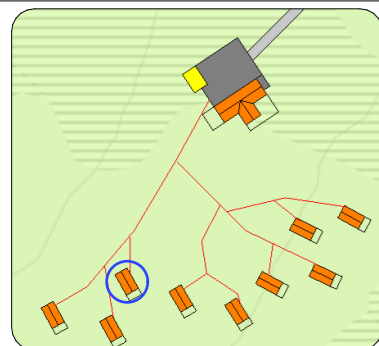
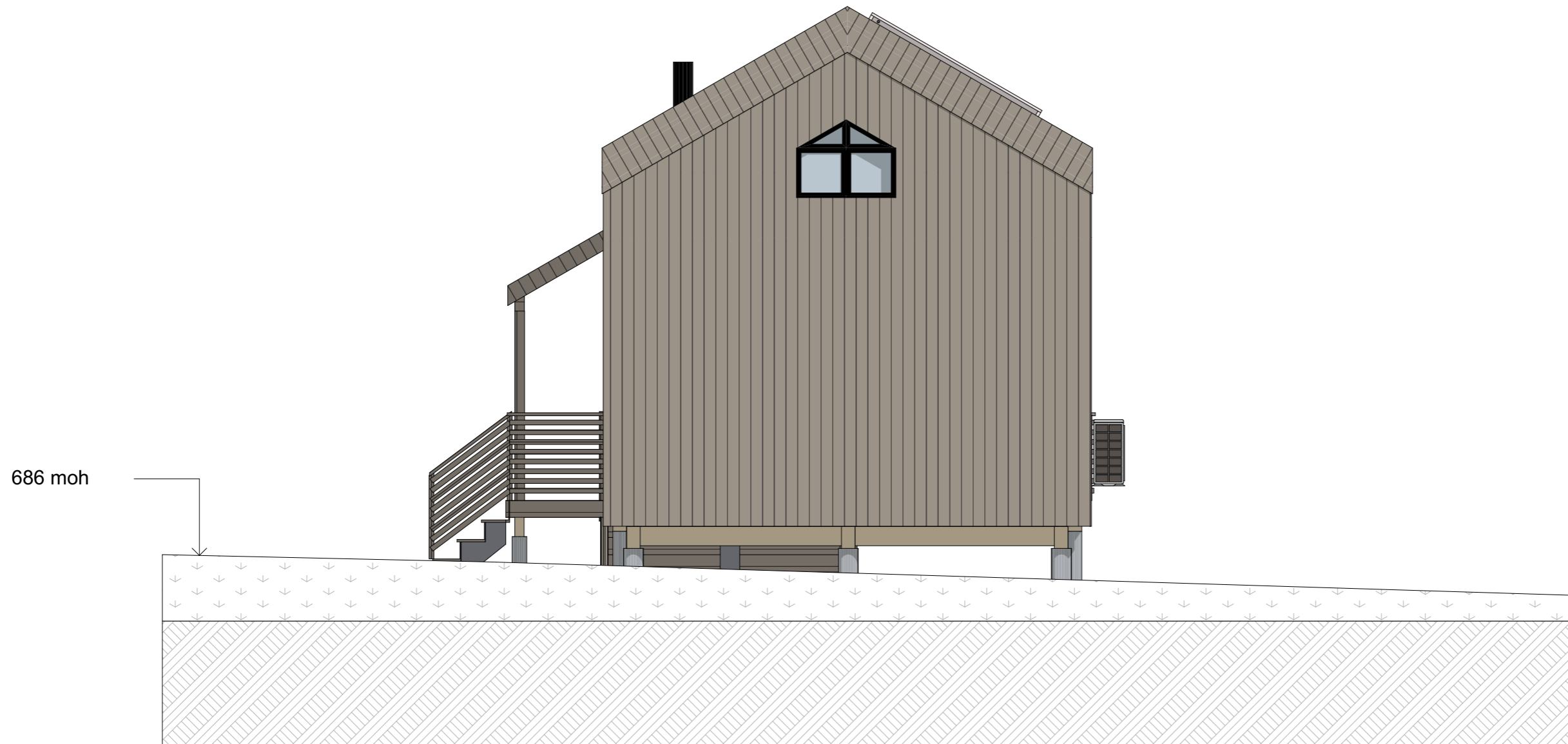
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

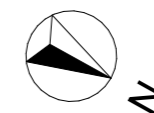
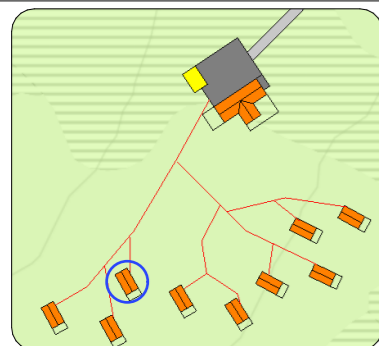
TEGNINGSNAVN:  
**H - Snitt B**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.3.2**



 N	BACHELOROPPGAVE 2020: <b>Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt</b>	
	PROSJEKTERENDE: <b>Gruppe 10, NTNU</b> Arkitekt Christies gate 2 7012 Trondheim	OPPDRAGSGIVER: <b>Grønn Fritid AS</b>  DATO: <b>20.05.2020</b>
	TEGNINGSNAMN: <b>H - Fasade nordvest</b>	MÅLESTOKK: <b>1:50</b>  TEGNINGSNR.: <b>H.4.1</b>



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

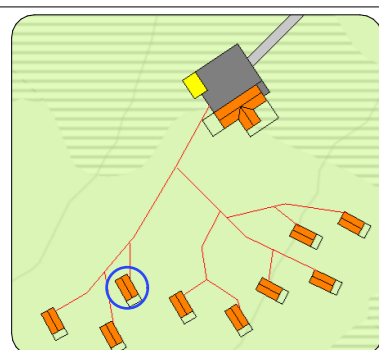
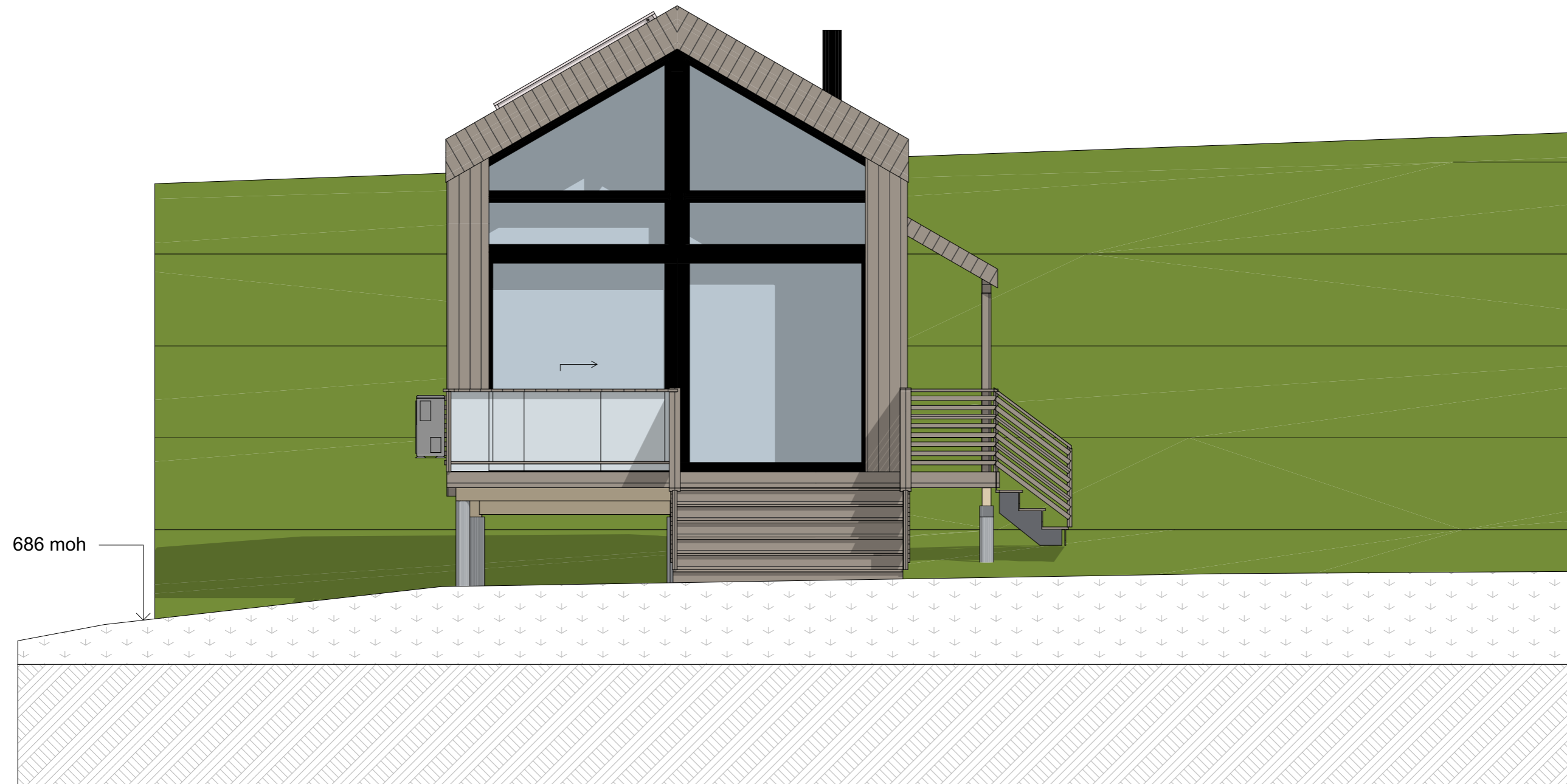
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

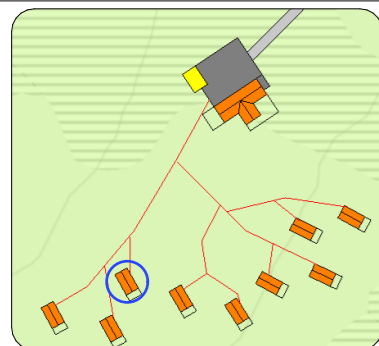
TEGNINGSNAVN:  
**H - Fasade nordøst**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.4.2**



	BACHELOROPPGAVE 2020: <b>Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt</b>	
	PROSJEKTERENDE: <b>Gruppe 10, NTNU</b> Arkitekt Christies gate 2 7012 Trondheim	OPPDRAGSGIVER: <b>Grønn Fritid AS</b> DATO: <b>20.05.2020</b>
	TEGNINGSNAVN: <b>H - Fasade sørøst</b>	MÅLESTOKK: <b>1:50</b> TEGNINGSNR.: <b>H.4.3</b>



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

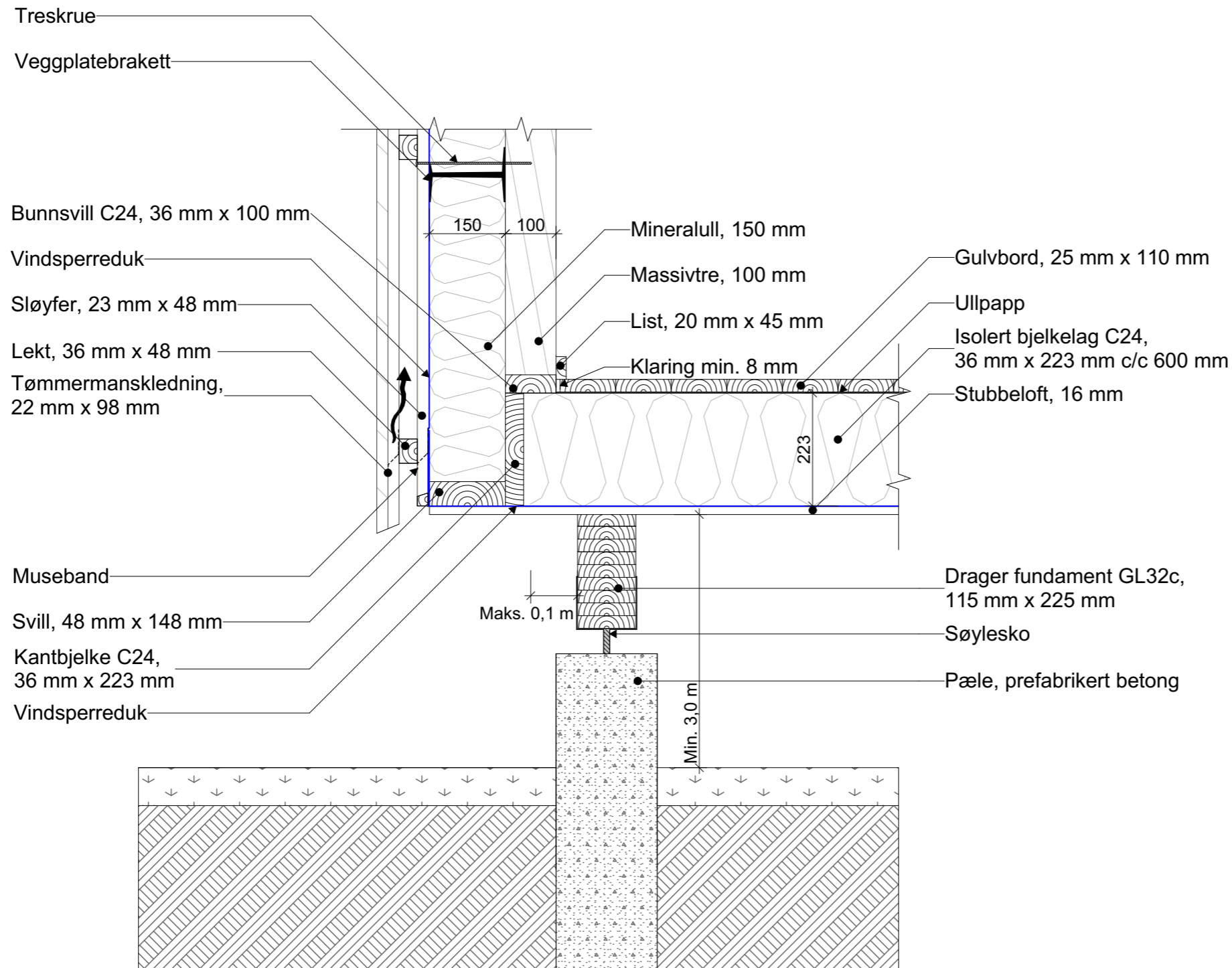
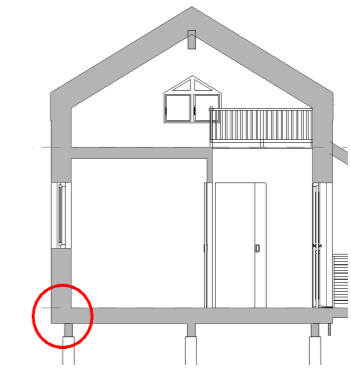
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Fasade sørvest**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**H.4.4**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

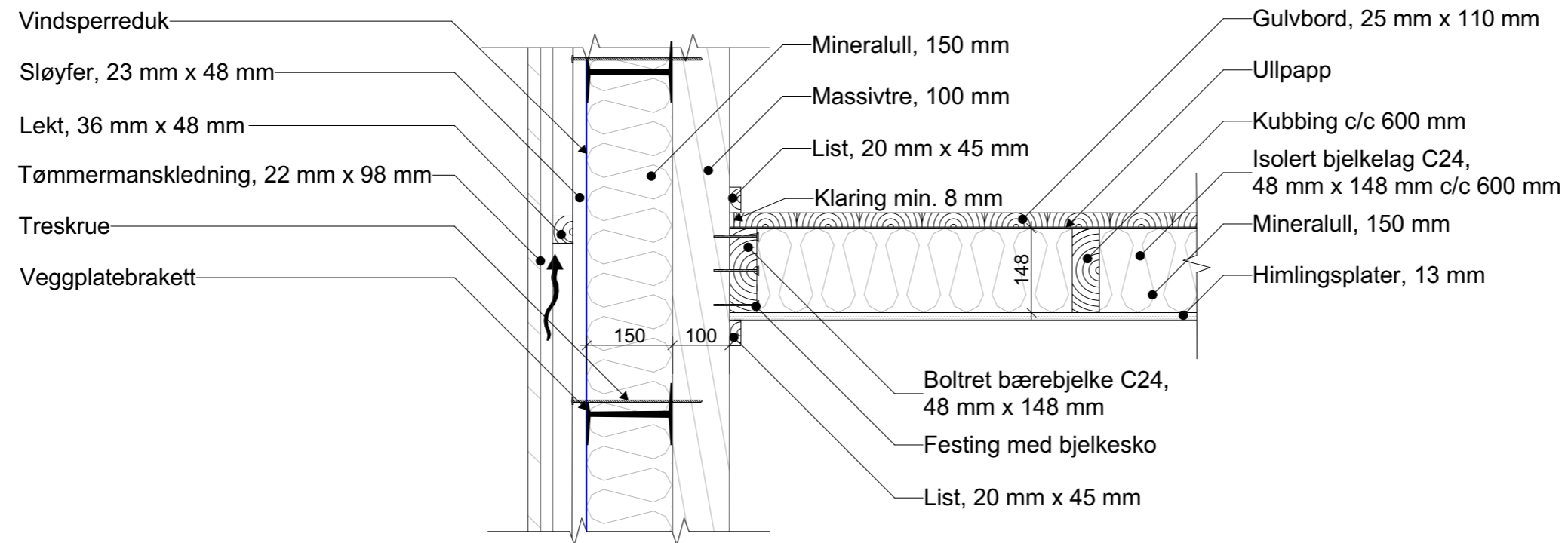
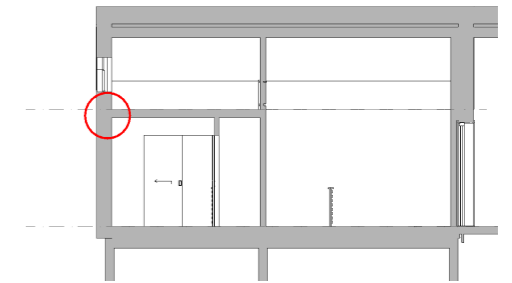
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**  
 DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Overgang  
 fundament/yttervegg**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**H.D.5.1**





BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

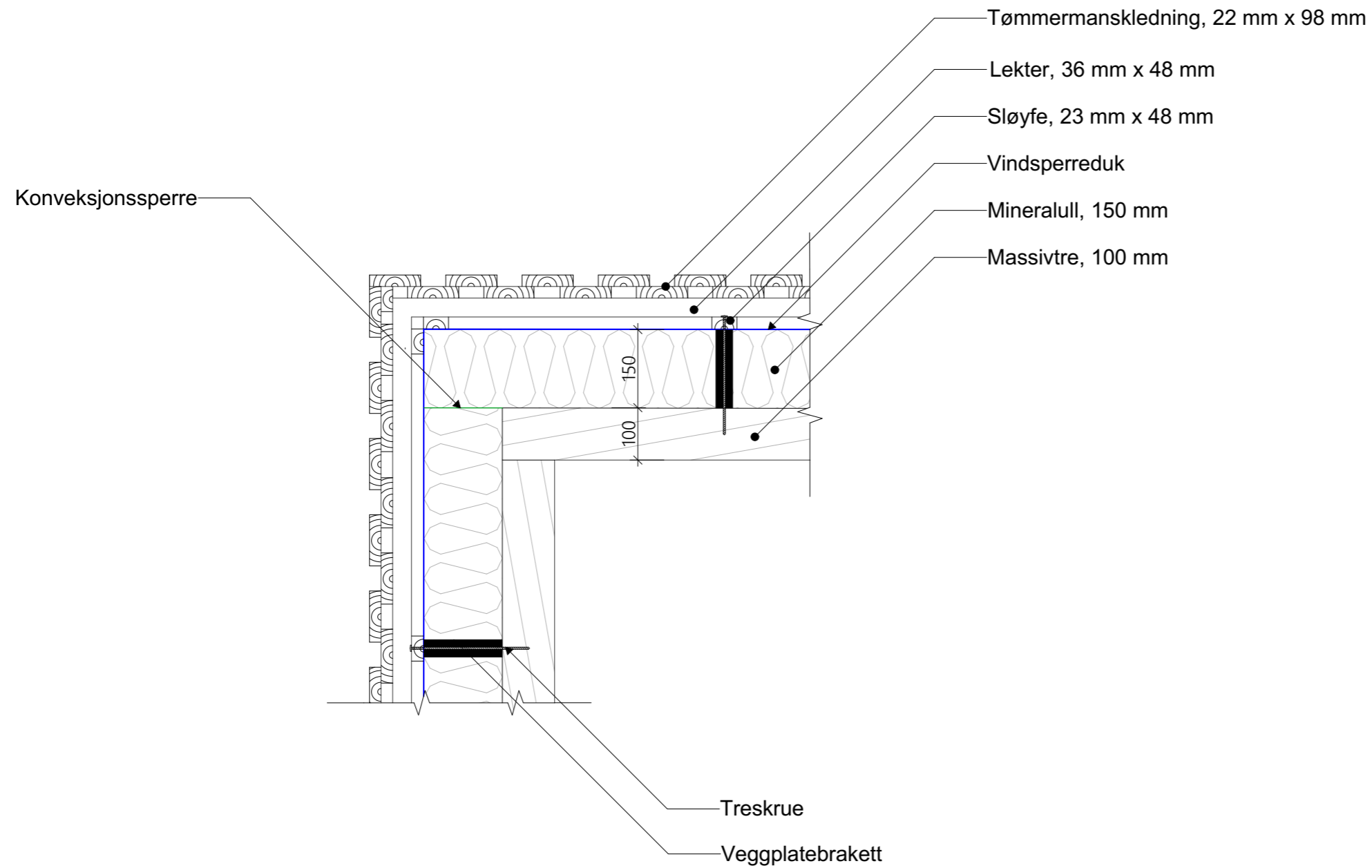
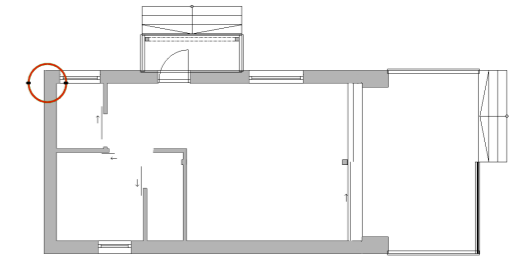
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAMN:  
**H - Overgang  
 etasjeskiller/yttervegg**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**H.D.5.2**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

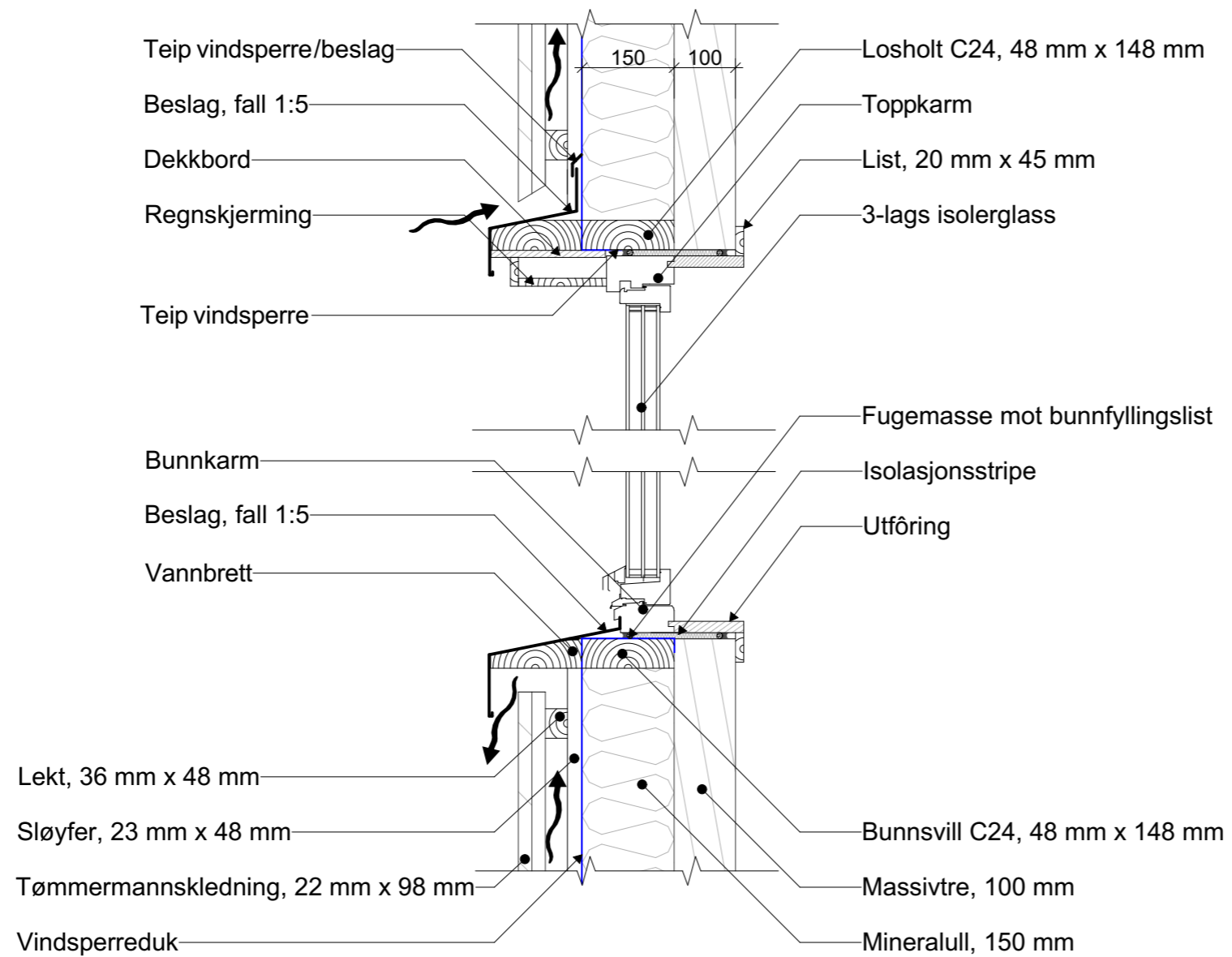
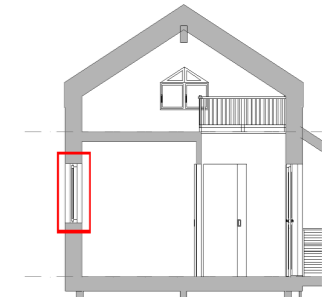
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - F - Hjørne yttervegg,  
 horisontalt**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**H.F.D.5.3**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

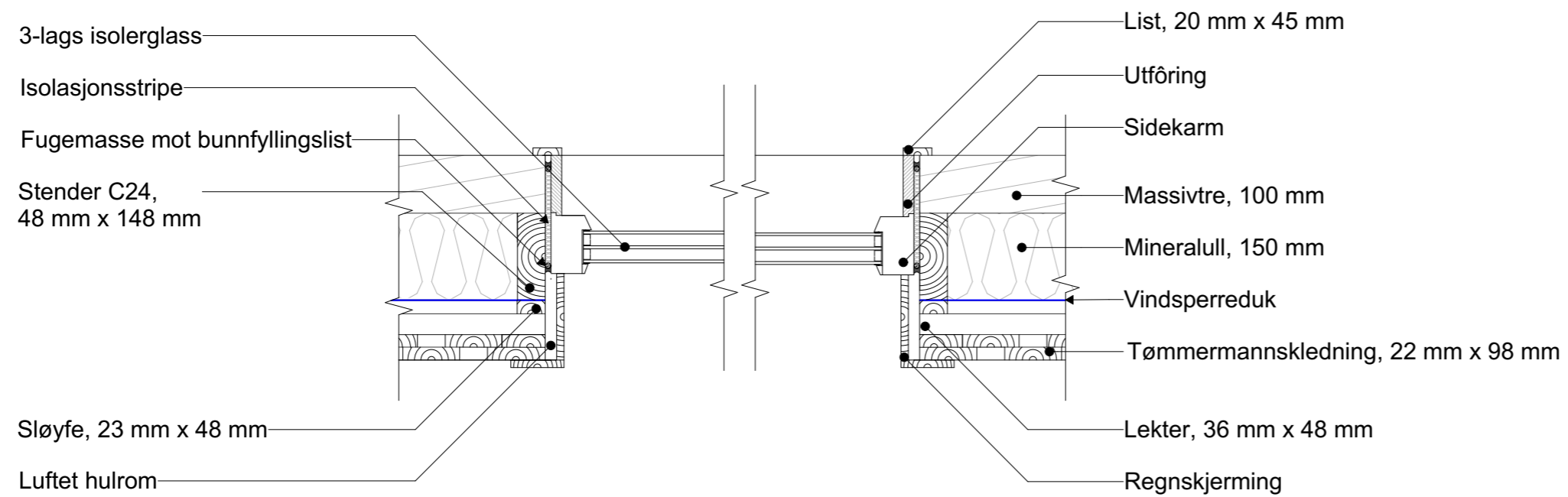
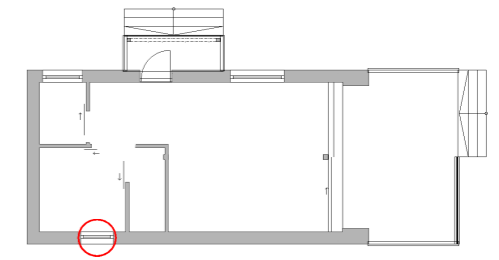
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - F - Vindusinnsetting,  
 vertikalt**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**H.F.D.5.4**



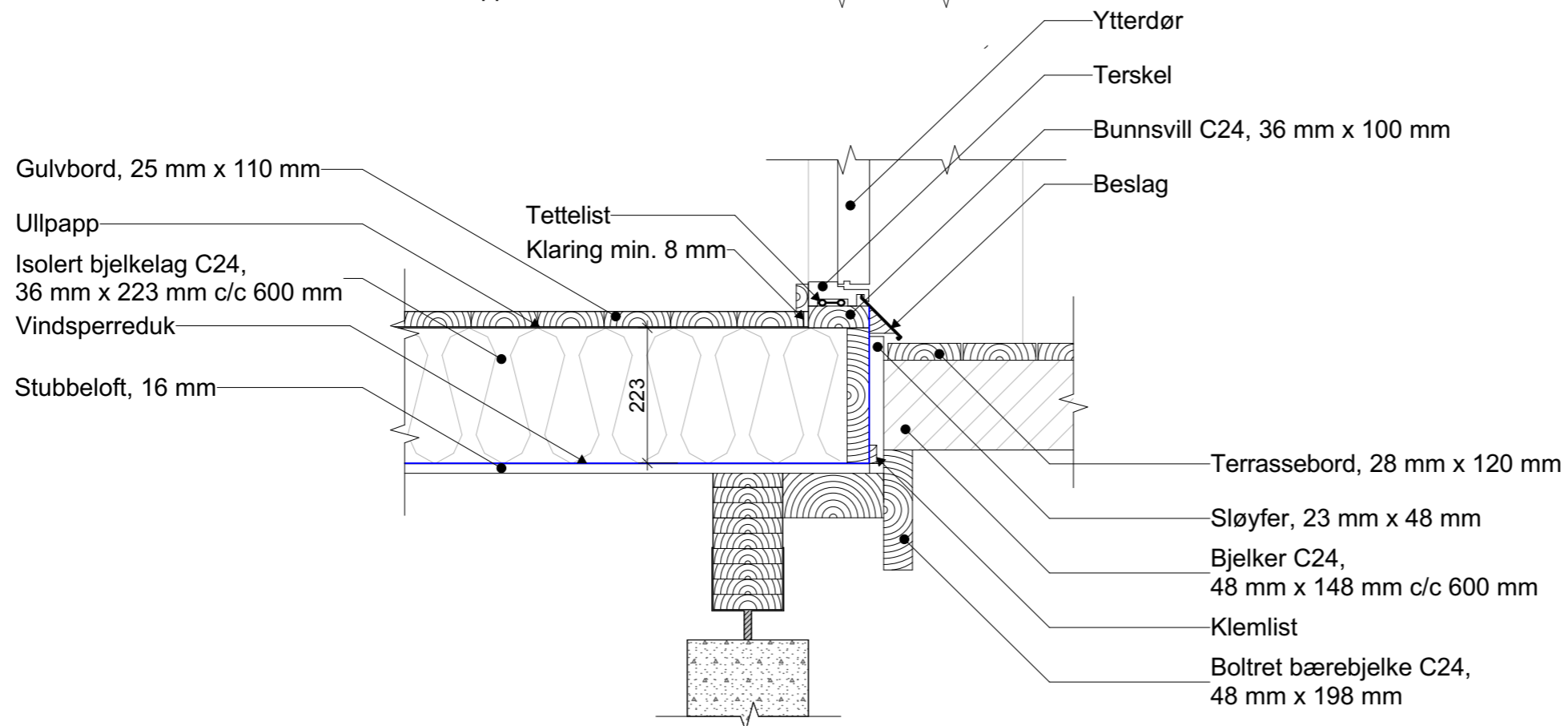
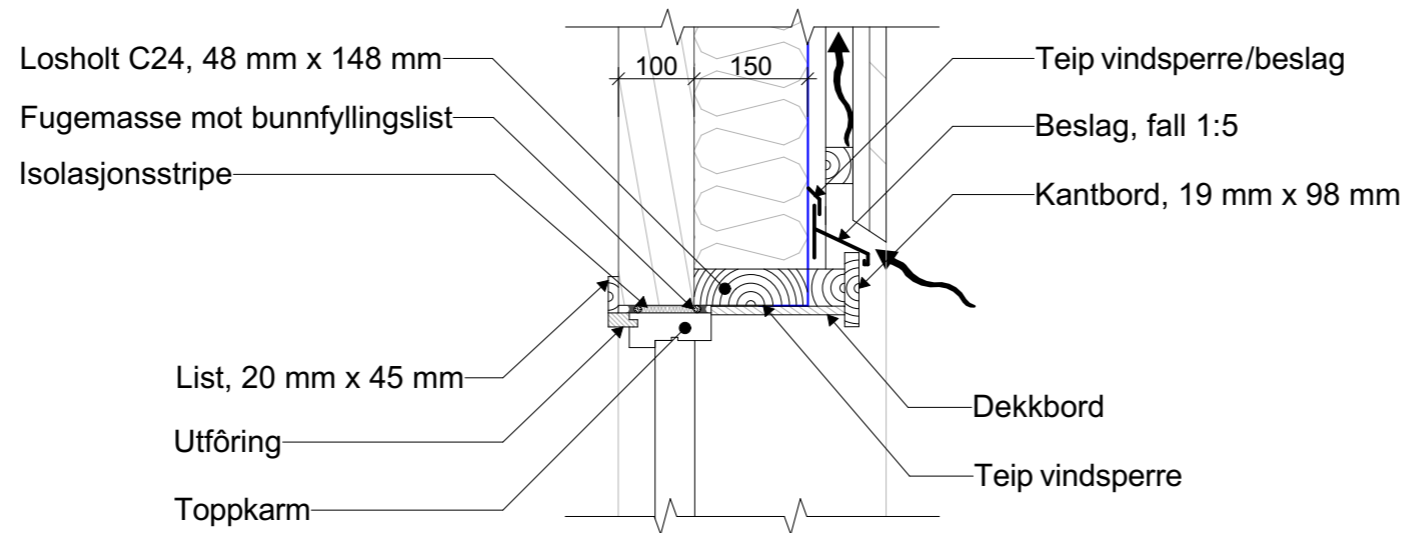
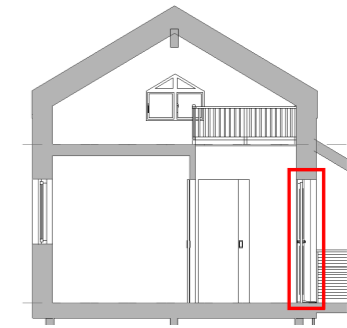
BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**  
 DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - F - Vindusinnsetting,  
 horisontalt**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**H.F.D.5.5**



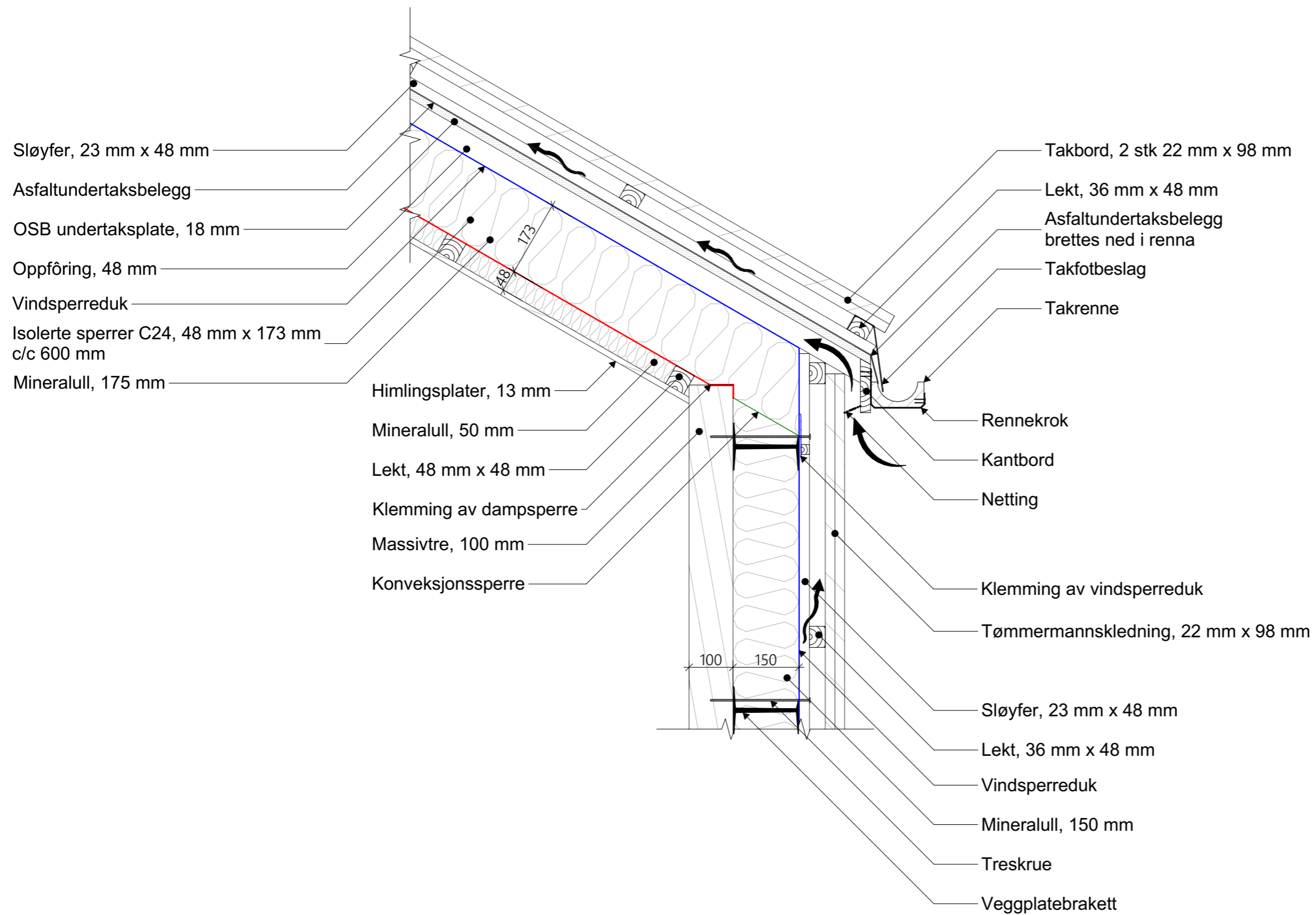
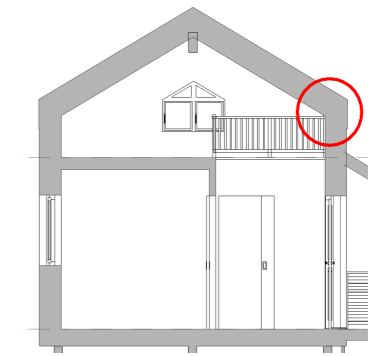
BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**  
 DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Dørrinsetting,  
 vertikalt**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**H.D.5.6**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

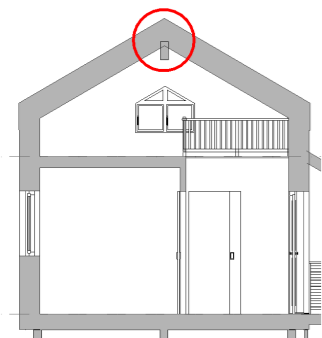
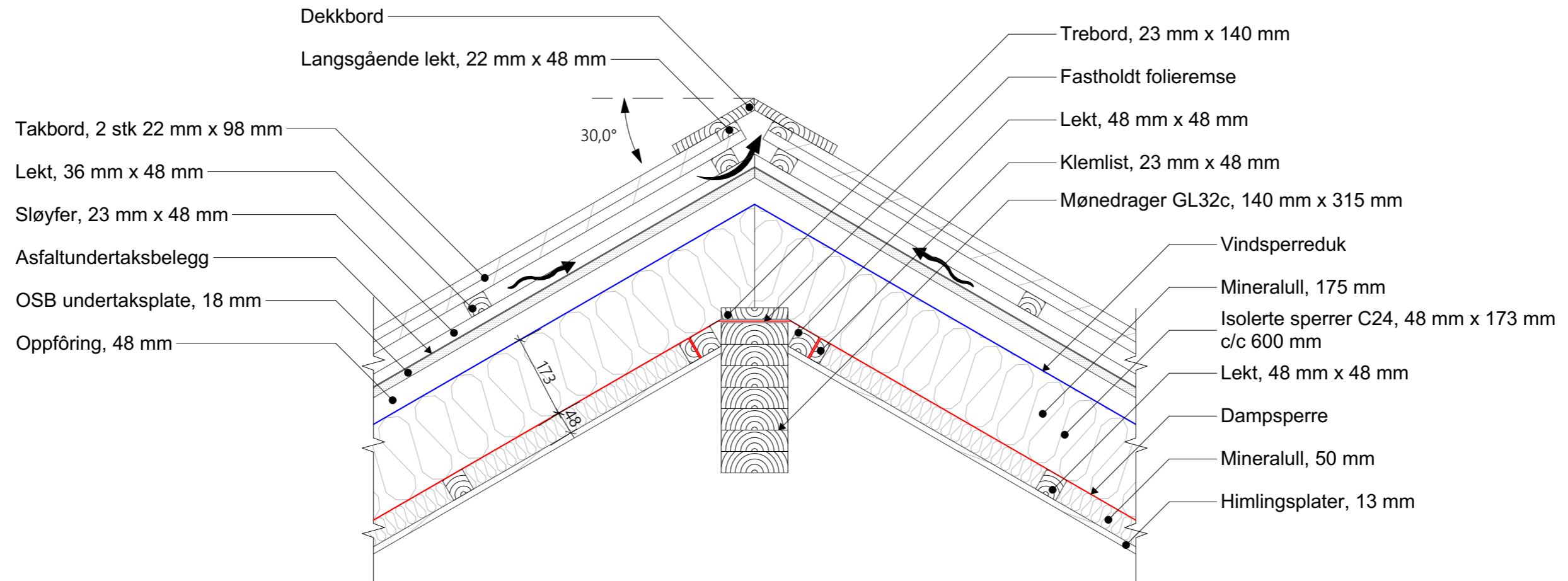
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**H - Tak, raft**

MÅLESTOKK:  
**1:10**

TEGNINGSNR.:  
**H.D.5.7**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**



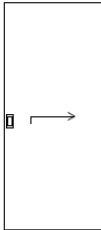
TEGNINGSNAVN:  
**H - Tak, møne**

MÅLESTOKK:  
**1:10**

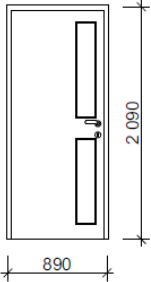
TEGNINGSNR.:  
**H.D.5.8**

## H.6.1 Dørskjema

### DØRSKJEMA

<b>ID</b>	H-ID-1	
<b>Slagretning</b>		
<b>Åpningstype</b>	Utvendig skyve	
<b>Antall</b>	3	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	2 090
<b>Brannkrav</b>	EI2 30-Sa	
<b>U-verdi</b>		
<b>Glassareal</b>	0,000	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Type 1	

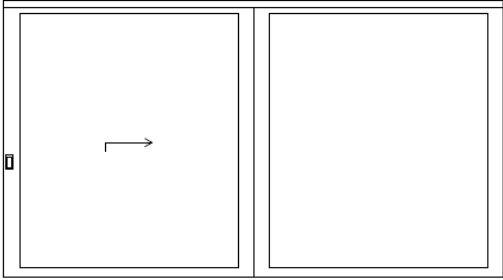
### DØRSKJEMA

<b>ID</b>	H-YD-1	
<b>Slagretning</b>	V	
<b>Åpningstype</b>	Sidehengslet	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	2 090
<b>Brannkrav</b>	EI2 30-Sa	
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,256	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Type 54	



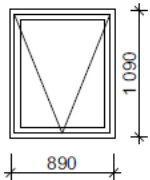
## H.6.1 Dørskjema

### DØRSKJEMA

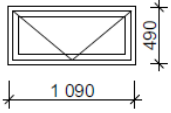
ID	H-YD-2	
Slagretning		
Åpningstype	2 dørblad 1 skyve	
Antall	1	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
		
Størrelse	B=	4 300
	H=	2 410
Brannkrav	EI2 30-Sa	
U-verdi	0,8	
Glassareal	8,154	
Kun for sortering i BIM-program	Ingen ruter	

## H.6.2 - Vindusskjema hytter

### VINDUSKJEMA

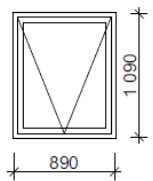
<b>ID</b>	H-V-1	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	1 090
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,676	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu	
<i>W/D Sill Height on the Reveal Side</i>	1 027	

### VINDUSKJEMA

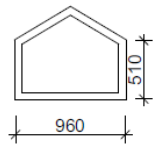
<b>ID</b>	H-V-2	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	1 090
	<b>H=</b>	490
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,304	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu	
<i>W/D Sill Height on the Reveal Side</i>	1 627	

## H.6.2 - Vindusskjema hytter

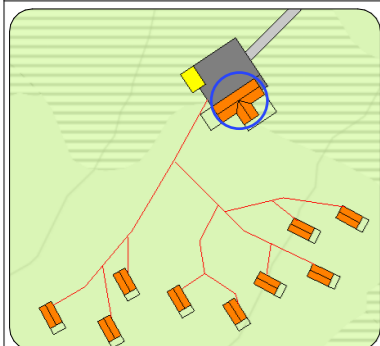
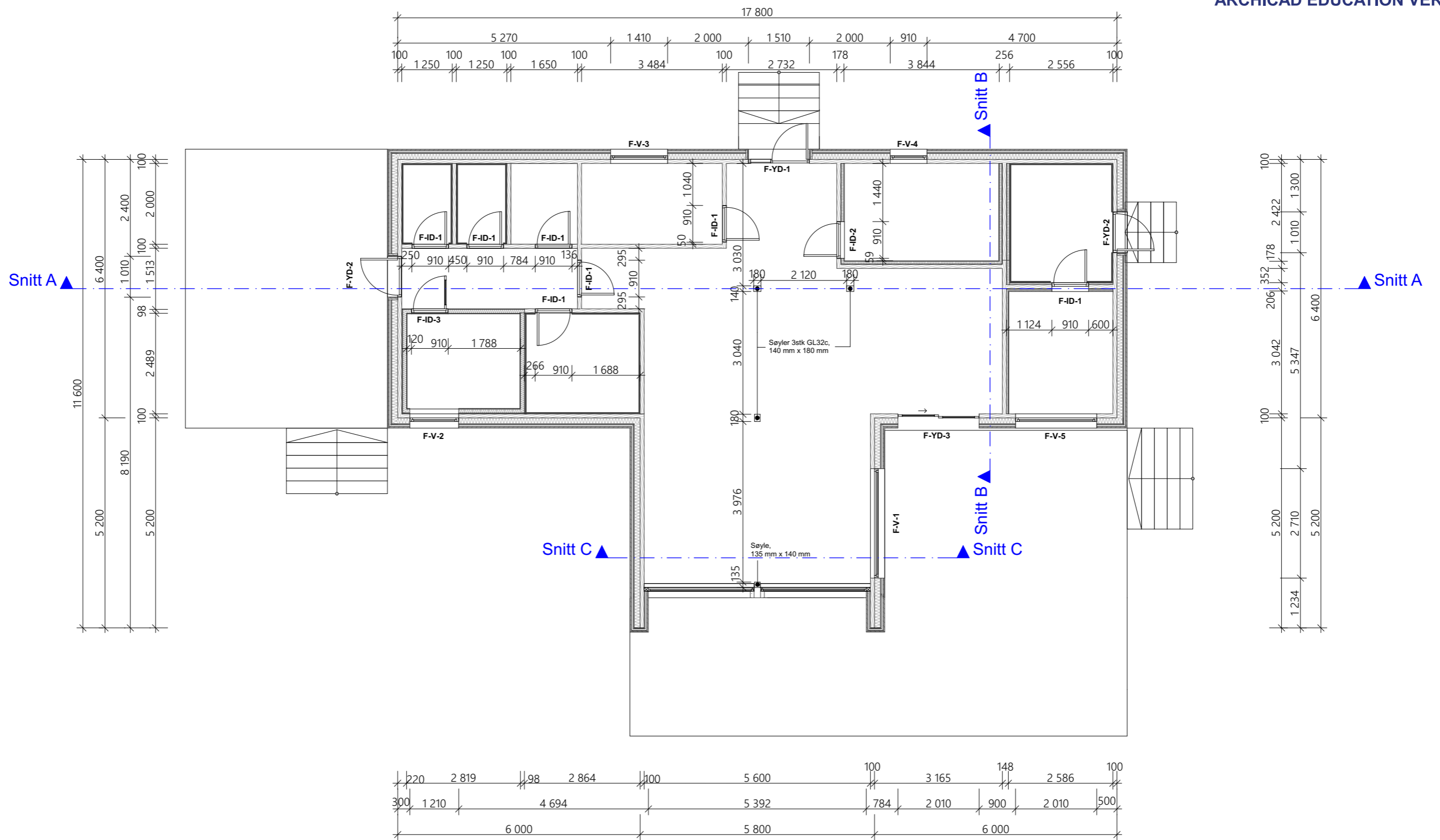
### VINDUSKJEMA

<b>ID</b>	H-V-1	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	1090
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,676	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu	
W/D Sill Height on the Reveal Side	1027	

### VINDUSKJEMA

<b>ID</b>	H-V-4	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	960
	<b>H=</b>	799
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,472	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu femkantet	
W/D Sill Height on the Reveal Side	170	





BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

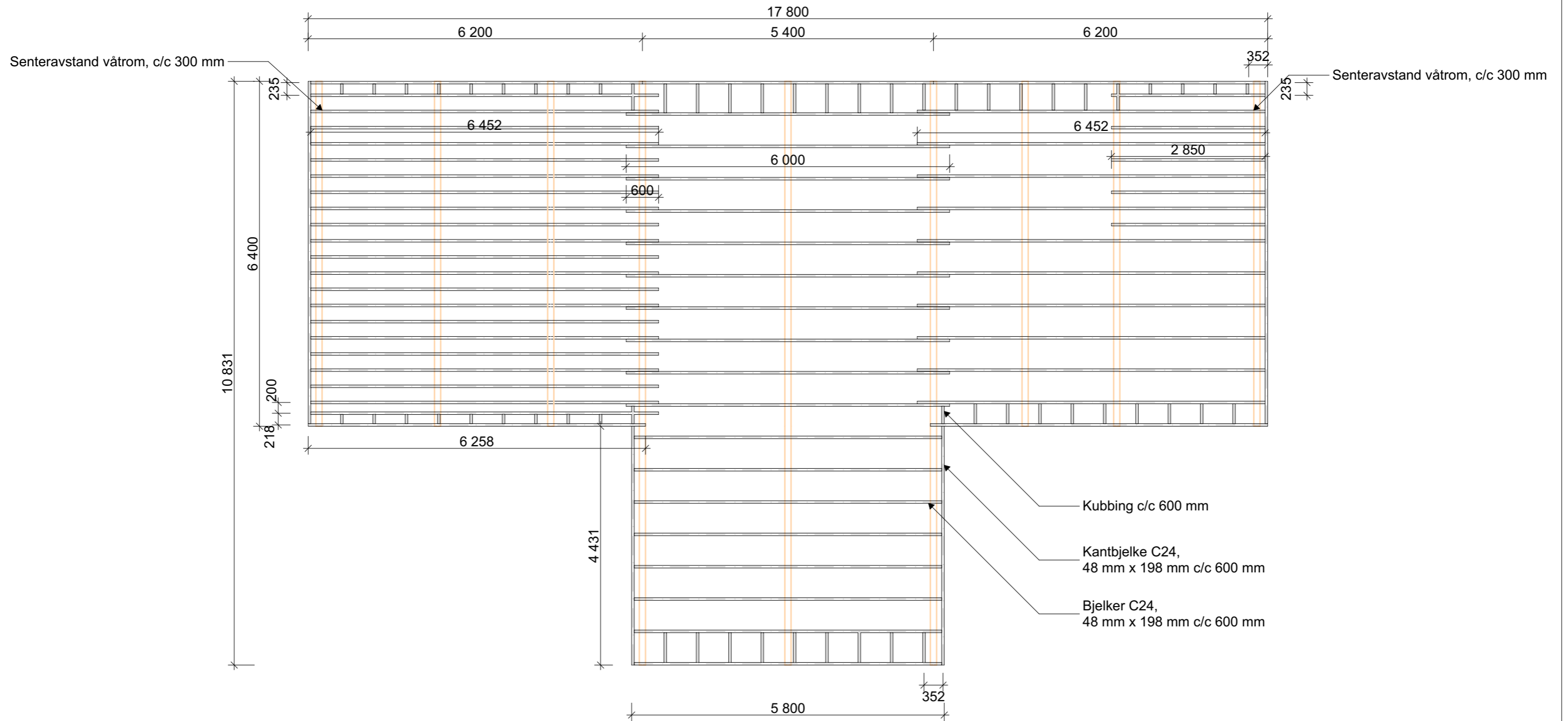
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim


OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Plantegning**

MÅLESTOKK:  
**1:100**  
 TEGNINGSNR.:  
**F.2.2**



 - Underliggende dragere



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

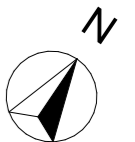
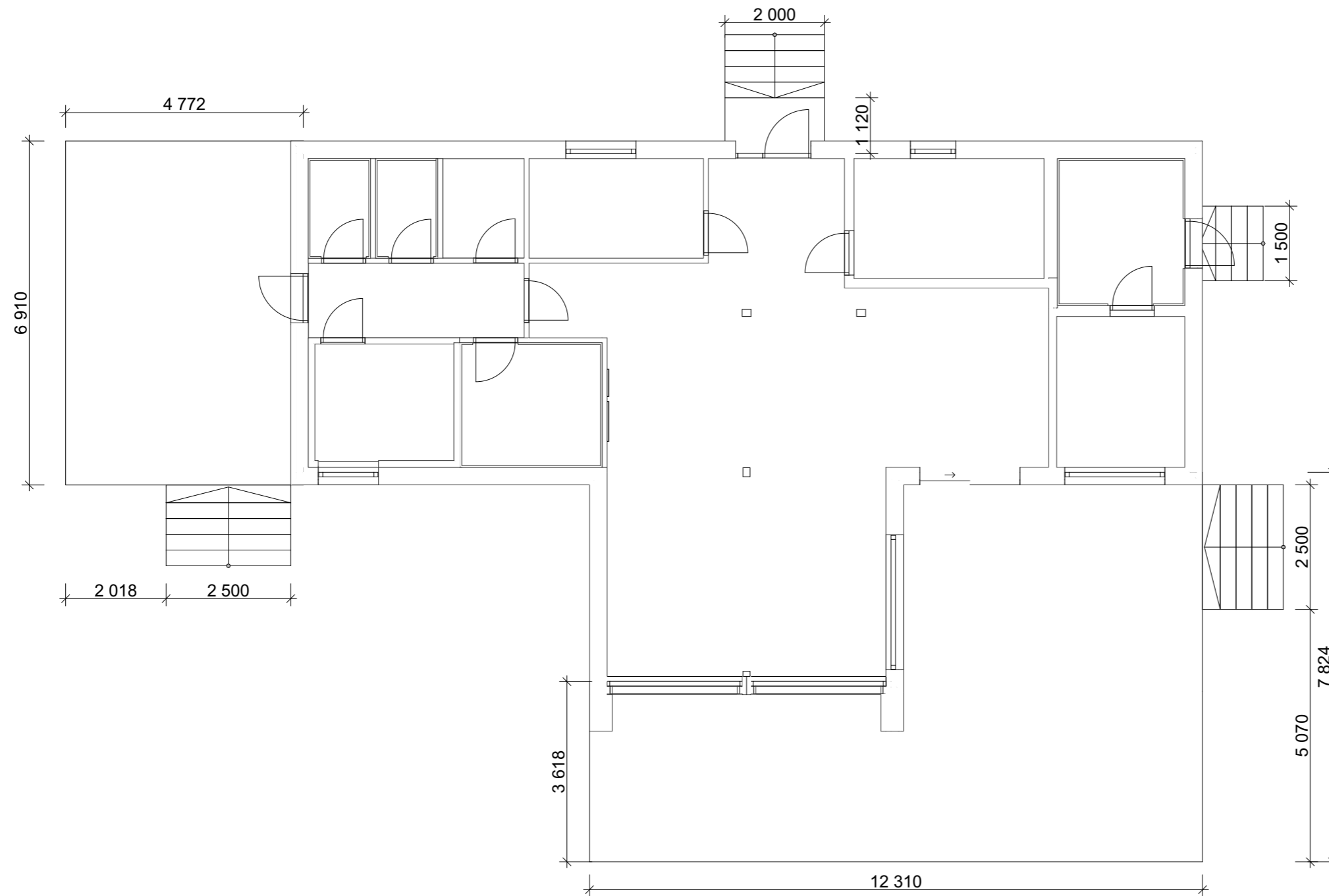
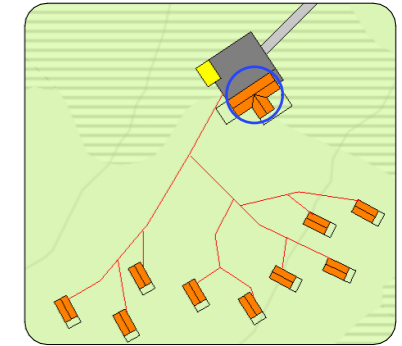
DATO:  
**20.05.2020**



TEGNINGSNAVN:  
**F - Bjelkelagsplan**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.2.3**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

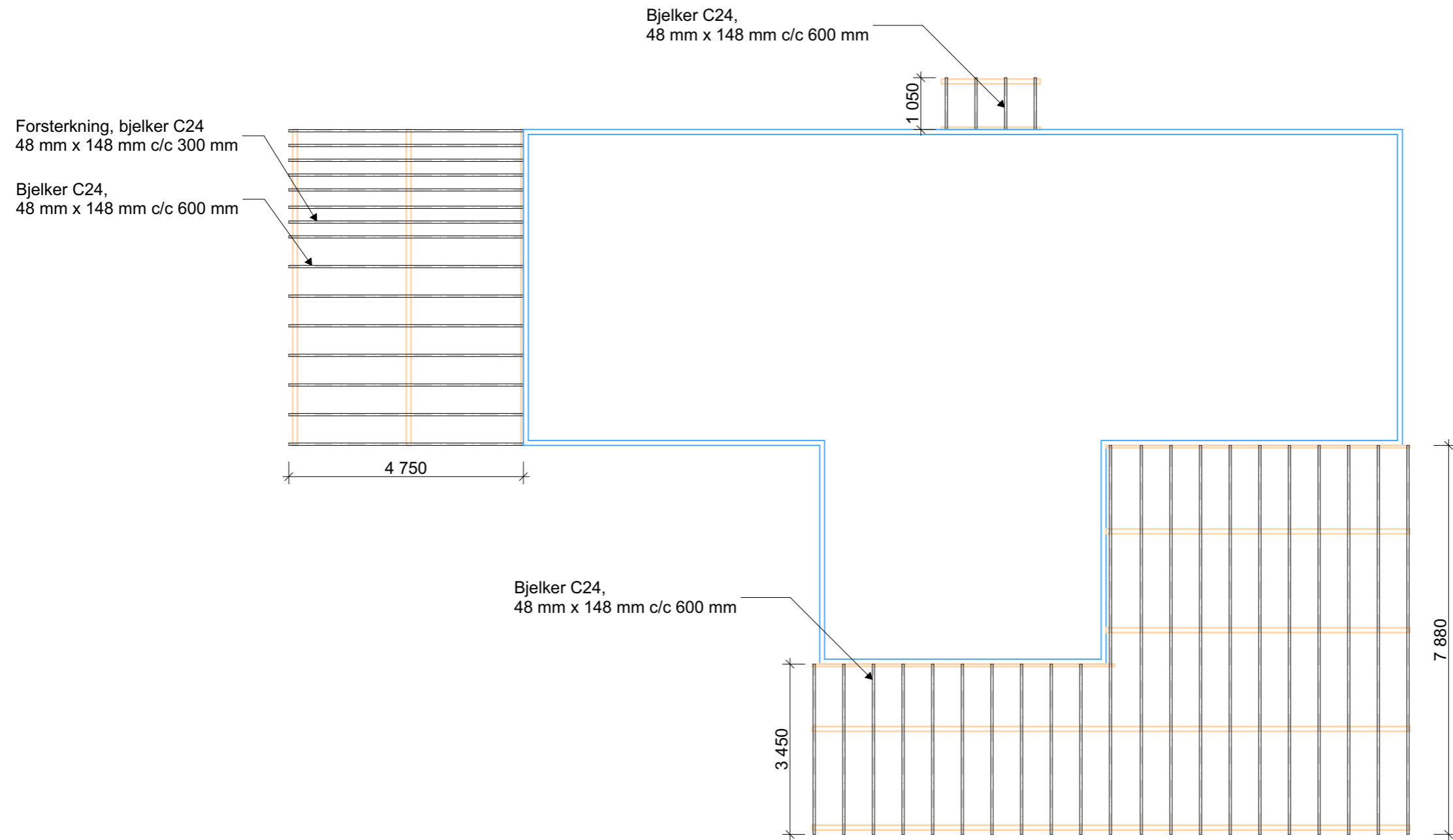
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

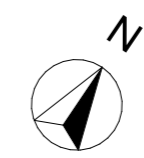
DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Plantegning, terrasse**

MÅLESTOKK:  
**1:100**  
 TEGNINGSNR.:  
**F.2.4**

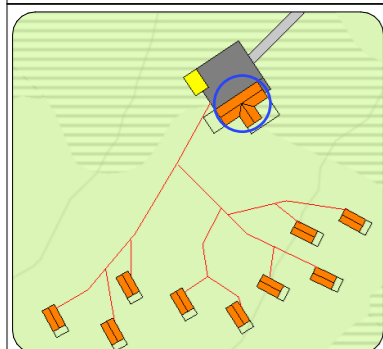
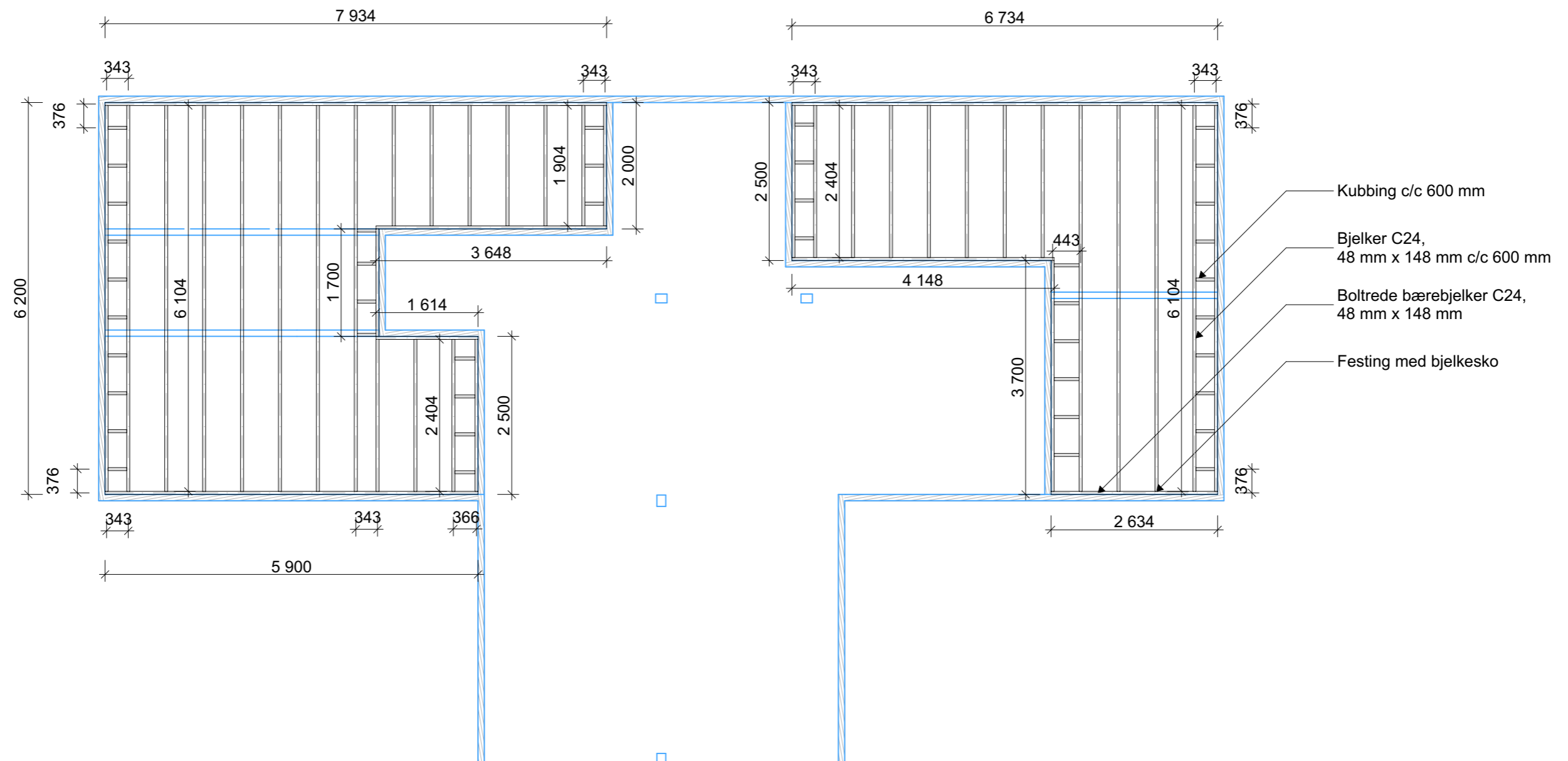



- Underliggende dragere
- Bærende vegger



BACHELOROPPGAVE 2020: <b>Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt</b>	
PROSJEKTERENDE: <b>Gruppe 10, NTNU</b> Arkitekt Christies gate 2 7012 Trondheim	OPPDRAGSGIVER: <b>Grønn Fritid AS</b>
	DATO: <b>20.05.2020</b>
TEGNINGSNAVN: <b>F - Bjelkelagsplan, terrasse</b>	MÅLESTOKK: <b>1:100</b>
	TEGNINGSNR.: <b>F.2.5</b>





 - Bærende vegger



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

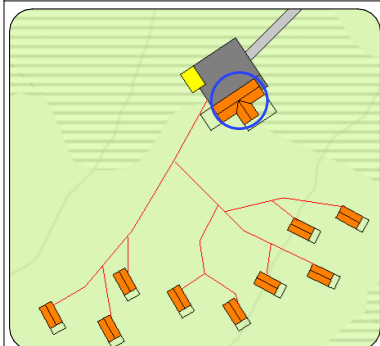
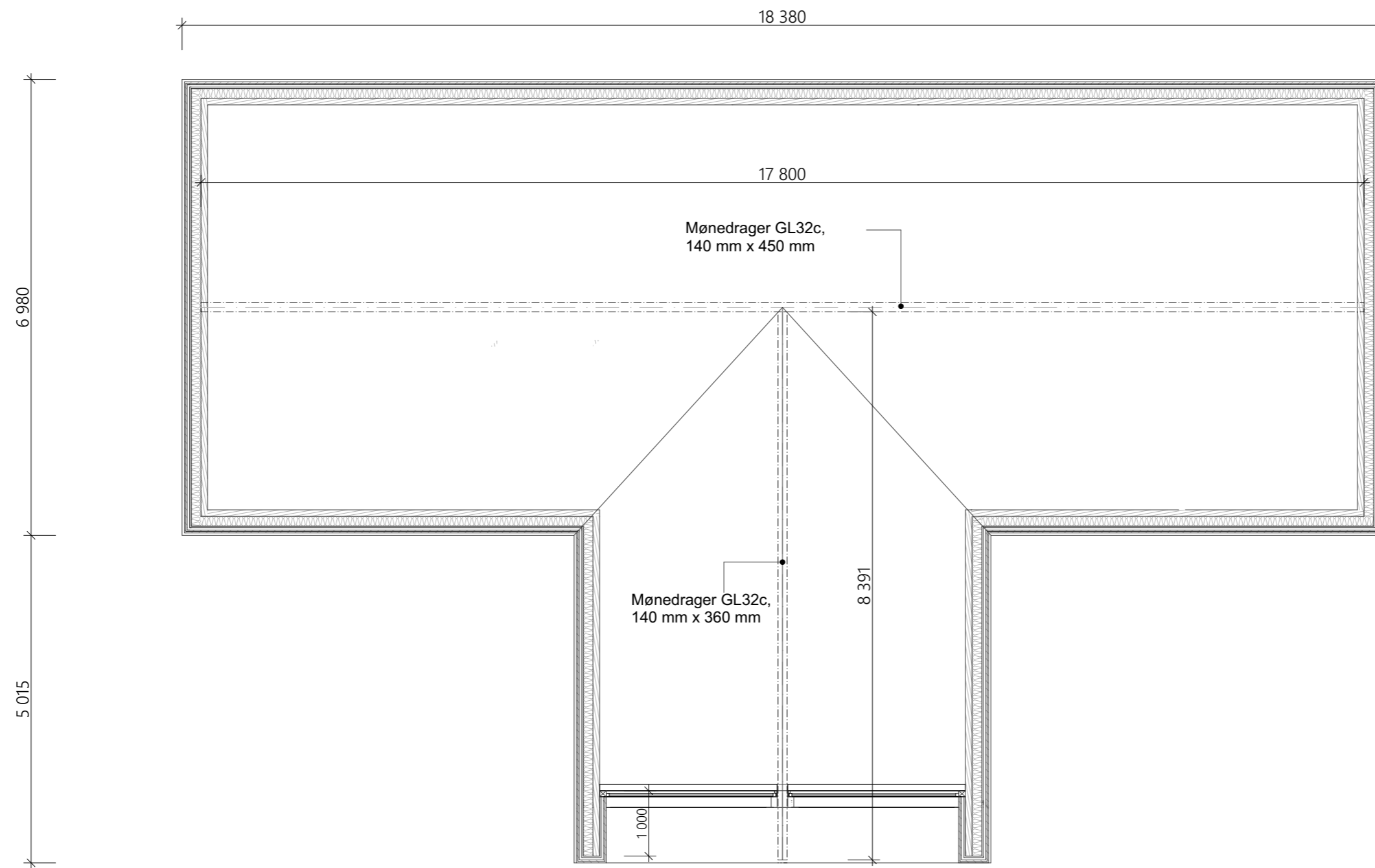
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Bjelkelagsplan,  
himling**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.2.6**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

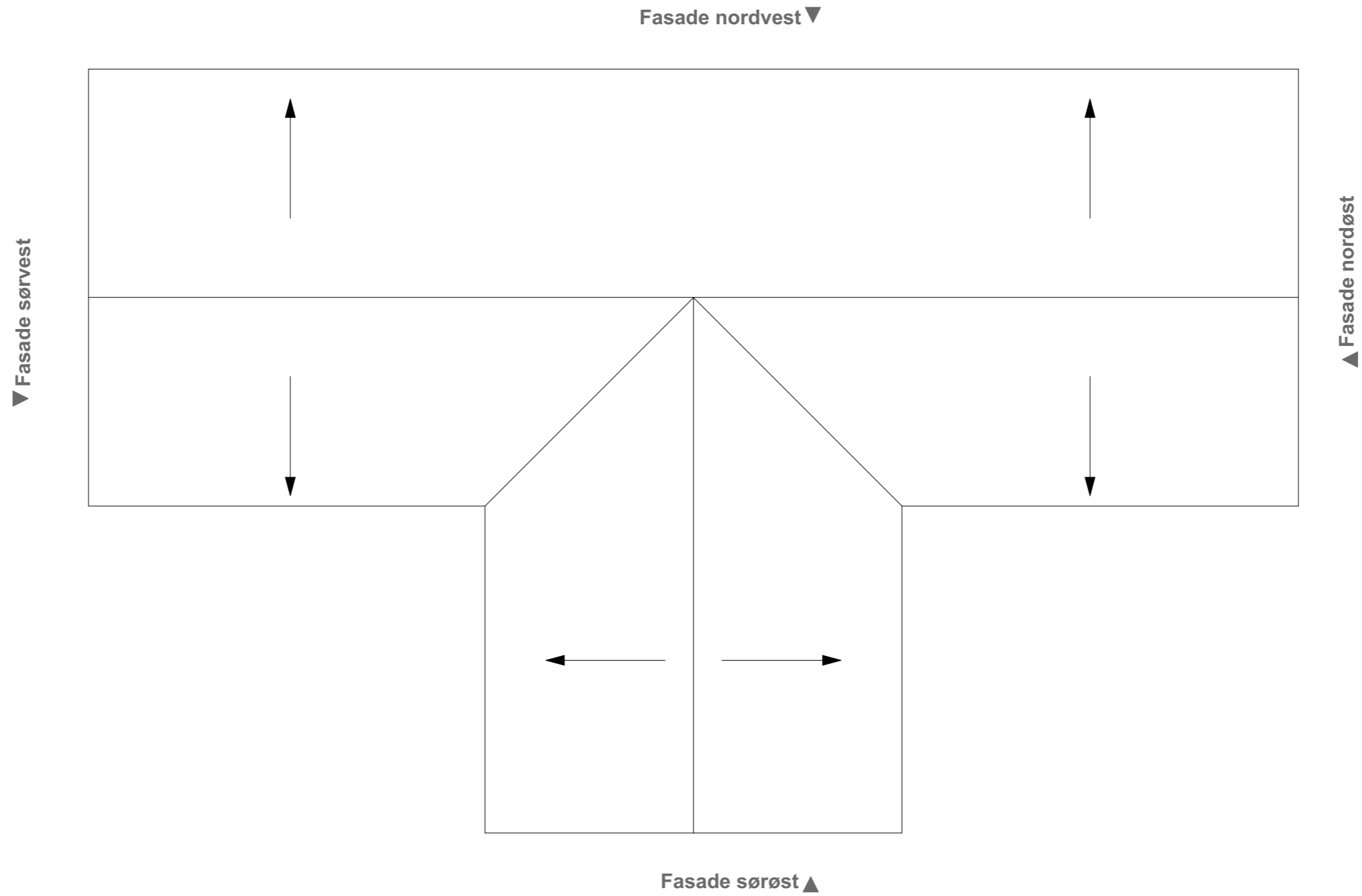
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

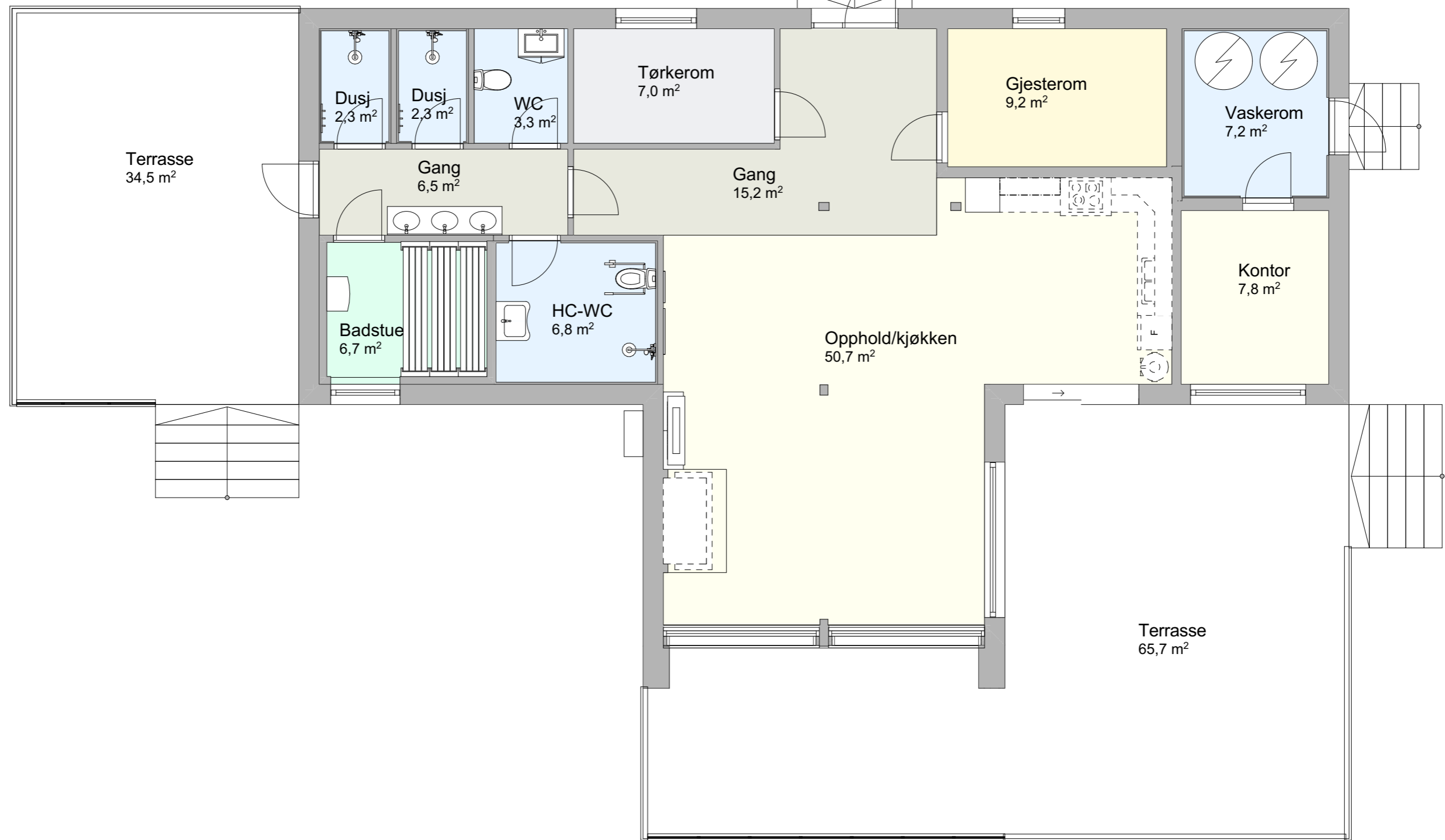
TEGNINGSNAVN:  
**F - Takplan**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.2.7**



BACHELOROPPGAVE 2020: <b>Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt</b>	
PROSJEKTERENDE: <b>Gruppe 10, NTNU</b> Arkitekt Christies gate 2 7012 Trondheim	OPPDRAGSGIVER: <b>Grønn Fritid AS</b>
	DATO: <b>20.05.2020</b>
TEGNINGSNAVN: <b>F - Takplan med fasademarkør</b>	MÅLESTOKK: <b>1:75</b>
	TEGNINGSNR.: <b>F.2.8</b>



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

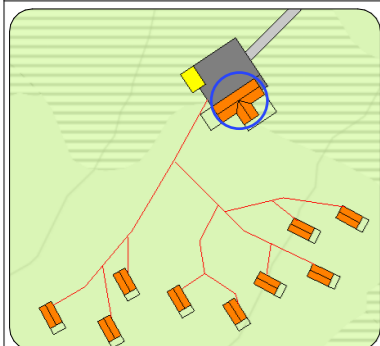
TEGNINGSNAVN:  
**F - Arealtegning**

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.2.9**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

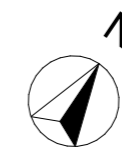
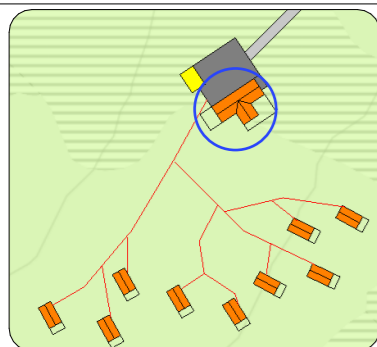
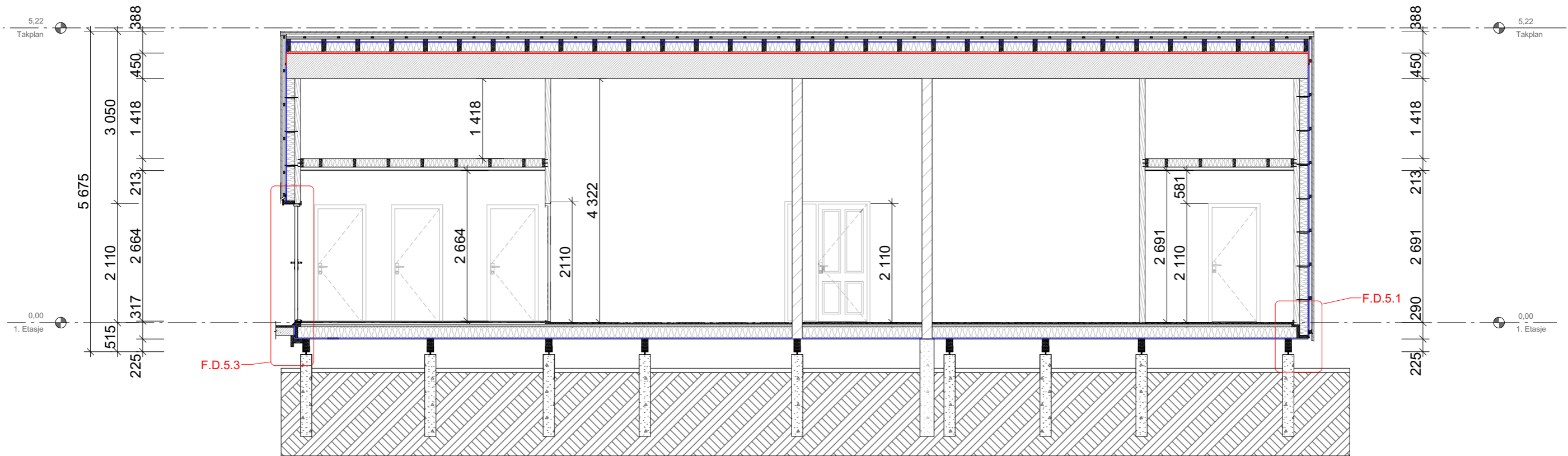
DATO:  
**20.05.2020**



TEGNINGSNAVN:  
**F - Møbleringsplan**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.2.10**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

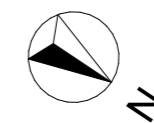
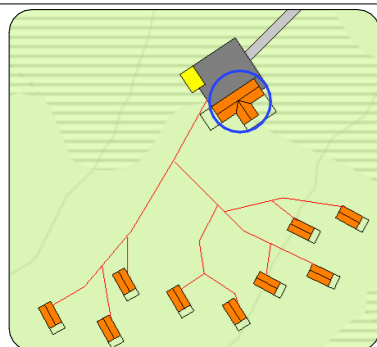
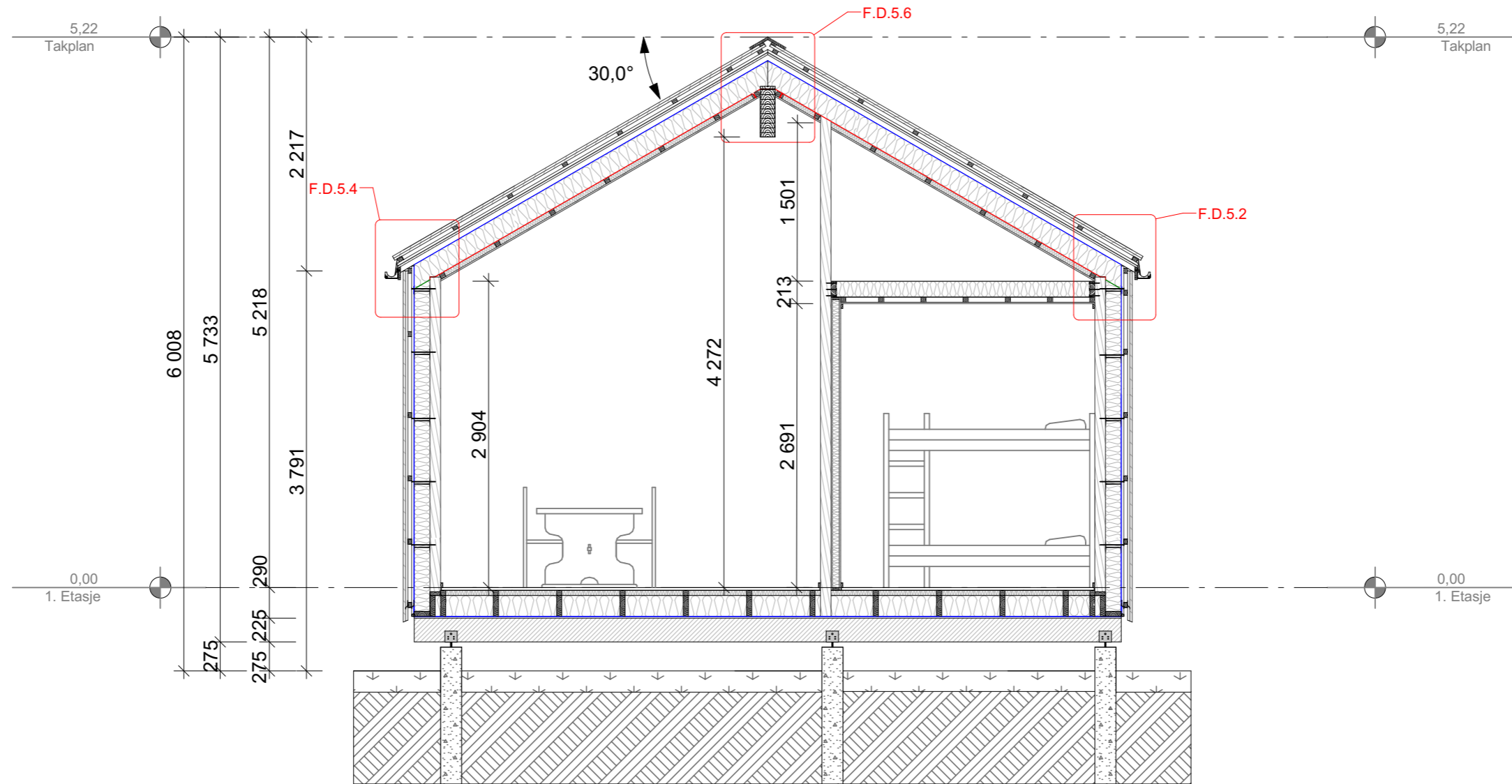
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Snitt A**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.3.1**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

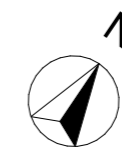
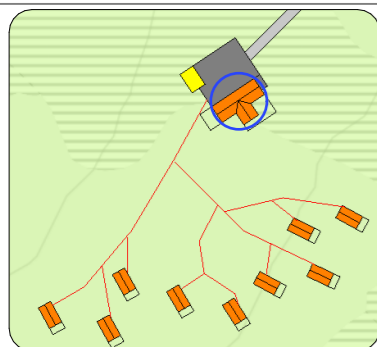
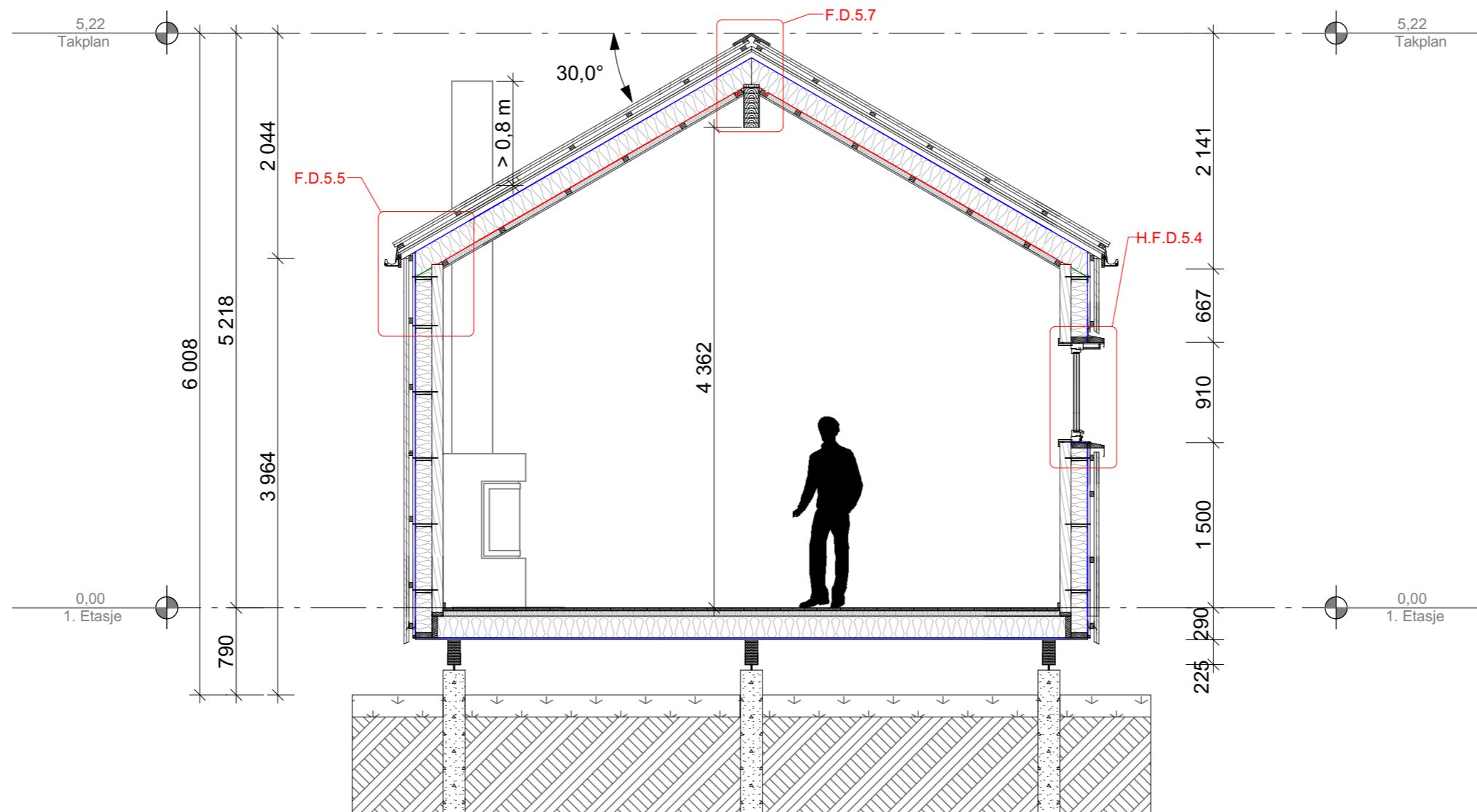
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Snitt B**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**F.3.2**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

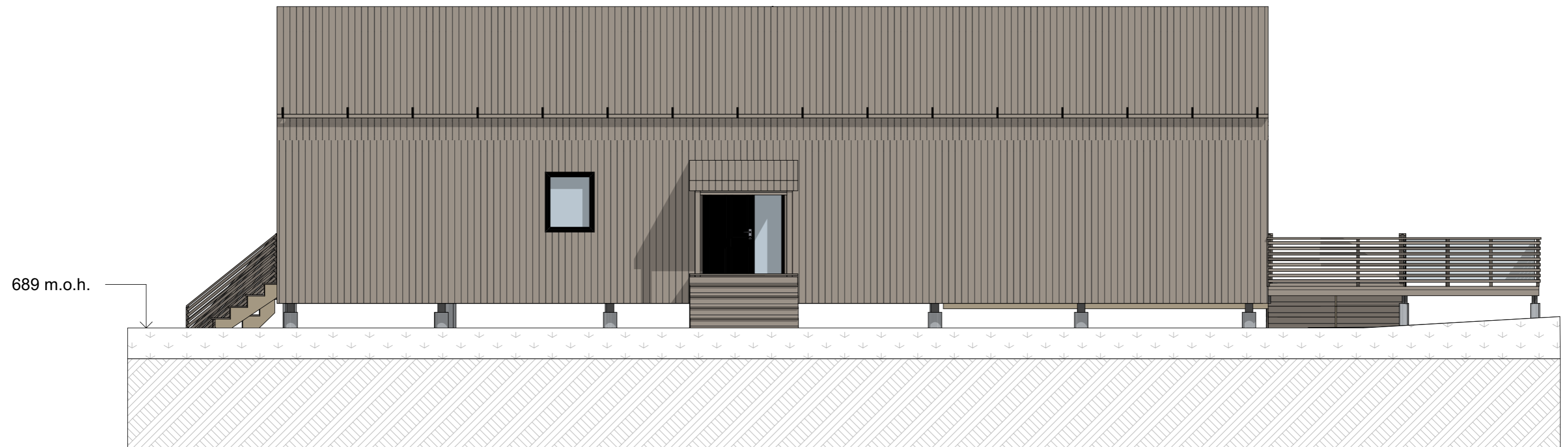
DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Snitt C**

MÅLESTOKK:  
**1:50**

TEGNINGSNR.:  
**F.3.3**





BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

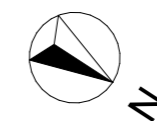
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Fasade nordvest**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.4.1**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

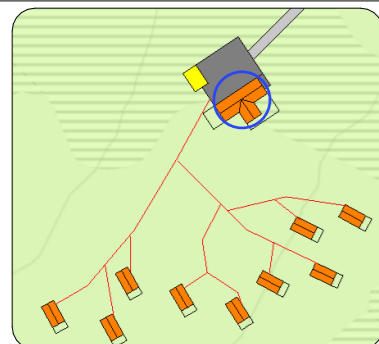
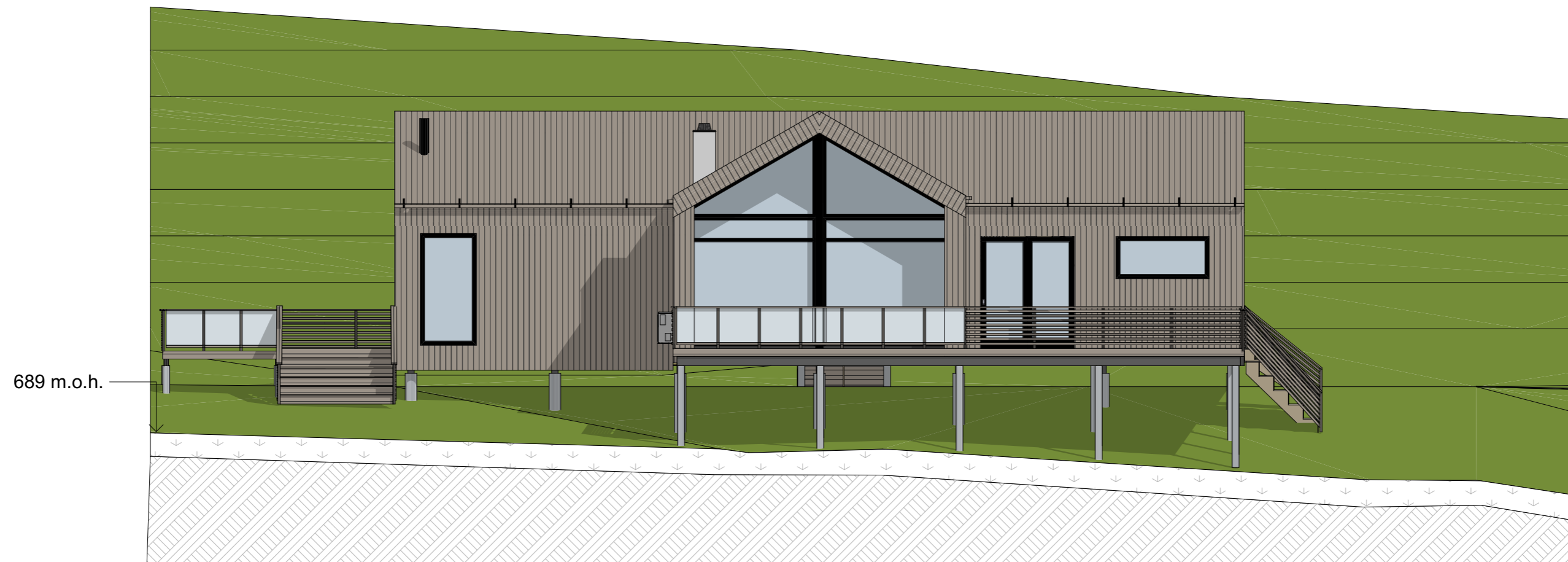
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Fasade nordøst**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.4.2**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

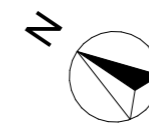
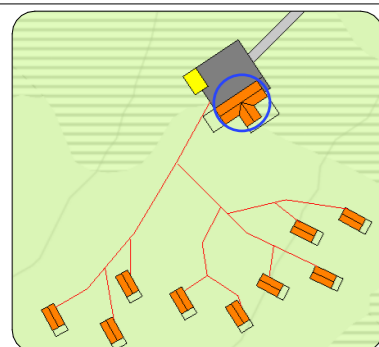
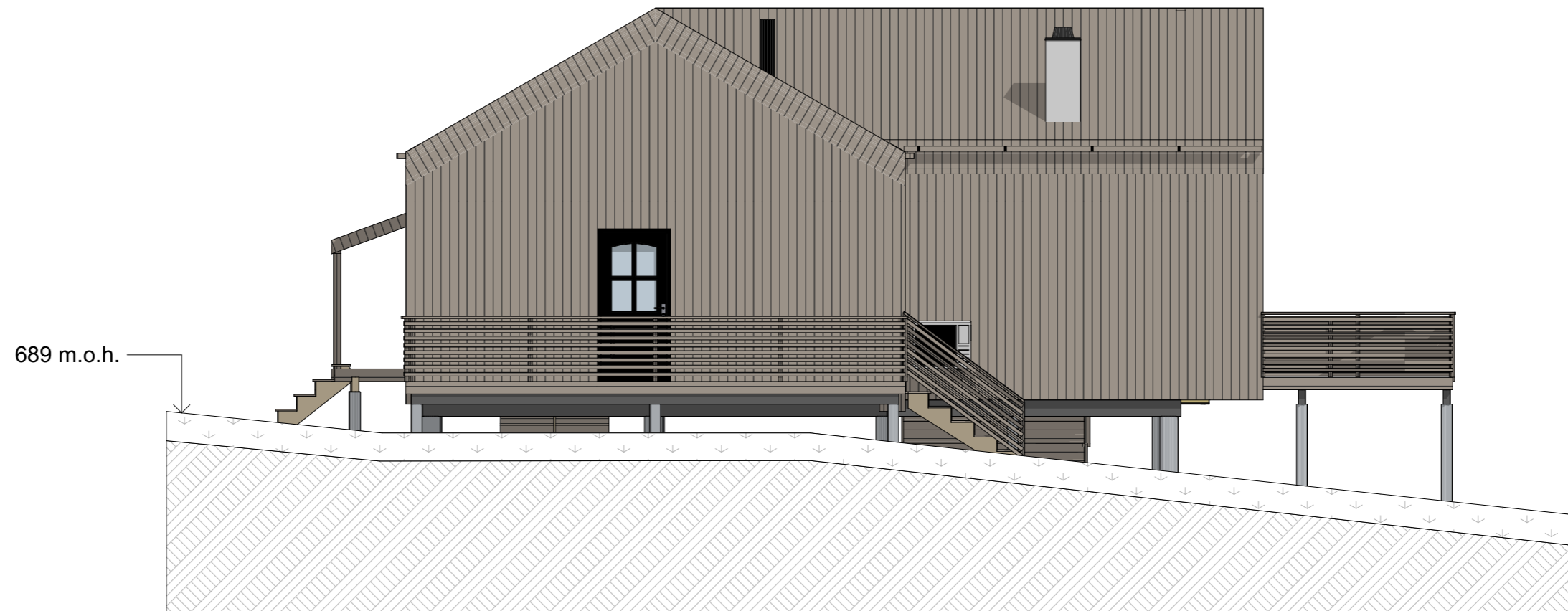
TEGNINGSNAVN:  
**F - Fasade sørøst**

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.4.3**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

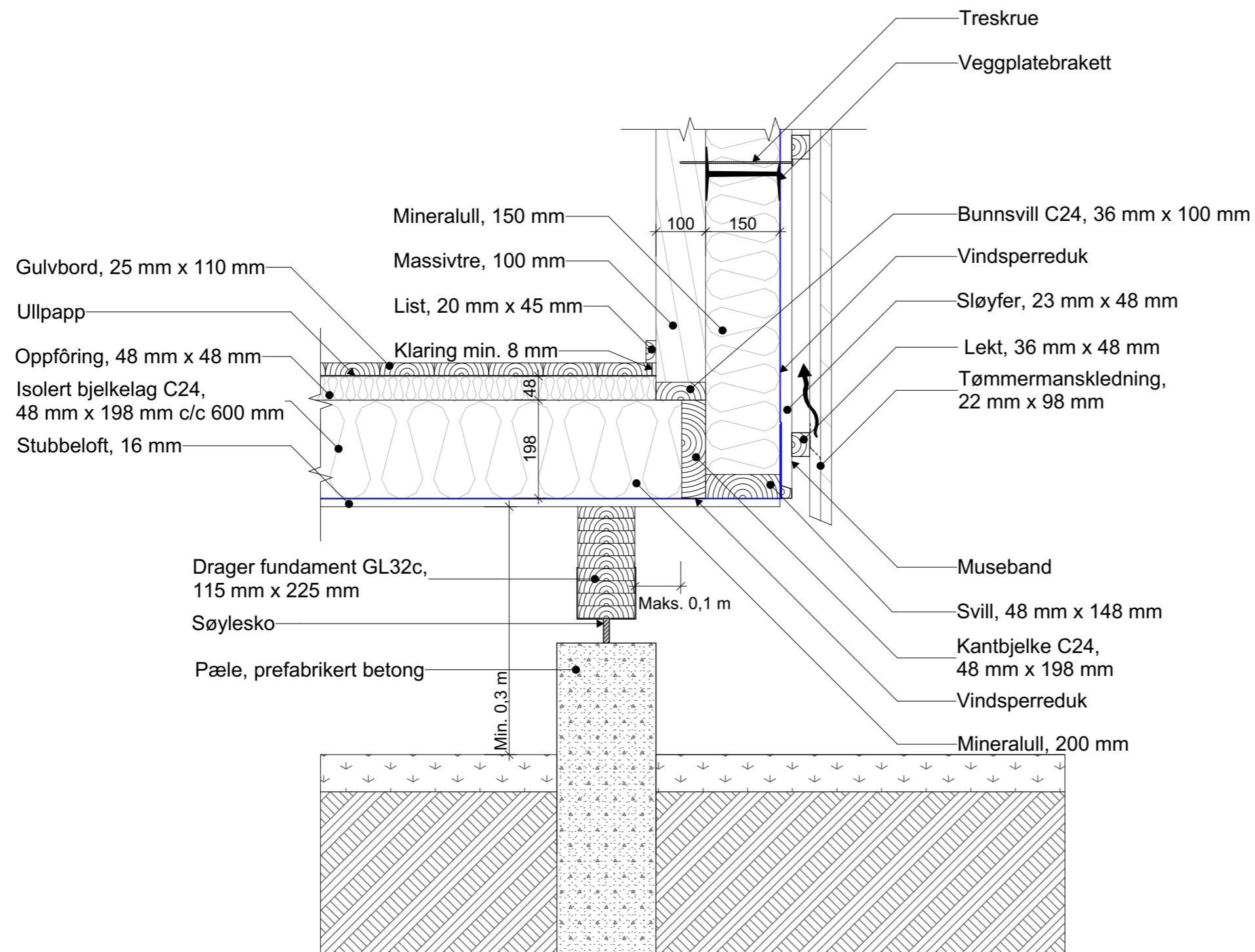
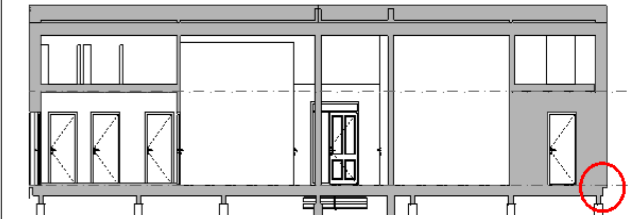
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Fasade sørvest**

MÅLESTOKK:  
**1:75**

TEGNINGSNR.:  
**F.4.4**



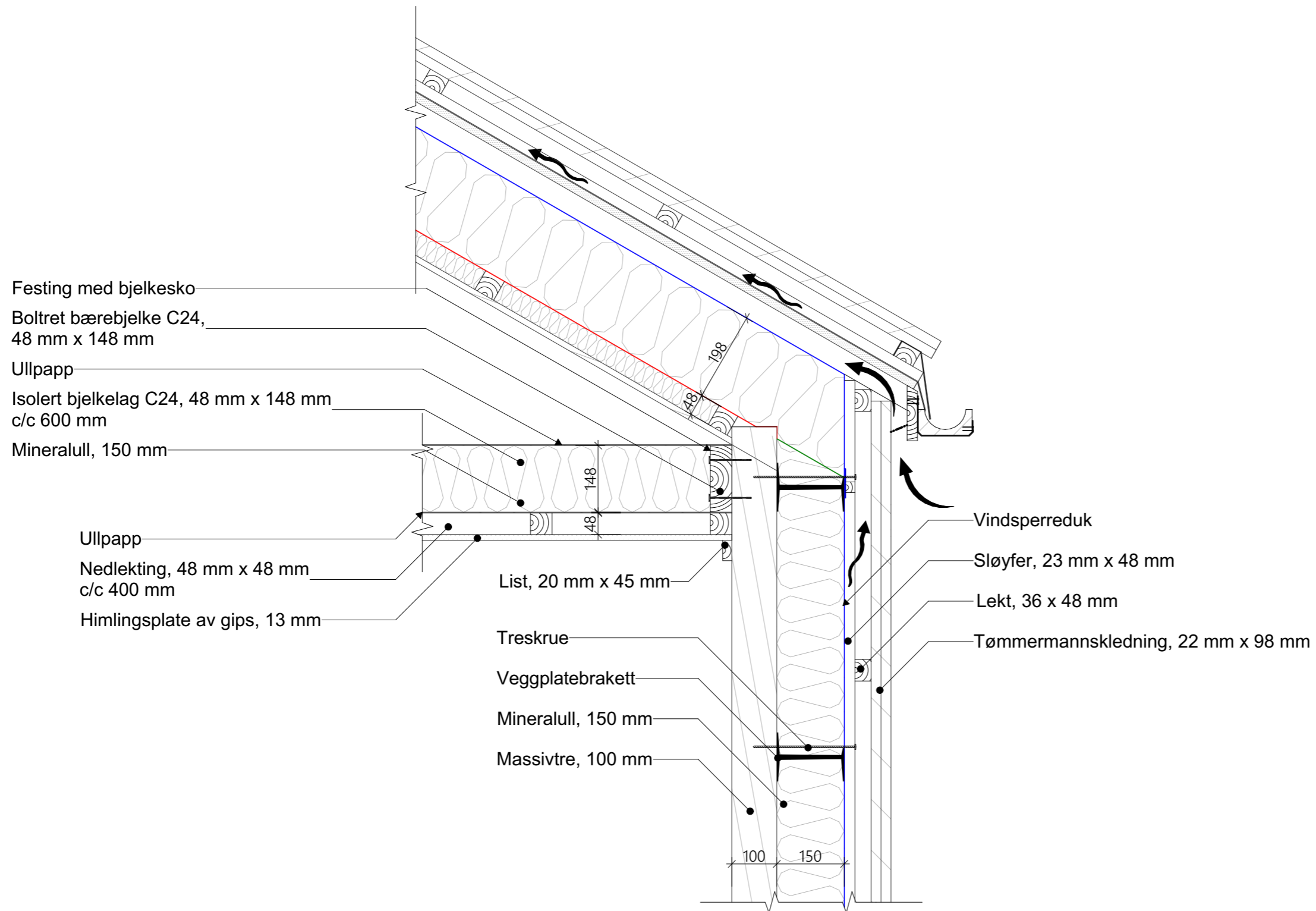
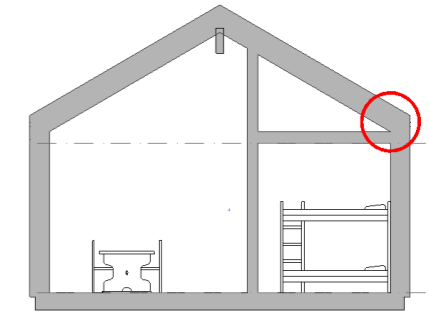
BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**  
 DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Overgang  
 fundament/yttervegg**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**F.D.5.1**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

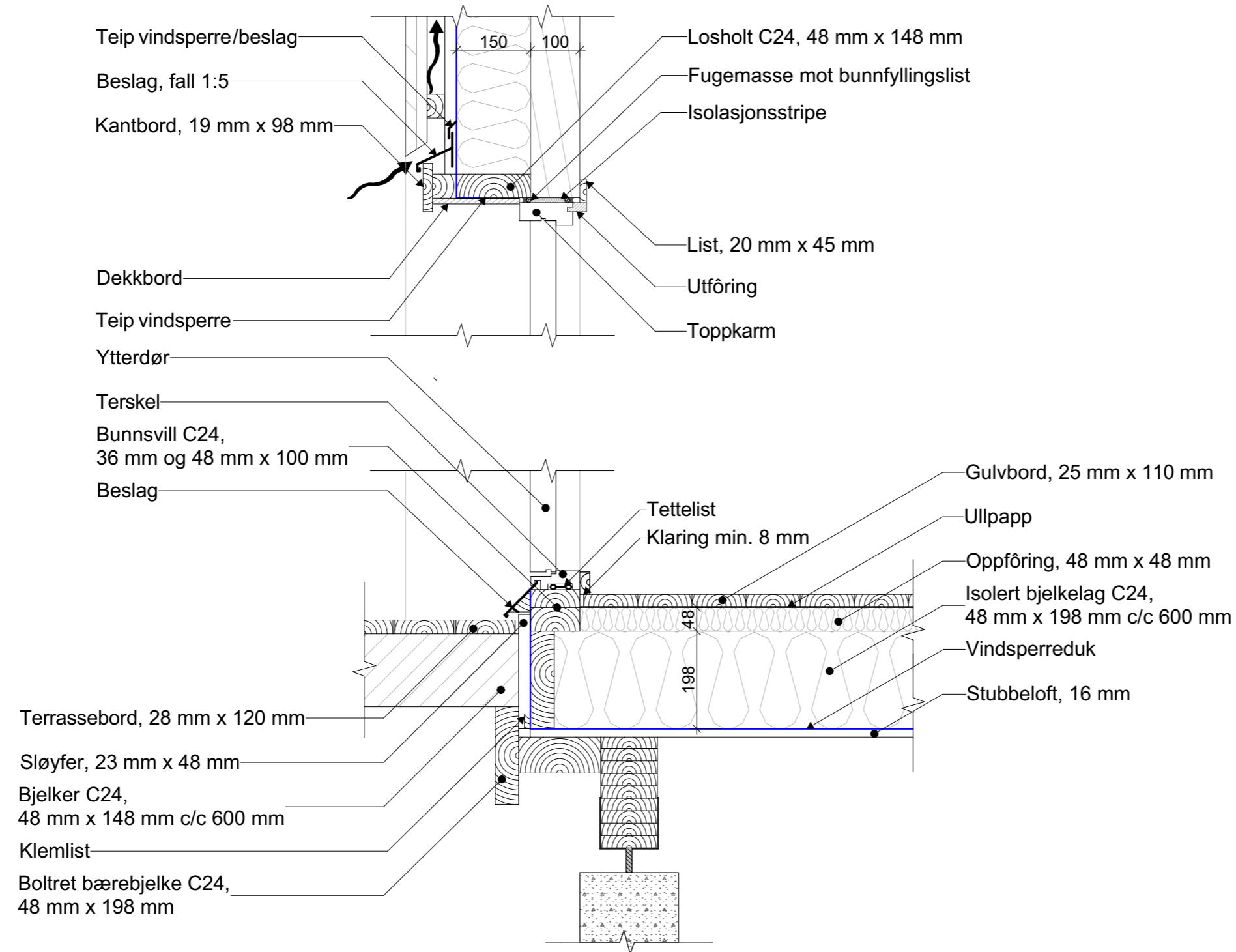
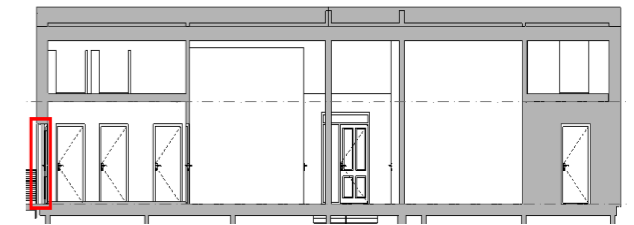
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Overgang  
 yttervegg/himling**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**F.D.5.2**



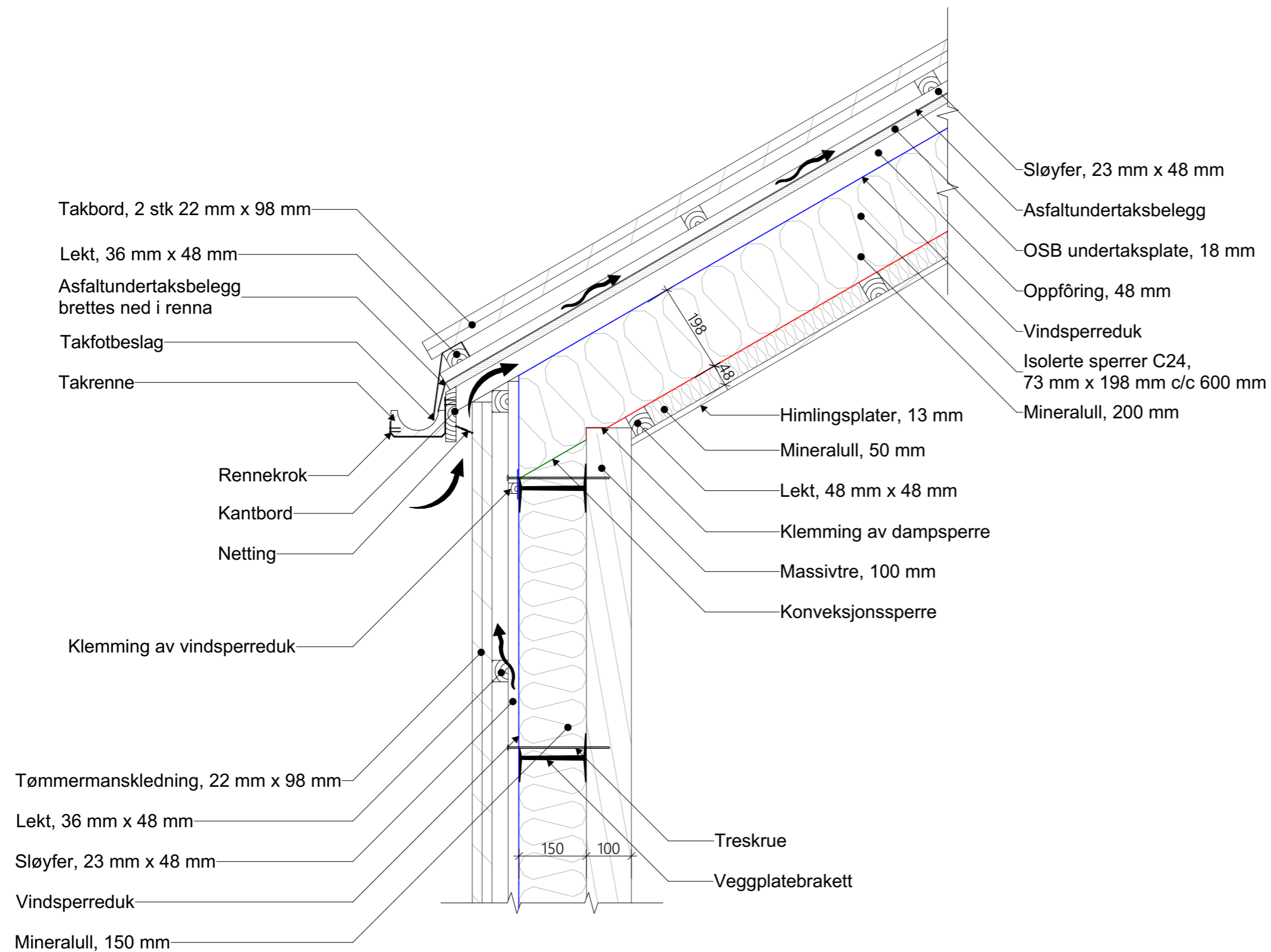
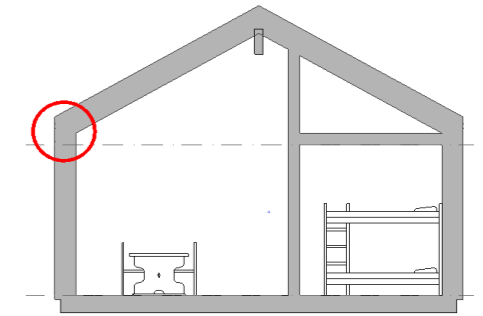
BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**  
 DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Dørinnsetting,  
 vertikalt**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**F.D.5.3**



BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

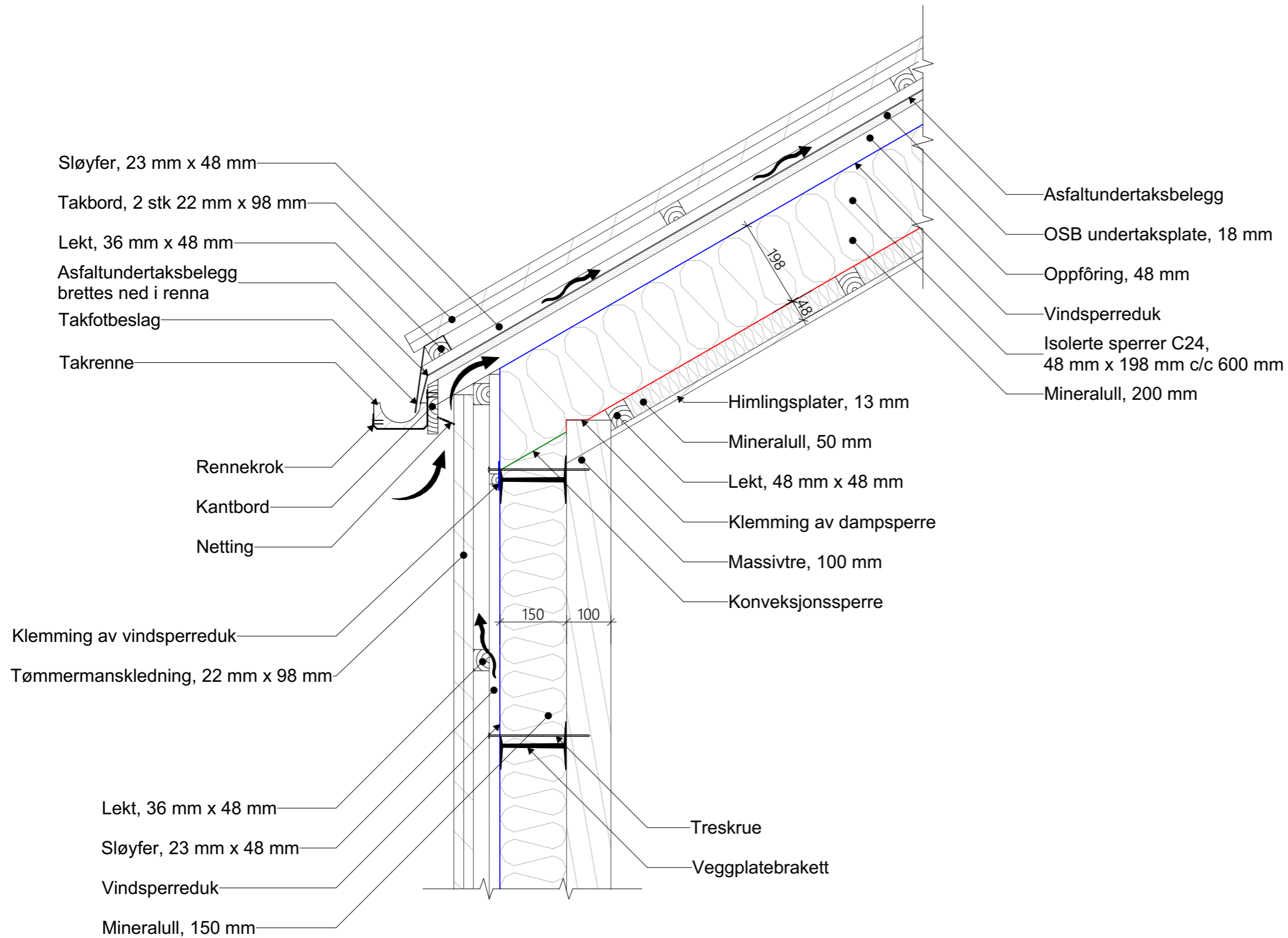
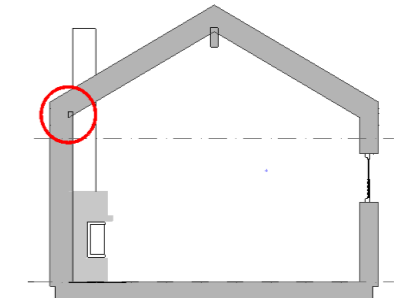
DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Tak, raft**

MÅLESTOKK:  
**1:10**

TEGNINGSNR.:  
**F.D.5.4**





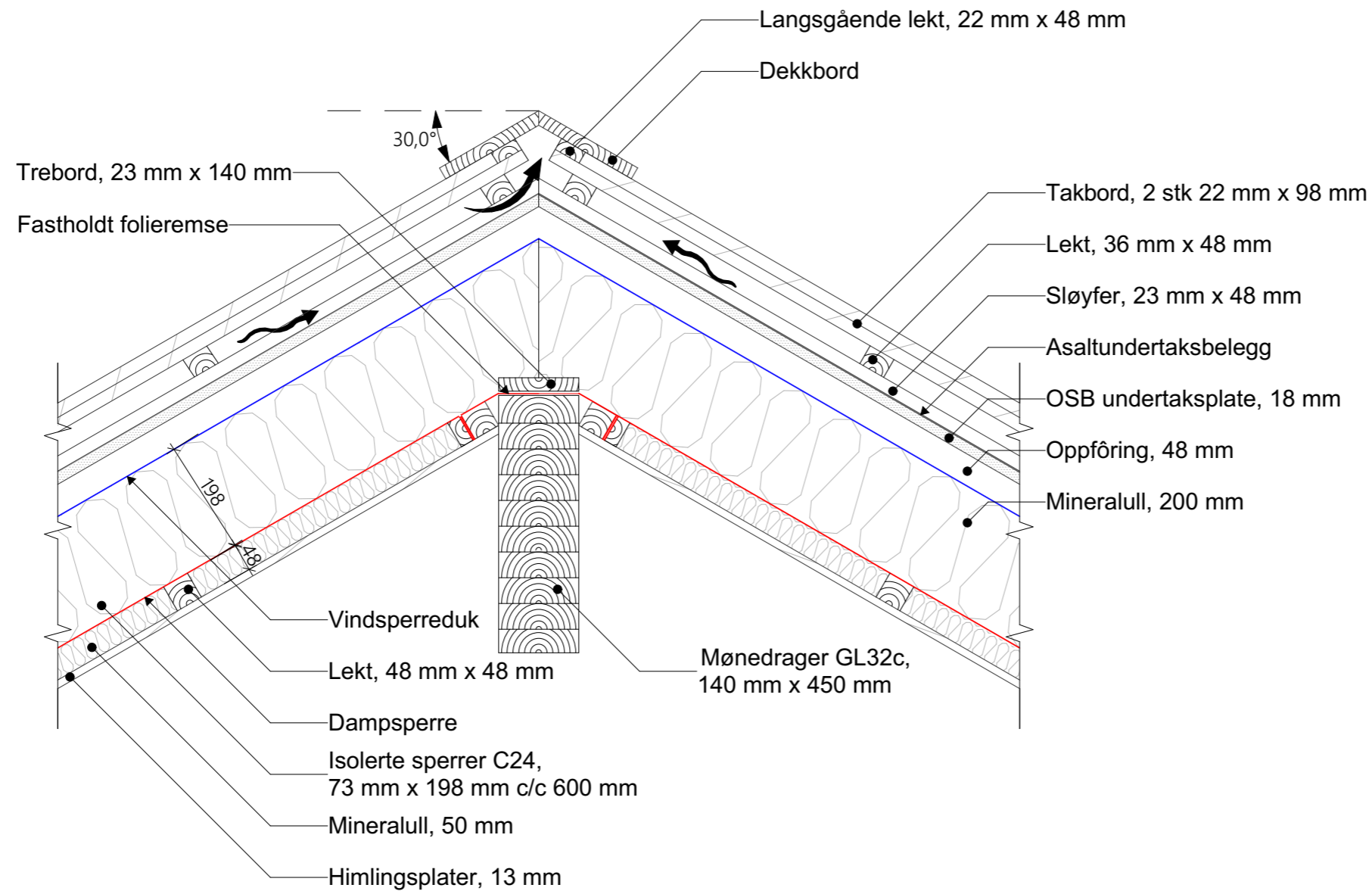
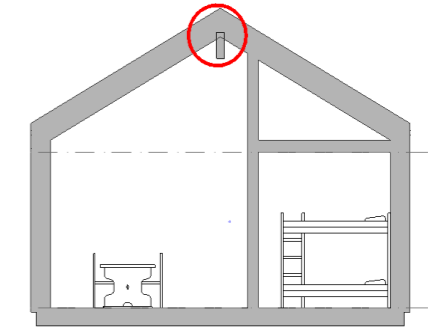
BACHELOROPPGAVE 2020:  
**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**  
 DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Tak, raft utstikk**

MÅLESTOKK:  
**1:10**  
 TEGNINGSNR.:  
**F.D.5.5**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

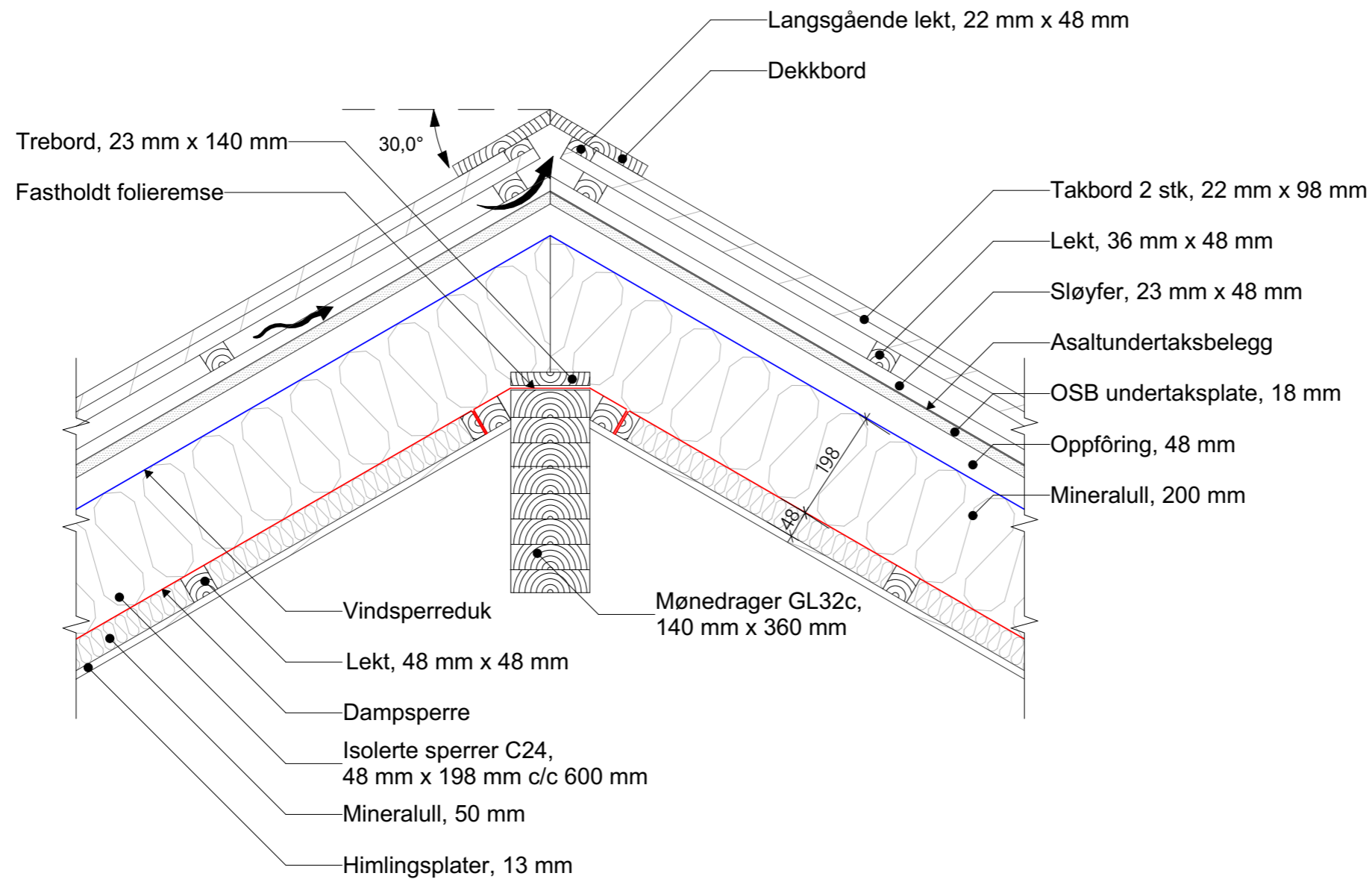
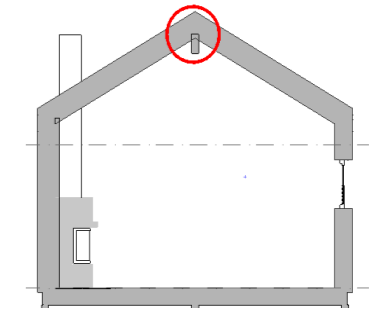
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**F - Tak, møne**

MÅLESTOKK:  
**1:10**

TEGNINGSNR.:  
**F.D.5.6**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

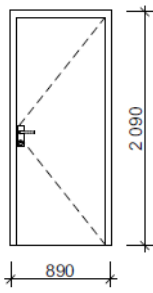
TEGNINGSNAVN:  
**F - Tak, møne utstikk**

MÅLESTOKK:  
**1:10**

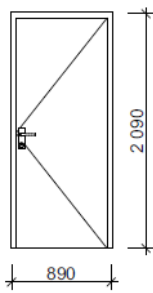
TEGNINGSNR.:  
**F.D.5.7**

## F.6.1 – Dørskjema fellesbygg

### DØRSKJEMA

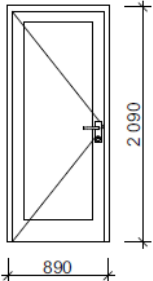
<b>ID</b>	F-ID-1	
<b>Slagretning</b>	V	
<b>Åpningstype</b>	Sidehengslet	
<b>Antall</b>	7	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	2 090
<b>Brannkrav</b>	E12 30-Sa	
<b>U-verdi</b>		
<b>Glassareal</b>	0,000	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Type 1	

### DØRSKJEMA

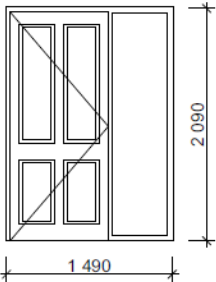
<b>ID</b>	F-ID-2	
<b>Slagretning</b>	H	
<b>Åpningstype</b>	Sidehengslet	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	2 090
<b>Brannkrav</b>	E12 30-Sa	
<b>U-verdi</b>		
<b>Glassareal</b>	0,000	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Type 1	

## F.6.1 – Dørskjema fellesbygg

### DØRSKJEMA

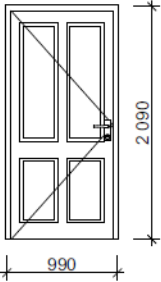
<b>ID</b>	F-ID-3	
<b>Slagretning</b>	V	
<b>Åpningstype</b>	Sidehengslet	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	2 090
<b>Brannkrav</b>	EI2 30-Sa	
<b>U-verdi</b>		
<b>Glassareal</b>	1,076	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Ingen ruter	

### DØRSKJEMA

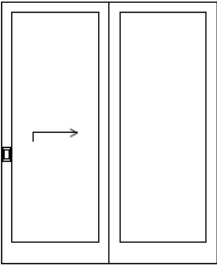
<b>ID</b>	F-YD-1	
<b>Slagretning</b>	V	
<b>Åpningstype</b>	Sidehengslet	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	1 490
	<b>H=</b>	2 090
<b>Brannkrav</b>	EI2 30-Sa	
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	1,004	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	T type 2	

## F.6.1 – Dørskjema fellesbygg

### DØRSKJEMA

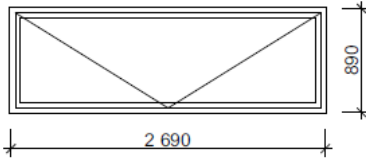
<b>ID</b>	F-YD-2	
<b>Slagretning</b>	V	
<b>Åpningstype</b>	Sidehengslet	
<b>Antall</b>	2	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	990
	<b>H=</b>	2 090
<b>Brannkrav</b>	EI2 30-Sa	
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,000	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Type 2	

### DØRSKJEMA

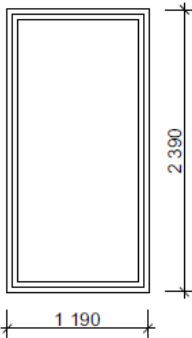
<b>ID</b>	F-YD-3	
<b>Slagretning</b>		
<b>Åpningstype</b>	2 dørblad 1 skyve	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	1 990
	<b>H=</b>	2 410
<b>Brannkrav</b>	EI2 30-Sa	
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	3,281	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Ingen ruter	

## F.6.2 – Vindusskjema fellesbygg

### VINDUSKJEMA

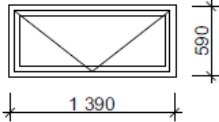
<b>ID</b>	F-V-1	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	2 690
	<b>H=</b>	890
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	1,834	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu	
W/D Sill Height on the Reveal Side	1 575	

### VINDUSKJEMA

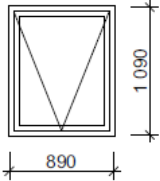
<b>ID</b>	F-V-2	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	1 190
	<b>H=</b>	2 390
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	2,284	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu	
W/D Sill Height on the Reveal Side	100	

## F.6.2 – Vindusskjema fellesbygg

### VINDUSKJEMA

<b>ID</b>	F-V-3	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	1 390
	<b>H=</b>	590
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,522	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu	
W/D Sill Height on the Reveal Side	1 875	

### VINDUSKJEMA

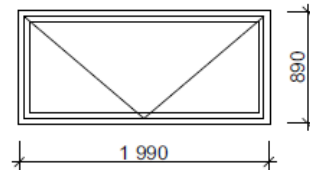
<b>ID</b>	F-V-4	
<b>Antall</b>	1	
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>	
<b>Endringsnr.</b>		
		
<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	890
	<b>H=</b>	1 090
<b>U-verdi</b>	0,8	
<b>Glassareal</b>	0,672	
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu	
W/D Sill Height on the Reveal Side	1 375	



F.6.2 – Vindusskjema fellesbygg

VINDUSKJEMA

<b>ID</b>	F-V-5
<b>Antall</b>	1
<b>Rev. ID</b>	<Undefined>
<b>Endringsnr.</b>	



<b>Størrelse</b>	<b>B=</b>	1 990
	<b>H=</b>	890
<b>U-verdi</b>		0,8
<b>Glassareal</b>		1,326
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>		Vindu
W/D Sill Height on the Reveal Side		1 575



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**3D Utvendig hytte 1**

TEGNINGSNR.:  
**7.1**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**3D Innvendig hytte 1**

TEGNINGSNR.:  
**7.2**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**3D Innvendig hytte 2**

TEGNINGSNR.:  
**7.3**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

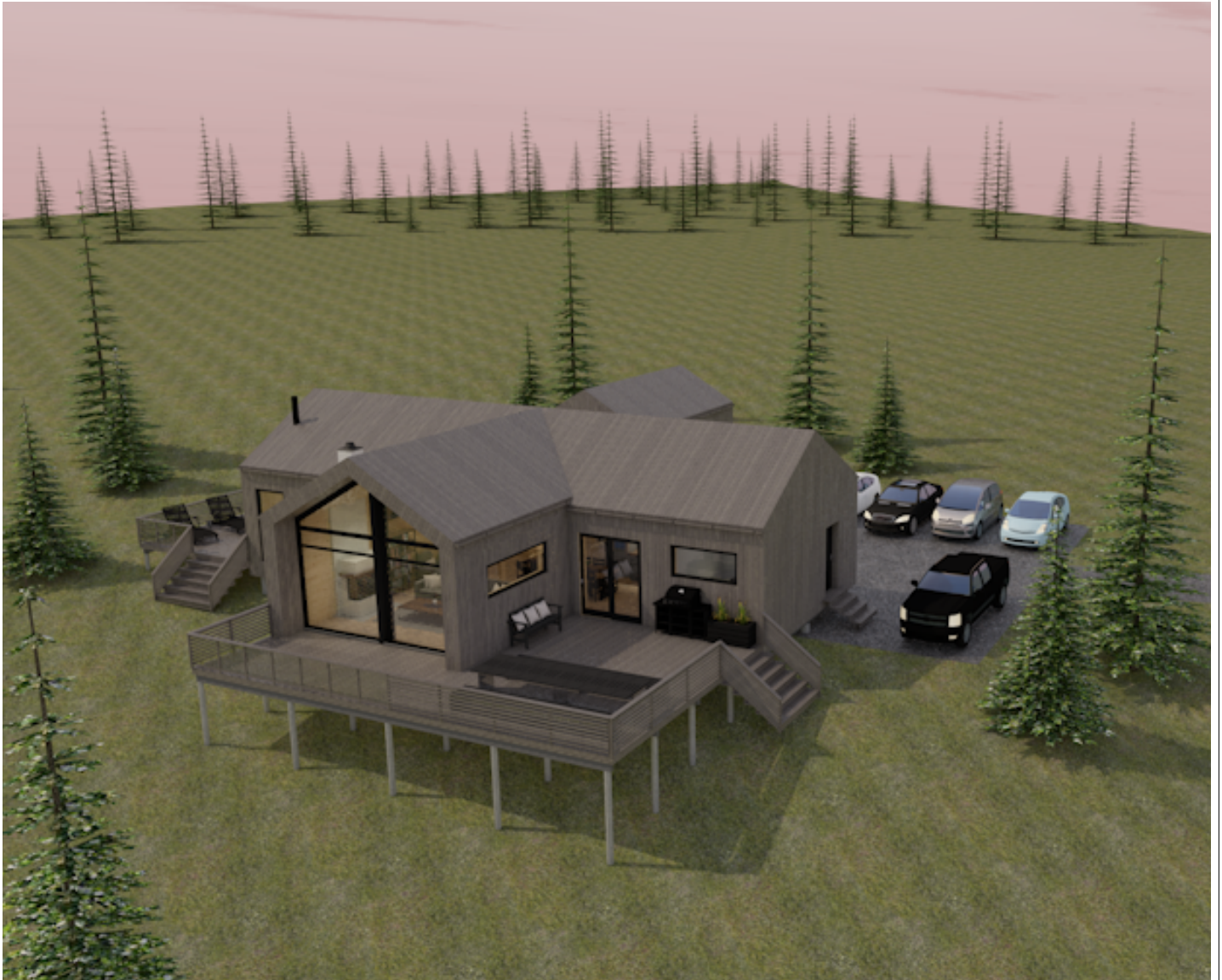
PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**3D Utvendig fellesbygg 1**

TEGNINGSNR.:  
**7.4**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:

**Gruppe 10, NTNU**

Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

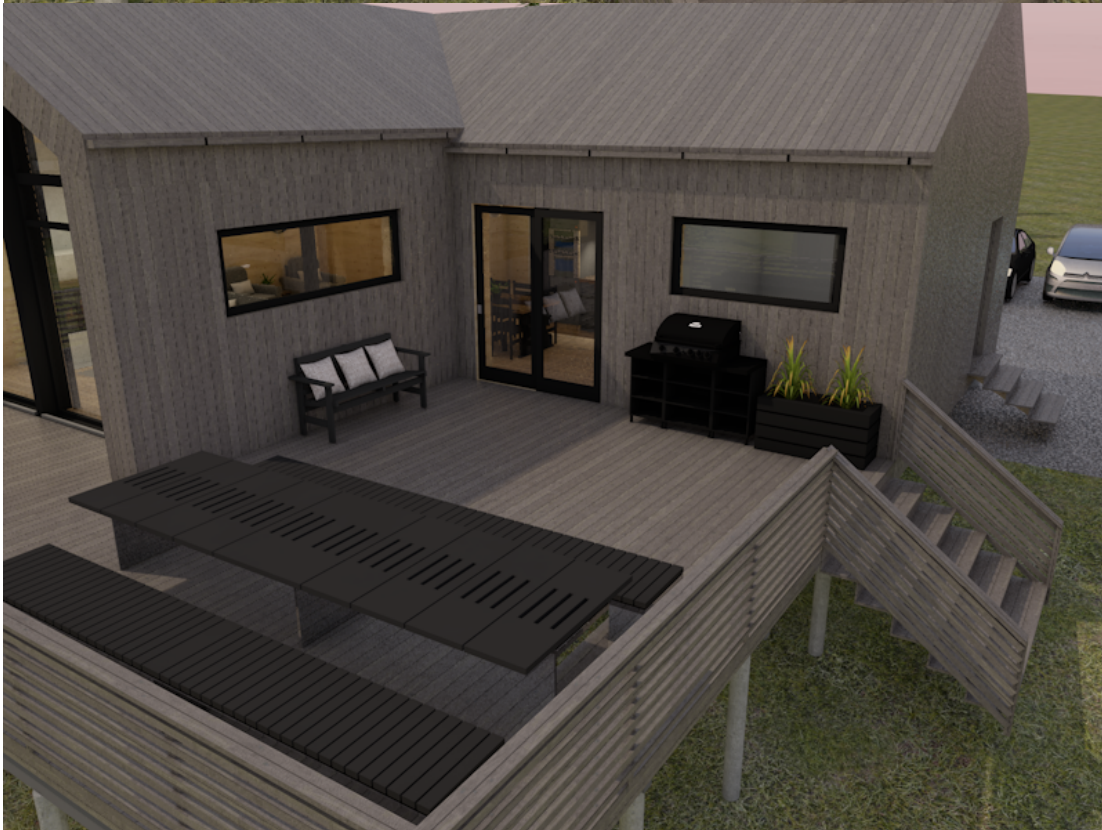
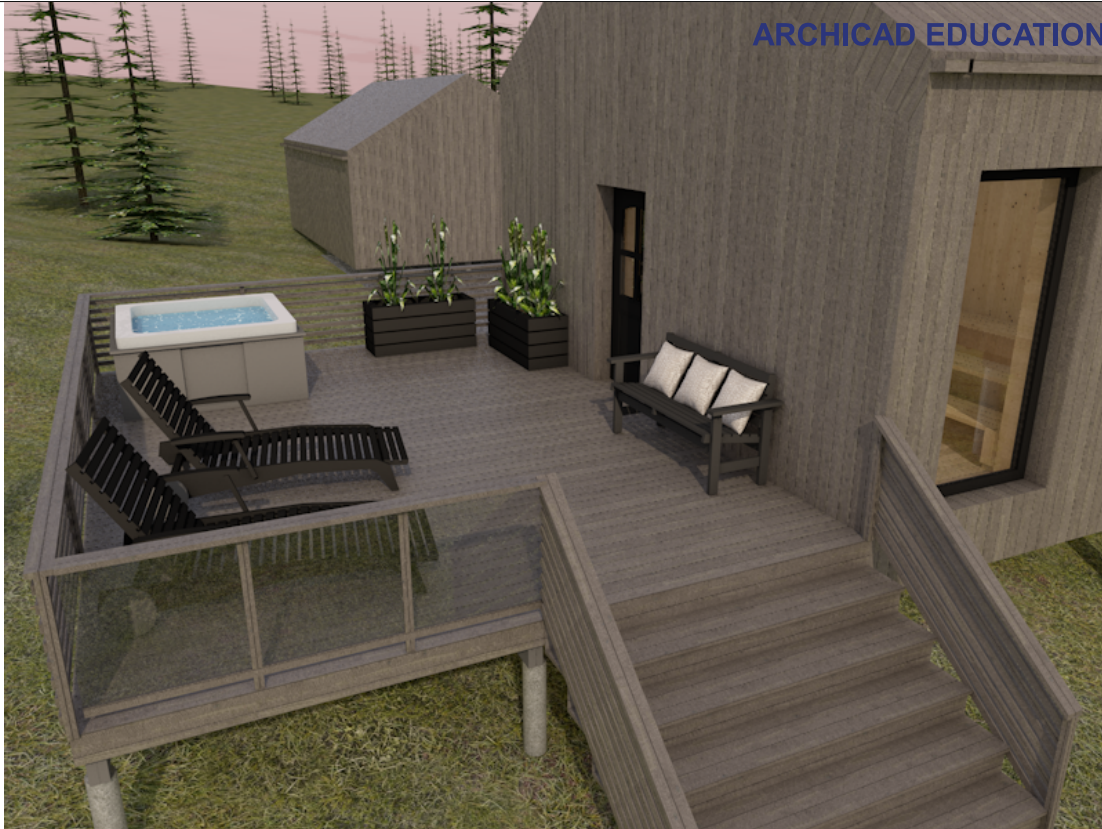
OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:

**3D Utvendig fellesbygg 2**

TEGNINGSNR.:  
**7.5**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:  
**Gruppe 10, NTNU**  
 Arkitekt Christies gate 2  
 7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:  
**Grønn Fritid AS**

DATO:  
**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:  
**3D Utvendig fellesbygg 3**

TEGNINGSNR.:  
**7.6**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:

**Gruppe 10, NTNU**Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:

**Grønn Fritid AS**

DATO:

**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:

**3D Utvendig fellesbygg 4**

TEGNINGSNR.:

**7.7**





BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:

**Gruppe 10, NTNU**

Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:

**Grønn Fritid AS**

DATO:

**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:

**3D Innvendig fellesbygg 1**

TEGNINGSNR.:

**7.8**



BACHELOROPPGAVE 2020:

**Grønn fritid - utvikling av et bærekraftig hyttefelt**

PROSJEKTERENDE:

**Gruppe 10, NTNU**

Arkitekt Christies gate 2  
7012 Trondheim

OPPDRAGSGIVER:

**Grønn Fritid AS**

DATO:

**20.05.2020**

TEGNINGSNAVN:

**3D Innvendig fellesbygg 2**

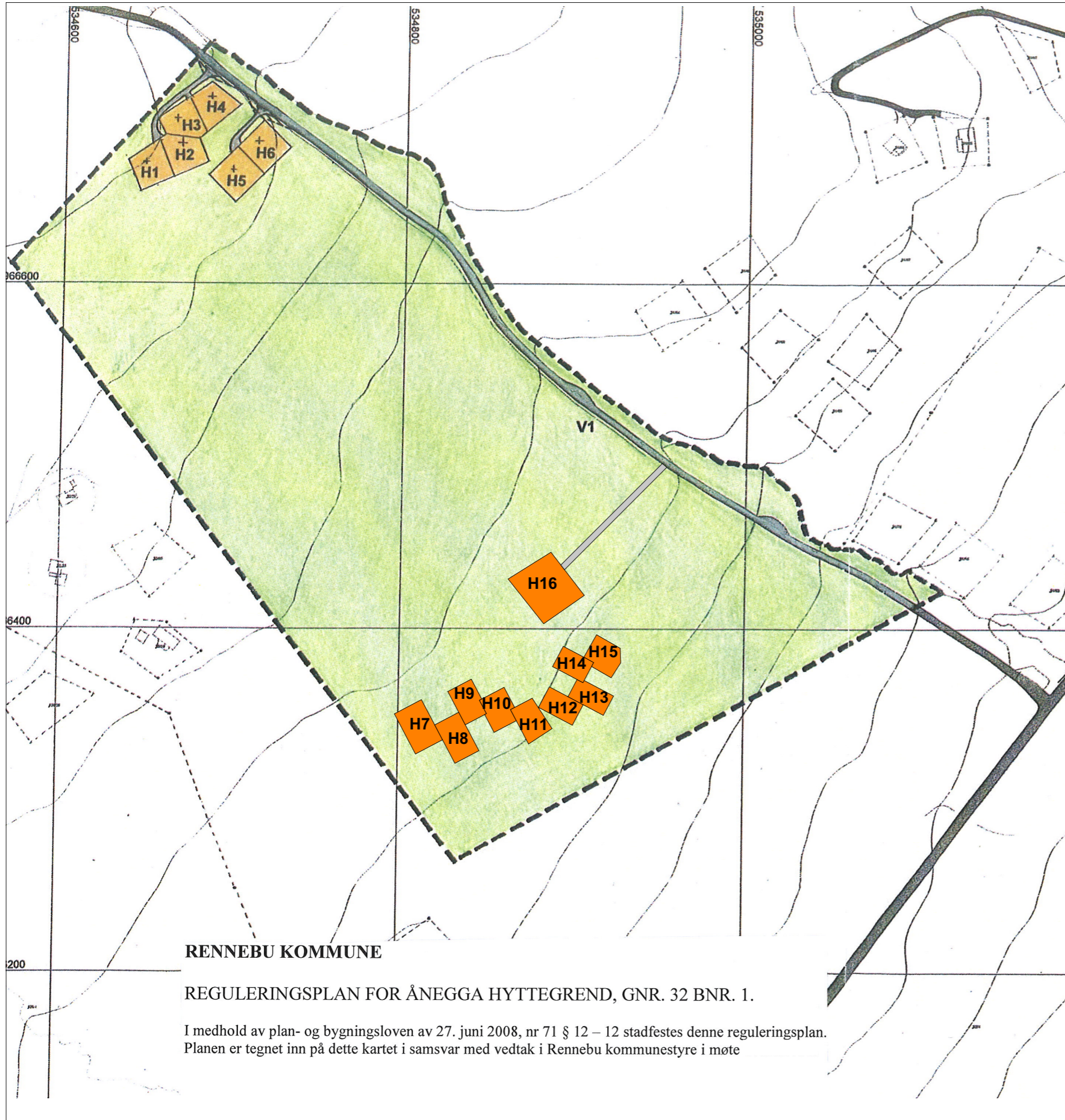
TEGNINGSNR.:

**7.9**

# **Vedlegg D**

**Plankart, reguleringsbestemmelser, planbeskrivelse**

**PLAN OG BYGNINGSLOV § 12-3 DETALJREGULERING**



- AREALFORMÅL (PBL § 12-5)**
- 1 BEBYGGELSE OG ANLEGG**
- 1121 Eksisterende fritidsbebyggelse
  - 1122 Ny fritidsbebyggelse
- 2 SAMFERDSELSANLEGG OG TEKNISK INFRASTRUKTUR**
- 2011 Veg
- 5 LANDBRUKS-, NATUR- OG FRILUFTSOMRÅDE SAMT REINDRIFT**
- 5110 Landbruksformål
- HENSYNSSONER (PBL § 12-6)**
- 140 Frisikt
- LINJESYMBOLER**
- Reguleringsgrense
  - Formålsgrense
  - Byggegrense
  - Frisiktlinje
  - Avgrensing hensynssone

MÅLESTOKK 1.2500

0 50m 100m

EKVIDISTANSE 5m  
daa = dekar (1000m<sup>2</sup>)

**REGULERINGSPLAN  
MED TILHØRENDE BESTEMMELSER FOR  
ÅNEGGA HYTTEGREND  
GNR. 32, BNR. 1, NERSKOGEN**

Kartblad  
Kartprodusent  
Koordinatkruss:

REVISJONER:	DATO	SIGN.

SAKSBEHANDLING ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVEN	DATO	SIGN.
KUNNGJØRING AV OPPSTART AV PLANARBEIDET		
1. GANGS BEHANDLING I DET FASTE UTVALGET FOR PLANSAKER		
UTLEGGING TIL OFFENTLIG ETTERSYN I TIDSRØMME		
2. GANGS BEHANDLING I DET FASTE UTVALGET FOR PLANSAKER		

**KOMMUNESTYRETS VEDTAK**

SAK NR.	TEGN. NR.	SAKSBEHANDLER
	0001	

**RENNEBU KOMMUNE**

REGULERINGSPLAN FOR ÅNEGGA HYTTEGREND, GNR. 32 BNR. 1.

I medhold av plan- og bygningsloven av 27. juni 2008, nr 71 § 12 – 12 stadfestes denne reguleringsplan. Planen er tegnet inn på dette kartet i samsvar med vedtak i Rennebu kommunestyre i møte

BESTEMMELSER FOR

# ÅNEGGA HYTTEGREND

DEL AV GNR.32 BNR.1, ÅNEGGA

## §1. Bebyggelse og anlegg

### 1.1 Bebyggelsens plassering

1.1.1 Bygningene skal plasseres i hytteklynger eller slik at to hytteenheter bygges sammen med mellomliggende dobbel carport med boder. Dersom hyttenhetene bygges med mellomliggende carport, skal enhetene forskyves innbyrdes i møneretningen for å bryte opp husfasadene. Dersom hyttene utformes som hytteklynger, må de bestå av mellom tre til ni hytteenheter med maks 15 meters avstand til hverandre. Ved søknad om byggetillatelse skal situasjonskart vise plassering av bygninger og biloppstillingsplasser.

### 1.2 Bebyggelsens utforming

1.2.1 Hytter som plasseres i hytteklynger har tillatt bruksareal (T-BRA) = 50 m<sup>2</sup>. For disse hyttene tillates det i tillegg et fellesanlegg med T-BRA = 150 m<sup>2</sup>. For hytteenheter som bygges med mellomliggende carport, er T-BRA = 110 m<sup>2</sup> for hver tomt, inklusive hovedbygning og carport med bod. Overbygde balkonger, terrasser og carport inngår i BRA. Dersom enhetene plasseres i hytteklynger, skal de ha lik arkitektonisk utforming.

1.2.2 Maksimalt tillatt mønehøyde for hovedbygning er 8 meter over gjennomsnittlig planert terreng.

1.2.3 Tak på hovedbygningen skal utføres som saltak med takvinkel på 30 grader eller mindre.

### 1.3 Materialbruk og farger

1.3.1 Alle bygninger skal ha en harmonerende form, farge- og materialbruk. Material- og fargebruk skal ha en samhörighet med de naturgitte omgivelser, fortrinnsvis utført med trekledning i hovedfasader, eventuelt med innslag av steinmurforblending, skifer eller lignende. Sterke og/eller lyse farger som gir stor kontrastvirkning i landskapet må unngås.

1.3.2 Taktekking skal fortrinnsvis utføres med tre. Alternativt kan annet tekkemateriale som torv eller naturstein benyttes, der dette gir ferdig takoverflate en matt og mørk virkning. Bygningene skal ha mest mulig ensartet og sammenhengende form, materialvirkning og farge.

## **1.4 Terreng og vegetasjon**

1.4.1 Eksisterende vegetasjon på tomtene skal søkes bevart. Gamle, grove furutrær i området skal bevares.

1.4.2 Byggearbeider skal utføres skånsomt med hensyn til terreng og vegetasjon. Det er ikke tillatt å foreta utgraving av løsmasser slik at det virker skjemmende. Planering av terreng i større utstrekning tillates ikke. Bygninger skal tilpasses terrenget.

## **1.5 Bygge og delingstillatelse**

1.5.1 Byggetillatelse og tillatelse til fradeling av tomter kan ikke gis før det foreligger godkjent vann- og avløpsplan som omfatter samtlige tomter.

## **1.6 Andre tomtebestemmelser**

1.6.1 Gjerde er søknadspliktig anlegg.

1.6.2 På hver enkelt tomt skal det være avsatt område til oppstillingsplass for minst to biler. Der hyttene er plassert i hytteklynger skal det heller utarbeides fellesparkering med minst en biloppstillingsplass per hytte.

1.6.3 Hyttene på tomtene H7-H15 pålegges å leies ut via et driftsselskap. Hytteenhetene må være disponibel for utleie et visst antall uker/helger i året, der antallet angis i en avtale mellom hytteeiere og driftsselskapet. Leieinntektene vil dekke utgifter knyttet til driftsselskapet, og deretter går resterende beløp til hytteeierne. Det må utarbeides en kjøpskontrakt som beskriver dette nærmere, og denne skal kreves overført ved videre salg.

1.6.5 Tomtene H7-H15 kan ikke endres på uten at det er godkjent av driftsselskapet.

1.6.6 Tomta H16 er et sameie mellom de ni hytteeierne på tomtene H7-H15.

## **§2 Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur**

2.1 Eksisterende avkjørsel og samlevei V1 er felles for tomtene H1-H16, samt for alle tomter tilknyttet veien på nordsiden av planområdet, se reguleringsplan for Ånegga Hytteområde.

2.2 Det er ikke tillatt med kabeltilknytning til TV eller bredbånd. Det er tillatt med parabol- eller RiksTV- abonnement.

2.3 Bredde på adkomstveier fram til tomtene H1-H16 skal ikke overskride 3,5 meter. Vei fram til septiktanker/avløpsrensaneanlegg skal ha minst bredde 4,0 meter inklusive inklusive

skulder, og må tilfredsstillende kravene for adkomst med slamtømmebil. Bygging av veitrasèer, avløpsrensaneanlegg og ledningstrasèer for vann, avløp og strøm bør samordnes på byggeområdene. Områdene skal snarest settes i stand etter at arbeidene er utført.

### **§3 Felles for planområdet**

3.1 Det kan oppføres et pumpehus/servicebygg som er felles for alle fritidseiendommene. Bygget kan ha høyde opptil 3 meter over opprinnelig terreng og med grunnflate inntil 15 m<sup>2</sup>. Plassering avgjøres under etablering av borehull til vannforekomst og tilpasses terrenget og omkringliggende fritidsbebyggelse. Felles anlegg for vann, avløp, strøm og lignende tillates nedgravd i grunnen innenfor hele planområdet. Etter nedgraving skal arealene tilbakeføres til en tilstand som er forenelig med de arealformål områdene er avsatt til.

### **§4 Hensynssoner**

#### **4.1 FRISIKT**

4.1.1 Innenfor areal avgrenset av frisiktlinjer skal det være fri sikt i høyde 0,5 meter over planet av tilstøtende vegger.

# **REGULERINGSPLAN FOR ÅNEGGA HYTTEGREN**

**ÅNEGGA  
GNR. 32, BNR. 1  
RENNEBU KOMMUNE**

**Forslag til reguleringsplan**

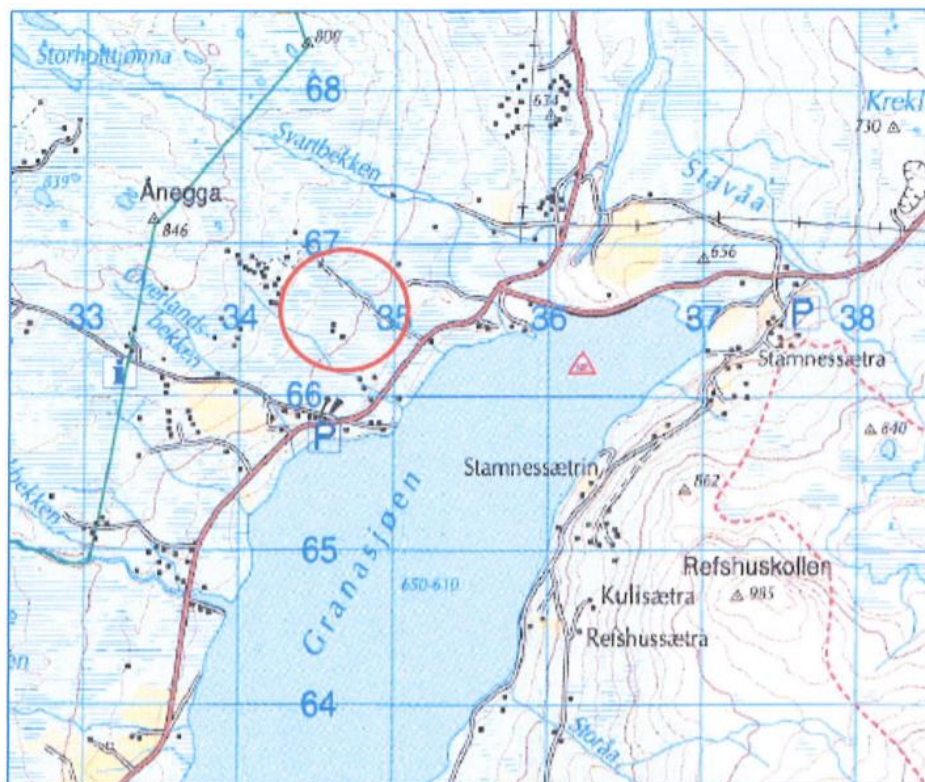
**Plan utarbeidet av  
Ingeniørstudenter ved NTNU,  
Ranveig Rislien Jenssen  
Arati Jegatheeswaran  
Amalie Jønvik**



## ÅNEGGA HYTTEGREND

gnr. 32, bnr. 1

RENNEBU KOMMUNE



**KARTUTSNITT 1:50 000 (NERSKOGEN – GRANASJØEN)**

(rød sirkel viser lokalisering av planområdet Ånegga Hyttegrend)

### 1. PLANOMRÅDET

#### a) Beliggenhet

Planområdet for ny hyttebebyggelse ligger på vestsida av Granasjøen på Nerskogen, og grenser i sør-øst ned mot Nerskogsvegen mot et mellomliggende myrområde. Området har adkomst fra Nerskogsvegen via eksisterende avkjørsel og samleveg som også benyttes av eksisterende hyttefelt nordvest for planområdet.

**b) Status**

Hele planområdet ligger innenfor byggeområde fritidsbebyggelse i kommuneplan gjeldene for perioden 2013 - 2025. Området inngår også som en del av reguleringsplan for Ånegga Hytteområde fra 2003 og Ånegga Hyttegrennd fra 2011. Det er foretatt arkeologiske undersøkelser innenfor planområdet fra 2003, med registrering av to tjæremiler i myr ca. 250 meter sør for det nye planområdet.

**c) Topografi - Vegetasjon**

Planområdet med det nye utbyggingsfeltet ligger på et relativt platå som går over i sør-østvendt jevn og svak helling mot Nerskogsveien og Granasjøen. Denne delen av Ånegga er hovedsakelig preget av myr, men det er i planområdets øvre og nedre del en del fastmark som består av morenerygger. Arealet på fastmarka er hovedsakelig lyng- og gressbevokst og med god vegetasjon av furu og bjørk.

**d) Eiendomsforhold**

Arealet som nytt planområde omfatter, eies av Trond Narve Stavne, Stamnan. Området er tidligere bebygd med seks tomter nord på planområdet.

## **2. PLANFORSLAG**

**a1) Eksisterende bebyggelse**

I planområdet er det allerede utbygd seks hyttetomter, H1-H6. Disse tomtene er plassert parvis i god avstand fra andre hyttefelt utenfor planområdet, som en egen hyttegrennd med egne adkomstveger. Hyttene ble utformet etter reguleringsplan vedtatt i 2011 for Ånegga Hyttegrennd.

**a2) Ny bebyggelse**

I planforslaget er det tegnet inn 10 nye hyttetomter, H7-H16. Tomtene H7-H15 er plassert i klynger i nærhet til en større fellestomt H16 med tilhørende adkomstveg. Det planlegges en fullstendig utbygging av planområdet før enhetene ferdigstilles for overtagelse.

Det vil være fremlagt veg til H16 med vann, avløp og strøm. Videre vil strøm legges langs stier til de resterende tomtene, H7-H15. Tomtene er plassert slik at naturlige terrengformasjoner og åpninger i eksisterende vegetasjon utnyttes. Dette for at bebyggelsen

skal ligge godt i terrenget, ikke bli for framtreddende, samt at det oppnås nødvendig skjerming og avstand til eksisterende turløype og bebyggelse på og utenfor planområdet.

**b) Adkomst – Parkering**

Eksisterende samleveg benyttes som hovedadkomstveg fram til planområdet. Dette er en privat vedlikeholdt bomvei. De nye tomtene får adkomst via eksisterende avkjørsel og samlevei med en ny adkomstvei fram til felles parkering på tomte H16. Det er avsatt totalt tolv parkeringsplasser, der ni av disse er til hver av hyttene H7-H15, én er til driftsselskapet, i tillegg til to gjesteparkeringer der den ene av disse er plassen tilrettelagt for forflytningshemmede. Vinterbrøyting av adkomstveg til de nye tomtene og parkeringsplassen på tomt H16 vil utføres av driftsselskapet.

**c) Vann – Avløp**

Det skal skaffes vann fra eksisterende vannforsyningsanlegg nord for planområdet. Dette anlegget forutsettes å ha den nødvendige kapasitet til å betjene det økte antall tomter. Terrengmessige forhold vil avgjøre plassering av fordelingskum, evt. servicebygg.

**d) Renovasjon**

De nye tomtene skal tilknyttes offentlig renovasjon gjennom ReMidt IKS. Nærmeste containere for avfallshåndtering ligger 1,1 km unna.

**e) Risiko og sårbarhet**

Det er gjort generelle betraktninger i forhold til naturbasert sårbarhet innen planområdet, og i forhold til andre bebygde området i Ånegga er det funnet at det verken er fare for ras, flom eller spesielt sterk vind. Det er ingen virksomheter innen området som vil gi fare for brann, eksplosjon, forurensing eller utslipp av farlige stoffer. Ut ifra dette vurderes det å være liten/ingen risiko forbundet med tiltaket.

**f) Arealoversikt**

<b>Kategori</b>	<b>Areal (daa)</b>	<b>Betegnelse</b>
<i>Eksisterende bebyggelse og anlegg</i>	<i>3 daa</i>	<i>eksisterende hyttetomter</i>
<i>Ny bebyggelse og anlegg</i>	<i>4,8 daa</i>	<i>ny bebyggelse</i>
<i>LNFR område</i>	<i>101,5 daa</i>	<i>jord og skogbruksdrift</i>
<i>Eksisterende samferdselsanlegg</i>	<i>2,5 daa</i>	<i>eksisterende avkjørsler/veier</i>
<i>Samferdselsanlegg</i>	<i>0,2 daa</i>	<i>avkjørsel</i>
<b>Totalt areal planområde</b>	<b>112 daa</b>	

# **Vedlegg E**

## **Takkonstruksjonsberegninger**

## DIMENSJONERING AV TAKKONSTRUKSJONER

Konstruksjoner skal vanligvis kontrolleres for lastkombinasjoner av egenlast, snølast og vindlast (72). Nedenfor gjøres det beregninger og vurderinger på disse lastene.

Framgangsmåten som er fulgt for beregningene er gitt i kapittel 13 i Trehus, Håndbok 5 (7, s.466).

### Egenlast

Egenlast beregnes etter Byggforskblad 544.106 Taktekking med bord (66) og NS-EN 1990 (119). Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (119). I følge byggforskbladet bør takkonstruksjoner av tre med taktekkemateriale av trebord være dimensjonert for en karakteristisk egenlast på minst  $0,75 \text{ kN/m}^2$  takflate, inkludert bærekonstruksjonen. Følgende formel benyttes for dimensjonerende egenlast;

$$g_d = c \cdot g_k \cdot \cos 30^\circ \cdot \gamma_f$$

$$g_d = 0,6 \text{ m} \cdot 1,1 \text{ kN/m}^2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 1,2 = \underline{0,47 \text{ kN/m}}$$

hvor:

- c er senteravstand på taksperrene, og multiplikasjon med denne gjør at dimensjonerende last beregnes som linjelast per sperre
- $g_k$  er karakteristisk egenlast
- $30^\circ$  er takvinkelen, og lasten korrigeres slik at den står vinkelrett på takflaten
- $\gamma_f$  er lastfaktor og settes til 1,2 for permanent egenlast (NS-EN 1990, tabell NA.AI.2 (A))

### Snølast

Beregning av dimensjonerende snølast gjøres etter beskrivelse i Byggforskblad 471.041 Snølast på tak (72), NS-EN 1991-1-3 Allmenne laster - Snølast (120) og NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (119). For å kunne fastsette snølast er det nødvendig å kjenne takutforming, høyden over havet der hyttene skal bygges og kommunen hyttene skal plasseres i.

I dette tilfellet varierer høyden på det aktuelle området fra 683 – 692 moh. I NS-EN 1991-1-3 kommer det frem av det nasjonale tillegget at Rennebu kommune har en karakteristisk snølast på mark på  $4,5 \text{ kN/m}^2$  for høyden 550 moh. Karakteristisk snølast på mark må derfor justeres for høyden, etter metoden beskrevet i Eurokoden;

$$S_k = S_{k,0} + n \cdot \Delta S_k \quad [\text{kN/m}^2]$$

hvor:

- $S_k$  er karakteristisk snølast på mark for byggestedet, og ikke kan få høyere verdi enn  $S_{k,\text{maks}}$ , som i dette tilfellet er  $7,5 \text{ kN/m}^2$
- $\Delta S_k$  [ $\text{kN/m}^2$ ] er oppgitt til 1,0 for Rennebu kommune
- $n = (H - H_g)/100$ , der  $H$  er høyden over havet på byggestedet og  $H_g$  er referansehøyden, i dette tilfellet 550 moh., og  $n$  rundes opp til nærmeste heltall.

Dette gir:

$$S_k = S_{k,0} + n \cdot \Delta S_k$$

$$S_k = 4,5 + ((692 - 550)/100) \cdot 1$$

$$S_k = 4,5 + 2 \cdot 1 = \underline{6,5 \text{ kN/m}^2}$$

For dimensjonerende snølast på taksperrer må karakteristisk snølast på mark korrigeres for takformet på bygget. Dette gjøres via følgende formel;

$$s_d = c \cdot s_k \cdot \mu \cdot \cos^2 30^\circ \cdot \gamma_f \cdot k_{Fi}$$

$$s_d = 0,6 \text{ m} \cdot 6,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot \cos^2 30^\circ \cdot 1,5 \cdot 0,9 = \underline{3,16 \text{ kN/m}}$$

hvor:

- $c$  er senteravstand på taksperrere, og multiplikasjon med denne gjør at dimensjonerende last beregnes som linjelast per sperre
- $s_k$  er karakteristisk egenlast
- $\mu$  er formfaktoren for takformen, settes til 0,8 for  $30^\circ$  saltak (NS-EN 1991-1-3, punkt 5.3.3)
- $30^\circ$  er takvinkelen, og lasten korrigeres slik at den står vinkelrett på takflaten
- $\gamma_f$  er lastkoeffisient og settes til 1,5 for ekstra sikkerhet (NS-EN 1990, tabell NA.A1.2 (A))
- $k_{Fi}$  er reduksjonsfaktor som settes til 0,9 i pålitelighetsklasse 1 (NS-EN 1990, Tabell NA.A1 (901))

## Vindlast:

Beregning av vindlast gjøres ved hjelp av Byggforsklad 471.043 Vindlaster på bygninger (122), NS-EN 1991-1-4 Allmenne laster - Vindlaster (122) og NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (119). Dimensjonerende vindlast beregnes ut fra følgende formel;

$$q_{vd} = c \cdot q(z)_p \cdot (c_{pe} + c_{pi}) \cdot \gamma_f \cdot \psi_0 \cdot k_{Fi}$$

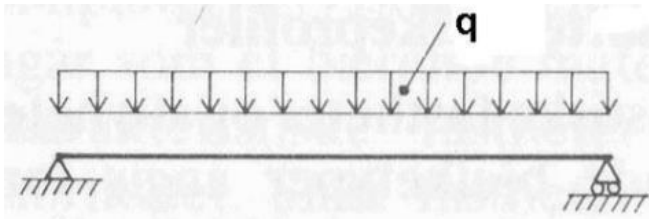
$$q_{vd} = 0,6 \text{ m} \cdot 0,84 \text{ kN/m}^2 \cdot (0,7 + 0,2) \cdot 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = \underline{0,37 \text{ kN/m}}$$

hvor:

- c er senteravstand på taksperrere, og multiplikasjon med denne gjør at dimensjonerende last beregnes som linjelast per sperre
- $q(z)_p$  er vindhastighetstrykket, basert på terrengkategori II (NS-EN 1991-1-4, punkt 4.2, 4.3.2 og 4.5)
- $c_{pe}$  er utvendig formfaktor, og settes til 0,7 (NS-EN 1991-1-4, tabell 7.4a)
- $c_{pi}$  er innvendig formfaktor, og settes til 0,2 (NS-EN 1991-1-4, punkt 7.2.9)
- $\gamma_f$  er lastkoeffisient og settes til 1,5 for ekstra sikkerhet (NS-EN 1990, tabell NA.A1.2 (A))
- $\psi_0$  er kombinasjonsfaktor for øvrig variabel last, som settes til 0,6 for vindlast (NS-EN 1990, tabell NA.A1.1)
- $k_{Fi}$  er reduksjonsfaktor og settes til 0,9 i pålitelighetsklasse 1 (NS-EN 1990, Tabell NA.A1 (901))

## Dimensjonering av sperrer:

For å dimensjonere sperrere må det regnes ut maksimalt dimensjonerende bøyemoment på en sperre. Sperreren betraktes da som en fritt opplagt bjelke med jevnt fordelt last, se figur 1.



Figur 1: Jevnt fordelt last på fritt opplagt bjelke

## Hyttene:

Lengden på sperrere i hyttene regnes ut fra takvinkel og spennvidde fra møne til raft;

$$l_s = 2,3 \text{ m} / (\cos 30^\circ) = \underline{2,7 \text{ m}}$$

Det regnes så ut dimensjonerende bøyemoment på en sperre for to lasttilfeller;

*Lasttilfelle 1, egenlast og snølast:*

$$M_{\gamma} = \frac{(g_d + s_d) \cdot l_s^2}{8} = \frac{(0,47 + 3,16) \text{ kN/m} \cdot (2,7 \text{ m})^2}{8} = \underline{3,31 \text{ kNm}}$$

Lasttilfelle 2, egenlast, snølast og vindlast:

$$M_{\gamma} = \frac{(g_d + s_d + q_{vd}) \cdot l_s^2}{8} = \frac{(0,69 + 3,16 + 0,37) \text{ kN/m} \cdot (2,7 \text{ m})^2}{8} = \underline{\underline{3,65 \text{ kNm}}}$$

Videre må det regnes på dimensjonerende bøyefasthet for de to lasttilfellene. Det velges derfor sperrer av konstruksjonsvirke i fasthetsklasse C24.

Dimensjonerende bøyefasthet,  $f_{md}$ , for lasttilfelle 1:

$$f_{md} = \frac{f_{mk} \cdot k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot k_{crit}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{1,25} = \underline{\underline{19,01 \frac{N}{mm^2}}}$$

hvor:

- karakteristisk bøyefasthet,  $f_{mk} = 24 \text{ N/mm}^2$  for konstruksjonsvirke C24 (NS-EN 338)
- fasthetsfaktor,  $k_{mod} = 0,9$  for korttidslast (NS-EN 1995-1-1, tabell 3.1) for bygg i klimaklasse 2 (NS-EN 1995-1-1, tabell NA.901)
- systemfasthetsfaktor,  $k_{sys} = 1,1$ , for flere sperrer i samvirke (NS-EN 1995-1-1, pkt. 6.6)
- stabilitetsfaktor,  $k_{crit} = 1,0$ , sperrene forutsettes fastholdt i overkant mot sideveis utknekking (NS-EN 1995-1-1, pkt. 6.3.3)
- materialfaktor,  $\gamma_M = 1,25$  for konstruksjonsvirke (NS-EN 1995-1-1, tabell NA.2.3)

Dimensjonerende bøyefasthet,  $f_{md}$ , for lasttilfelle 2:

$$f_{md} = \frac{f_{mk} \cdot k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot k_{crit}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{1,25} = \underline{\underline{23,23 \frac{N}{mm^2}}}$$

hvor:

- fasthetsfaktor,  $k_{mod} = 1,1$  øyeblikkslast (NS-EN 1995-1-1, tabell NA.2.3)

Etter disse beregningene kan man regne på valg av sperredimensjon. Det beregnes først nødvendig motstandsmoment  $W$  for tverrsnittet, lasttilfelle 1:

$$W = \frac{M_{\gamma}}{f_{md} \cdot k_h} = \frac{3,31 \cdot 10^6}{19,01 \cdot 1,0} \text{ mm}^3 = \underline{\underline{174,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}}$$

hvor:

- $M_{\gamma}$  er maksimalt dimensjonerende bøyemoment
- $f_{md}$  er dimensjonerende bøyefasthet, beregnet ovenfor
- høydefaktor  $k_h = 1,0$  forutsetter sperrehøyden over 150 mm (NS-EN 1995-1-1, punkt 3.2)



Deretter beregnes det nødvendige motstandsmoment  $W$  for tverrsnittet, lasttilfelle 2:

$$W = \frac{M_{\gamma}}{f_{md} \cdot k_h} = \frac{3,65 \cdot 10^6}{23,23 \cdot 1,0} \text{ mm}^3 = \underline{157,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

Lasttilfelle 1 er altså dimensjonerende. Velger sperredimensjon 48 mm x 173 mm, som har følgende motstandsmoment (kilde: motstandsmoment);

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{48 \cdot 173^2}{6} \text{ mm}^3 = \underline{239,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

### Fellesbygget:

På samme måte som for hyttene må sperrene på fellesbygget dimensjoneres. Det vil i dette bygget bli benyttet to mønebjelker, da bygget er utformet med to sammenstøtende takflater som støttes opp av kilsperrer. Den lengste mønebjelken langs hovedtaket kalles heretter bjelke A, mens mønebjelken langs utstikket på bygget kalles bjelke B. For mer detaljert forklaring til utregningene, se avsnitt for dimensjonering av sperrer i hyttene ovenfor.

*Lengden på sperrene i retning av bjelke A:*

$$l_{sA} = 3,5 \text{ m} / (\cos 30^\circ) = \underline{4,04 \text{ m}}$$

*Lengden på sperrene i retning av bjelke B:*

$$l_{sB} = 3 \text{ m} / (\cos 30^\circ) = \underline{3,46 \text{ m}}$$

Dimensjonerende bøyemoment på en sperre for to lasttilfeller i retning av bjelke A:

*Lasttilfelle 1, egenlast og snølast:*

$$M_{\gamma 1} = \frac{(g_d + s_d) \cdot l_s^2}{8} = \frac{(0,47 + 3,16) \text{ kN/m} \cdot (4,04 \text{ m})^2}{8} = \underline{7,41 \text{ kNm}}$$

*Lasttilfelle 2, egenlast, snølast og vindlast:*

$$M_{\gamma 2} = \frac{(g_d + s_d + q_{vd}) \cdot l_s^2}{8} = \frac{(0,47 + 3,16 + 0,37) \text{ kN/m} \cdot (4,04 \text{ m})^2}{8} = \underline{8,16 \text{ kNm}}$$

Dimensjonerende bøyemoment på en sperre for to lasttilfeller i retning av bjelke B:

*Lasttilfelle 1, egenlast og snølast:*

$$M_{\gamma 1} = \frac{(g_d + s_d) \cdot l_s^2}{8} = \frac{(0,47 + 3,16) \text{ kN/m} \cdot (3,46 \text{ m})^2}{8} = \underline{5,43 \text{ kNm}}$$

Lasttilfelle 2, egenlast, snølast og vindlast:

$$M_{\gamma 2} = \frac{(g_d + s_d + q_{vd}) \cdot l_s^2}{8} = \frac{(0,47 + 3,16 + 0,37) \text{ kN/m} \cdot (3,46 \text{ m})^2}{8} = \underline{5,99 \text{ kNm}}$$

Dimensjonerende bøyefasthet,  $f_{md}$ , for lasttilfelle 1 (likt for sperrer i begge retninger):

$$f_{md} = \frac{f_{mk} \cdot k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot k_{crit}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{1,25} = \underline{19,01 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

Dimensjonerende bøyefasthet,  $f_{md}$ , for lasttilfelle 2 (likt for sperrer i begge retninger):

$$f_{md} = \frac{f_{mk} \cdot k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot k_{crit}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{1,25} = \underline{23,23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

Beregner så nødvendig motstandsmoment  $W$  for tverrsnittet av sperrene i retning A og B for hvert av lasttilfellene:

Bjelke A, lasttilfelle 1:

$$W_{A1} = \frac{M_{\gamma}}{f_{md} \cdot k_h} = \frac{7,41 \cdot 10^6}{19,01 \cdot 1,0} \text{ mm}^3 = \underline{389,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

Bjelke A, lasttilfelle 2:

$$W_{A2} = \frac{M_{\gamma}}{f_{md} \cdot k_h} = \frac{8,16 \cdot 10^6}{23,23 \cdot 1,0} \text{ mm}^3 = \underline{351,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

Lasttilfelle 1 er altså dimensjonerende. Velger sperredimensjon 73 mm x 198 mm i taket med det lengste mønet, som har følgende motstandsmoment:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{73 \cdot 198^2}{6} \text{ mm}^3 = \underline{476,99 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

Bjelke B, lasttilfelle 1:

$$W_{B1} = \frac{M_{\gamma}}{f_{md} \cdot k_h} = \frac{5,43 \cdot 10^6}{19,01 \cdot 1,0} \text{ mm}^3 = \underline{285,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

Bjelke B, lasttilfelle 2:

$$W_{B2} = \frac{M_{\gamma}}{f_{md} \cdot k_h} = \frac{5,99 \cdot 10^6}{23,23 \cdot 1,0} \text{ mm}^3 = \underline{257,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

Lasttilfelle 1 er altså dimensjonerende. Velger sperredimensjon 48 mm x 198 mm i taket over utstikket, som har følgende motstandsmoment:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{48 \cdot 198^2}{6} \text{ mm}^3 = \underline{313,63 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

**Dimensjonering av mønebjelke og søyler i hyttene:**

Lasttilfelle 1, med egenlast og snølast, ble funnet dimensjonerende i avsnittet ovenfor. Denne lastkombinasjonen benyttes videre til dimensjonering av mønebjelken.

$$q_{Ed} = g_d + s_d = 0,47 \frac{kN}{m} + 3,16 \frac{kN}{m} = \underline{3,63 \text{ kN/m}}$$

Beregner skjærkraft i sperrere for å finne opplagerkraften ved mønet;

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot q_{Ed} \cdot \frac{B}{2} = \frac{1}{2} \cdot 3,63 \frac{kN}{m} \cdot 2,3 \text{ m} = \underline{4,17 \text{ kN}}$$

hvor:

- B er bredde på huset, det vil si 2,3 m er spennvidde fra møne til raft

Dette gir en belastning på mønet på 4,43 kN per sperre. Dette vil si at totalbelastning på mønebjelken fra sperrer på begge sider av mønet, vil bli 8,35 kN ( $2 \cdot 4,1745 \text{ kN}$ ).

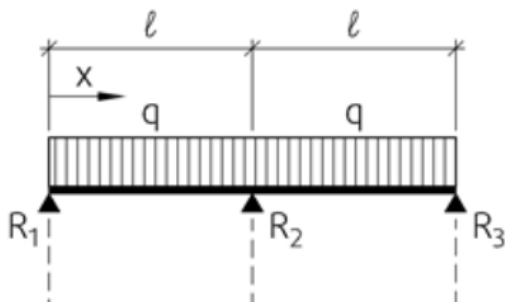
Denne lasten antas å være jevnt fordelt;

$$q_{Ed} = \frac{8,35 \text{ kN}}{0,6 \text{ m}} = \underline{13,9 \text{ kN/m}}$$

Ut fra denne verdien kan en benytte tabell 21 d i Byggforskblad 520.222 Bjelker av tre.

Dimensjonering (49). Mønebjelken vil understøttes av en gavlvegg, en søyle ved hemstrappen og en søyle ved gavlveggen vindusfasade. Dette gir beregningsmessige spennvidder på ca. 3,6 m og 4,4 m. Det velges dermed dimensjon 140 mm x 315 mm av limtre GL32c som har kapasitet 14,3 kN/m i bruddgrensetilstand for en beregningsmessig spennvidde opp til 4,5 m.

For å dimensjonere søylene som skal understøtte mønebjelken, ses bjelken på som en kontinuerlig bjelke med tre opplager og jevnt fordelt last, se figur 2. Her ses avstanden mellom opplagerne på som like, og det benyttes den lengste lengden for å sikre tilstrekkelig dimensjon på søylene. Verdier for reaksjonskrefter beregnes ut fra formel i boka Stålkonstruksjoner (123).



Figur 2: Kontinuerlig bjelke med jevnt fordelt last (123)

$$R_2 = 1,25 \cdot q_{Ed} \cdot l = 1,25 \cdot 13,92 \text{ kN/m} \cdot 4,4 \text{ m} = \underline{76,5 \text{ kN}}$$

$$R_1 = R_3 = 0,375 \cdot q_{Ed} \cdot l = 0,375 \cdot 13,92 \text{ kN/m} \cdot 4,4 \text{ m} = \underline{23,0 \text{ kN}}$$

Ut fra dette, kan en bruke tabell 21 b i Byggforsksblad 520.233 Søyler av tre. Dimensjonering (73). Denne tabellen gjelder for sentrisk belastede trykkstaver av limtre GL32c. Søylen ved hemstrappa ( $R_2$ ) dimensjoneres til 140 mm x 135 mm, som har kapasitet på 102 kN om svak akse og 109 kN om sterk akse i bruddgrensetilstand. Søylen ved gavlveggen dimensjoneres til også til dette, da 140 mm x 135 mm er den minste dimensjonen for en søyle med bredde 140 mm, som er tilsvarende bredden på mønebjelken. Begge søylene er beregnet med høyde på opptil 4,5 m.

### **Dimensjonering av mønebjelker og søyler i fellesbygget:**

Det er lasttilfelle 1, kombinasjonen med egenlast og snølast, som er funnet som dimensjonerende for bjelke A og bjelke B (utregnet ved dimensjonering av sperrene). Denne lastkombinasjonen benyttes videre ved dimensjonering av mønebjelken.

$$q_{Ed} = g_d + s_d = 0,47 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 3,16 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = \underline{3,63 \text{ kN/m}}$$

Beregner skjærkraft i sperrene i retning A og B for å finne opplagerkraften ved de to mønebjelkene:

Skjærkraft i sperrer langs møne A:

$$V_{EdA} = \frac{1}{2} \cdot q_{Ed} \cdot \frac{\text{bredde}}{2} = \frac{1}{2} \cdot 3,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 3,5 \text{ m} = \underline{6,35 \text{ kN}}$$

Skjærkraft i sperrer langs møne B:

$$V_{EdB} = \frac{1}{2} \cdot q_{Ed} \cdot \frac{\text{bredde}}{2} = \frac{1}{2} \cdot 3,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 3 \text{ m} = \underline{5,45 \text{ kN}}$$

Dette gir en belastning på mønebjelke A på 6,35 kN per sperre. Det vil si at den totale belastningen på denne mønebjelken fra sperrer på begge sider av mønet, blir 13,7 kN (6,35 kN · 2).

Denne lasten antas å være jevnt fordelt:

$$q_{Ed} = \frac{12,7 \text{ kN}}{0,6 \text{ m}} = \underline{22,47 \text{ kN/m}}$$

Dette gir en belastning på mønebjelke B på 5,78 kN per sperre. Det vil si at den totale belastningen på denne mønebjelken fra sperrer på begge sider av mønet, blir 10,9 kN (5,45 kN · 2).

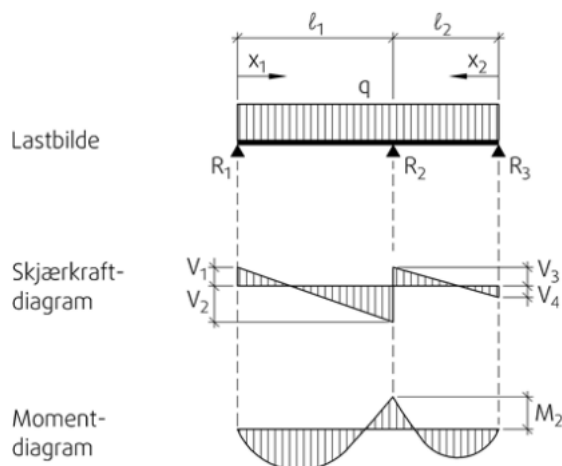
Denne lasten antas å være jevnt fordelt:

$$q_{Ed} = \frac{11,56 \text{ kN}}{0,6 \text{ m}} = \underline{19,27 \text{ kN/m}}$$

### Dimensjonering av mønebjelke B og understøttende søyler:

Mønebjelke B understøttes av tre søyler, to midt i oppholdsarealet og en ved gavlveggen med glassfasaden. Dette gir beregningsmessige spennvidder på 4,3 m og 3,2 m. Videre påkjennes bjelken av en jevnt fordelt last på 19,27 kN/m. Det velges ut av disse opplysningene en mønebjelke med dimensjon 140 mm x 360 mm, som har en kapasitet på 21,4 kN/m og maksimal beregningsmessig spennvidde på 4,5 m ifølge Tabell 21 d i byggforsklad 520.222 Bjelker av tre. (49)

Søylene dimensjoneres på samme måte som i hyttene, ved at bjelken ses på som en kontinuerlig bjelke med tre opplager og jevnt fordelt last, se figur 3. I dette tilfellet ses ikke avstanden mellom opplagerne på som like da det foreligger en meter i forskjell mellom de to lysåpningene. Det blir derav benyttet formler fra byggforsklad 421.051 Statikkformler for bjelker, ved utregning av opplagerkreftene ved søylene. (123)



Figur 3: Kontinuerlig bjelke med to ulike spenn og jevnt fordelt last. (123)

Beregner momentet  $M_2$  over opplager  $R_2$  for å videre finne opplagerkreftene.

$$M_2 = \frac{ql_2^3 + ql_1^3}{8(l_1 + l_2)} = \frac{19,27 \frac{kN}{m} \cdot (3,2 \text{ m})^3 + 19,27 \frac{kN}{m} \cdot (4,3 \text{ m})^3}{8 \cdot (4,3 \text{ m} + 3,2 \text{ m})} = \underline{36,06 \text{ kNm}}$$

Beregner så opplagerkreftene ved de tre punktene:

$$R_1 = \frac{-M_2}{l_1} + \frac{ql_1}{2} = \frac{-36,06 \text{ kNm}}{4,3 \text{ m}} + \frac{19,27 \frac{kN}{m} \cdot 4,3 \text{ m}}{2} = \underline{33,04 \text{ kN}}$$

$$R_3 = V_4 = -\frac{M_2}{l_2} + \frac{ql_2}{2} = -\frac{36,06 \text{ kNm}}{3,2 \text{ m}} + \frac{19,27 \frac{kN}{m} \cdot 3,2 \text{ m}}{2} = \underline{19,56 \text{ kN}}$$

$$R_2 = ql_1 + ql_2 - R_1 - R_3 = 19,27 \frac{kN}{m} \cdot 4,3 \text{ m} + 19,27 \frac{kN}{m} \cdot 3,2 \text{ m} - 33,04 \text{ kN} - 19,56 \text{ kN} \\ = \underline{91,93 \text{ kN}}$$

Opplagerkreftene i  $R_1$  og  $R_2$  kan benyttes til å dimensjonere søylene, mens kreftene i  $R_3$  vil være et bidrag som må medregnes i tillegg til lasten som vil komme fra mønebjelke A.

Tabell 21 b i Byggforskblad 520.233 Søyler av tre brukes for å finne dimensjoner av søylen ved gavlveggen ( $R_1$ ) og søylen som understøtter midten av bjelken ( $R_2$ ). Denne tabellen gjelder for sentrisk belastede trykkstaver av limtre GL32c. Søylen ved glassfasaden i gavlveggen ( $R_1$ ) til utbygget dimensjoneres til 140 mm x 135 mm, og har kapasitet på 89,8 kN om svak akse og 96,3 kN om sterk akse i bruddgrensetilstanden. Søylen som understøtter midten av bjelken ( $R_2$ ) får en større påkjenning, og dimensjoneres til 140 mm x 180 mm. Denne søylen har en kapasitet på 205 kN om sterk akse og 128 kN om svak akse i bruddgrensetilstanden. Begge søylene er beregnet for en høyde opptil 4,8 m.

#### Dimensjonering av mønebjelke A og understøttende søyler:

Mønebjelke A understøttes av de to gavlveggene, to innervegger og to søyler i senter av bygget. Dette danner et komplisert statisk system med seks opplager og en beregnet, jevnt fordelt last på 22,47 kN/m. Mønebjelkens lengste spennvidde er like under 4,6 meter. Det blir derfor valgt en limtretrager (GL32c) av dimensjon 140 mm x 450 mm som tåler en last på 28,0 kN/m over spenn på 5,0 meter (49).

De beregningsmessige spennviddene mellom de bærende konstruksjonsdelene er forskjellig. Til å utføre beregninger på søylene har derfor førstelektor ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, Per Otto Yttervoll, bistått med disse beregningene. Følgende beregninger er gjort av ham og limt inn som bilder, basert på de øvrige beregningene:

ORIGIN:=1

$$ke(x, ei) := \frac{ei}{x} \cdot \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix} \quad s0q(p, x) := \frac{p \cdot x^2}{12} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$L1 := 4.6 \text{ m} \quad L2 := 4.3 \text{ m} \quad L3 := 3.1 \text{ m} \quad L4 := L3 \quad L5 := 2.6 \text{ m}$$

$$qEd := -22.47 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad EI0 := 1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad P := -19.56 \text{ kN}$$

$$K := \begin{bmatrix} \frac{4}{L1} & \frac{2}{L1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{2}{L1} & 4 \cdot \left( \frac{1}{L1} + \frac{1}{L2} \right) & \frac{2}{L2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2}{L2} & 4 \cdot \left( \frac{1}{L2} + \frac{1}{L3} \right) & \frac{2}{L3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{2}{L3} & 4 \cdot \left( \frac{1}{L3} + \frac{1}{L4} \right) & \frac{2}{L4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{2}{L4} & 4 \cdot \left( \frac{1}{L4} + \frac{1}{L5} \right) & \frac{2}{L5} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{2}{L5} & \frac{4}{L5} \end{bmatrix} \cdot EI0$$

$$K = \begin{bmatrix} 0.87 & 0.435 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.435 & 1.8 & 0.465 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.465 & 2.221 & 0.645 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.645 & 2.581 & 0.645 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.645 & 2.829 & 0.769 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.769 & 1.538 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m} \quad R0 := \frac{qEd}{12} \cdot \begin{bmatrix} L1^2 \\ L2^2 - L1^2 \\ L3^2 - L2^2 \\ L4^2 - L3^2 \\ L5^2 - L4^2 \\ -L5^2 \end{bmatrix}$$

$$R := -R0$$

$$r := K^{-1} \cdot R = \begin{bmatrix} 52.692 \\ -14.254 \\ -4.848 \\ 1.189 \\ 0.092 \\ -8.274 \end{bmatrix}$$

bøymomenter

$$S_{01} := s_0 q(qEd, L1) = \begin{bmatrix} -39.622 \\ 39.622 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_1 := ke(L1, EIO) \cdot \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} + S_{01} = \begin{bmatrix} 0 \\ 50.137 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_{02} := s_0 q(qEd, L2) = \begin{bmatrix} -34.623 \\ 34.623 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m} \quad +$$

$$S_2 := ke(L2, EIO) \cdot \begin{bmatrix} r_2 \\ r_3 \end{bmatrix} + S_{02} = \begin{bmatrix} -50.137 \\ 23.483 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_{03} := s_0 q(qEd, L3) = \begin{bmatrix} -17.995 \\ 17.995 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_3 := ke(L3, EIO) \cdot \begin{bmatrix} r_3 \\ r_4 \end{bmatrix} + S_{03} = \begin{bmatrix} -23.483 \\ 16.401 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_{04} := s_0 q(qEd, L4) = \begin{bmatrix} -17.995 \\ 17.995 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_4 := ke(L4, EIO) \cdot \begin{bmatrix} r_4 \\ r_5 \end{bmatrix} + S_{04} = \begin{bmatrix} -16.401 \\ 18.881 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_{05} := s_0 q(qEd, L5) = \begin{bmatrix} -12.658 \\ 12.658 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_5 := ke(L5, EIO) \cdot \begin{bmatrix} r_5 \\ r_6 \end{bmatrix} + S_{05} = \begin{bmatrix} -18.881 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$$



Skjærkrefter	$qEd = -22.47 \frac{kN}{m}$	
Element 1	$V_{11} := \frac{qEd \cdot L_1}{2} + \frac{S_1^2 + S_1^1}{L_1} = -40.782 \text{ kN}$ $V_{12} := V_{11} - qEd \cdot L_1 = 62.58 \text{ kN}$	$S_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 50.137 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$
Element 2	$V_{21} := \frac{qEd \cdot L_2}{2} + \frac{S_2^2 + S_2^1}{L_2} = -54.509 \text{ kN}$ $V_{22} := V_{21} - qEd \cdot L_2 = 42.112 \text{ kN}$	$S_2 = \begin{bmatrix} -50.137 \\ 23.483 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$
Element 3	$V_{31} := \frac{qEd \cdot L_3}{2} + \frac{S_3^2 + S_3^1}{L_3} = -37.113 \text{ kN}$ $V_{32} := V_{31} - qEd \cdot L_3 = 32.544 \text{ kN}$	$S_3 = \begin{bmatrix} -23.483 \\ 16.401 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$
Element 4	$V_{41} := \frac{qEd \cdot L_4}{2} + \frac{S_4^2 + S_4^1}{L_4} = -34.029 \text{ kN}$ $V_{42} := V_{41} - qEd \cdot L_4 = 35.628 \text{ kN}$	$S_4 = \begin{bmatrix} -16.401 \\ 18.881 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$
Element 5	$V_{51} := \frac{qEd \cdot L_5}{2} + \frac{S_5^2 + S_5^1}{L_5} = -36.473 \text{ kN}$ $V_{52} := V_{51} - qEd \cdot L_5 = 21.949 \text{ kN}$	$S_5 = \begin{bmatrix} -18.881 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ kN} \cdot \text{m}$
Krefter i søylene	$N_1 := -V_{11} = 40.782 \text{ kN}$ $N_2 := V_{12} - V_{21} = 117.089 \text{ kN}$ $N_3 := V_{22} - V_{31} = 79.225 \text{ kN}$ $N_4 := V_{32} - V_{41} = 66.573 \text{ kN}$ $N_5 := V_{42} - V_{51} = 72.101 \text{ kN}$ $N_6 := V_{52} = 21.949 \text{ kN}$	TRYKK TRYKK TRYKK TRYKK TRYKK TRYKK

I disse utregningene viser N3 hvilke krefter som virker i søylen som understøtter begge mønebjelkene, mens N4 viser hvilke krefter som virker i den andre søylen. I søylen som understøtter begge mønebjelkene, er nødvendig kapasitet minimum 98,79 kN (bidrag mønebjelke A: 79,23 kN + bidrag mønebjelke B: 19,56 kN). Tabell 21 b i Byggforsksblad 520.233 Søyler av tre (73), viser da til en søyle med målene 140 mm x 180 mm. Denne søylen har en kapasitet på 128 kN om svak akse og 205 kN om sterk akse. Det velges en bredde på 140 mm slik at søylene er lik mønebjelkens bredde.

Den andre søylen trenger ifølge utregningene en kapasitet på 66,57 kN. Ved å benytte tabell 21 b i Byggforsksblad 520.233 Søyler av tre (73), vises det at søylen kan ha målene 140 mm x 135 mm. For å sørge for at løsningen i oppholdsrommet skal bli estetisk, velges det dog samme dimensjon på de to søylene. Dette gjør at også denne søylen får målene 140 mm x 180 mm. Også her velges bredden på 140 mm for å tilpasse mønebjelkens bredde. Begge søylene er dimensjonert for en høyde på opptil 4,8 m.

Figur 1: Jevnt fordelt last på fritt opplagt bjelke .....	3
Figur 2: Kontinuerlig bjelke med jevnt fordelt last (123) .....	7
Figur 3: Kontinuerlig bjelke med to ulike spenn og jevnt fordelt last. (123).....	9

# **Vedlegg F**

**THERM**

## Therm 7.5

For å beregne u-verdi av bygningsdeler må de aktuelle delene tegnes inn, og hvert materiales varmegjennomgang velges. Verdiene for varmegjennomgang ble hentet fra tabell 21 og 22 i byggforskblad 471.010 (120):

*Trevirke/Massivtre (gran/furu): 0,13 W/(mK)*

*Mineralull: 0,034 W/(mK)*

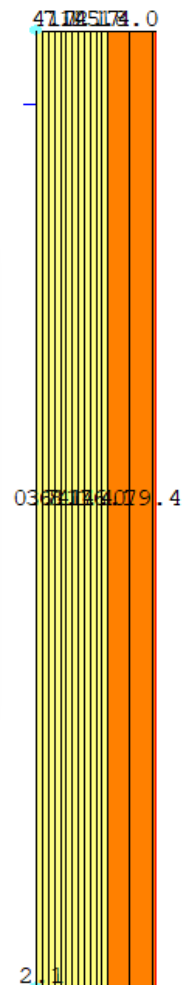
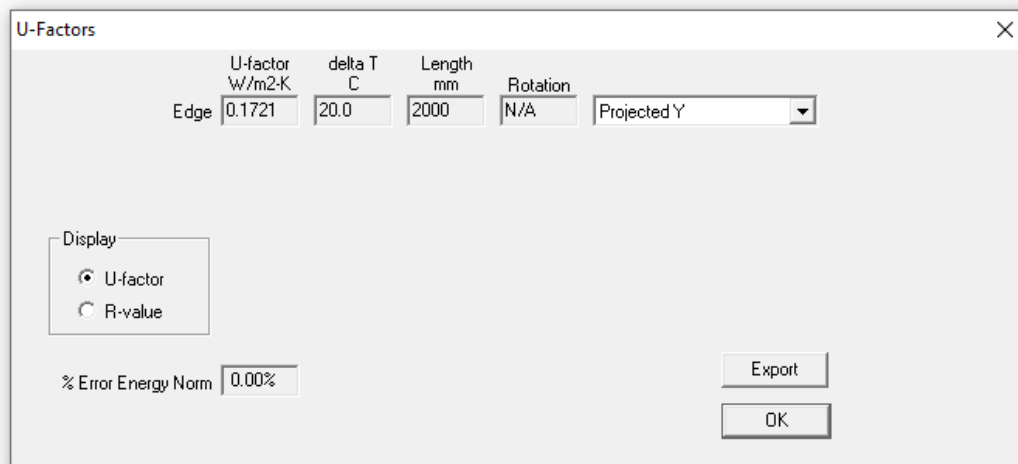
Det ble satt en innvendig temperatur på 20 grader og utvendig på 0 grader, videre ble bygningsdelene regnet hver for seg:

*Yttervegg:*

Ytterveggen er identisk for hyttene og fellesbygget. Det ble her tegnet inn 150 mm mineralull, og 100 mm massivtre. Vindsperren og den utvendig, luftede kledningen ble utelatt i modellen, men istedenfor tatt hensyn til i beregningen av ytterveggens varmemotstand. Varmemotstanden ble hentet fra byggforskblad 471.008 og beregnet for veggens innside (Rsi) og utside (Rse) på følgende måte:

<b>Varmemotstand yttervegg:</b>	<b>Filmkoeffisient yttervegg:</b>
$R_{si} = 0,13 \frac{m^2 K}{W}$	$h_{ysi} = \frac{1}{0,13 \frac{m^2 K}{W}} = 7,69 W/m^2 K$
$R_{se} = 0,13 \frac{m^2 K}{W} + 0,03 \frac{m^2 K}{W} = \frac{0,16 m^2 K}{W}$	$h_{yse} = \frac{1}{0,16 \frac{m^2 K}{W}} = 6,25 W/m^2 K$

Utvendig varmemotstand, Rse, er vanligvis 0,04 m<sup>2</sup>K/W. Ettersom det ble sett bort fra den utvendige kledningen, kan man da etter veiledningen (NS?) bruke samme varmemotstand som den innvendige (Rsi). I tillegg må vindsperrens varmemotstand bakes inn, da denne ikke ble medberegnet tidligere. Ved innputt i Therm er det filmkoeffisientet «hy» som skal benyttes, dette tilsvarer den inverse av varmemotstanden. Simuleringen viser at ytterveggen oppnår en u-verdi på 0,172 W/m<sup>2</sup>K.



*U-verdi-simulering: Yttervegg av massivtre (hytte og fellesbygg).*

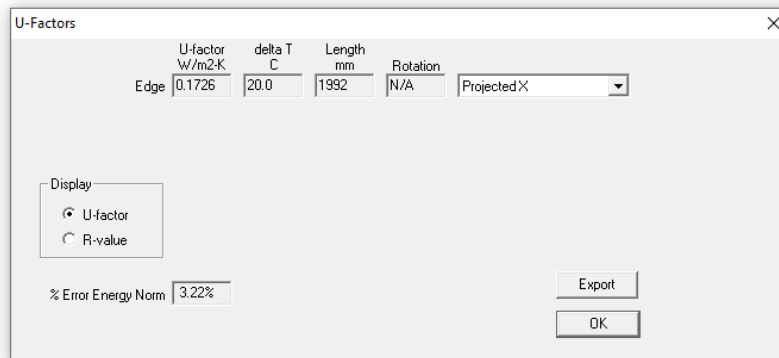
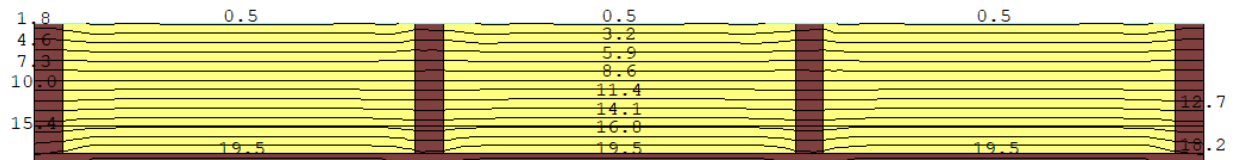
**Tak:**

Taket i hyttene og fellesbygget har noe forskjellige dimensjoner, og må dermed tegnes inn hver for seg med hensyn på u-verdi-beregningene. For hyttene tegnes isolerte sperrer av dimensjon 48 mm x 173 mm, med underliggende isolert nedforing på 48 mm og himlingsplater av tre. For fellesbygget tegnes isolerte sperrer av dimensjon 48 mm x 198 mm, med underliggende isolert nedforing på 48 mm og himlingsplater av tre. Ettersom også taket består av luftet tekking, blir det benyttet samme metode for korrigerende av utvendige varmemotstand som for ytterveggene. Dette gir:

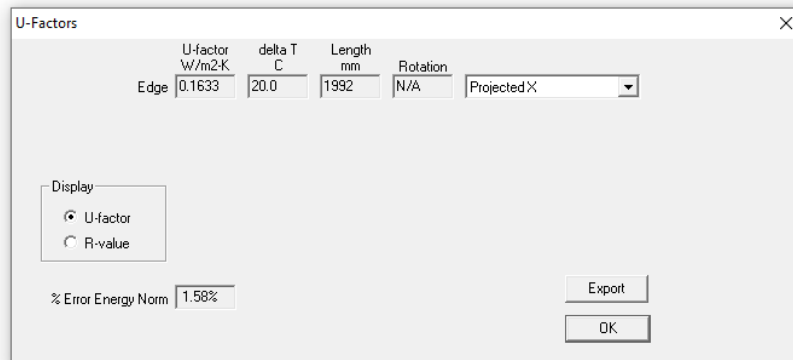
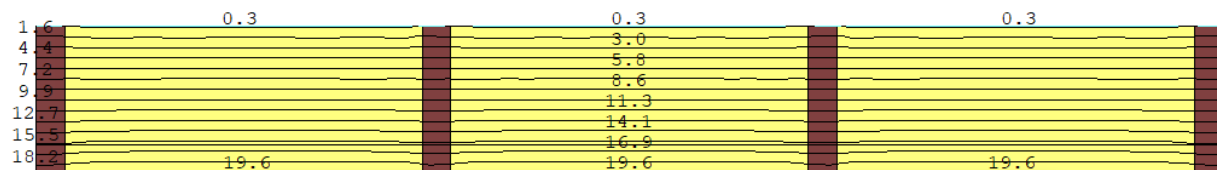
<b>Varmemotstand tak:</b>	<b>Filmkoeffisient tak:</b>
---------------------------	-----------------------------

$R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$	$hy_{si} = \frac{1}{0,10 \frac{m^2K}{W}} = 10 W/m^2K$
$R_{se} = 0,10 \frac{m^2K}{W} + 0,03 \frac{m^2K}{W} = \frac{0,13m^2K}{W}$	$hy_{se} = \frac{1}{0,13 \frac{m^2K}{W}} = 7,69 W/m^2K$

Simuleringen viser at taket på hyttene oppnår en u-verdi på 0,173 W/m<sup>2</sup>K, og at taket på fellesbygget oppnår en u-verdi på 0,163 W/m<sup>2</sup>K.



U-verdi-simulering: Tak (hytter).



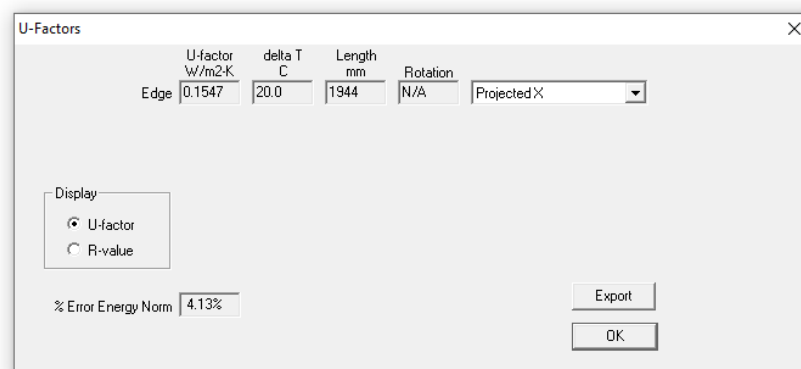
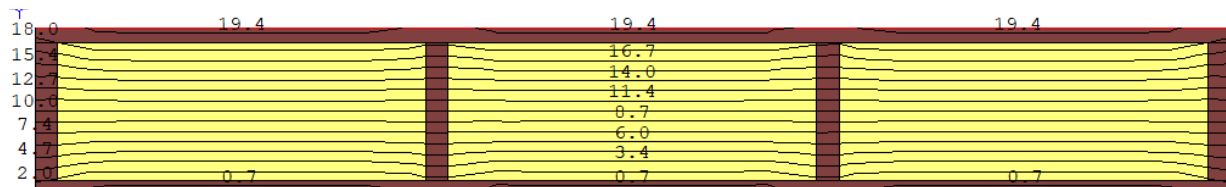
U-verdi-simulering: Tak (fellesbygg).

### Bjelkelag, gulv:

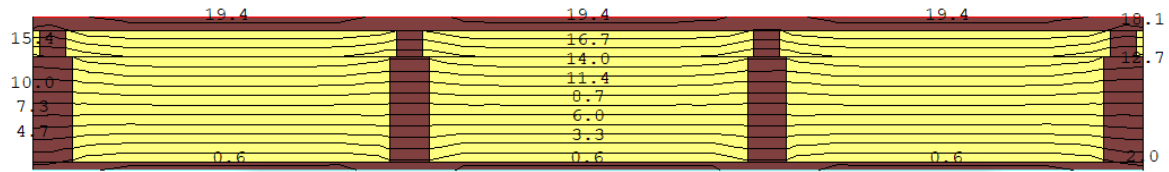
Gulvene har også forskjellig oppbygging i hyttene og fellesbygget, og må derav tegnes inn separat. For hyttene tegnes et isolert bjelkelag av dimensjon ... med underliggende stubbebord på 16 mm og overliggende tregulv på 25 mm. For fellesbygget tegnes et isolert bjelkelag av dimensjon ... med underliggende stubbebord på 16 mm og et 25 mm tykt tregulvet over 48 mm isolert oppføring. Her er det ikke nødvendig å korrigere den utvendige varmemotstanden for luftet kledning, men vindsperren må legges til. Dette gir:

Varmemotstand bjelkelag:	Filmkoeffisient bjelkelag:
$R_{si} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$	$h_{ysi} = \frac{1}{0,17 \frac{m^2K}{W}} = 5,89 W/m^2K$
$R_{se} = 0,17 \frac{m^2K}{W} + 0,03 \frac{m^2K}{W} = \frac{0,20 m^2K}{W}$	$h_{yse} = \frac{1}{0,20 \frac{m^2K}{W}} = 5 W/m^2K$

Simuleringen viser at gulvet på hyttene oppnår en u-verdi på 0,155 W/m<sup>2</sup>K, og at gulvet på fellesbygget oppnår en u-verdi på 0,157 W/m<sup>2</sup>K.



U-verdi-simulering: Bjelkelag, gulv (hytter).



U-Factors

Edge	U-factor W/m <sup>2</sup> K	delta T C	Length mm	Rotation	Projected X
Edge	0.1569	20.0	2092	N/A	Projected X

Display

U-factor  
 R-value

% Error Energy Norm 5.72%

Export  
 OK

*U-verdi-simulering: Bjelkelag, gulv (fellesbygg).*



# **Vedlegg G**

## **U-verdiberegninger**

# Kontrollberegning av U-verdi

Alle tall og beregninger er hentet fra Byggforskblad 471.008 (121) og 471.010 (120). Det hentes verdier for varmemotstand, R, der dette er oppgitt, ellers gjøres det beregninger av R etter formler gitt i bladene.

## Veggkonstruksjon

Ytterveggene inneholder tilnærmet homogene sjikt. Formelen for varmemotstand for bygningsdeler med homogene sjikt er;

$$R = \frac{d}{\lambda}, \quad \text{der:}$$

- d er materialsjiktets tykkelse i meter
- $\lambda$  er varmekonduktivitet

### Veggkonstruksjon:

Materiale	Tykkelse	Varmekonduktivitet $\lambda$ (W/(mK))	Varmemotstand R (m <sup>2</sup> K/W)
Massivtre (R <sub>1</sub> )	100mm	0,13	0,77
Mineralull (R <sub>2</sub> )	150mm	0,034	4,41
Vindsperre (R <sub>3</sub> )	1 mm		0,03

For å regne ut total varmemotstand, brukes formelen;

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

Verdier for varmeovergangsmotstand på innvendig side (R<sub>si</sub>) og varmeovergangsmotstand på utvendig side (R<sub>se</sub>) hentes fra tabell 42 i Byggforskblad 471.008. Ifølge Byggforskblad 471.010 punkt 33 skal man imidlertid se bort fra varmemotstanden til kledningen og luftsjiktet når bygningskomponenten har luftet kledning. Man skal derfor sette utvendig overgangsmotstand (R<sub>se</sub>) lik innvendig overgangsmotstand (R<sub>si</sub>).

$$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

Dermed blir utregningen:

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = 0,13 + 0,77 + 4,41 + 0,03 + 0,13 = 5,47 \left(\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}\right)$$

Ytterveggen U-verdi beregnes med forutsetning om nøyaktig montering slik at  $\Delta U = 0,00$ ;

$$U = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = \frac{1}{5,47} = \underline{0,18 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

## Takkonstruksjon

For bygningsdeler som inneholder sammensatte sjikt, er framgangsmåten noe annerledes.

Takkonstruksjonen med sjikt av taksperrer og isolasjon er et slikt sjikt. Total varmemotstand for bygningsdeler av sammensatte sjikt beregnes da som middelverdien av en øvre og nedre grenseverdi for varmemotstanden til bygningsdelen;

$$R_{tot} = \frac{R_{tot;øvre} + R_{tot;nedre}}{2} \quad \left( \text{m}^2\text{K/W} \right)$$

Formel for øvre grenseverdi er som følger;

$$R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{tot;a}} + \frac{f_b}{R_{tot;b}} + \dots + \frac{f_q}{R_{tot;q}}} \quad \left( \text{m}^2\text{K/W} \right)$$

der:

- $R_{tot;a}, R_{tot;b}, \dots, R_{tot;q}$  er total varmemotstand for hver feltype, inkludert overgangsmotstand
- $f_a$  er samlet arealandel for de ulike feltypene som beregnes etter formelen

Sperrene i taket har en lengde på omkring 2,4 m. Når sperrene har tykkelse på 48 mm og senteravstand c/c 0,6m, blir arealandelen av treverket i sjiktet ca. 12 %. Isolasjonen utgjør resterende 88 %. Disse beregningene er utført i Byggforskblad 471.008 under punkt 8.

### **Takkonstruksjon:**

<b>Materiale (<math>R_n</math>)</b>	<b>Tykkelse</b>	<b>Varmekonduktivitet <math>\lambda</math> [W/(mK)]</b>	<b>Varmemotstand R [m<sup>2</sup>K/W]</b>
Trevirke (himlingsplater)( $R_1$ )	13mm		0,10
Dampsperre ( $R_2$ )	1mm		0,03
Taksperrer og nedlekting ( $R_{3a}$ )	223 mm	0,13	1,71
Mineralull ( $R_{3b}$ )	225 mm	0,034	6,62

Vindsperre ( $R_4$ )	1 mm		0,03
----------------------	------	--	------

OSB-platen i taket tas ikke med i beregningene, da denne er luftet med sløyfer under og derfor ikke vil bidra til varmemotstanden.

For tak regnes varmestrømsretningen som «oppover», og verdiene for varmeovergangsmotstandene blir som følger;

$$R_{si} = 0,10 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$R_{se} = 0,10 \text{ (m}^2\text{K/W)} \text{ (siden } R_{se} \text{ skal settes lik } R_{si} \text{ for luftet kledning)}$$

Motstand til felt a (trevirke):

$$\begin{aligned} R_{tot;a} &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_{3a} + R_4 + R_{se} \\ &= 0,10 + 0,10 + 0,03 + 1,71 + 0,03 + 0,10 = 2,07 \text{ (}\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}\text{)} \end{aligned}$$

Motstand til felt b (isolasjon):

$$\begin{aligned} R_{tot;b} &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_{3b} + R_4 + R_{se} \\ &= 0,10 + 0,10 + 0,03 + 6,62 + 0,03 + 0,10 = 6,98 \text{ (}\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}\text{)} \end{aligned}$$

Dermed kan  $R_{tot;øvre}$  regnes ut;

$$R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{tot;a}} + \frac{f_b}{R_{tot;b}} + \dots + \frac{f_q}{R_{tot;q}}} = \frac{1}{\frac{0,12}{2,07} + \frac{0,88}{6,98}} = 5,43 \text{ (}\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}\text{)}$$

Videre beregnes  $R_{tot;nedre}$ , og formelen for dette er:

$$R_{tot;nedre} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se} \quad \left(\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}\right)$$

Her må sammensatte sjikt legges til og beregnes etter formelen;

$$R_j = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}}} \quad \left(\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}\right)$$

Dermed blir;

$$R_3 = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}}} = \frac{1}{\frac{0,12}{1,71} + \frac{0,88}{6,62}} = 4,92 \text{ (}\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}\text{)}$$

$$R_{tot;nedre} = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se}$$
$$= 0,10 + 0,10 + 0,03 + 4,92 + 0,03 + 0,10 = 5,28 \left(\frac{m^2K}{W}\right)$$

Total varmemotstand R blir dermed:

$$R_{tot} = \frac{R_{tot;\ovre} + R_{tot;nedre}}{2} = \frac{5,43 + 5,28}{2} = 5,36 \left(\frac{m^2K}{W}\right)$$

Det forutsettes nøyaktig montering slik at  $\Delta U = 0,00$ , og dermed er takets U-verdi;

$$U = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = \frac{1}{5,36} = \underline{\underline{0,18 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

# **Vedlegg H**

**SIMIEN**



Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Hytte Nerskogen

Tid/dato simulering: 08:53 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegning.smi

Prosjekt: Hytte Nerskogen

Sone: Hytte Nerskogen;

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller ikke kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller ikke omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller ikke energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller ikke minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller ikke byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	60,2	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,05	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	0	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei



Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Hytte Nerskogen

Tid/dato simulering: 08:53 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegning.smi

Prosjekt: Hytte Nerskogen

Sone: Hytte Nerskogen;

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	114,8 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	4,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	177,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	145,7 kWh/m <sup>2</sup>

Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	4577 kWh	130,8 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	153 kWh	4,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	211 kWh	6,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	324 kWh	9,3 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	5265 kWh	150,4 kWh/m <sup>2</sup>





Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Hytte Nerskogen

Tid/dato simulering: 08:53 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegning.smi

Prosjekt: Hytte Nerskogen

Sone: Hytte Nerskogen;

Leverert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Leverert energi	Spesifikk leverert energi
1a Direkte el.	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	1707 kWh	48,8 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	2145 kWh	61,3 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-315 kWh	-9,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt leverert energi, sum 1-7	3537 kWh	101,1 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-586 kWh	-16,8 kWh/m <sup>2</sup>
Netto leverert energi	2951 kWh	84,3 kWh/m <sup>2</sup>

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 9.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	81	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	41	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	35	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	21	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	35	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	139	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	60,2	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	55	
Lekkasetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	0	



# SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Hytte Nerskogen

Tid/dato simulering: 08:53 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegning.smi

Prosjekt: Hytte Nerskogen

Sone: Hytte Nerskogen;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	0,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,20	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,44	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	30	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,46	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,82/1,00/1,00	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Ranveig R. Jenssen
Kommentar	



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke: Hytte Nerskogen

Tid/dato simulering: 09:03 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

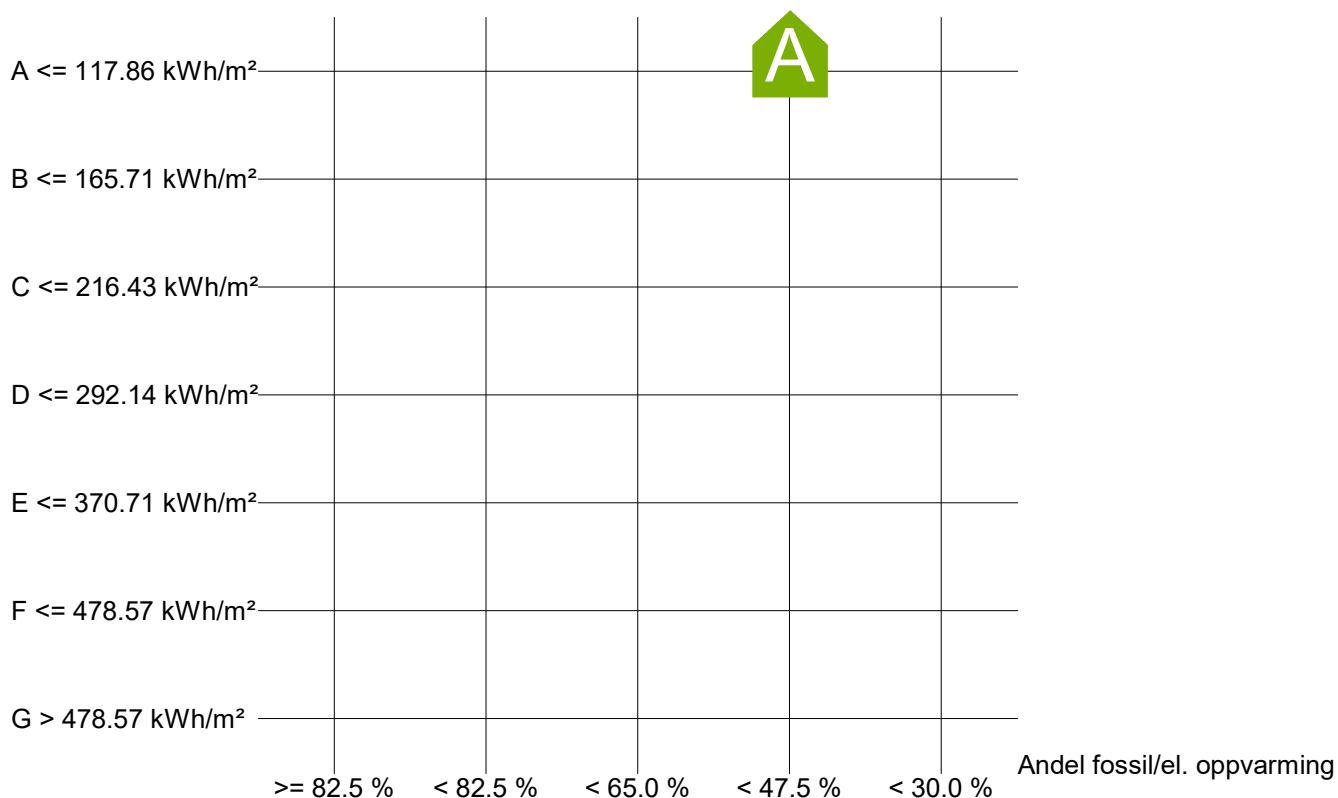
Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegning.smi

Prosjekt: Hytte Nerskogen

Sone: Hytte Nerskogen;

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 98.89 kWh/m<sup>2</sup>

Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 32.3 %

## Beregnet levert energi

Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	99 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	112 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke: Hytte Nerskogen

Tid/dato simulering: 09:03 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegning.smi

Prosjekt: Hytte Nerskogen

Sone: Hytte Nerskogen;

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	1578 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	1883 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	3461 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	81	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	41	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	35	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	21	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	35	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	139	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	60,2	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	55	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	0	



Simuleringsnavn: Energimerke: Hytte Nerskogen

Tid/dato simulering: 09:03 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegning.smi

Prosjekt: Hytte Nerskogen

Sone: Hytte Nerskogen;

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	0,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,20	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,44	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	30	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,46	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,82/1,00/1,00	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Fellesbygg Nerskogen

Tid/dato simulering: 09:07 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegningfellesbygg.smi

Prosjekt: Fellesbygg Nerskogen

Sone: Fellesbygg Nerskogen;

### Resultater av evalueringen

Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstillter ikke kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstillter ikke omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstillter ikke energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillter minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillter minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstillter ikke byggeforskriftenes energikrav

### Energiltak (§14-2 (2))

Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	32,3	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,05	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

### Minstekrav (§14-3)

Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	1,50

### Energiforsyning (§14-4 (1))

Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei



Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Fellesbygg Nerskogen

Tid/dato simulering: 09:07 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegningfellesbygg.smi

Prosjekt: Fellesbygg Nerskogen

Sone: Fellesbygg Nerskogen;

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	59,8 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,3 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	4,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	128,2 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	112,2 kWh/m <sup>2</sup>

Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	10775 kWh	81,9 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1154 kWh	8,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	1181 kWh	9,0 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	576 kWh	4,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	5 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	452 kWh	3,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	695 kWh	5,3 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	14837 kWh	112,7 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Fellesbygg Nerskogen

Tid/dato simulering: 09:07 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegningfellesbygg.smi

Prosjekt: Fellesbygg Nerskogen

Sone: Fellesbygg Nerskogen;

Energivare	Lvert energi til bygningen (beregnet)	
	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	2966 kWh	22,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	5077 kWh	38,6 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	3367 kWh	25,6 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-611 kWh	-4,6 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt lvert energi, sum 1-7	10798 kWh	82,1 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-934 kWh	-7,1 kWh/m <sup>2</sup>
Netto lvert energi	9864 kWh	75,0 kWh/m <sup>2</sup>

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 4.6 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	147	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	150	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	132	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	43	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	132	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	506	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	32,3	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	48	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	





Simuleringsnavn: Evaluering mot byggeforskrifter: Fellesbygg Nerskogen

Tid/dato simulering: 09:07 7/5-2020

Programversjon: 6.010

Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegningfellesbygg.smi

Prosjekt: Fellesbygg Nerskogen

Sone: Fellesbygg Nerskogen;

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,20	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,52	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,45	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,86/1,00/1,00	

### Inndata bygning

Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Ranveig R. Jenssen
Kommentar	



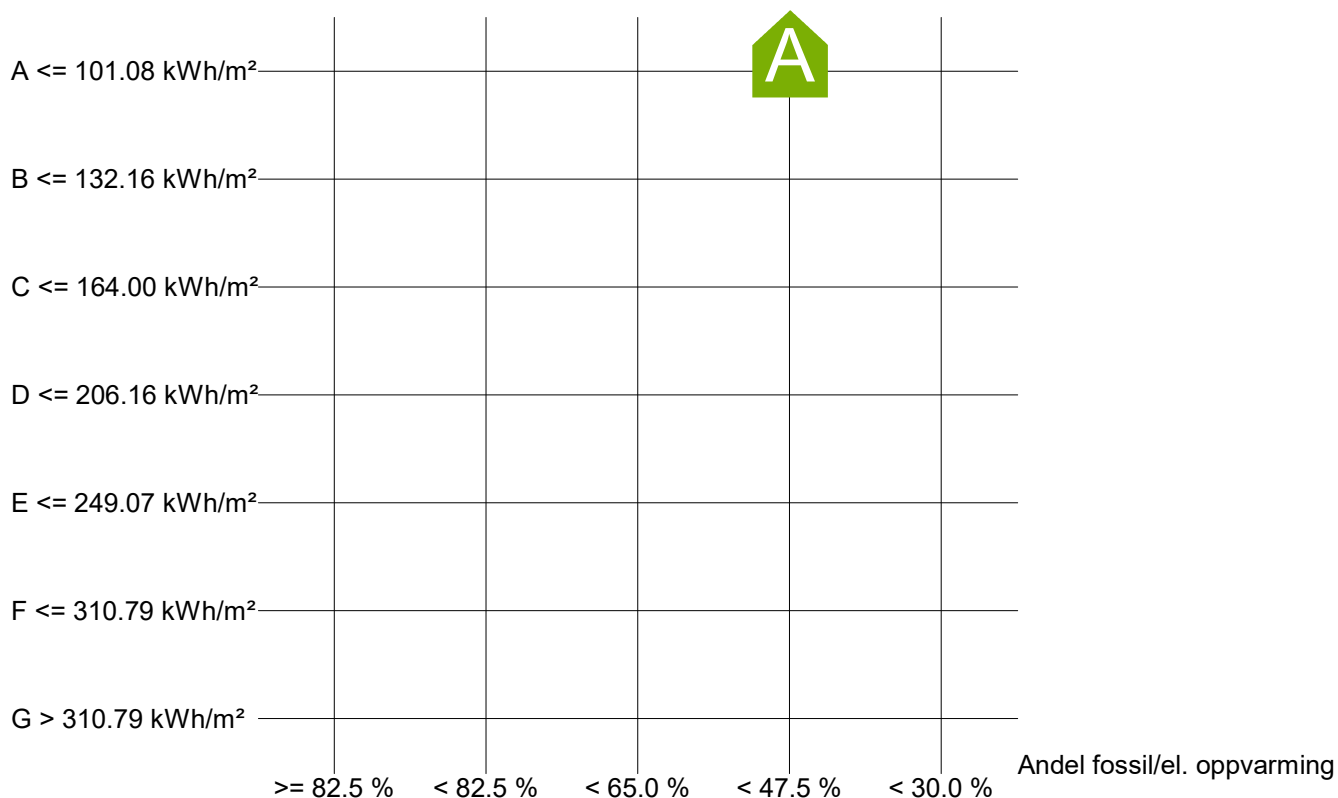
# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke: Fellesbygg Nerskogen  
Tid/dato simulering: 09:07 7/5-2020  
Programversjon: 6.010  
Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegningfellesbygg.smi  
Prosjekt: Fellesbygg Nerskogen  
Sone: Fellesbygg Nerskogen;

Energikarakter

## ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 83.99 kWh/m<sup>2</sup>  
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 45.0 %

### Beregnet levert energi

Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	84 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	98 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke: Fellesbygg Nerskogen  
Tid/dato simulering: 09:07 7/5-2020  
Programversjon: 6.010  
Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegningfellesbygg.smi  
Prosjekt: Fellesbygg Nerskogen  
Sone: Fellesbygg Nerskogen;

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	8592 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	2461 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	11053 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	147	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	150	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	132	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	43	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	132	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	506	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	32,3	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	48	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke: Fellesbygg Nerskogen  
Tid/dato simulering: 09:07 7/5-2020  
Programversjon: 6.010  
Simuleringsansvarlig: Ranveig R. Jenssen  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\BACHELOR\energiberegningfellesbygg.smi  
Prosjekt: Fellesbygg Nerskogen  
Sone: Fellesbygg Nerskogen;

## Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,20	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,52	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

## Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,45	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,86/1,00/1,00	

# **Vedlegg I**

## **Kostnadsberegninger**

# Kostnadskalkyle hytter

(Prisbok 2017 med utgangspunkt i konto 1114. Enebolig uten kjeller for 01, 06-12 + andre kostander)

Prosjekt: Grønn fritid - Utvikling av et bærekraftig hyttefelt

BTA: 44,2

Element	Beskrivelse	Enhet	Antall enheter	Pris/enhet	Total pris
<b>01 Felleskostnader</b>					
01.1	Rigging osv.	m2	44,2	kr 483,00	kr 21 348,60
01.2	Drift av byggeplass	m2	44,2	kr 805,00	kr 35 581,00
01.3	Byggeplassadministrasjon	m2	44,2	kr 483,00	kr 21 348,60
01.4	Prosjektering, kontroll og administrasjon	m2	44,2	kr 48,00	kr 2 121,60
01.6	Kapitalytelser	m2	44,2	kr 72,00	kr 3 182,40
SUM felleskostnader					kr 83 582,20
<b>02 Bygning</b>					
<b>2.1</b>	<b>Grunn og fundamenter</b>				
02.1.E.002	Betongpeler	m	34	kr 1 127,00	kr 38 318,00
<b>2.2</b>	<b>Bæresystemer</b>				
02.2.D.005	Limtrebjelke	m	69,2	kr 364,00	kr 25 188,80
02.2.D.003	Limtresøyle	m	9,5	kr 316,00	kr 3 002,00
<b>2.3</b>	<b>Yttervegger</b>				
02.3.G.014	Massive treelementer i yttervegg	m2	79,25	kr 1 120,00	kr 88 760,00
02.3.H.002	Stående trekledning	m2	98,12	kr 806,00	kr 79 084,72
02.3.K.002	Vinduer av tre, u-verdi < 1,2	m2	3,298	kr 932,00	kr 3 073,74
02.3.J.013	Glassfasade med transparent isolasjon	m2	16,36	kr 5 086,00	kr 83 206,96
02.3.K.027	Ytterdør av tre, 10M	stk	1	kr 10 204,00	kr 10 204,00
<b>2.4</b>	<b>Innervegger</b>				
02.4.C.001	Massivtreelement i innervegg	m2	21,92	kr 1 108,00	kr 24 287,36
02.4.G.006	Innerdør, tre (skyvedør) 9x21M	stk	3	kr 5 541,00	kr 16 623,00
02.4.H.006	Keramisk flis, semenbasert fugemasse, vegg	m2	0	kr 810,00	kr -
<b>2.5</b>	<b>Dekker</b>				
02.5.D.001	Etasjeskiller med trebjelkelag	m2	48,92	kr 606,00	kr 29 645,52
02.5.D.001	Etasjeskiller med trebjelkelag u/isolasjon	m2	17,5	kr 695,00	kr 12 162,50
02.5.E.001	Fast gipshimling	m2	11,492	kr 377,00	kr 4 332,48
02.5.G.019	Gulvbord av furu	m2	37,35	kr 383,00	kr 14 305,05
<b>2.6</b>	<b>Yttertak</b>				
02.6.C.002	Sperretak, heltre, isolert	m2	55,1	kr 1 580,00	kr 87 058,00
02.6.C.001	Sperretak, heltre, uisolert	m2	2,7	kr 506,00	kr 1 366,20
02.6.G.005	Rekkverk i tre	m	11,97	kr 1 792,00	kr 21 450,24
<b>2.7</b>	<b>Fast inventar</b>				
02.7.B.003	Kjøkkeninnredning 2-roms	stk	1	kr 56 107,00	kr 56 107,00
02.7.B.009	Hvitevarer bolig	stk	1	kr 23 525,00	kr 23 525,00
SUM BYGNING					kr 621 700,57
<b>03 VVS</b>					
<b>3.1</b>	<b>Sanitær</b>				
<b>3.2</b>	<b>Varme</b>				
03.2.5.012	Varmepumpe luft/luft	stk	1	kr 18 293,00	kr 18 293,00
<b>3.3</b>	<b>Brannslukking</b>				
03.3.0.1.001	Komplett brannslukking for boligdel	m2	44,2	kr 35,00	kr 1 547,00
SUM VVS					kr 19 840,00

<b>04 Elkraft</b>							
<b>4.1</b>	<b>Basisinstallasjon for elkraft</b>						
04.1.0.1.005	Komplett basisinstallasjon for elkraft, boligdel	m2	44,2	kr	72,00	kr	3 182,40
<b>4.3</b>	<b>Lavspenning</b>						
04.3.0.1.005	Komplett lavspenning, boligdel	m2	44,2	kr	380,00	kr	16 796,00
<b>4.4</b>	<b>Lys</b>						
04.4.0.1.001	Komplett lys for boligdel	m2	44,2	kr	484,00	kr	21 392,80
SUM ELKRAFT						kr	41 371,20
<b>05 Tele og automatisering</b>							
SUM TELE OG AUTOMATISERING						kr	-
<b>06 Andre installasjoner</b>							
6.5	Avfall og støvsuging	m2	44,2	kr	88,00	kr	3 889,60
SUM ANDRE INSTALLASJONER						kr	3 889,60
<b>08 Generelle kostnader</b>							
8.2	Prosjektering		44,2	kr	1 467,00	kr	64 841,40
8.3	Administrasjon		44,2	kr	218,00	kr	9 635,60
8.4	Bikostnader		44,2	kr	97,00	kr	4 287,40
8.5	Forsikringer, gebyrer og lignende		44,2	kr	557,00	kr	24 619,40
SUM GENERELLE KOSTNADER						kr	103 383,80
<b>Andre kostnader</b>							
Vannklosett med biomottak	Hentet fra: hyttetorget.no		1	kr	38 990,00	kr	38 990,00
Gråvannrenseanlegg	Hentet fra: hyttetorget.no		1	kr	16 450,00	kr	16 450,00
Peisovn	Hentet fra: varrefag.no		1	kr	12 990,00	kr	12 990,00
Solceller	Hentet fra: sparelys.no		3	kr	2 995,00	kr	8 985,00
Stålpipeline	Hentet fra: varmeekonomi.no		1	kr	20 690,00	kr	20 690,00
SUM ANDREKOSTNADER						kr	98 105,00
<b>SUM 01-08 BYGGEKOSTNAD</b>						<b>kr</b>	<b>971 872,37</b>
<b>10 MVA</b>							
SUM MVA						kr	242 968,09
<b>SUM 01-10 BASISKOSTNAD</b>						<b>kr</b>	<b>1 214 840,46</b>
<b>11 Forventet tillegg</b>							
SUM FORVENTET TILLEGG			44,1	kr	500,00	kr	22 050,00
<b>SUM 01-11PROSJEKTKOSTNAD</b>						<b>kr</b>	<b>1 236 890,46</b>

# Kostnadskalkyle fellesbygg

(Prisbok 2017 med utgangspunkt i konto 1114. Enebolig uten kjeller for 01, 06-12 + andre kostnader)

Prosjekt: Grønn fritid - Utvikling av et bærekraftig hyttefelt

BTA: 151,1

Element	Beskrivelse	Enhet	Antall enheter	Pris/enhet	Total kostnad
<b>01 Felleskostnader</b>					
01.1	Rigging osv.	m2	151,1	kr 483,00	kr 72 981,30
01.2	Drift av byggeplass	m2	151,1	kr 805,00	kr 121 635,50
01.3	Byggeplassadministrasjon	m2	151,1	kr 483,00	kr 72 981,30
01.4	Prosjektering, kontroll og administrasjon	m2	151,1	kr 48,00	kr 7 252,80
01.6	Kapitalytelser	m2	151,1	kr 72,00	kr 10 879,20
SUM Felleskostnader					kr 285 730,10
<b>02 Bygning</b>					
<b>2.1</b>	<b>Grunn og fundamenter</b>				
02.1.E.002	Betongpeler	m	120	kr 1 127,00	kr 135 240,00
<b>2.2</b>	<b>Bæresystemer</b>				
02.2.D.005	Limtrebjelke	m	196,4	kr 364,00	kr 71 489,60
02.2.D.003	Limtrsstøyle	m	20,4	kr 316,00	kr 6 446,40
<b>2.3</b>	<b>Yttervegger</b>				kr -
02.3.G.014	Massive treelementer i yttervegg	m2	144,78	kr 1 120,00	kr 162 153,60
02.3.H.002	Stående trekledning	m2	180,08	kr 806,00	kr 145 144,48
02.3.K.002	Vinduer av tre, u-verdi < 1,2	m2	7,66	kr 932,00	kr 7 139,12
02.3.J.013	Glassfasade med transparent isolasjon	m2	21,15	kr 5 086,00	kr 107 568,90
02.3.K.027	Ytterdør av tre, 10M	stk	3	kr 10 204,00	kr 30 612,00
<b>2.4</b>	<b>Innervegger</b>				kr -
02.4.C.001	Massivtreelement i innervegg	m2	119,02	kr 1 108,00	kr 131 874,16
02.4.D.048	Panelkledt vegg av tre	m2	72,591	kr 936,00	kr 67 945,18
02.4.H.006	Keramisk flis, semenbasert fugemasse, vegg	m2	34,7	kr 810,00	kr 28 107,00
02.4.G.003	Innerdør, tre, 9 x 21 M	stk	9	kr 3 509,00	kr 31 581,00
<b>2.5</b>	<b>Dekker</b>				kr -
02.5.D.001	Etasjeskiller med trebjelkelag	m2	202,86	kr 606,00	kr 122 933,16
02.5.D.002	Etasjeskiller med trebjelkelag, uten isolasjon	m2	101,89	kr 695,00	kr 70 813,55
02.5.E.001	Fast gipshimling	m2	64,57	kr 377,00	kr 24 342,89
02.5.G.003	Keramisk flis, sementbasert fugemasse, dekke	m2	94	kr 923,00	kr 86 762,00
02.5.G.019	Gulvbord av furu, flytende 20 x 95 mm	m2	202,86	kr 383,00	kr 77 695,38
<b>2.6</b>	<b>Yttertak</b>				
02.6.C.002	Sperretak, heltre,	m2	164,05	kr 1 580,00	kr 259 199,00
02.6.C.001	Sperretak, heltre, uisolert	m2	1,5	kr 506,00	kr 759,00
02.6.G.005	Rekkverk i tre	m	7,74	kr 1 792,00	kr 13 870,08
<b>2.7</b>	<b>Fast inventar</b>				kr -
02.7.B.007	Kjøkkeninnredning enebolig	stk	1	kr 63 636,00	kr 63 636,00
02.7.B.009	Hvitevarer bolig	stk	1	kr 31 525,00	kr 31 525,00
02.7.C.001	Øvrig innredning bolig	stk	1	kr 17 737,00	kr 17 737,00
02.7.C.009	Fast inventar WC	stk	1	kr 4 546,00	kr 4 546,00
SUM BYGNING					kr 1 699 120,50
<b>03 VVS</b>					
<b>3.1</b>	<b>Sanitær</b>				kr -
03.1.0.1.001	Komplett sanitær for boligdel	m2	151,1	kr 1 172,00	kr 177 089,20
<b>3.2</b>	<b>Varme</b>				kr -
<b>3.3</b>	<b>Brannsløkking</b>				kr -
03.3.0.1.001	Komplett brannsløkking for boligdel	m2	151,1	kr 35,00	kr 5 288,50
<b>3.6</b>	<b>Luftbehandling</b>				kr -
03.6.0.1.001	Komplett luftbehandlingssystem	m2	151,1	kr 510,00	kr 77 061,00
SUM VVS					kr 259 438,70



<b>04 Elkraft</b>							
<b>4.1</b>	<b>Basisinnstallasjon for elkraft</b>					kr	-
04.1.0.1.001	Komplett basisinnstallasjon for elkraft, boligdel	m2	151,1	kr	109,00	kr	16 469,90
<b>4.3</b>	<b>Lavspent forsyning</b>						
04.3.0.1.001	Komplett lavspent forsyning, boligdel	m2	151,1	kr	380,00	kr	57 418,00
<b>4.4</b>	<b>Lys</b>						
04.4.0.1.001	Komplett lys for boligdel	m2	151	kr	484,00	kr	73 084,00
SUM ELKRAFT						kr	146 971,90
<b>05 Tele og automatisering</b>							
05.4.0.1.001	Komplett alarm og signalsystem		151,1	kr	44,00	kr	6 648,40
SUM TELE OG AUTOMATISERING						kr	6 648,40
<b>06 Andre installasjoner</b>							
6.5	Avfall og støvsuging	m2	44,2	kr	88,00	kr	3 889,60
SUM ANDRE INSTALLASJONER						kr	3 889,60
<b>08 Generelle kostnader</b>							
8.2	Prosjektering		151,1	kr	1 467,00	kr	221 663,70
8.3	Administrasjon		151,1	kr	218,00	kr	32 939,80
8.4	Bikostnader		151,1	kr	97,00	kr	14 656,70
8.5	Forsikringer, gebyrer og lignende		151,1	kr	557,00	kr	84 162,70
SUM GENERELLE KOSTNADER						kr	353 422,90
<b>Andre kostnader</b>							
Komplett væske-vann							
varmepumpepakke	Hentet fra: bravvs.no		1	kr	139 187,00	kr	139 187,00
Elektrokjel	Hentet fra: bad.no		1	kr	40 022,00	kr	40 022,00
Badstueovn	Hentet fra: polhus.no		1	kr	15 509,00	kr	15 509,00
Skyvedør i glass	Hentet: hjemfint.no		1	kr	17 390,00	kr	17 390,00
Boblebad	Hentet: spaxo.no		1	kr	99 000,00	kr	99 000,00
Peisinnstans	Hentet: varmfag.no		1	kr	38 900,00	kr	38 900,00
Solceller	Hentet: sparelys.no		3	kr	2 995,00	kr	8 985,00
Stålpipeline	Hentet: varmeekonomi.no		1	kr	20 690,00	kr	20 690,00
Uteområde inkl. boder	Se egen tabell under					kr	269 343,00
SUM ANDREKOSTNADER						kr	649 026,00
<b>SUM 01-08 BYGGEKOSTNAD</b>						<b>kr</b>	<b>3 044 176,80</b>
<b>10 MVA</b>							
SUM MVA						kr	761 044,20
<b>SUM 01-10 BASISKOSTNAD</b>						<b>kr</b>	<b>3 805 221,00</b>
<b>11 Forventet tillegg</b>							
SUM FORVENTET TILLEGG			151,1	kr	500,00	kr	75 550,00
<b>SUM 01-11 PROSJEKTKOSTNAD</b>						<b>kr</b>	<b>3 880 771,00</b>

Uteområde inkl. boder					BTA:	45
Element	Beskrivesle	Enhet	Antall enheter	Pris/enhet	Total kostnad	
02.3.D.001	Klimavegg, 100 mm stenderverk	m2	45	kr 418,00	kr	18 810,00
02.3.K.028	Ytterdør enkel, garasje 9M	stk	1	kr 4 198,00	kr	4 198,00
02.4.F.008	Bodvegg i netting	m2	45	kr 478,00	kr	21 510,00
02.5.D.001	Etasjeskiller med trebjelkelag u/isolasjon	m2	45	kr 695,00	kr	31 275,00
02.6.B.001	W-takstol, uisolert	m2	45	kr 860,00	kr	38 700,00
07.7.3	Utendørs møblering	stk	1	kr 13 051,00	kr	13 051,00
07.6.1.003	Grusveg og parkering	m2	703	kr 167,00	kr	117 401,00
Grill	Hentet: testfakta.no	stk	1	kr 7 000,00	kr	7 000,00
Elbillader	Hentet: elektroimporten.no	stk	2	kr 8 699,00	kr	17 398,00
SUM UTEOMRÅDE						kr 269 343,00

Total prosjektkostnad:	
Prosjektkostnad for ni hytter	kr 11 132 014,14
Prosjektkostnad fellesbygg	kr 3 880 771,00
SUM	kr 15 012 785,14
Total prosjektkostnad per hytte:	kr 1 668 087,24