

# **Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**

Green Mountain Village – A Sustainable and Environmentally Friendly Cabin Concept

**Trondheim Mai 2021**

Frida Forseth Westrum

Erlend Norby

Intern veileder:

Bozena D. Hrynyszyn

Ekstern veileder:

Asgeir Meland

Prosjektnr:

2021 -06

Rapporten er ÅPEN



Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

## **Problemdefinering/prosjektbeskrivelse og resultatmål**

Prosjektet går i hovedsak ut på å se på hvordan hytteutviklingen i Norge kan gjøres mer bærekraftig og klimavennlig enn den er i dag. Gruppen har derfor fått utdelt ei tomt i Oppdal kommune som står klar for prosjektering av et hyttefelt, hvor målet er å komme frem til et forslag på et bærekraftig hyttekonsept. Det er mange aspekter å se på i forhold til hva som er bærekraftig, det kan blant annet være stedstilpasninger, sosial verdiskapning, transport, energi-, ressurs- og materialbruk, samspill hytteeier og lokalsamfunn osv. Derfor har gruppen valgt noen områder innenfor interesse- og kompetansefelt som det ønskes å se nærmere på.

Gruppen har valgt å se på selve hytta som objekt og hvordan den kan prosjekteres på best mulig måte i forhold til miljøhensyn og bærekraft. Et av hovedpunktene vil være å se på hvordan hytta kan tilpasses terreng og omgivelser på best mulig måte. Her handler det om å gjøre minst mulig inngrep i naturen og å finne løsninger på fundamenteringsmetoder som er mest mulig skånsomme. Det vil også legges vekt på arealeffektivitet, i tillegg til at den, etter beste evne og kompetanse, prøve å tilpasses omgivelsene arkitektonisk. Her vil valg av materialer og utforming bli viktige faktorer. Materialvalg vil også sees i sammenheng med klimahensyn, bestandighet, bæresystemer, TEK 17 og eventuelt andre standarder som også er viktige faktorer ift. bærekraft.

Energieffektivitet vil også være et viktig mål. Her blir det viktig å se på vegg-, tak- og gulvkonstruksjonen og de ulike alternativene som finnes for disse. Tilslutninger på detaljnivå vil også vurderes. Ulike tekniske løsninger for varme, elektrisitet og ventilasjon skal også vurderes. Her blir det viktig å ta i betraktning at dette er en fritidsbolig, som periodevis ikke vil være i bruk. En annen viktig faktor er hyttas form, størrelse og utforming. Det benyttes simuleringsverktøy, som vil gi oss gode svar på energieffektiviteten på hytta.

Målet er å til slutt kunne presentere et hyttekonsept som er fremtidsrettet og mer bærekraftig og klimavennlig enn det vi ser at dagens hyttetrend er.

### **Stikkord fra prosjektet:**

Bærekraft, miljøtilpasning, arealeffektivitet, energieffektivitet, fritidsbolig, hyttekonsept



## Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet i forbindelse med avslutning av den treårige utdanningen ved Institutt for bygg- og miljøteknikk på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Gruppen har det siste året valgt å fordype seg innen husbyggingsteknikk, og har jobbet med denne oppgaven fra januar til mai 2021. Oppgaven baseres på kunnskap og ferdigheter tilegnet i løpet av studietiden, samt nye selvstendige fordypninger.

For gruppen var det ønskelig å skrive en oppgave om bærekraft og miljøvennlige bygg, med fokus på byggeteknikk og detaljprosjektering. Da Nasjonalparken Næringshage presenterte sine prosjekter ift. bærekraftig hytteutbygging vekket det nysgjerrigheten og ønsket om å lære mer om problematikken ift. hytteutbyggingen i Norge. Muligheten for frie tøyler, samt bidra til et fremtidsrettet prosjekt var avgjørende for valg av oppgaven.

Gruppen ønsker å takke ekstern veileder Asgeir Meland fra Nasjonalparken Næringshage for god veiledning og informasjon. Videre rettes en takk til Kirsten Aune Grønset som tok seg tid til befarung og møte med gruppen, samt oversende nyttig informasjon.

En spesiell stor takk til intern veileder, Bozena Dorota Hrynyszyn, for gode veiledninger, innspill og tilbakemeldinger gjennom hele prosessen.

Trondheim 20.05.2021

*Erlend Norby*

---

Erlend Norby

*Frida F. Westrum*

---

Frida Forseth Westrum

## Sammendrag

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet på vegne av oppdragsgiver, Nasjonalparken Næringshage AS. Oppgaven er en utvikling av et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept med relativt frie tøyler på prosjektering. Hytteområdet ligger i Oppdal kommune i tilknytning til Rønningslia gård. Gården driver blant annet med eggproduksjon og utsalg av råvarer, og vil være nyttig for konseptet.

Fremtidens hyttetrend utvikler seg mot å bygge stort og ta opp arealer. Det er mye snakk om bærekraft i dagens samfunn, men det er ikke bærekraftig å fortsette en slik trend. Prosjektet skal derfor som et ønske fra Nasjonalparken Næringshage, sikte seg inn mot en bærekraftig tilnærming til hytteutbygging. Oppgaven vil ta for seg en prosjektert hytte, i tillegg til å se på hyttefeltets helhet. Det vil legges stor vekt på arealeffektivitet og minimale terrenginngrep for å gjøre hyttekonseptet bærekraftig. Landskapet skal betraktes som hovedfundamentet i prosjektet, hvor variasjonene og innholdet i terrenget legger føringer for hvordan prosjektet skal utvikles, både med tanke på planarbeid og bygningskonstruksjon.

Store deler av energiforbruket til hytter er knyttet til oppvarming. Gjennom oppgaven har det derfor blitt vurdert ulike materialer, konstruksjonsprinsipper og tekniske installasjoner opp mot hverandre for å bidra til at hytta blir mer energieffektiv når den er i bruk. Det har også blitt vurdert ulike energikilder som kan bidra til oppvarming og drift av hyttene, hvor da solceller på taket til hønsehuset og overskuddsvarme fra hønsegården kan bli benyttet.

Resultatet ble utforming av en hytte med bruksareal på 49,2 kvm. En arealeffektiv hytte med frittliggende bod og uteområde. Det er blitt lagt fram et forslag på én planløsning, med muligheter for å utvikle flere. Halve hytteområdet er tiltenkt bebyggelse, og resterende vil være bevart landskap som brukes til rekreasjon. Hyttene har åpen fundamentering på stålpæler, veggen er bygd opp med todelt bindingsverk, og taket er et saltak med isolerte takflater og luftet tekning. Det er benyttet treverk både i konstruksjonen og på overflater, da dette er et kortreist og fornybart material

## **Abstract**

This bachelor thesis is conducted on behalf of Nasjonalparken Næringshage AS. The thesis explores a sustainable, environmental-friendly way of building mountain cabins, with relatively few restrictions regarding planning and design. Oppdal municipality is the home of the cabin field, and the property is part of Rønningslia farm. Amongst other things, the farm is producing eggs and other commodities, which will be useful for the thesis' concept.

The cabin trends of the future tend to shift towards building big and henceforth claim large areas of land. This is not a trend that fits well with one the central points of the public discourse of our time, sustainability. The thesis will therefore have a sustainable approach, as desired by the client. In the project, one cabin will be projected as an example, while the cabin field will be viewed as one unit. To make the concept sustainable, areal efficient cabins, with diminutive intervention to the surrounding terrain will be laid weight on. The landscape will serve as the main foundation of the project, and its natural variations will guide how the project evolves, regarding both planning and building.

Heating of the cabins is cause to a significant part of their energy consumption. The thesis therefore compares different materials, principles of construction and technical installations in the projected cabin to make sure the cabins will be as energy efficient as possible when they are ready for use. Different sources of energy are also considered for heating of the numerous cabins in the field. An example being solar cells on the roof of the chicken coop, which then leads to eventual excess heat from the coop being used in the cabins.

The result is a cabin with a net internal area of 49,2 square meters. An area-efficient cabin with a detached shed and outdoor area. A proposal for a floor plan has been made, with the possibility to create more. Half of the area for the cabin field is intended for buildings, while the other half is dedicated for recreational purposes. The cabins have an open foundation on steel poles, and the walls are constructed as double-stud walls. It has a gable roof with separate wind barrier and an underlayer roof. The materials in the construction and on the surfaces are mainly woodwork, as it is both produced nearby and a renewable material.

# 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>2</b>
1.1 <i>Bakgrunn for valg av oppgave</i> .....	2
1.2 <i>Mål og tilnærming</i> .....	2
1.3 <i>Problemstilling</i> .....	2
1.4 <i>Avgrensning</i> .....	3
<b>2 Bakgrunn</b> .....	<b>5</b>
2.1 <i>Historien bak norsk hytteliv</i> .....	5
2.2 <i>Nasjonalparken Næringshage AS</i> .....	6
2.3 <i>Grønn Fjellhageby</i> .....	6
2.4 <i>Bærekraftig hytteutbygging</i> .....	6
2.5 <i>Området</i> .....	7
2.5.1 <i>Befaring</i> .....	8
<b>3 Metode</b> .....	<b>9</b>
3.1 <i>Litteratursøk</i> .....	9
3.2 <i>Archicad</i> .....	9
3.3 <i>SIMIEN</i> .....	9
<b>4 Teori</b> .....	<b>11</b>
4.1 <i>Bærekraft</i> .....	11
4.1.1 <i>Definisjon</i> .....	11
4.1.2 <i>Miljøhensyn og bærekraft i skogbruket</i> .....	11
4.2 <i>Lovverk, forskrifter og standarder</i> .....	12
4.2.1 <i>Byggteknisk forskrift</i> .....	12
4.2.2 <i>Sikkerhet ved brann</i> .....	12

4.2.3	Lys og utsyn.....	13
4.2.4	Fukt .....	13
4.2.5	Våtrom .....	13
4.2.6	Energi .....	14
4.2.7	Energimerking.....	15
<b>5</b>	<b>Konsept .....</b>	<b>16</b>
5.1	<i>Bakgrunn for hyttekonseptet .....</i>	<i>16</i>
5.2	<i>Utforming av hyttekonseptet .....</i>	<i>17</i>
5.3	<i>Rekreasjoner, natur- og kulturmiljø .....</i>	<i>18</i>
<b>6</b>	<b>Analyse.....</b>	<b>20</b>
6.1	<i>Hensyn til naturområder, vegetasjon og grøntområder .....</i>	<i>20</i>
6.1.1	Terreng og grønnstruktur .....	20
6.1.2	Plassering og terrengtilpassing .....	20
6.2	<i>Planløsning, utforming og materialvalg.....</i>	<i>22</i>
6.2.1	Planløsning og utforming.....	22
6.2.2	Materialvalg .....	23
6.2.3	Lysforhold .....	23
6.2.4	Lydforhold.....	25
6.2.5	Universell utforming .....	25
6.3	<i>Fundamentering og grunnforhold.....</i>	<i>26</i>
6.3.1	Grunnforhold .....	26
6.3.2	Relevante fundamenteringsmetoder .....	27
6.3.3	Valg av fundamenteringsmetode .....	29
6.4	<i>Bjelkelag og etasjeskiller .....</i>	<i>30</i>
6.4.1	Trebjelkelag.....	30
6.4.2	Varmeisolering og tetting .....	31
6.4.3	Valg av bjelkelag og etasjeskiller .....	32
6.5	<i>Veggkonstruksjon.....</i>	<i>34</i>
6.5.1	Relevante veggkonstruksjoner .....	34
6.5.2	Valgt veggkonstruksjon.....	36



6.6	Tak.....	37
6.6.1	Ulike taktyper.....	37
6.6.2	Tekningstyper .....	39
6.6.3	Valgt takkonstruksjon .....	40
6.7	Vindu.....	42
6.8	Tekniske installasjoner og infrastruktur.....	43
6.8.1	Ventilasjon .....	43
6.8.2	Vann og avløp .....	44
6.8.3	Oppvarming .....	44
6.8.4	Strømforsyning .....	45
6.8.5	Teknisk infrastruktur.....	46
6.9	Energibruk .....	48
6.9.1	Energiberegninger .....	48
<b>7</b>	<b>Forskning og utvikling .....</b>	<b>51</b>
7.1	Det grønne skiftet.....	51
<b>8</b>	<b>Diskusjon.....</b>	<b>54</b>
8.1	Drøfting .....	54
8.2	Veien videre.....	55
<b>9</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>56</b>
<b>10</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>Figurliste.....</b>	<b>67</b>
<b>12</b>	<b>Vedlegg .....</b>	<b>69</b>

## **Begrepsliste**

2D – Todimensjonal

3D – Tredimensjonalt

BIM – Bygningsinformasjonsmodellering. Building Information Modeling

BRA – Bruksareal

c/c – Senteravstand

EU – Den europeiske union (European Union)

FN – Forente Nasjoner

Kvm – Kvadratmeter

LCA – Life Cycle Assessment. Livsløpsanalyse

Moh – Meter over havet

NADAG – Nasjonal Database for Grunnundersøkelser

NGU – Norges geologiske undersøkelse

NS – Norsk Standard

NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

PBL – Plan- og bygningsloven

SSB – Statistisk sentralbyrå

TEK 17 – Byggeteknisk forskrift, utgitt i 2017, veileder til Plan- og Bygningsloven

VA – Vann og avløp

# 1 Innledning

*Innledningen diskuterer oppgavens bakgrunn, tilnærming, problemstilling og avgrensning.*

## 1.1 Bakgrunn for valg av oppgave

Gruppen ønsket å skrive en bacheloroppgave hvor byggetekniske løsninger, bærekraft og miljø står i fokus. Gjennom en gjesteforelesning i emnet Husbyggingsteknikk (TBYG3009) ble gruppen presentert for Nasjonalparken Næringshage AS og hva de jobber med. Gruppen syntes de hadde mange spennende prosjekter som passet med gruppens ønske om tema. Videre ble det knyttet kontakt med Asgeir Meland i Nasjonalparken Næringshage, hvor flere alternativer til oppgave ble lagt frem og diskutert. Valget falt på Grønn Fjellhageby, som er et prosjekt som omhandler utbygging av et bærekraftig hyttefelt i Oppdal kommune. Gruppen fikk frie tøyler til utforming av oppgave og bacheloroppgaven «*Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept*» ble resultatet.

## 1.2 Mål og tilnærming

Det overordnede målet for oppgaven er å sikte seg inn mot en mer bærekraftig tilnærming til hytteutbygging. Oppgaven vil være å legge frem et forslag på et konsept som kan være nyttig for eksterne oppdragsgiver, Nasjonalparken Næringshage. Resultatet av konseptet kan brukes til videreutvikling av bærekraftig hytteutbygging i Oppdal, og det kan jobbes videre på løsninger som kommer frem i resultatet av konseptet. Videre vil det være et mål å komme frem til et resultat på et konsept som vil være areal- og energieffektivt, samt at det gjøres minimalt terrenginngrep. Det vil også være et mål at prosjektet skal være attraktivt i markedssammenheng.

## 1.3 Problemstilling

Visjonen om å få til en bærekraftig utvikling ved hytteutbygging er noe som står høyt i denne oppgaven. Gruppen har kommet frem til følgende formulering av problemstillingen: «*Utvikling av et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept*». For å kunne svare på problemstillingen har gruppen lagt fram følgende spørsmål:

*Hvordan kan man redusere arealet av hytta, uten at det går på bekostning av funksjonaliteten?*

Som en bærekraftig løsning på oppgaven er det lagt vekt på hvordan man kan bygge mindre og arealeffektive hytter som fremdeles vil være attraktive på hyttemarkedet. Hytta bør inneholde

de mest nødvendige fasilitetene som vil være nødvendig for å kunne tilfredsstill de viktigste behovene. Det skal derfor utarbeides et forslag på planløsning, utforming og plassering, samtidig som det vil være relevant å utforme et innbydende arkitektonisk uttrykk.

*Hvordan kan hytta gjøres mer energieffektiv i bruksfasen?*

Oppgaven vil ta for seg hvordan utslippene i bruksfasen kan reduseres. Det vil utføres analyser på byggetekniske løsninger og tekniske installasjoner som vil bidra til en mer energieffektiv hytte. Til slutt vil det gjøres energisimuleringer av hytta for å se om den tilfredsstill de kravene som er ønsket.

*Hvordan redusere avtrykk i terrenget og bevare vegetasjonen på hyttefeltet?*

Som et ønske fra Nasjonalparken Næringshage blir landskapet betraktet som hovedfundamentet i prosjektet. Det vil derfor være svært viktig å ivare ta dette gjennom prosjekteringen, og valgene som gjøres vil basere seg på løsninger som reduserer terrengavtrykket. For å bevare vegetasjon og terreng, må det drøftes hvordan hyttekonseptet kan utføres.

*Hvordan kan et samspill mellom hytte og lokalsamfunn være til fordel for begge parter?*

For å avlaste samfunnet ved den økende etterspørselen for hytter, må hyttefolk og lokalsamfunn kunne samarbeide. Gruppen vil derfor se på muligheter for ulike løsninger som kan være interessante for begge parter.

## **1.4 Avgrensning**

Oppdragsgiver gav gruppen et hyttefelt og frie tøyler til å utforme et bærekraftig hyttekonsept. Bacheloroppgaven er satt til 20 studiepoeng, noe som tilsvarer rundt 500 arbeidstimer per student. For å lage en god sluttrapport, er det derfor gjort noen avgrensninger.

Gruppen har prosjektert et hyttekonsept med fokus på én hyttemodell med energibesparende og bærekraftige løsninger, samt å minimere terrenginngrepene. Ut fra hovedfokuset på oppgaven er det derfor lagt vekt på byggetekniske løsninger, hvor detaljer og fundamenteringsmetoder er prioritert. I tillegg har planløsninger med tanke på areal- og energieffektivitet og materialvalg vært sentrale. I forhold til tekniske installasjoner er det ikke gjort detaljerte analyser eller beskrivelse av utførelser, men det er presentert forslag til mulige løsninger. Det samme gjelder for terrenginngrep under utførelse, hvor det kun er poengtert at det skal utføres med forsiktighet. Det er ikke gjort noen beregninger på økonomi eller dimensjonering i forhold til laster og grunnforhold. Beregninger på CO<sub>2</sub>-avtrykk er heller ikke utført.

Det er presentert et forslag til utforming av området som viser disposisjon av hyttefeltet med, plassering av hyttene, veiføring og parkering. Dette er kun et forslag ut fra tenkt konsept, og det er ikke tatt hensyn til vegetasjonen i form av trær og steiner som ønskes bevart. På områdekartet vises det også tiltenkte frittliggende boder i tilknytning til hver enkelt hytte. Disse er det ikke produsert tegninger eller byggetekniske løsninger for, men omtrentlig areal og plassering er vurdert.

## 2 Bakgrunn

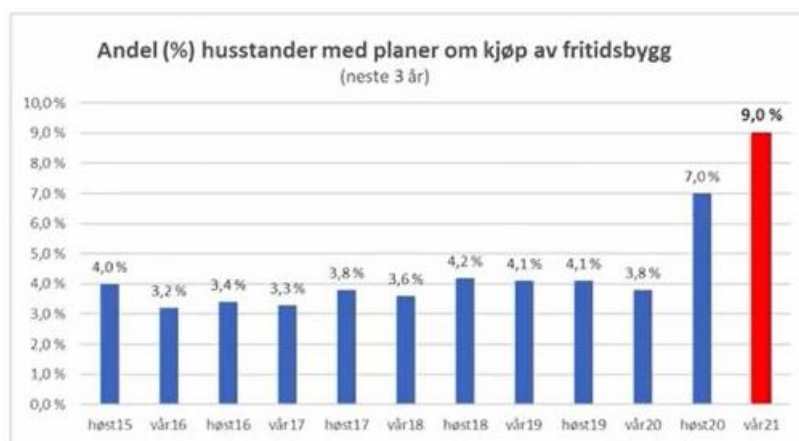
I dette kapitlet skal bakgrunn for selve oppgaven presenteres. Her beskrives norsk hytteutvikling, oppdragsgiver og prosjektet, samt hytteområdet.

### 2.1 Historien bak norsk hytteliv

Nordmenn har lange tradisjoner for hytteliv, og allerede på 1600-1700-tallet reiste byborgerskapet ut på landstedene sine for å feriere. Til tross for at det var knyttet høy luksus og overdådighet til disse landsstedene kan man si at noe av hyttekulturen har røtter derfra. Seterlivet på 1800-tallet og rorbuene langs kysten har også spilt en viktig rolle for norsk hyttehistorie (1). Andre viktige faktorer for hyttekulturen er 8-timers arbeidsdag som ble innført i 1919, ferieloven som kom i 1947, som gav alle arbeidende 3 uker ferie, i tillegg til de økonomiske oppgangstidene etter andre verdenskrig (2).

I dag er det ifølge Statistisk sentralbyrå (SSB) ca. 500 000 hytter og fritidsboliger i Norge, og 55% av Norges befolkning eide eller disponerte ei hytte i 2008 (3). Trendene viser at nordmenn både bygger større og flere hytter, og i 2020 var gjennomsnittlig bruksareal pr. hytte på ca. 90m<sup>2</sup> og det ble bygd 6 687 nye hytter (3).

Tall fra Prognosesenteret viser at våren 2021 planlegger 9% av alle husstander i Norge kjøp av hytte. Grafen på figur 1 viser at prosentandelen økte kraftig fra høsten 2020. Dette kommer trolig av endrede ferie- og reisevaner i kjølvannet av korona, hvor nordmenn i større grad enn tidligere har fått øynene opp for å feriere i Norge. Dette kombinert med god økonomi og lav rente har gjort at etterspørselen det siste året har eksplodert sammenlignet med tidligere år (4).



Figur 1: Andel husstander som planlegger kjøp av fritidsbolig (4).

Utbyggingen av hytter gjør at tapet av natur og derav også arter blir større, og en rapport fra FN viser at dette er en like stor trussel som klimaendringene (5). Ved at hyttene stadig blir større og beslaglegger mer areal er dette en trend som må snus, og hytteutbyggingen må utvikles i en mer bærekraftig og miljøvennlig retning.

## **2.2 Nasjonalparken Næringshage AS**

Nasjonalparken Næringshage er et bedriftsselskap som arbeider for utviklingen av næringslivet i Oppdal og Rennebu. De har som mål å legge til rette for, og støtte opp de aktiviteter og prosjekter som springer ut fra bedriftene. Næringshagen har i oppgave å gi de lokale bedriftene et innovativt, faglig og sosialt miljø. De har som hovedmål å bidra til økt verdiskapning, utvikling og vekst i sitt lokalsamfunn (6).

## **2.3 Grønn Fjellhageby**

Grønn fjellhageby er et prosjekt som skal sikte mot en mer bærekraftig tilnærming til hytteutbygging, hvor nyskapning står høyt. Dette er et samarbeid mellom Nasjonalparken Næringshage og Troll Arkitekter. Det er lagt stort vekt på at avtrykket i naturen skal være så lite som mulig og landskapet skal betraktes som hovedfundamentet for prosjekteringen. Variasjonene og innholdet i terrenget legges føringer for hvordan prosjektet skal utvikles, både med tanke på planarbeid og bygningskonstruksjon.

## **2.4 Bærekraftig hytteutbygging**

Fremtidens hyttetrend utvikler seg mot å bygge stort og ta opp arealer. Det er mye snakk om bærekraft i dagens samfunn, men det er ikke bærekraftig å fortsette en slik trend. Prosjektet skal derfor som et ønske fra oppdragsgiver, sikte seg inn på et forslag til konsept for bærekraftig hytteutbygging. Som en rød tråd gjennom hele prosjektet vil skånsomhet for omgivelsene og landskapet være grunnleggende for en bærekraftig hytteutbygging (7).

Det kommer også frem i en artikkel produsert og finansiert av NTNU at en tredel av utslippene kommer fra å holde hytta varm når man ikke er der (8). Det vil derfor være et sentralt tema i denne oppgaven å se på energieffektive løsninger til oppvarming som vil være med å redusere utslippene.

## 2.5 Området

Hyttefeltet befinner seg i Oppdal kommune, 545 moh og 4,5 km nord for Oppdal sentrum.

Området er foreløpig ikke omfattet av en reguleringsplan, men for kommuneplanens arealdel er arealets formål fritidsbebyggelse/fritids- og turistformål (9).



Figur 2: Plankart for området som viser området tiltenkt fritidsbebyggelse (10).

De vertikale stripene på figur 2 indikerer at hyttefeltet befinner seg i gul støysone. Det betyr at kommunen må være varsom med å tillate etablering av nye boliger, fritidsboliger osv. og skal kun tillates dersom avbøtende tiltak tilfredsstillende anbefalte støygrenser (11).

Oppdal kommune er den kommunen i Trøndelag med flest hytter, og ifølge SSB er det per 2021 registrert 3992 hytter i kommunen (12). Skal man tro hytteundersøkelsen utført av Nasjonalparken Næringshage i 2015 er grunnen til at Oppdal er så populært summen av alle fasilitetene som er tilgjengelige (13). Oppdal har blant annet rundt 200 km med langrennsløyper, stort alpinanlegg, inngang til Trollheimen og Dovrefjell, som tureldorado både sommer- og vinterstid, stisykling og kajakkpadling. I tillegg åpnet det et nytt kulturhus i sentrum i 2007, hvor det er det lagt til rette for større konserter. Oppdal byr også på svømmehall, bowling, kino og klatrehall, restauranter og kjøpesenter. Dette gjør Oppdal til en kommune som med et bredt spekter av aktiviteter, noe som nok gjør det til en svært populær hyttekommune.



### 2.5.1 Befaring

Tidlig i prosjektfasen ble det gjennomført en befaringrunde på området sammen med grunneier Kirsten Aune Grønset den 18. mars 2021. Terrenget er definert som relativt flatt og småkupert. Skogen er en blanding av lukket og halvåpen lauvskog med innslag av bartrær. Området har nærhet til gardsbruk/jordbruk og tureterreng. På grunn av snøen var det vanskelig å analysere så mye av grunnforholdene og terrenget, men det er beskrevet som jorddekt i kommunekartet for Oppdal kommune (14).



*Figur 3: Lauvskog*



*Figur 4: Småkupert landskap*

### **3 Metode**

*I dette kapitlet presenteres hvilke metoder og hjelpemidler som er benyttet for å svare på problemstillingen.*

#### **3.1 Litteratursøk**

For å kunne gjennomføre denne oppgaven har gode litterære kilder vært avgjørende. Det ligger ekstremt mye informasjon på internett, hvor utfordringen er å skille ut gode kilder. Derfor er det svært viktig å være kritisk til litteraturen før man benytter seg av den. For å vurdere en kilde kan det derfor være lurt å stille seg noen kvalitetsspørsmål om kildens relevans, kvalitet og pålitelighet. Det er da sett på følgende:

- Hvem er forfatteren?
- Hvem er utgiver/ansvarlig?
- Hva refererer forfatteren om?
- Hvem refererer forfatteren til?
- Når er publiseringstidspunkt?

For denne oppgaven er det i hovedsak hentet informasjon fra Direktoratet for byggkvalitet, SINTEF byggforsk, fagbøker og rapporter. Disse blir ansett som sikre kilder av høy kvalitet og pålitelighet. I de tilfellene hvor det har vært vanskelig å finne tilstrekkelig informasjon er det brukt mindre pålitelige kilder. Her har det vært spesielt viktig å være kritisk og disse kildene er brukt med varsomhet.

#### **3.2 Archicad**

Archicad er et BIM (Bygnings Informasjons Modellerings)-verktøy utviklet av Graphisoft (15). Programmet er et prosjekteringsverktøy tilpasset norske maler og biblioteker og kan brukes for å designe modeller og tegninger i både 2D og 3D. I dette prosjektet er Archicad24 benyttet til produksjon av alle modeller og tegninger, samt arealberegninger.

#### **3.3 SIMIEN**

SIMIEN står for Simulering av Inneklima og Energi og er et simuleringsverktøy for beregning av energibruk og vurdering av inneklima i bygninger. SIMIEN er et norsk dataprogram som kan benyttes for evaluering mot byggeforskrifter, energimerking, beregning av årlig energibehov, validering av inneklima og dimensjonering av oppvarmingsanlegg,

ventilasjonsanlegg og romkjøling. Simuleringsprogrammet har forhåndsdefinerte verdier for bygningskonstruksjoner hentet fra NS 3031, og er derfor spesielt egnet for norske forhold (16). Det er også mulig å overstyre innstillingene i de tilfeller man har behov for andre verdier enn standardverdiene.

I denne oppgaven vil det bli gjort *Evaluering mot forskrifter* og *Energimerking*.

- **Evaluering mot forskrifter**

Bygningen sammenlignes mot kravene i byggeforskriftene (TEK07/TEK10/TEK17). Det evalueres mot energiltak, energirammer og minstekrav (16).

- **Energimerking**

Levert energi beregnes og bygningen gis en karakter (A-G). Resultatene kan lagres i en xml-fil, denne kan lastes opp på [energimerking.no](http://energimerking.no) for å få ut en offisiell energiattest (16).

## 4 Teori

I dette kapittelet vil relevant teori for oppgaven presenteres. Teorien baserer seg i hovedsak på lover og forskrifter, samt at sentrale begreper blir beskrevet.

### 4.1 Bærekraft

#### 4.1.1 Definisjon

Begrepet bærekraftig utvikling blir definert som «utvikling som tilfredsstillende dagens behov uten å ødelegge fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine behov» (17).

Begrepet ble først tatt i bruk i rapporten *Vår felles fremtid* av FNs Verdenskommisjonen for miljø og utvikling. For kommisjonen var det spesielt viktig å endre dagens situasjon og ressursbruk for å kunne bekjempe fattigdoms- og miljøproblemer. Det er også kjent at jordkloden har begrenset med ressurser, og desto viktigere å ta vare på den (17).

«For å skape bærekraftig utvikling må verdenssamfunnet jobbe på tre områder, også kalt de tre dimensjonene i bærekraftig utvikling»:

- klima og miljø
- økonomi
- sosiale forhold (17)

De tre dimensjonene av bærekraft er lagt til grunn ved vurdering og valg av løsninger til prosjektet *Grønn Fjellhageby*.

#### 4.1.2 Miljøhensyn og bærekraft i skogbruket

Skogen som eksisterer i Norge i dag, er tre ganger så stor som den var for hundre år siden. I motsetning til det som skjer i regnskogen, så har Norge et av verdens mest bærekraftige skogbruk. Det plantes nye trær for hvert tre som hogges. Trærne er en viktig del av klimaløsningen, fordi den fanger opp og lagrer CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Når trær bli gamle, vil de vokse senere og fange opp mindre og mindre CO<sub>2</sub>. Det er da på tide at trærne kan hogges og brukes som en viktig og fornybar naturressurs (18). Skogen i Norge bare fortsetter å vokse, og det hugges ned bare omkring 20 prosent av tilveksten (19).

Å benytte seg av tre som byggemateriale er en bærekraftig løsning. Bruken av tre har skutt i været de siste årene hvor hele 80 prosent av studentboliger i Norge bygges i massivtre. Tre som byggemateriale innebærer bæreteknisk frihet, lav egenvekt og kort byggetid. Bygg i tre vil skape et godt inneklima, og med tre som konstruksjonsmateriale vil bygget i seg selv fungere

som et lite karbonlager. Tre stiller også sterkt når det kommer til sirkulær økonomi. Trebygg er i en særstilling når det gjelder ombruk da det kreves lite energi og ressursbruk på å få dette til (19).

## **4.2 Lovverk, forskrifter og standarder**

Plan- og bygningsloven (PBL) er den viktigste loven for forvaltning og bruk av arealer i Norge. Ifølge formålsparagrafen §1-1 er lovens overordnede mål å fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og fremtidige generasjoner (20). PBL gir hjemmel til byggt teknisk forskrift (TEK17), som har som formål å «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» (21). Loven er også lagt til rette for framstilling av kommuneplanens arealdel i Oppdal kommune.

### **4.2.1 Byggt teknisk forskrift**

Formålet med TEK17 er som nevnt tidligere å sikre byggverk av god kvalitet, som samsvarer med krav som er gitt i eller i medhold av PBL, med forskrifter og arealplaner med bestemmelser (22). I dette prosjektet er det i stor grad brukt anvisninger fra SINTEF-s byggt forskserie som gir preaksepterte ytelser, noe som vil sikre prosjektering innenfor lov og krav.

### **4.2.2 Sikkerhet ved brann**

TEK17 stiller krav til sikkerhet ved brann, og byggverk skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for tap av liv og helse reduseres til et lavt nivå. Kravene skal gi tilfredsstillende muligheter for å redde mennesker og husdyr og for effektiv slokkeinnsats. I tillegg skal det tas hensyn til brannspredning (23). Hyttene vil, i iht. TEK 17 §11-2 og §11-3, befinne seg risikoklasse 4 og brannklasse 1 (24,25). Hyttene kan ut fra dette benytte preaksepterte ytelser, og kan ha hoved- og- sekundærebæresystem med brannmotstand R 15 (26).

Med tanke på brannspredning mellom bygninger skal det bygges slik at sikkerheten til personer og husdyr ivaretas, i tillegg til å redusere økonomiske tap og samfunnsmessige konsekvenser. Dette løses enten ved tilstrekkelig avstand mellom byggene eller ved å bruke brannskillende bygningsdeler med tilfredsstillende brannmotstand, bæreevne og stabilitet (27). For hyttefeltet vil dette bety at det minimum må være en avstand på 8,0 m mellom hyttene, med mindre de er skilt med bygningsdeler med tilstrekkelig brannmotstand. I forhold til tilrettelegging for

rednings og slökkemannskap må brannmannskapets biler, iht. preaksepterte ytelse, ha fremkommelighet på minst 50 m fra hyttene (28).

### 4.2.3 Lys og utsyn

Lysforholdene i en bygning er svært viktig for menneskers helse og trivsel. Derfor stiller TEK 17 §13-7 krav til dagslysforhold for rom for varig opphold (29). For fritidsboliger er den preaksepterte ytelsen for dagslyskrav følgende:

$$A_g \geq 0,1 \cdot A_{BRA}$$

- $A_g$  : glassarealet mot det fri som er plassert minimum 0,8 m over rommets gulv og som ikke er i lysgrav.
- $A_{BRA}$ : rommets bruksareal, inkludert areal under overliggende balkong eller andre lignende utkragede bygningsdeler i rommets bredde utenfor vindusfasaden.

Det stilles også krav til tilfredsstillende utsyn i rom for varig opphold. Dette betyr at mennesker som befinner seg i rommet skal ha god kontakt med det fri. Løsningen kan være at glassflaten til minst ett vindu er maksimalt 1 m over gulvet (30).

### 4.2.4 Fukt

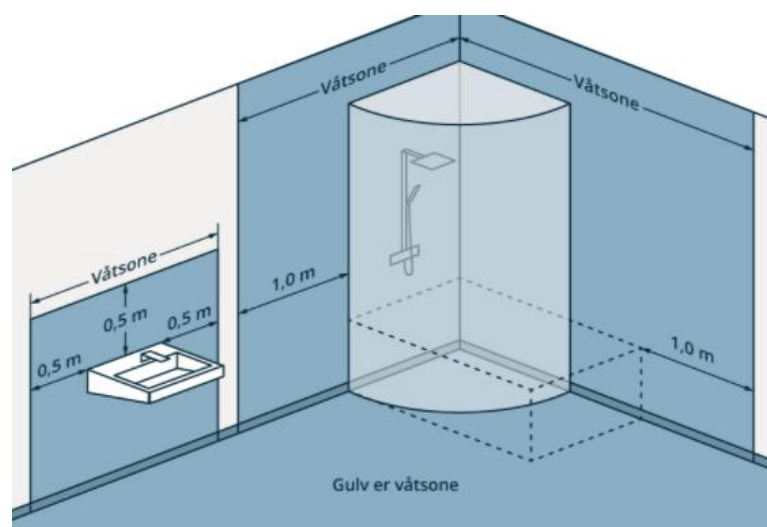
«Fukt er trolig den enkeltfaktor som bidrar mest til dårlig innemiljø, og dermed helseplager som allergi og overfølsomhet» (31). En bygning er svært utsatt for fukt, både fra grunnen, overvann, fra inneluft, våtrom osv. Det er derfor viktig å vurdere fuktsikringen under prosjektering og utførelse, hvor valg av materialer, produkter, konstruksjoner og bygningsdetaljer vil være svært avgjørende.

For grunnvann og overvann vil både massene rundt bygningen og riktig fall fra bygningen være viktig for å unngå at det står vann inntil bygningen. Yttervegg og tak må også konstrueres slik at vannet ikke trenger inn i konstruksjonen, og med gode luftinger slik at vannet dreneres og tørkes ut. I tillegg er det viktig at taket har riktig fall og avløp, slik at regn, smeltevann og ising ikke skader konstruksjonen (32).

### 4.2.5 Våtrom

Hytta vil inneholde et bad, som inngår i begrepet våtrom. «Våtrom skal prosjekteres slik at det ikke oppstår skade på konstruksjoner og produkter på grunna av bruksvann, vannsøl, lekkasjevann og kondens» (33). Det stilles krav til at alle våtrom skal utføres med sluk, i tillegg skal gulvet ha tilstrekkelig fall til sluket, slik at vannet ledes bort. Lekkasjevann må også

synliggjøres og ledes til sluk, og alle bakenforliggende konstruksjoner skal være beskyttet av egnet vanntett sjikt (33).



Figur 5: Minste utstrekning på vanntett sjikt i våtrom (33)

#### 4.2.6 Energi

En bygnings energistandard definerer hvilke energikriterier bygningen skal tilfredsstillere. Byggeteknisk forskrift setter regler til byggverk som oppføres eller oppgraderes, slik at disse har lavt energibehov og miljøvennlig energiforsyning (34). Videre kan man også velge å følge NS 3700 *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Boligbygninger*, bygge nullenergibygge eller plussbygg. Fordi dette er ei hytte som trolig vil stå tom i lengre perioder, i tillegg til at den vil være relativt liten og lett å varme opp vil det i dette prosjektet kun brukes krav fra TEK17.

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

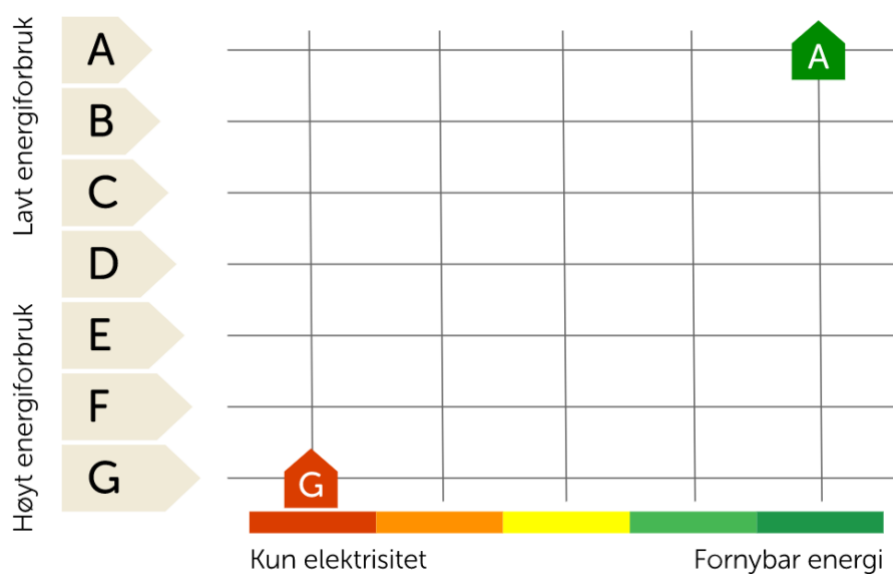
Figur 6: Minimumskrav til energieffektivitet iht. TEK17 §14-3 (100)

Jfr. §14-5 gjelder ingen av kravene i §14 for fritidsboliger til og med 70 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA (35). Dette vil i si at hytta i utgangspunktet ikke trenger å innfri kravene fra TEK17 på energieffektivitet. Fordi bærekraft og energieffektivitet er viktige fokusområde i dette prosjektet er det likevel valgt å følge kravene i TEK17 for boligbygg for å kunne forsvare bærekraftaspektet i oppgaven.

#### 4.2.7 Energimerking

Energimerke forteller noe om hvor mye og hvilken type energi som leveres til bygget. Den er bygd opp som en matrise bestående av energikarakter og oppvarmingskarakter, som er uavhengige av hverandre. Energikarakterskalaen går fra A til G, hvor A er høyest. Den er et resultat av beregnet levert energi til bygningen ved normalt bruk. En god karakter betyr at bygget er energieffektivt og at det blir levert lite energi til bygget per m<sup>2</sup> BRA (36).

Oppvarmingskarakteren er en femdelt fargeskala fra rød til grønn, hvor grønn er høyest. Karakteren sier noe om hvor energien som brukes til det totale oppvarmingsbehovet kommer fra. En god karakter gis ut ifra hvor stor andel av energien som kommer fra strøm og/eller fossilt brensel (37).



Figur 7: Karakterskala for energimerking (38).



## 5 Konsept

*I dette kapitlet vil tenkt konsept beskrives. Det tar for seg bakgrunnen for konseptet, sammen med idéen om hvordan hytta, området og samspillet skal fungere.*

### 5.1 Bakgrunn for hyttekonseptet

Målet for prosjektet er å få til en mer bærekraftig tilnærming til hytteutbygging hvor det er stort fokus på fremtidsrettet løsninger. Å bevare terreng og ivareta landskapets kvaliteter vil følge prosessen som en rød tråd mot et bærekraftig konsept. Det vil også jobbes med å utvikle en mer arealeffektiv hytte slik at man kan bygge mindre hytter. Energieffektivisering av hyttene vil være et viktig tema for konseptet slik at energibruken i bruksfasen blir minimalisert.

Det vil være grunnleggende å få til et samspill mellom hytteeierne og lokalsamfunnet i Oppdal kommune og kunne utvikle løsninger som vil være fordelaktige for begge parter. Landskapet spiller en sentral rolle der man ønsker så lite avtrykk i naturen som mulig rundt hytteutbyggingen på området. Innholdet og variasjonene i landskapet vil sette føringer for hvordan planarbeidet og konstruksjonene utvikles (7). Hytta er tiltenkt et arkitektonisk og estetisk preg som skal kunne gli inn i alle årstider, samt tilpasses naturlige kvaliteter. Materialvalg blir derfor en viktig del for å kunne gjennomføre dette. Samtidig må man ha fokus på bærekraft ved valg av materialer. Treverk vil bli benyttet i størst mulig grad i dette konseptet både mtp. på utseende og for de byggetekniske løsningene. Tre er fornybart, og dermed et bærekraftig alternativ.

Birdbox er et konsept som har et stort fokus på bærekraft og unike naturopplevelser.

Drivkraften vår har vært å fronte naturen på en bærekraftig måte og samtidig vise frem det beste norske natur har å by på. Et av de mest sentrale kriteriene har derfor vært at plasseringen av hyttene skal ha så minimalt inngrep i omgivelsene som mulig (39).



*Figur 8: Opplevelshytta Birdbox (39).*

Konseptet *Grønn Fjellhageby* er inspirert av opplevelseshytta Birdbox, og ønsker å ivareta samme drivkraften om å ha minimalt inngrep i naturen og ta naturopplevelsene med seg inn i hytta. Hytta vil derfor utformes med store vindusflater i oppholdsrom som skal fungere som en bilderamme og gi konsentrert og fokusert utsikt på omgivelsene.

## 5.2 Utforming av hyttekonseptet

Folk har forskjellige behov når det kommer til fritidsbolig. Nå som verden sårt trenger fornybare løsninger og redusert klimagassutslipp må man tenke mindre på egne behov, og mer på felleskapet. Konseptet velger å ta for seg en løsning med mer arealeffektive hytter med mindre bruksareal. Ønsket om å bygge den store drømmehytta må forkastes, og man må heller nøye seg med en planløsning som ikke er større enn nødvendig. Mindre hytte er bedre for miljøet, da det gir mindre inngrep i naturen og terrengavtrykk, samt mindre byggekostnader og vedlikehold.

Det er utarbeidet et forslag på utforming med et bruksareal på 49,2 kvm. Til tross for lite bruksareal vil hytta inneholde to soverom pluss hems over halve hytta. Dette vil gi nok soveplasser til en gjennomsnittlig familie, med muligheter for å ha med seg gjester (40). Stue og kjøkken vil være en åpen løsning med fri takhøyde som gir en større romfølelse. Hyttene vil ha innlagt vann og strøm og badene vil være utstyrt med dusj og vannklosett. Det vil følge med en frittliggende bod til hver hytte som kan terrengtilpasses både på høyde og plassering. Boden vil være uoppvarmet, som medfører et lavere oppvarmingsbehov. En slik planløsningen anses å være tilstrekkelig og vil dekke de viktigste behovene.



Figur 10: Illustrasjon av kjøkkenet.



Figur 9: Illustrasjon av stuen.

Som en del av det bærekraftige hyttekonseptet legges det også frem et forslag for hvordan hyttene kan bli mer energieffektive og dermed bruke mindre energi på oppvarming og drift. Den nærliggende hønsegården med 7500 høner, hvor hver høne produserer ca. 9 watt pr døgn gir betydelig overskuddsvarme. Denne varmen vil kunne være med å bidra til oppvarmingen av hyttefeltet. Konstruksjonen til hytta vil i hovedsak dimensjoneres etter ønsket U-verdi for å kunne oppnå en god energimerking etter energisimulering av bygget. Det legges derfor stor vekt i oppgaven på hvordan dette kan gjennomføres.

For å bevare terrenget og landskapets karaktertrekk må det gjøres en rekke tiltak for å redusere terrenginngrepet. Det er valgt å legge hyttefeltet mer samlet i den delen av området og spare resten av området til rekreasjoner. Veien som anlegges inn på området planlegges først og fremst for å tilfredsstille kravene som stilles for utrykningskjøretøy. Parkeringsplassen vil befinne seg i skogkanten, så det vil ikke være mulig å kjøre helt til hyttedøren. Man må derfor benytte seg av stier til fots som vil følge naturlig i terrenget.

Som en videreutvikling av konseptet bør det være åpent for forslag og muligheter angående deling av fellesfunksjoner. Det vil da gjelde for eksempel en felles bod for ekstra oppbevaring, eller tilhørende bygg til hyttefeltet hvor det da vil være tilgang til ekstra sengeplass, kjøkken og bad ved behov. Vaskemaskin er ikke en del av planløsningen, så et felles vaskeri kan være et konsept å jobbe videre på, men dette vil ikke bli gjennomført i denne oppgaven.

### **5.3 Rekreasjoner, natur- og kulturmiljø**

Den økende hytteutviklingen kan by på utfordringer i forhold til samspillet mellom hytteeierne og lokalsamfunnet. Det trenger nødvendigvis ikke skape konflikt mellom moderne hytteliv og lokal verdiskapning. Tvert imot finnes det markedspotensial for den økende hytteutbyggingen (41). Økt hytteutbygging gir lokale arbeidsplasser, generert handel i de lokale butikkene og skaper mer liv i bygdene (42). For dette hyttekonseptet vil det derfor legges vekt på at hyttefolket i større grad kan bli en del av lokalsamfunnet og lokal verdiskapning.

I direkte tilknytning til hyttefeltet ligger Rønningslia gård. Der drives det eggproduksjon, i tillegg til at de har et gårdsutsalg med et utvalg norske, kortreiste gårdsprodukter. Et tiltak for å få til et godt samspill mellom hønsegården og hytteeierne er at det vil være muligheter for å leie eller eie en jordfleck i forbindelse med hyttefeltet som kan dyrkes. Det er også tenkt at hytteeierne kan benytte seg av gårdsutsalget. På denne måten vil hyttefolket gi direkte tilbake til lokalsamfunnet, som kan bidra positivt til et godt samspill.



Figur 11: Bilde av gårdsutsalget på Rønningslia gård.

Det er tenkt at matavfallet fra hyttefeltet skal komposteres. På denne måten vil hyttefeltet lage sin egen næringsrike jord som kan brukes som næring/gjødsling på det tiltenkte dyrkningsområdet. Ved å velge kompostering vil mengden søppel som produseres på hyttefeltet reduseres. Dette er bra for lokalsamfunnet med tanke på kapasiteten til renovasjonsselskapet i Oppdal, i tillegg til at utslippene fra transport av søppel reduseres.

Selv om det skal gjøres så lite inngrep som mulig på hytteområdet, vil det likevel være behov for vedlikehold og rydding av skog i perioder. Dette er tenkt at skal være et dugnadsprosjekt for hytteeierne, hvor de skal organisere og drive dette selv. Fordi en hyttenes oppvarmingskilde er vedfyring vil hogsten spille inn som en nyttig ressurs, hvor hytteeierne kan disponere ved til fellesskapet. Et felles ansvar og interesse av at området skal vedlikeholdes vil kunne bidra til et godt sosialt miljø på hyttefeltet.

Det er valgt å kun bebygge deler av hyttefeltet, hvor hyttene skal stå relativt tett. Dette er for å unngå større inngrep i terrenget. Ved å ikke gjøre inngrep på hele tomten vil ikke dyrelivet og viltpassasjene bli berørt i like stor grad som ved full utnyttelse av tomten, noe som gjør utbyggingen mer bærekraftig og naturvennlig. I tillegg vil hytteeierne få store uberørte områder til rekreasjon inne på feltet. Det er tenkt å tilrettelegge samlingspunkter i de ubebygde områdene med grillplasser, gapahuker og lekeplasser slik at både voksne og barn får utfolde seg. Stier vil fortrinnsvis legges til allerede eksisterende linjer, tråkk og åpninger.

## 6 Analyse

*I dette kapittelet vil ulike løsninger for prosjekteringen analyseres. Det vil også drøftes rundt de ulike løsningene for å kunne styrke valgene.*

### 6.1 Hensyn til naturområder, vegetasjon og grøntområder

Å bevare terreng og natur er et viktig fokus som legges til grunn for prosjekteringen av hytteområdet. Det å kunne ta hensyn til og vise respekt for det biologiske mangfoldet som allerede finnes på området vil også være en viktig del. Fokuset på bærekraft og miljø er større enn noen gang, og det blir derfor desto viktigere å skåne terrenget for store inngrep. Det å ha kjennskap til terreng, landskap og grønnstruktur vil være fundamentalt for prosjekteringen av hyttekonseptet.

#### 6.1.1 Terreng og grønnstruktur

Norge har stor variasjon i topografi, geologi og klimatiske forhold, og det er i dag registrert over 26.000 levende arter i skogen. Noen av disse er svært vanlige, men de aller fleste er sjeldne. Derfor er det viktig å ta vare på og vise hensyn til livsmiljøet i skogen ved hytteutbygging (43). Det viktigste grepet er å ta vare på de karakteristiske trekkene i naturomgivelsene, hvor sammenhengende grøntområder er mest verdifulle (44).

Vegetasjonen på området kan fortelle mye om hvilke begrensninger og muligheter det vil være for utbyggingsformål. De ulike vegetasjonstypene kan indikere fuktproblemer og dermed også tele- og setningsfare, jordsmonnets egenskaper, verneverdi, bruksverdi og slitestyrke (44).

Hyttenes lokalklima er viktig med hensyn til klimaforhold, sol og lys. Området har et jevnt hellende terreng mot sørøst og er derfor et relativt gunstig byggeområde både i forhold til vind- og solforhold. Vegetasjonen består i stor grad av lauvskog, samt noen bartrær og gir en god indikasjon på hvor vindutsatt området er. Delvis halvåpen og lukket lauvskog vil sammen med noen store steiner fungere som god vær- og vindskjerming for hyttene (44). Skogen vil være en naturlig avskjerming mot innsyn, og støy fra trafikken.

#### 6.1.2 Plassering og terrengtilpassing

De viktigste kriteriene for god terrengtilpassing og plassering er å bevare opprinnelig terreng og vegetasjon. Rasing av eksisterende terreng og vegetasjon ved hytteutbygging tar flere år å gjenopprette (45). Derfor er det svært viktig med god prosjektering, planlegging og ikke minst bevissthet ved produksjon. Det må også kartlegges hvilke områder og elementer som er spesielt

viktig å bevare slik at hyttene er godt tilpasset omgivelsene. For dette hyttefeltet blir det derfor viktig å bevare åpne lunger, steiner og utvalgte trær og legge hyttene til forsenkinger, koller og i vegetasjonsbelter (44).

Plassering og utforming av hyttene er avgjørende for å få et tett samspill med lokalklima og natur i kupert terreng. Tilpasning og plassering er også viktig for å dekke behovet for lys, luft, utsikt og ly for vær og vind. Hyttene vil plasseres med langsiden parallelt med terrengkotene, som tilsier at stue/kjøkken blir sør- og sørvestvendt. På den måten vil høye påler unngås og store skjæringer, fyllinger og inngrep i terrenget vil reduseres (44). For å unngå at hyttene virker ruvende i landskapet er det tatt hensyn til mønehøyde, samt fargevalg på hyttene. Hyttene vil ha en mønehøyde på ca. 5,5 m og ha farger som står i god stil med omgivelsene.

Det kreves også god planlegging når hyttene skal plasseres i forhold til hverandre. Alle hyttene skal plasseres slik at innsyn- og utsiktsforholdene blir best mulig for alle. Samtidig er det en viktig faktor at terrenginngrepene skal være så små som mulig. Derfor er det tenkt at hyttene skal plasseres i flere og mindre grupper, slik at større naturområder blir beholdt. Iht. TEK17 vil det tas hensyn til spredning av brann ved at hyttene vil være plassert med en minsteavstand på 8,0 m (28).

## **6.2 Planløsning, utforming og materialvalg**

Hyttas planløsning og utforming vil ha stor betydning for funksjonaliteten, brukbarheten, innemiljøet, sikkerheten, mulighet for vedlikehold og renhold og lignende (46). Det vil også påvirke lyd- og lysforholdene, i tillegg til energibruk for oppvarming. Utformingen av hytta vil også påvirke inngrepene i terrenget.

### **6.2.1 Planløsning og utforming**

En hytte bør kunne innby til mangfoldig bruk og gi muligheter for varierte opplevelser, som ute- og innaktiviteter tilknyttet de forskjellige årstidene (45). Planløsning og utforming av hytter baserer seg først og fremst på ønsker og behov som vil variere ut ifra brukerne av hyttene, brukshyppigheten og ikke minst økonomien. I tillegg vil bærekraftperspektivet være en viktig faktor for dette prosjektet. Derfor vil det legges vekt på å utforme en kompakt og arealeffektiv hytte.

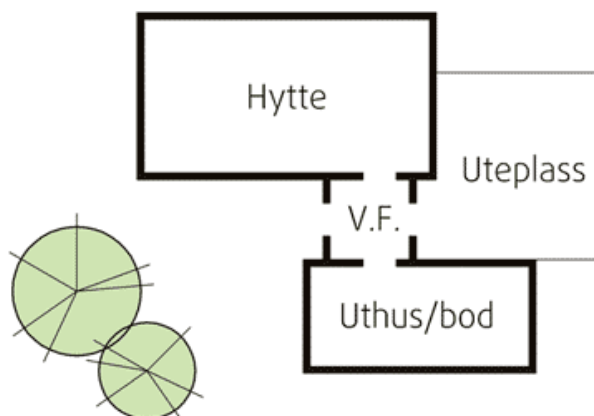
Fordeler med mindre og kompakte hytter er blant annet at de er mer energieffektive med mindre varmetap og oppvarmingsbehov, samt fornuftig i forhold til material- og plassbruk. Et kompakt bygg med enkel geometrisk utforming vil få lavere kuldebroverdier og varmetap sammenlignet med bygninger med flere hjørner og utstikk (47). Mindre hytter vil også gi mindre terrenginngrep og bedre tilpasningsmuligheter i forhold til landskap- og klimahensyn, uteplasser, kontakt med terrenget, utsikt og eventuelle innsyn (45).

Hyttelivet tradisjonelt sett handler om enkle komfortfasiliteter som skiller seg ut fra boligtilværelsen. Det er derfor vanligvis ikke like stramme funksjonskrav som for boliger. Arealbehovet for stue, spiseplass og kjøkken er mindre og dermed enklere å få en løsning som er plass- og kostnadsbesparende. Det er også naturlig å ha færre og mindre soverom, men for å øke antall sengeplasser og bruksareal utnyttes takhøyden og det bygges hems over deler av hytta. Sørfasaden vil bestå av store glassflater og direkte utgang til terrasse.

Uteområder er for de fleste en stor del av selve hytteopplevelsen. Det er derfor lurt å skjerme uteplasser mot både vind og innsyn fra naboer (45). Hytta er planlagt med en forlengelse av yttervegg- og takkonstruksjonen på sørvestsiden, slik at man vil oppnå en skjerming fra vind og vær på terrassen like utenfor stue og kjøkken.

I forbindelse med hyttene vil det settes opp en frittliggende bod. Ved å fordele arealet på flere bygninger vil man få mindre ruvende bebyggelse i landskapet, samt at det er lettere å tilpasse

plasseringen til terrenget. I tillegg vil det oppvarmede arealet reduseres, noe som gjør det mer energiøkonomisk. Ved å fordele arealet på flere bygg er det også lettere å skape hyggelige tun og skjermede utearealer, både for innsyn og for vind (44).



Figur 12: Frittliggende bod (45).

### 6.2.2 Materialvalg

Valg av materialer baserer seg først og fremst på bærekraft og fornybart materiale. Det er derfor tenkt å benytte treverk i størst mulig grad. Videre vil det være viktig å velge materiale med utgangspunkt i et arkitektonisk preg som vil gli inn i de naturlige omgivelsene uten for store kontraster. Bestemmelser av materialvalg på fasade må tas hensyn til slik det er beskrevet i kommuneplanens arealdel. Bestemmelsene er et viktig verktøy for å styre estetikken i et område. Området er foreløpig ikke omfattet av en reguleringsplan med konkrete bestemmelser om takformer, materialbruk og liknende. Hytta vil bygges med én etasje og dermed vil taket bli godt synlig, selv i flatt terreng (45). Det vil være hensiktsmessig å velge en taktekning som vil stå i stil med landskapet og bebyggelsen i nærheten av området.

For å tåle klimaforholdene i området vil det være gunstig å velge materialer med god inntrengningsevne og holdbarhet mot slagregn og hyppig nedfukting (45). Miljømessig er det gunstig å bruke lokalt byggemateriale og minimere materialtransport. Fordi dette skal være et bærekraftig prosjekt vil det også være viktig å legge vekt på å bruke miljødeklarerert byggemateriale basert på livsløpsanalyse og minimere materialavfall og maksimere kildesortering (48).

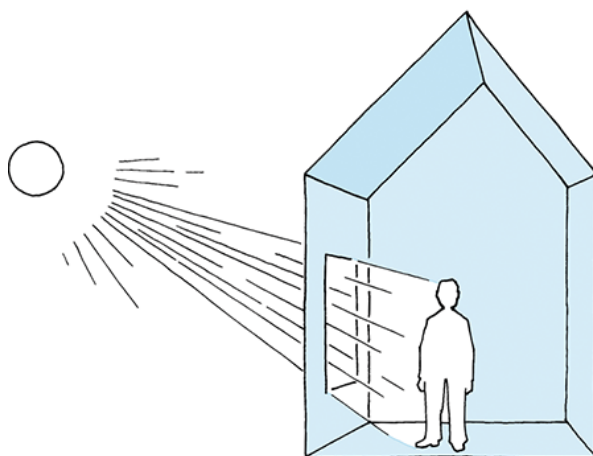
### 6.2.3 Lysforhold

Som nevnt tidligere er gode lysforhold særdeles viktig for menneskers helse og trivsel i en bygning. Lokaltopografien er vesentlig for å gi bebyggelsen gunstig plassering med hensyn til klimaforhold, sol og lys. Terreng som heller mot sørvest, er som regel de beste



byggeområdene. Det anses også grunnleggende med gode lysforhold for å optimalisere energiforbruket i en fritidsbolig. Lokaltopografien spiller en stor rolle i forbindelse med oppvarming og nedkjøling av hytta (44).

Gavlveggen vendt mot sør vil bestå av store glassflater for å få inn mye dagslys i oppholdsrommet. Store vindusflater er positivt for energioppvarming fra solen. Av samme grunn er det også plassert et større vindu på østsiden. For å få en skjermet uteplass er det valgt å forlenge ytterveggen mot vest. Dette er unngått på østsiden, da det skaper skygge på terrassen og reduserer sollys inne i hytta. For å optimalisere energiforbruket i hytta er det lite gunstig med store vindusflater mot nord, da den nordlige siden står mye i skyggen. Derfor er soverommene plassert mot nord, da det ikke er like stort behov for dagslys og oppvarming.



Figur 13: Dagslys (49).

Dagslyset preges av årsvariasjoner, døgnvariasjoner, geografisk sted og værforhold. På grunn av de store variasjonene i dagslyset vil det være nødvendig med klimareguleringstiltak i fritidsboligene som beskytter både mot blinding og varmestråling. Det er også nødvendig med kunstig belysning i de mørke periodene av døgnet og året (49).

Som nevnt tidligere er kravet for dagslys iht. TEK 17 §13-7 er følgende.

$$A_g \geq 0,1 \cdot A_{BRA}$$

For den prosjekterte hytta er verdiene:

- $A_g = 12,8m^2$
- $A_{BRA} = 21,8m^2 + 9,8m^2 = 31,6m^2$

$$12,8m^2 \geq 0,1 \cdot 31,6m^2$$

$$12,8m^2 \geq 3,16m^2 \Rightarrow OK!$$

#### **6.2.4 Lydforhold**

Byggteknisk forskrift §13-6 setter ikke krav til lydisolasjon internt i en boenhet (50). Det er likevel grunnleggende med gode lydforhold for å bedre hytteopplevelsen på området.

Lydkravene kan oppfyllelse ved å tilfredsstille lydklasse C i NS 8175:2012 *Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper, men avhenger av bruk* (50). Lydforholdene skal være tilfredsstilt slik at brukere av hyttene blir vernet mot støy i form av

- luftlyd
- trinnlyd og strukturlyd
- romakustiske forhold, inkludert taleforståelse
- støy fra bygningstekniske installasjoner
- støy fra utendørs lydkilder (50)

Det vil bli gjort tiltak for å bedre støy fra biltrafikk som ligger nært området. Derfor vil all skog i nærheten til E6 bevares. I tillegg vil hyttene plasseres på øvre del av tomta. Valg av material, konstruksjon og utforming av bygningsdetaljer vil være faktorer som spiller inn på lydforholdene. Bygningstekniske installasjoner i hytta vil bli installert slik at innvendig støy blir så redusert som mulig.

#### **6.2.5 Universell utforming**

Universell utforming betyr at bygninger og uteområder skal utføres og tilrettelegges slik at de kan brukes av så mange mennesker som mulig på en likeverdige måte, selv med funksjonsnedsettelse. I henhold til §12-1. *Krav til planløsning og universell utforming av byggverk* TEK 17, er det ikke påkrevd at fritidsboliger følger kravene for universell utforming etter forskriften (46). «En gylden regel innen universell utforming er at bygninger og uteområder tilrettelagt for personer med funksjonsnedsettelse, også fungerer godt for alle andre» (46). Etter beste evne vil det tilrettelegges for universell utforming under prosjekteringen av konseptet.

## 6.3 Fundamentering og grunnforhold

Generelt ved valg av fundamenteringsmetoder er det essensielt å ta utgangspunkt i terreng- og grunnforholdene på tomten. For å unngå store terrenginngrep og terrengarbeider er det viktig å se på utgangspunktet for området. Området må analyseres og planlegges før man setter i gang med prosjekteringen av bygget, slik at man oppnår best mulig resultat både økonomisk og miljømessig. Fundamenteringsmetodene velges derfor etter hva som skal bygges, og hvilke inngrep som må gjøres på området (51).

### 6.3.1 Grunnforhold

For analyse av grunnforholdene på området er det tatt utgangspunkt i det som er tilgjengelig Norges Geologiske undersøkelse (NGU) (52). Det foreligger ingen registrerte geotekniske borehull for området inne på den Nasjonale database for grunnundersøkelser (NADAG) (53). For videre undersøkelser av området ble Oppdal kommune kontaktet. De kunne informere om at det finnes generelt lite grunndata som er offentlig, annet enn det som står på NGU.

- Grunnvann: Nærmeste brønnboring til området viser 60 m til grunnvann.
- Berggrunn: Basalt og vulkanske bergarter (uspesifisert).
- Løsmasser: Tykk morene.



Figur 14: Kart over løsmassene på området. Fargen grønn beskriver tykk morene (52).

Foreløpig er det uavklart hvor mange meter det er til fjell. Boreprøvene som er gjort i nærheten av området viser 1 og 6 m til fjell (52).

Tomten består hovedsakelig av tykk morene med ikke alt for stor dybde til berggrunn. For å oppnå den bæreevnen som er hensiktsmessig for fundamenteringen vil det være fordelaktig med liten dybde til fjell. Morenemasser er en sammensetning av usorterte materialer av

blokker, steiner, sand, silt og leire som kommer fra siste istid (54). Morenemasser klassifiseres som usikker og telefarlig jord. Med usikkerhetsmomentet som det er å bygge på morenegrunn er det ganske essensielt å ta hensyn til drenering. Det er også gunstig at grunnvannstanden på området er lav (55).

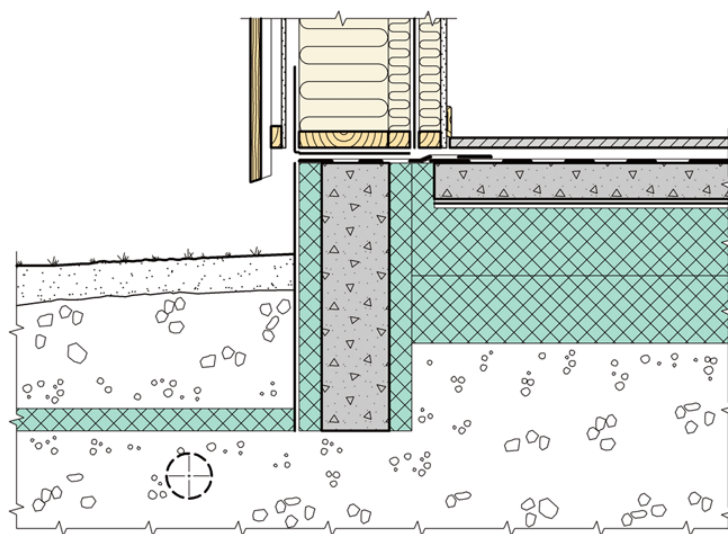
### 6.3.2 Relevante fundamenteringsmetoder

Det finnes flere ulike fundamenteringsmetoder som kan benyttes. For dette prosjektet anses det ikke nødvendig å vurdere alle typene. Det legges derfor frem de mest relevante metodene for fundamentering som kan være aktuelle for konseptet. Valg av fundamenteringsmetode har stor innvirkning på mulighetene for å bevare eksisterende terreng og vegetasjon rundt hytta.

Minstekravet til U-verdi iht. TEK17 er  $\leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ .

#### *Gulv på grunn*

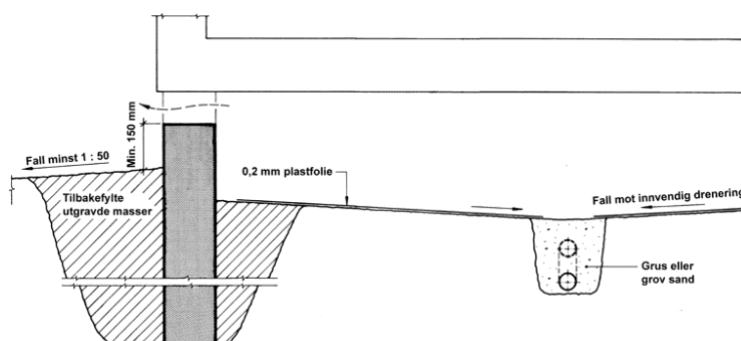
Denne løsningen av fundamentering er den som krever mest inngrep i terrenget og masseforflytning hvis terrenget er ujevnt. På flate områder hvor det skal bygges flere boliger, er dette en gunstig fundamenteringsmetode. Ved gulv direkte på grunn er det avgjørende å utføre detaljene på en riktig måte for å hindre kuldebro og kalde gulv ved ytterveggene. Et annet problem med gulv på grunn kan være teleløft. For å unngå dette anbefales det å isolere gulvet godt, samt isolere med markisolasjon utenfor eventuell ringmur for å hindre frostgjennomgang i massesjiktet under gulvet. Det er også grunnleggende å skifte ut massene under gulvkonstruksjonen for å sikre god drenering (51).



Figur 15: Et eksempel på gulv på grunn (96).

### **Ringmur med kryperom**

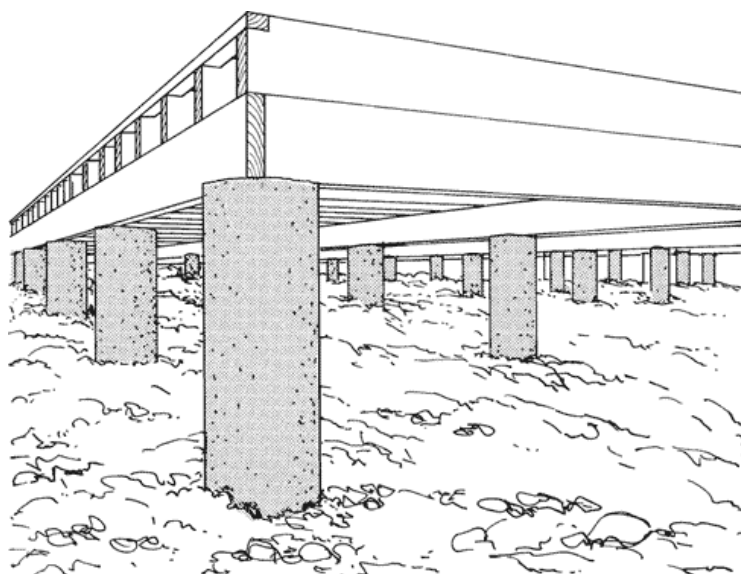
I permanente boliger kan kryperom som fundamenteringsmetode gi fuktskader i bjelkelag. Det er derfor mer aktuelt å utføre denne typen fundamentering på hytter som ikke står oppvarmet hele året. Bebyggelse på flate, fuktige jordtomter er særlig utsatt for fuktskader (51). Ved bruk av ringmur med kryperom unngår man også de største inngrepene i terrenget. Metoden er et godt alternativ på områder med småkuperte tomter, hvor bygningen skal stå i skrående terreng. Det er også vesentlig å sørge for god drenering og ventilasjon av kryperommet (56).



Figur 16: Ringmur med kryperom hvor marken i sin helhet ligger lavere enn terrenget utenfor (56).

### **Åpen fundamentering**

Åpen fundamentering innebærer både pilarer, rammede pæler og grunnmursstriper. Denne løsningen kan være aktuell dersom det skal bygges på bratt terreng for å unngå store planerings-/oppfyllingsarbeider. Åpen fundamentering er den metoden som vil gi minst inngrep i naturen og kan benyttes under alle typer grunnforhold. En slik løsning vil gi et uteklima under bjelkelaget og vil derfor være mer utsatt for kalde golv, trekkproblemer og økt energiforbruk (51).

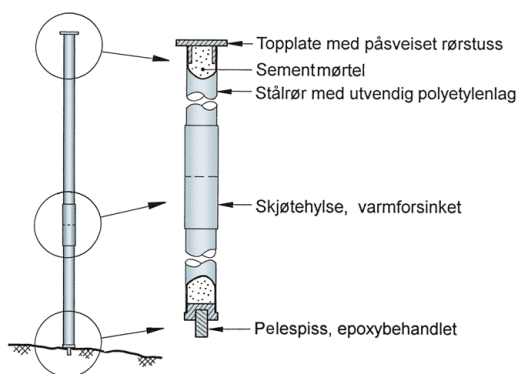


Figur 17: Eksempel på åpen fundamentering (97).

### 6.3.3 Valg av fundamenteringsmetode

På grunn av intensjonen om å ivareta terreng og vegetasjonen ved hytteutbyggingen vurderes åpen fundamentering som den beste løsningen for prosjektet. Hytta blir derfor satt på pæler for å ikke etterlate avtrykk i terrenget. Når hytta står på pæler, vil man sikre at vegetasjonen under bygget består. Derfor vil ikke ringmur og gulv på grunn være like aktuelt for dette konseptet. Hyttene skal forsynes med innlagt vann så det må derfor utarbeides en frostfri løsning for oppstikk av VA-ledninger, siden dette ikke kan utføres på en tradisjonell måte som ved isolert gulv på grunn.

Det vil legges frem et gjennomførbart forslag på fundamenteringsplan uten nøyaktig dimensjonering. Pæler av stålrør som spissbærende pæler til fjell vil være den mest aktuelle løsningen å gå for. Sammenlignet med betong, vil stål være mer estetisk pent og virke mindre sjenerende mot omgivelsene. Pæler vil gi gode justeringsmuligheter på høyden for å tilpasse etter terrenget. Spissbærende pæler vil være en sikker løsning når det ikke er tiltenkt masseutskifting på området. Man vil også oppnå en direkte lastoverføring fra hytta og ned til fast fjell. Bruk av enkle stålpæler vil etterlate mindre spor og avtrykk i terrenget om hytta en gang i fremtiden skal fjernes.



Figur 18: Eksempel på stålpæl som består av et stålrør (98).

Dragere og pæler plasseres forholdsvis etter spennvidder. Dragerne kan dimensjoneres slik at det blir tilstrekkelig med 3 rader under hytta, og dermed mindre inngrep i terrenget. Høyden mellom dragerne og terreng bør være tilstrekkelig slik at det blir godt ventilert under hytta. Hyttene bør unngå å bli plassert over søkk i terrenget for å hindre at det samler seg vanddammer som blir liggende under hytta. Det vil også være mulig å sikre god drenering under hytta ved å plassere den etter terrengfallet.

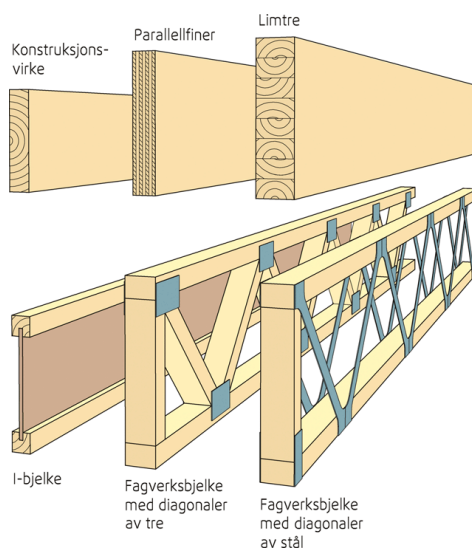
## 6.4 Bjelkelag og etasjeskiller

Dimensjonering og utførelse av etasjeskillere og bjelkelag avhenger av ulike spennvidder og lasten den skal bære. De mest relevante bjelketypene i dette konseptet vil være trebaserte bjelker. «Trebaserete bjelker kan være av konstruksjonsvirke (heltre), sammenlimte tverrsnitt i form av limtre, I-bjelker og parallellfiner, eller fagverksbjelker med knutepunkter av spikerplater eller innpressede ståldiagonaler» (57). Et alternativ til bjelkelag og etasjeskillere av trevirke vil være bruk av massivtre. Det vil ikke være aktuelt å se på etasjeskillere i betong eller stål, derfor vil kun trebjelkelag vurderes.

### 6.4.1 Trebjelkelag

Ved bruk av vanlig, standard trelast som bjelkelag vil man få begrensninger på maksimale spennvidder på grunn av dens maksimale høyde på 223 mm. Med I-bjelke, fagverksbjelker og sammenlimte bjelkeprofiler kan man få vesentlig høyere bjelker som dermed gir større spennvidder. Ved montering og isolering av bjelkelag vil massiv bjelketverrsnitt gi de enkleste konstruksjonsdetaljene. Konstruksjonsvirke kan ha en del fuktinnhold som kan føre til vridning og krymp ved uttørking av byggfukt (57).

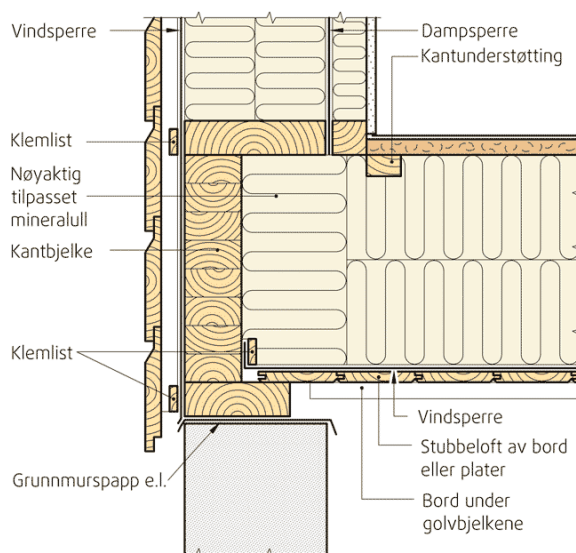
Lette konstruksjonsmaterialer er som regel mer utsatt for flanketranmisjon, altså lyd som treffer bærekonstruksjonen og får den til å vibrere. For å unngå sjenerende svingninger og rystelser dimensjoneres bjelken som oftest etter dette, og ikke etter bjelkens styrke mot brudd (57).



Figur 19: Eksempler på bjelketyper til trebjelkelag (57).

## 6.4.2 Varmeisolering og tetting

Hensikten med varmeisolering i etasjeskillere mot det fri er først og fremst for å hindre varmetap ut mot omgivelsene. For varmeisolering av etasjeskiller mellom oppvarmede rom vil man ha muligheten til å holde forskjellige temperaturer i rommene over og under, samt vil det forbedre lydisoleringen. Det stilles også egne krav til brann og lydisolering i etasjeskiller (58).



Figur 20: Eksempel på etasjeskiller mot det fri (58)

Det anbefales at alle etasjeskillere bør være lufttette både på over- og undersiden. Tettesjiktet til etasjeskillere har flere formål, som eksempelvis å sikre god lufttetthet til bygningen, samt hindre at kald luft trenger inn i isolasjonen (58). Det stilles krav til lufttetthet i bygningen som helhet. Selv om det ikke er tallfestede krav til lufttetthet i etasjeskilleren, er det likevel grunnleggende at den er med å bidra til god lufttetthet i bygningen (58).

For etasjeskillere mot det fri finnes det flere detaljløsninger på utførelse. Det viktigste er å ha en effektiv vindsperre på undersiden som klemmes fast med lekter på bjelkelaget. Risikoen med etasjeskiller mot det fri er at undersiden som vender mot bakken er utsatt for svertesopp og muggsoppvekst (58).



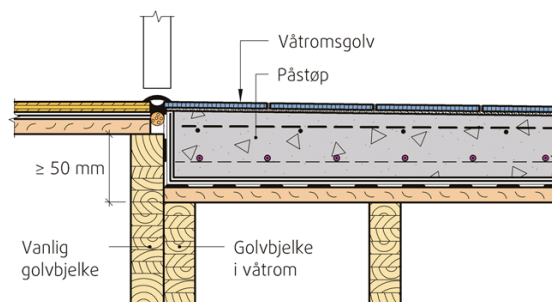
### 6.4.3 Valg av bjelkelag og etasjeskiller

Valget av bjelkelag og etasjeskiller vil være en trebasert løsning som også vil være en bærekraftig løsning. Trebaserte bjelkelag har mange preaksepterte- og godkjente løsninger som kan benyttes. I etasjeskillerer mot det fri vil det benyttes I-bjelker med en høyde på 350 mm. I-bjelker har også en lavere treandel sammenlignet med konstruksjonsvirke og limtre/parallellfiner og dermed mindre risiko for byggfukt (59). Dimensjonen på bjelkelaget er valgt på grunnlag av U-verdikravene som er satt for å oppnå en mer energieffektiv hytte. Med I-bjelker vil det være mulig å montere stubbloftplatene ovenfra og oppå I-bjelkens nedre flens og klemme de fast med lekt, slik det er vist på figur 21 nedenfor. For å oppnå ekstra vindtetting kan det klemmes på en vindtett duk på undersiden hvis det er god tilkomst. Eventuelt kan det tapes eller fuges i overgangen mellom stubbloftplaten og bjelken fra oversiden for å sikre god lufttetting. Flensen har en dimensjon på 45 x 45 mm og med en stubbloftsplate på 15 mm vil isolasjonssjiktet havne på 290 mm (60). Med god lufting på undersiden av bjelkelaget vil man sikre seg mot fuktskader på konstruksjonen. Gulvkonstruksjonen vil heller ikke være utsatt for direkte vann.



Figur 21: Hunton Stubbloft i bjelkelag med I-bjelker (60).

Bjelkelaget i gulvet vil ligge på c/c 600 mm med dampsperre og sponplater i overkant. Hytta vil legges med tregulv som vil være bra både for innnetemperaturen, luftfuktigheten og akustikken i et rom. Tregulv har også den egenskapen at den gir en naturlig varme som egner seg godt for fritidsboliger som ikke har gulvvarme (61). Med hensyn til våtromsnormen som det stilles krav til i TEK 17 §13-15, må bjelkelaget legges med en tettere senteravstand for å kunne tåle belastningen fra oppbygging av våtromsgulv med påstøp, varmekabler og vanntett sjikt (62). For rørføringer i gulvet finnes det mange gode eksempler som passer til etasjeskiller av I-bjelker. Det anses derfor ikke nødvendig å gjøre noen nye vurderinger rundt dette.



Figur 22: Eksempel på bjelkelag i våtrom (57).

For bygninger som er fundamentert på pilarer som gir gjennomlufting under bygningen kan tiltak mot radon sløyfes. Det betyr at det ikke er nødvendig å gjøre noen sikringer mot radon på hytta, siden radonforekomsten i bygget ikke vil overstige anbefalt verdi (63).

Etasjeskilleren til hemsene vil også være av en tradisjonell løsning med bjelkelag på 198 mm som er valg etter *Tabell 22 a Spennvidder for bjelkelag med bjelker av konstruksjonsvirke*, hvor konstruksjonsvirke C24 48 x 198 mm med c/c gir en spennvidde på 3,10 m. Dette vurderes som tilstrekkelig for hemsene (57). Etasjeskilleren vil være isolert slik at det er mulig å holde temperaturforskjeller over og under hems og forbedre lydisolering mot soverommene under.

## 6.5 Veggkonstruksjon

Yttervegger skal fungere som klimaskjermer mot vind, vær, lyd og brann for å oppnå ønsket sikkerhet og innemiljø. Veggkonstruksjoner utføres oftest som rene bindingsverkstyper, og i dette prosjektet skal veggtypene gjennomgående stenderverk, massivtre og todelt stenderverk vurderes (64).

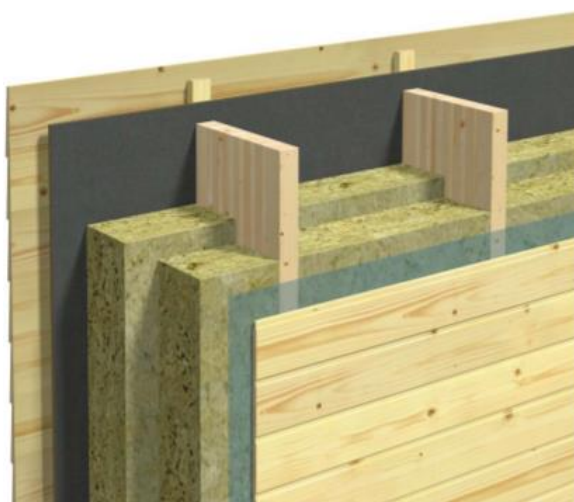
I henhold til TEK17 er det en god del krav en yttervegg skal tilfredsstillere, både med tanke på energi, konstruksjonssikkerhet, fukt og evt. lyd og brann (59). Minstekravet til U-verdi iht. TEK17 er  $\leq 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ . For å unngå fukt og luftlekkasjer i veggen skal en yttervegg ha et lufttett sjikt på utsiden av veggen, og et damptett sjikt på innsiden.

### 6.5.1 Relevante veggkonstruksjoner

Valg av veggkonstruksjon vil ha stor betydning både for estetikk, miljø og klima. Ved bygging av fritidsboliger er de mest brukte metodene bindingsverk av tre med liggende og stående kledning, samt bruk av laftede vegger (45). I denne oppgaven vil stenderverk av tre og massivtre være relevante alternativer som vil bli vurdert. Trevirke er et fornybart materiale og egner seg godt som veggkonstruksjon i et bærekraftig hyttekonsept.

#### *Gjennomgående stenderverk*

Gjennomgående stenderverk er den vanligste ytterveggløsningen. Den bygges opp etter prinsippet for tottrinnetting. En standard oppbygning av denne veggtypen består av utvendig kledning, vindsperre, isolert stenderverk, dampspærre, en eventuell utforing/installasjonssjikt og innvendig kledning. Oftest brukes det stendere av heltre, men det kan også bygges opp med stendere av I-profiler, sammenlimte lameller og isolerte stendere (65).



Figur 23: Oppbygging av vegg gjennomgående stender (65)

### **Massivtre**

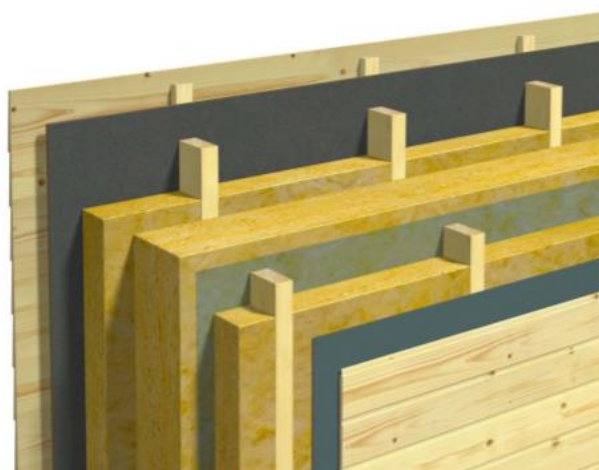
Et alternativ til vanlig bindingsverk er yttervegg av massivtre med innvendig bærende massivtreelementer. Massivtre er stående planker som festes sammen, kantstilt eller krysslågt, enten ved hjelp av skruer, spiker, lim, tredybler eller stålstag (66). Disse har god bæreevne og bedre branntekniske egenskaper sammenlignet med standard stenderverk (67). En typisk oppbygging av vegg kan være totrinns klimaskjerm, gjerne med utvendig kledning og vindspærre, videre isolasjon, eventuell dampspærre og massivtre. Fordi massivtreet er bærende, får man et kontinuerlig isolasjonssjikt i vegg, noe som er positivt for energieffektiviteten. Dampspærren kan droppes dersom massivtreveggen er tykkere enn 80 mm, da dampdiffusjonen gjennom elementet ikke vil være kritisk for bruk av dampspærre (65).



*Figur 24: Oppbygging yttervegg av massivtre (65)*

### **Todelt bindingsverk**

Todelt bindingsverk er bygd opp av to bindingsverk med kontinuerlig isolasjonssjikt mellom, i tillegg til at bindingsverket er isolert. Denne konstruksjonen kan enten ha utvendig, innvendig eller delt bæring. Sett bort fra det ekstra laget med isolasjon og to stendere er oppbygningen helt lik oppbygningen til yttervegg med gjennomgående stenderverk.



*Figur 25: Oppbygging av yttervegg todelte bindingsverk (65)*

## 6.5.2 Valgt veggkonstruksjon

For å oppnå ønsket U-verdi i veggkonstruksjonen vil valget av løsning basere seg på veggtykkelsen. Med et isolasjonssjikt på 350 mm vil det være en fordel å redusere treandelen i veggen. Bindingsverk av heltre med en dimensjon som stopper på 250 mm ikke være tilstrekkelig på en slik veggtykkelse. Det vil derfor kun gjenstå gjennomgående ytterveggløsning (som ikke benytter heltre) og todelte løsninger (65).

Ytterveggen vil bygges med en todelte løsning hvor det vil være muligheter for delt bæring. Det todelte bæresystemet vil gi et kontinuerlig isolasjonssjikt i midten av veggen som vil bidra til lavere U- og kuldebroverdier. Det midterste isolasjonssjiktet vil deles inn med konveksjonssperre. Sammenlignet med gjennomgående ytterveggløsning vil en todelte løsning være en mer utradisjonell metode. Med en todelte løsning vil man redusere treandelen sammenlignet med gjennomgående ytterveggløsning med bruk av sammenlimte lameller, eller andre løsninger med uisolerte stendere (65).

Innsiden av ytterveggen vil utfores med en installasjonsvegg for tekniske installasjoner. Dampspærren vil befinne seg bak utforingen slik at det ikke vil bli påført skader på plasten ved montering av tekniske installasjoner. Innvendig kledning vil være stående panel og yttersiden av veggen vil kles med stående naturlig impregnert kledning. Ytterveggen vil også bestå av et vindspærresjikt med trefiberplater som klemmes fast med lekter. Veggen vil lektes både vertikalt og horisontalt og man vil dermed oppnå tilstrekkelig med lufting for å beskytte veggen mot klimapåkjenninger og mekaniske skade (59).

## 6.6 Tak

Taket er en viktig konstruksjon. Det skal beskytte mot regn og smeltevann og i tillegg tåle snø-, vind- og nyttelaster. Videre er taket en del av det isolerende sjiktet og skal redusere varmetapet i bygningen og redusere for utendørs støy (68). Minimumskravet til energieffektivitet i TEK17 er  $\leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ . For dette prosjektet er det to taktyper som er aktuelle, flate tak og luftede skråtak.

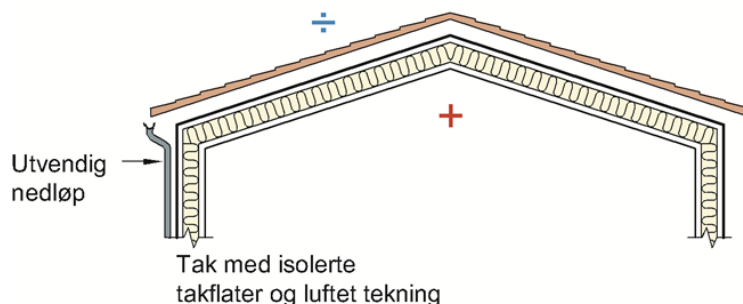
### 6.6.1 Ulike taktyper

#### *Luftede tak*

Luftede tak bør bygges som skråtak, med en takvinkel på minst 10-15°. De bygges oftest med isolerte takstoler, taksperrer eller takåser og det skiller mellom to typer, tak med kalde loftsrom og med isolerte takflater (68). Hovedforskjellen på disse typene er hvor isolasjonen ligger. Dersom isolasjonen er plassert mellom taksperrene får man et oppvarmet loftsrom, mens ved kalde loft ligger isolasjonen i golvet på loftet.

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

Denne taktypen har et luftsjikt mellom isolasjonen og taktekningen, noe som gjør at takoverflaten holdes kald. Dette gjør at snøen ikke vil smelte på samme måte som ved et kompakt tak, og dette taket kan derfor ha utvendig nedløp. Luftsjiktet gjør også at eventuell fukt i taket eller luftlekkasjer innenfra vil tørke ut (68). Oftest kombineres undertak med vindsperrsjikt, men det er også mulig å legge undertak og vindsperreren i to separate sjikt. Ved å legge isolasjonen mellom taksperrene får man som sagt et oppvarmet loftsrom, og kan på denne måten utnytte takhøyden og gjøre bygningen mer arealeffektiv eller få en større romfølelse.



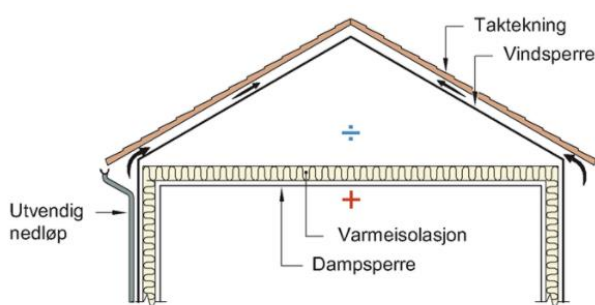
Figur 26: Prinsipp oppbygging isolert takflate (68)

#### *Tak med kalde loftsrom*

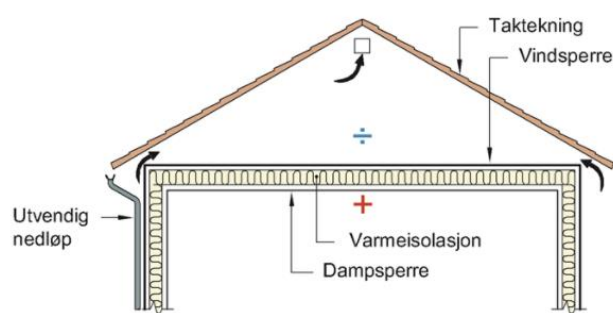
Tak med kalde loftsrom kan være luftet eller uluftet. Luftede loftsrom ventileres med kald uteluft som strømmer inn gjennom luftespalter ved takfoten, mønet eller på gavlveggen. Dette

gjør at denne taktypen har svært god utluftningsevne og trematerialene i konstruksjonen kan holdes tørre (68).

For kalde loftsrom som er uluftet vil det brukes kombinert vindsperre og undertak, slik at vindsperren i taket og veggen overlapper. Dette kan være en fordel dersom det er fare for mye inndrev av snø og regn ved takfoten. Her er det viktig at undertaket er tilstrekkelig diffusjonsåpent, slik at det ikke oppstår fukt og kondens på taket. Det er også viktig at materialene er tilstrekkelig tørre under montering, i tillegg til beskyttelse av taket under oppføring, slik at det ikke samles for mye fukt i konstruksjonen.



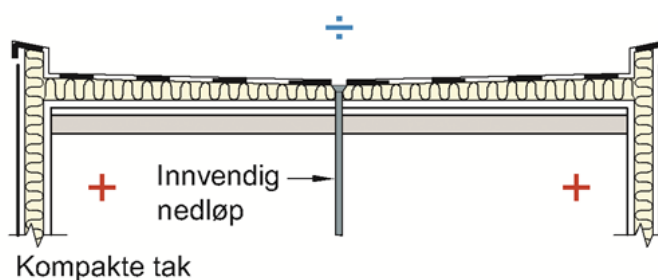
Figur 27: Prinsipp kaldt uluftet tak (68)



Figur 28: Prinsipp kaldt luftet tak (68)

### **Kompakt tak**

Kompakte tak, eller varme tak som det også blir kalt, kan bygges både som flate og som skrå tak. Det skilles mellom 3 ulike typer; rettvendte-, omvendte- og duotak, hvor forskjellen er hvor det vanntette membranen er plassert i forhold til bæring og isolasjonen i taket og hvilke bruksområder de har. Bærekonstruksjonen består som regel av betong, tre, massivtre eller stål, og ligger oftest mellom de to diffusjonstette sjiktene, slik at fukt ikke kan trenge inn i konstruksjonen. Ved bruk av kompakte tak må nedløpet bygges innvendig, med mindre bygningen befinner seg på sted med kystklima. Om vinteren vil snøen på taket lettere smelte enn ved luftet tak, og ved bruk av innvendig nedløp hindres at smeltevannet fryser (68) .



Figur 29: Prinsipp oppbygging av flatt tak (68)

## 6.6.2 Tekningstyper

For dette prosjektet anses det også relevant å vurdere hvilke ulike taktekningsstyper som kan passe inn i konseptet med fokus på bærekraft. Torv, sedumtak, trebord, takfolie og asfaltbelegg er de alternativene som skal vurderes. Området er foreløpig ikke omfattet av en reguleringsplan, så det er kommuneplanens arealdel som gjelder. Det må derfor i første omgang tas hensyn til generelle bestemmelser til kommuneplanens arealdel.

### *Torv*

Torvtak er en tradisjonell og gammel metode for takteking som gir hytta et tradisjonelt utseende samtidig som taket harmonerer med naturen. Torv vil ikke være sjenerende for området og heller ikke skille seg ut i de naturlige omgivelsene. Det vil gi lyddemping og være med å bidra mot støy fra fly- og veitrafikk. For å oppnå tettesjikt i torvtaket har det gamle tradisjonelle vanntettende sjiktet av bjørkenever blitt erstattet med takbelegg av asfalt, plast eller gummi. Ved bruk av torvtak må man regne med en egenlast på 3 kN/m<sup>2</sup> for torvlaget. Ettersom torv forbruker og forsinker nedbør vil egenlasten øke når torvtaket blir mettet med vann. Egenlasten vil variere gjennom hele året og om sommeren vil fordampning fra taket være med å redusere kjølebehovet i hytta (69).

### *Sedumtak*

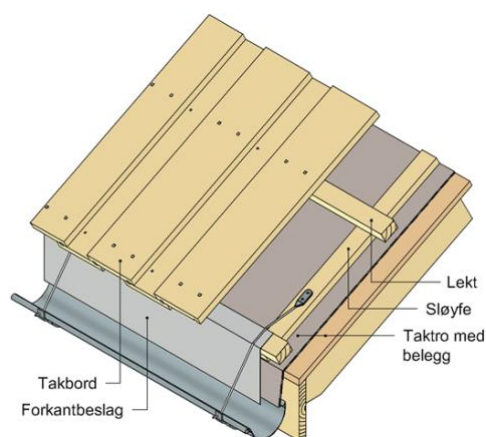
Sedumtak er også et alternativ som må vurderes ettersom det er mye snakk om grønn tekning for å bedre klima og miljø, som er et stort fokus i dagens samfunn. Primært er grønne tak med å bidra til den urbane overvannshåndteringen. Grønne tak forbruker regnvann og tidsforsinker nedbøren. «Egenskapen til sedum er at de åpner spalteåpningene bare om natta, når fordampningen er minst. Dermed holder de på et vannlager over lengre tid enn de fleste andre vekster» (70). Sedumtak kan også bidra til redusert energiforbruk og har en positiv effekt på CO<sub>2</sub>- og støvbinding. Grønne tak kan utføres både på skrå og flate takkonstruksjoner. Generelt velger man vekstmedium og dreneringssystem tilpasset klimaet på byggestedet (70). Sedumtak vil være mindre aktuelt da man fører fremmede arter inn i eksisterende økosystem, noe som kan føre til ubalanse og ødeleggelser i miljøet.

### *Trebord*

Taktekking med bord er en metode som vanligvis krever lite vedlikehold, det er likevel anbefalt å etterstramme skruefester for å hindre at store vannmengder kommer på undertaket ved stor nedbørsintensitet. Takbord vil ha et utseende som egner seg godt i hytteomgivelser. Med tiden vil bordene bli gråfarget og utseende kan fornyes med beis. Trebord er også et bærekraftig



alternativ ettersom tre er et naturlig og fornybart materiale. De mest vanlige type takbord er trykkimpregnerte trebord eller modifisert trevirke (71).



Figur 30: Eksempel på takbord, avslutning ved takfot (71).

### **Takfolie og asfaltbelegg**

Både takfolie og asfaltbelegg brukes først og fremst på flate, kompakte tak. Begge metodene brukes som vanntettende sjikt på både torvtak og beplantende tak (72,73).

Asfaltundertaksbelegg er også en anbefalt løsning for undertak med taktro på taktekking med bord (71). Takfolie og asfaltbelegg er begge relativt enkle løsninger, og kan også brukes som ferdig utvendig overflate.

### **6.6.3 Valgt takkonstruksjon**

Takkonstruksjonen vil sette et karakteristisk preg på hytta og hvordan den vil passe inn i omgivelsene. Taket vil bestemme utformingen på hytta både utvendig og innvendig. Etter en helhetsvurdering av de ulike løsningene er det saltak med isolerte takflater og luftet tekning som egner seg best. Med saltak vil hytta virke mindre ruvende i terrenget og man kan utnytte takhøyden med hems i hytta. Man vil også få en åpen takløsning i oppholdsrom som gir en større romfølelse. Saltaket vil bæres av en mønedrager som er understøttet med tre søyler. Søylene og drageren må dimensjoneres for å tåle laster og spenn. Oppbyggingen av taket vil være av isolerte taksperrer med lufting mellom isolasjonssjiktet og taktekningen. Toppen av mønet vil være uten lufting da dette egner seg bedre i fjellområder med mye vind og snø (71). Ved valg av flatt tak måtte nedløp vært montert innvendig og ville krevd ekstra areal, noe som er ugunstig med tanke på at hytta skal være arealeffektive. Dimensjoneringen av takkonstruksjonen vil ta hensyn til ønsket U-verdi.

Taket vil ha en kontinuerlig forlengelse over terrassen og fungerer som et takutstikk som skjermer for vind og vær over uteområdet. Takforlengelsen vil bæres av forlengelsen av veggen

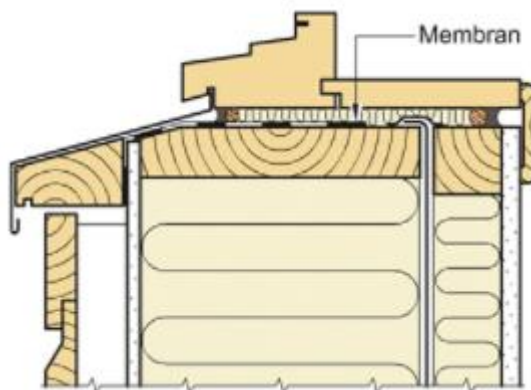
på den ene siden, men vil trenge ekstra forsterkning på den andre langsiden uten understøtting fra veggen. Det er derfor tiltenkt en bærebjelke med opplager oppå stenderverket på langsiden som dimensjoneres for å tåle lastene på takutstikket. Takforlengelsen vil være uisolert og konstruert slik at egenvekten ikke blir høyere enn nødvendig.

Taktekking er en viktig del sett fra et estetisk perspektiv. Overflater som skaper gjenskinn og ikke harmonerer med omgivelsene i landskapet vil være et ugunstig valg. Valget har derfor basert seg på en løsning som vil gi et naturlig preg på hytta, og det har derfor blitt besluttet å velge takbord som taktekking. Takbordene vil være av naturlig impregnert trevirke med samme stil som utvendig kledning. Siden hytta vil ha stående kledning og takbord i samme retning har valget falt på et tak uten takutstikk. Man vil dermed få fine gjennomgående linjer og hytta vil virke mindre voldsom. Takutstikket vil likevel stikke ut nok til at det gir tilstrekkelig med lufting gjennom taket.

## 6.7 Vindu

For valg av vindu kan man enten velge 2-lags glass eller flerlags-glass, hvor disse kalles isolerruter. Kravet til U-verdi på vindu for nye bygninger er iht. til TEK17  $\leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ , inkludert ramme og karm (34). For å minske varmetapet fylles hulrommet mellom glassene oftest med argongass, som isolerer bedre enn vanlig luft (74). Ved å velge 3-lags glass vil man oppnå en U-verdi på 0,8-1,0  $\text{W}/(\text{m}^2/\text{K})$ , noe som tilfredsstillter kravene som er satt. Vinduene på stue/kjøkken vil ha soldempende glass. På den måten slipper man mekanisk solskjerming som i større grad stenger dagslyset ute, samtidig som man kan beholde store vindusflater og hindre overoppheting.

Vanligvis plasseres vinduene slik at bunnkarmen for vannbrettbeslaget flukter med vindsperra (75). I dette prosjektet vil vinduene trekkes litt inn i isolasjonssjiktet, noe som vil være med på å redusere kuldebrotapet. Ved å velge denne løsningen er det ekstra viktig med fuktsikring under karm og vannbrettbeslag, for å unngå vannlekkasjer og fuktskader i veggen (76). Ved å plassere vinduene lengre inn i veggen vil det også redusere faren for innvendig kondens, i tillegg til redusert soloppvarming, fordi vindusmyget skjerner deler av vinduet.



Figur 31: Prinsippkisse for plassering av vindu i vegglivet (76).

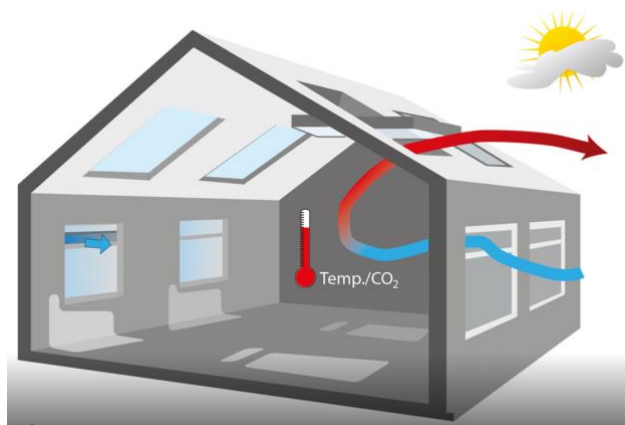
## 6.8 Tekniske installasjoner og infrastruktur

For valg og vurdering av tekniske installasjoner og infrastruktur legges det vekt på bærekraft. For å gjøre hytta energieffektive og miljøvennlige er valgene i forhold til tekniske installasjoner vel så viktige som konstruksjonsløsningene. Derfor vil det være viktig med gjennomtenkte løsninger for oppvarming, strøm og vann. Valgene som blir tatt vil også ha betydning for inngrepene i terrenget, i tillegg til valg av vei og parkering som også har stor påvirkning på terrengavtrykket. Transport til og fra hytta står også for store deler av utslippene, og det drøftes derfor hvilke bærekraftige alternativer man har til transport.

### 6.8.1 Ventilasjon

For fritidsboliger under 150 m<sup>2</sup> stilles det ingen spesifikke krav til ventilasjon. §13-1, som gjelder for fritidsboliger med én boenhet krever at bygningen skal ha ventilasjon som sikrer tilfredsstillende luftkvalitet. Dette betyr at ventilasjonen må tilpasses rommenes utforming og bruk, i tillegg til forurensning- og fuktbelastning (77). Fordi det ikke stilles spesifikke krav til friskluftsmengder, kan både mekanisk, balansert og naturlig ventilasjon benyttes.

Naturlig ventilasjon baserer seg på termisk oppdrift og vind. Disse er drivkrefter for å trekke avtrekkslufta ut av bygget gjennom avtrekkskanaler eller ventiler montert høyt oppe på ytterveggen. Samtidig suges frisk luft inn gjennom tilluftsventiler montert på yttervegg eller gjennom utettheter (78). Fordelen med naturlig ventilasjon er at det er en rimelig installasjon som krever lite vedlikehold, samtidig som det ikke produserer støy. Ulempene med systemet er at det gir en ujevn ventilasjon, da det avhenger av vær og klima. I tillegg kan systemet gi trekk fra ventilene og gir et stort ventilasjonsvarmetap.



Figur 32: Prinsipp naturlig ventilasjon (79)

Med stadig høyere krav fra TEK17 for både termisk inneklime og energikrav har balansert ventilasjon med varmegjenvinning blitt den vanligste formen for ventilasjon i nye boliger (80). Ved balansert ventilasjon brukes et viftesystem for tilførsel og avtrekk av luft, og ved

varmegjenvinning vil varme fra den brukte innelufta overføres til luften som filtreres og blåses inn i bygget. Fordelen med systemet er at man sikrer et godt inneklima i alle rom gjennom hele året, da systemet ikke påvirkes av uteklimaet i samme grad som ved naturlig ventilasjon. I tillegg vil et riktig dimensjonert, utført, driftet og vedlikeholdt system gi god komfort, lite ventilasjonsvarmetap og god totaløkonomi (81). Ulempene med et slikt system er at de drives av strøm og ved strømbrudd eller funksjonssvikt får man ingen ventilasjon.

For dette hytteprosjektet vil det installeres balansert ventilasjon. Grunnen til dette er at hytta skal oppfylle TEK17 krav til energieffektivitet og U-verdier. Dette innebærer en tett konstruksjon, noe som også setter høyere krav til kontrollert ventilasjon for å få luftet tilstrekkelig og unngå fukt- og råteskader.

Et tradisjonelt balansert ventilasjonsanlegg med kanaler og aggregat vil ta opp plass og være vanskelig å montere mtp. skråhimlinger. Derfor vil det benyttes en type desentralt balansert ventilasjonssystem som vil monteres i ytterveggene, uten plasskrevende aggregat og kanaler. Disse opererer i par, hvor den ene tilfører frisk uteluft, mens den andre trekker ut luft fra hytta (82).

### **6.8.2 Vann og avløp**

For de aller fleste som kjøper ei ny hytte er det en selvfølgelighet med høy sanitær standard, hvor hytta inneholder både dusj, wc og oppvaskmaskin (83). Det er flere muligheter for å få vann og avløp inn til hyttefeltet, både privat og offentlig. For private anlegg med tiltenkt innlagt vann må det søkes utslippstillatelse til kommunen (84). For dette prosjektet er det tenkt at det skal legges kommunalt vann- og avløpssystem inn til hyttefeltet. Fordelen med dette er at det krever lite oppfølging fra hytteeierne, i tillegg til at det gir sikrest kontinuitet. Ulempen med å koble hyttefeltet på det kommunale nettet er at det krever større inngrep i terrenget. Fordi hyttene skal oppføres i klynger og relativt tett vil terrenginngrepene reduseres. I tillegg skal all rørføring fortrinnsvis legges under vei og sti.

### **6.8.3 Oppvarming**

Som hovedoppvarmingskilde vil det installeres en rentbrennende vedovn i hver hytte. Ved er klimanøytralt, og en fornybar ressurs. Vedfyring er derfor helt klimanøytralt, da CO<sub>2</sub> som frigjøres ved forbrenning tas opp av trær, og inngår derfor i CO<sub>2</sub>-kretsløpet (85).

Utnyttelsesgraden for vedfyring har også blitt bedre med årene, og nye ovner har i dag en utnyttelsesgrad på 80-85% av energien i en vedkubbe (85). Ovnen vil være plassert sentrert i

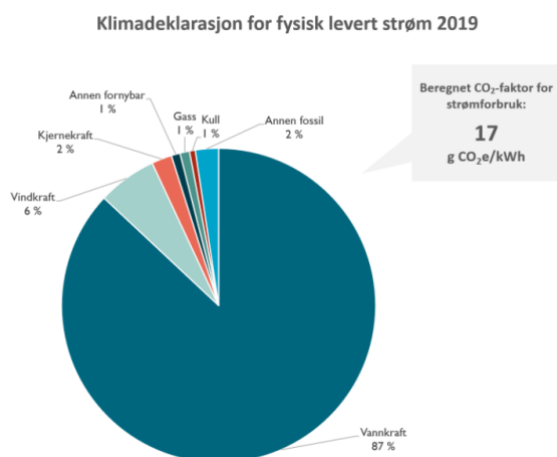
hytta, slik at varmen spres rundt om i hele bygget. I tillegg vil det legges til rette for å montere panelovner på soverom dersom det er ønskelig. På badet vil det være varme i gulv, i form av elektriske varmekabler, utført etter våtromsnormen.

Det er også vurdert å installere luft-til-luft-varmepumpe, men for ei hytte på mindre enn 50 m<sup>2</sup> sees ikke dette på som en lønnsom investering. Fordelene med å installere varmepumpe er at den har termostatstyring, noe som gjør at det er lettere å kontrollere temperaturen. En varmepumpe kan også kjøres i revers, slik at den kan brukes som aircondition dersom det skulle bli behov for kjøling av hytta. Imidlertid vil varmepumpen ha lavest varmeytelse når det er kaldt ute, hvor varmebehovet er størst. I tillegg vil den, i likhet med en vedovn være en punkttoppvarmingskilde, hvor en åpen løsning er nødvendig for maksimal effekt (86).

Som nevnt i konseptet vil det også sees på om det finnes muligheter for å utnytte overskuddsvarmen som hønene produserer. Dette er gratis varme som per dags dato går til spille, men vil være en god tilleggsressurs til oppvarming av hyttene. Hønsevarmen kan f.eks brukes til å holde hyttene varme når de står tomme for å unngå at vannrør fryser på vinterstid. For å opprettholde en behagelig innetemperatur på de dagene hvor vedfyring ikke er nødvendig, kan hønsevarmen bidra som en erstatning for eventuelle panelovner.

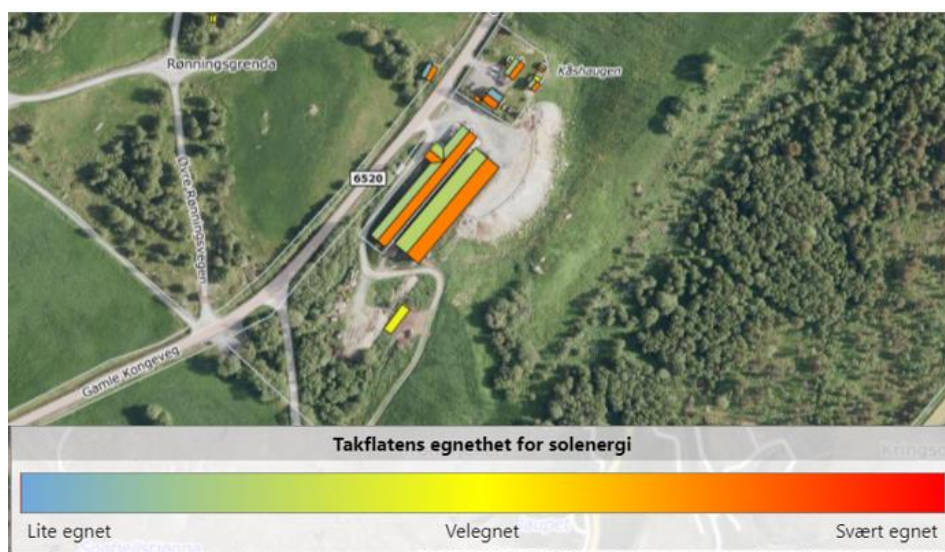
#### 6.8.4 Strømforsyning

Når det kommer til strømforsyning til hyttefeltet, vil alle hyttene ha innlagt strøm. Her er det ønskelig og viktig å benytte fornybare energikilder for å forsvare bærekraft- og miljøaspektet. Strømproduksjonen i Norge, er nærmest utslippsfri. Beregning av *klimadeklarasjon for fysisk levert strøm* i 2019 viser at 94% av all strøm som ble brukt i Norge kommer fra fornybare energikilder (87).



Figur 33: Diagram som viser fordeling av energikilder for levert strøm i Norge (87).

Selv om norsk strøm så å si er utslippsfri er det ønskelig å produsere egen strøm ved hjelp av solceller. På selve hyttefeltet vil det være mye skog og høye trær, noe som kan gjøre at solforholdene ikke er optimale. Kirsten Aune Grønset, som er utbygger for dette prosjektet, har tanker om å montere solceller på taket til hønsehuset. Dette gjør at hyttene, så langt det lar seg gjøre, kan være selvforsynt med strøm og kan bruke strømmettet som en ekstraressurs dersom strøm fra solcelleanlegget ikke er tilstrekkelig. Ut fra solkart.no kan man se hvor egnet takflater er for solceller, og som figur 34 viser er taket på hønsehuset godt egnet for montasje av solceller.



Figur 34: Solstudie av tak til hønsehuset (88)

### 6.8.5 Teknisk infrastruktur

For å minimere terrenginngrepet så mye som mulig vil det benyttes lett kommunalteknikk. Det vil si at alle tekniske anlegg som vann, avløp, elektrisitet og signalkabler samles i grunne fellesgrøfter. Grøftene vil ikke ligge i fritt terreng, men skal følge veitraseene (44).

Tilrettelegging for høy teknisk standard i forbindelse med helårsvei, drikkevannsforsyning, håndtering av avløpsvann og framføring av kraft- og telenett kan innebære store utfordringer og kostnader. Det er derfor vesentlig at infrastrukturen rundt dette planlegges godt, og ikke mer avansert enn nødvending for hytteområdet (44).

#### *Vei og parkering*

I Oppdal kommune sine bestemmelser og retningslinjer står det beskrevet at «alle nye veger skal ha en teknisk utførelse som tilfredsstillter Statens vegvesen håndbok *Veg- og gateutforming* (håndbok N100). Det skal sikres snuplasser for utrykningskjøretøy, renovasjonsbil og eventuelt

slamtømmebil» (9). For å redusere byggekostnadene og avtrykk i terrenget vil det tilrettelegges anleggsveier som blir lagt i traseene for de fremtidige veiene inne på hytteområdet. Disse veiene skal, så godt det lar seg gjøre, tilpasses terrengkotene, slik at man unngår unødvendig inngrep, masseflyttinger og fyllinger. Med veiløse hytter oppnår man mer uberørt terreng og man opplever en større distanse til hverdagen. Dette legges til grunn for prosjektering av veinettet på området (44). For at vei og parkeringsplass skal passe bedre inn i omgivelsene vil det ikke brukes asfalt, men heller mer naturlige materialer som grus eller lignende.

For området er det tenkt å legge en veg fra toppen på Nedre Rønningsvegen og ned til øvre del av hyttefeltet. Her vil det anlegges en parkeringsplass for parkering for hytteeierne, samt noe gjesteparkering. Denne skal tilpasses terrengkotene og vil skjermes og gjøres mindre ruvende ved at noen trær og vegetasjon får bli stående på og rundt parkeringsplassen. Ved å skjerme parkeringsplassen vil den heller ikke være synlig på lang avstand, og unngår derfor refleksjoner fra biler som kan være sjenerende for hytteeierne.

Videre vil det legges veg inn på hytteområdet med snuhammer, som kan brukes for avlesning av varer og for evt. utrykningskjøretøy eller andre store, nødvendige kjøretøy. Fordi det ikke skal gå vei helt inn til hyttene er det viktig å sørge for at veien ligger mindre enn 50 m fra hyttene, slik at krav til fremkommelighet for brannmannskap og biler er tilfredsstillt (28). Fra vei og parkeringsplass vil det føres naturlige stier inn til hyttene. Det vil legges frem et forslag til veinett i områdekartet.

### ***Transport***

Til Oppdal er det mulig å reise med både bil, buss og tog. Det er også mulig å fly til Trondheim Lufthavn Værnes, som ligger 2,5 timer unna. Det er mye fokus på miljø og satsing på kollektivtransport, hvor det oppfordres til å la bilen stå hjemme. Beregninger fra studien Fjellheimen 4.0 viser at en tredel av klimautslippene knyttet til fritidsboliger kommer fra transport (8). Med bussholdeplass på E6 som ligger like ved området, vil det gjøre buss til et meget gunstig og attraktivt transporttilbud å velge fremfor bil. Både transport med buss og tog går flere ganger daglig fra både Oslo og Trondheim (89). CO<sub>2</sub>-utslippet per passasjerkilometer er lavere med buss og tog sammenlignet med personbil. Det betyr med andre ord at ved å skifte ut personbiltransport med buss og tog så vil reisen til og fra hytta bli mer bærekraftig (48).



## 6.9 Energibruk

### 6.9.1 Energiberegninger

Det er brukt beregninger og simuleringsverktøy for å kontrollere at hytta oppfyller kravene som er satt til energieffektivitet, i tillegg til ønsket energimerke. Dette er gjort ved håndberegninger av U-verdi i gulv, vegger og tak etter veiledere fra SINTEF Byggforsk. Videre er disse verdiene lagt inn i SIMIEN, sammen med andre opplysninger om hytta, og hentet ut energianalyser.

#### *U-verdiberegninger*

Som nevnt er U-verdiberegningene for yttervegger, tak og gulv gjort for hånd. Ved hjelp av veiledere fra byggforskbladene 471.008 og 471.010. Beregningene gav følgende resultat:

Bygningsdel	U-verdi (W/m <sup>2</sup> K)
Yttervegg	0,11
Tak	0,16
Gulv mot det fri	0,12

Fullstendige utregninger kan sees i vedlegg B.

#### *SIMIEN*

SIMIEN er som nevnt brukt for å kontrollere at energikravene er oppfylt, og for å se hvilket energimerke hytta får. Jfr. TEK17 §14.5 er fritidsboliger under 70 m<sup>2</sup> fristilt fra kravene TEK17 stiller til energieffektivitet (35). I dette prosjektet er dette likevel satt som et krav for å forsvare bærekraftfokuset for oppgaven.

For å gjøre simuleringene må det legges inn klimasted, bygningskategori, soner, U-verdier, oppvarmingsareal- og volum, vindus- og dørareal og typer, oppvarmings-, ventilasjonsverdier og internlaster med belysning, teknisk utstyr, personer og oppvarming av tappevann. Oppdal finnes ikke som klimasted, og derfor er Trondheim lagt inn. For energievalueringen vil ikke dette ha noe betydning, da SIMIEN uansett tar utgangspunkt i at bygget befinner seg i Oslo. For oppvarming, ventilasjon og internlaster er det lagt inn verdier der disse har vært tilgjengelige, ellers er det brukt forhåndsinnstilte verdier hentet fra NS3031.

Figurene 35, 36 og 37 viser deler av evalueringen av energieffektiviteten til hytta opp mot kravene i TEK17. De viser at §14-2 (1), §14-3 og §14-4 er innenfor kravene som stilles. Hele evalueringen kan leses i vedlegg C.

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

Figur 35: Evaluering opp mot TEK17-krav

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	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]	0,12	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,7	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,5	1,5

Figur 36: Evaluering opp mot TEK17-krav om U-verdi

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	56,7	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	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]	0,12	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,71	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,05	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,5	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

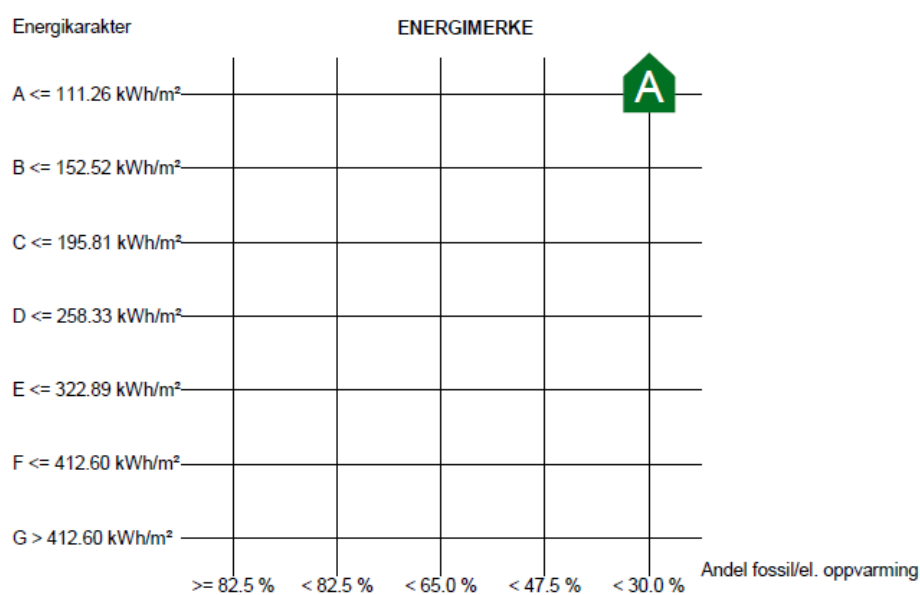
Figur 37: Evaluering opp mot TEK17-krav for energiltak

Som vist i figur 37 tilfredsstilles ikke alle kravene som stilles til energiltak. Dette er ikke sett på som hensiktsmessig, da det i utgangspunktet ikke stilles energikrav til hytta, i tillegg til at den er tenkt for sporadisk bruk. For å oppnå disse måtte varmetapstallene, vindus- og dørarealet og U-verdi i tak og gulv mot det fri vært redusert. For å kompensere for høyt vindusareal er U-verdi og isolasjonsmengde i ytterveggen prioritert. Ved å velge delt bindingsverk med kontinuerlig isolasjonssjikt vil også kuldebroverdiene reduseres i større grad enn ved å øke isolasjonsmengden i tak og gulv, da det med taksperrer og gulv mot det fri eventuelt må krysslegges for å redusere kuldebro. På vinterstid vil dessuten snøen som blir liggende på taket fungere som et isolerende sjikt, noe som kan redusere varmetapet.

Som følger av høyere varmetapstall i tak, vindu, dører og gulv mot det fri er romoppvarmingsbehovet noe høyt. Fordi hytta har et lite bruksareal og oppvarmingskilden i hovedsak kommer fra vedovn med stålpipes sees ikke dette på som en stor utfordring. Vedoven

vil ha høy utnyttelsesgrad og være plassert sentrert i hytta, noe som vil gjøre oppvarmingen effektiv.

Figur 38 viser oppnådd energimerke for hytta, som ble mørkegrønn A. Dette er den beste karakteren som kan oppnås. Merket er ikke nødvendigvis helt representativt, da flere av verdiene er forhåndsinnstilte verdier hentet fra NS3031. I tillegg til at det er knyttet noe usikkerhet ift. energiforsyning. Likevel vil energimerket gi et godt estimat på realiteten.



Figur 38: Energimerke for hytta.

## 7 Forskning og utvikling

*Dette kapitlet viser til forskning, utvikling og innovasjon rundt temaer som er relevante for oppgaven.*

### 7.1 Det grønne skiftet

Det grønne skiftet er en gradvis overgang til energikilder, produkter og tjenester som til sammen gir mindre negative konsekvenser for klima og miljø. I desember 2015 ble den internasjonale Parisavtalen vedtatt. Avtalen er en klimaavtale som består av bestemmelser for blant annet reduksjoner i utslipp av klimagasser og klimatilpasning (90). Målene som er satt i Parisavtalen oppnås hvis verden klarer å omstille seg slik at vekst og utvikling skjer på en måte naturen tåler. Levemåten må endres slik at behovene fortsatt tilfredsstillers dagens befolkning uten å ødelegge for fremtidige generasjoners mulighet for å gjøre det samme. Kloden opplever klimaendringer som gjør at måten verden produserer og forbruker energi på, må endres slik at de ikke skader samfunnet og naturen. Fossile energikilder må erstattes med fornybare, og utslippene av klimagasser må kuttes. Gjennom det grønne skiftet har Norge, Europa og verden et mål om å bli klimanøytrale innen 2050 (91). Skal det grønne skiftet være mulig, vil det være avgjørende at bedrifter og organisasjoner tenker innovasjon, vekst og verdiskapning som representerer fornybare løsninger (18).



*Figur 39: Det grønne skiftet (99).*

Det voksende behovet for hytter kan by på utfordringer for å nå klimamålene. Det er derfor viktig at dagens hytteutbygging blir gjort på en bærekraftig måte. Valg av fornybare materialer og bærekraftige løsninger spiller en viktig rolle for å nå målene. I en artikkel hentet fra Tenk Tre forteller Thina Saltvedt at: «Bygg- og anleggssektoren står for mye av utslippene våre. At vi kan bruke tre i mye større grad enn vi har gjort tidligere, gjør at byggene våre kan bli mer

bærekraftige» (92). Saltvedt jobber med bærekraft og grønn energi i Nordea Markets. Saltvedt (92) forteller at finanssektoren har startet med evalueringer av selskaper etter hvor bærekraftige de er. Evalueringen går blant annet på utslipp, men også på hvor målrettede selskapene er med tanke på å nå FNs klimamål. Et selskap med stort klimaavtrykk vil i fremtiden ha vanskeligheter med å få lån, samt at lånene vil bli dyrere. Det er slett ikke sikkert at de får finansiering i det hele tatt.

Gjennom oppgaven har det blitt vurdert ulike bærekraftige løsninger som vil ha en positiv påvirkning på det grønne skiftet. Fokuset på en energieffektiv hytte har vært stort, hvor det å minimalisere energiforbruket rundt bruksfasen har vært et viktig tema. Hytta vil være arealeffektive og likevel kunne dekke de mest fundamentale behovene man ser etter i en hytte. Dermed vil hytta bygges mindre, noe som er en bærekraftig løsning. Hytteutbyggingen vil også ha fokus på redusert terrenginngrep. Det har også vært et stort fokus å bevare så mye vegetasjon som mulig ved å redusere veistrukturen og la det vokse fritt under og rundt hyttene. Konseptet vil legge vekt på å minimere klimaavtrykk under hytteutbyggingen og generelt føre en skånsom utbygging.

Et bidrag til det grønne skiftet kan være at hytteprodusentene profilerer seg som fossil- og utslippsfrie byggeplasser. Det innebærer at diesel og propan ikke kan brukes til oppvarming i byggefasen. Anleggsmaskiner må kjøres på biodiesel, elektrisitet eller hydrogen. Fagfeltet rundt dette temaet er ganske nytt, og kunnskapsgrunnlaget er ganske tynt. Arbeidet med dette er allerede i gang og styres i dag av ambisiøse, offentlige byggherrer og interesseorganisasjoner som fremmer miljøriktig energiforsyning. Maskinleverandører ønsker å selge utslippsfrie maskiner, og dermed ser større entreprenører konkurransefortrinn ved å kunne tilby fossil- og utslippsfrie løsninger (93).

Livsløpsegenskapen ved utbygging av fritidsboliger er også en essensiell del for å nå klimamålene. En livsløpsanalyse (LCA - Life Cycle Assessment) handler om å kvantifisere alle material- og energistrømmer inn og ut av fritidsboligens livssyklus. Hvor det starter med produksjon av byggevarer, så over til byggefasen, bruksfase og til slutt avhendingsfasen. Foreløpig er det mangel på verktøy for å utføre livløpsberegninger, og kunnskapsgrunnlaget er for tynt til at det kan stilles krav i forskrift om hvor store klimagassutslipp som tillates gjennom livsløpet for ulike bygningstyper. Livsløpsvurderinger er kompetansekrevende og krever derfor at bedriftene må bygge opp kompetanse selv. Det er en forutsetning at byggeprosessen er digitalisert for å kunne innføre klimagassberegninger på en kostnadseffektiv måte (93).

Sirkulær økonomi omhandler kretsøkonomi hvor man i prinsippet utnytter naturressurser og produkter effektivt så lenge som mulig i kretsøpet. Dette oppnår man ved å redusere råvarebruk, avfall, utslipp og energiforbruk til et minimum (94). Byggenæringen er en stor forbruker av ressurser og materialer, og en stor bidragsyter på avfall. I Norge går en betydelig andel av byggeavfallet til resirkulering og gjenvinning. Mye av dette er treavfall som går til energigjenvinning. EU betrakter ikke slik energigjenvinning som gjenvinning, men tap av ressurser. Det betyr at en slik energigjenvinning av treavfall ikke blir kreditert i EU-regnskapet (93). EUs målsetning for sirkulær økonomi vil ha stor påvirkning på byggebransjen. Sirkulær økonomi vil være et viktig tema gjennom prosjekteringen og utføringen av hyttekonseptet, hvor det vil være fokus på å redusere ressursbruken, redusert avfall, utslipp og energiforbruk.

Det økende antallet av hytteeiere kan by på utfordringer for lokalsamfunnet. Koronasitasjonen skal også nevnes da dette fører til at folk benytter hytta mer, som alternativ til hjemmekontor. Dette skaper en vekst i befolkningen i hyttekommunene, som ikke lokalsamfunnet er klare for. Uventet økning av befolkningen i bygda kan føre til at offentlige tjenester som helse, renovasjon og dagligvarer ikke strekker til. Behovet for nye, organiserte former av fritidsbebyggelse hvor man får til et samspill som inkluderer både gjester og lokalsamfunn vil være viktig. Gjennom denne oppgaven er det derfor blitt vurdert løsninger som vil virke mindre belastende for miljø og lokalsamfunn. Det har vært viktig å få til et godt samspill med hytteområde og det nærliggende gårdsbruket hvor det har blitt sett på løsninger som vil være til fordel for begge parter.

## 8 Diskusjon

*I dette kapitlet drøftes det for valg av løsninger. Diskusjonsdelen skal forsvare valgene som er gjort i analyse- og konseptdelen.*

### 8.1 Drøfting

På bakgrunn av oppdragsgivers ønske om utvikling av et bærekraftig hyttekonsept er det i oppgaven fokusert på terrenginngrep, miljø, energi- og arealeffektivitet og samspill mellom hytteeier og lokalsamfunnet. Ut fra disse holdepunktene ble det i kapittel 5 lagt frem et forslag til konsept. I kapittel 6 presenteres, analyseres og drøftes ulike alternativer og muligheter for utforming, plassering, utnyttelse og tekniske løsninger for byggeteknikk og infrastruktur.

Det har blitt vurdert ulike løsninger og alternativer for prosjekteringen. For utforming, byggetekniske løsninger og infrastruktur har terrenginngrep, energieffektivitet og miljø satt føringer for hvordan resultatet har blitt. For byggetekniske løsninger og detaljprosjektering er det gjort analyser av preaksepterte løsninger hentet fra SINTEF Byggforsk.

Valg av materialer er gjort med hensyn til bærekraft, i tillegg til lokalmiljø når det kommer til valg av fasader og tak. Det ville også vært interessant med en dypere sammenligning av ulike materialer med vurdering av livsløpsanalyse, klimagassutslipp, sirkulær økonomi og økonomi. Ved valg av fundamenteringsmetode er valgene tatt med utgangspunkt i nærliggende undersøkelser, da det ikke er tatt prøver på selve området.

Oppgavens bregrensninger basert på disponert tid og omfang har satt avgrensinger på hvor grundig enkelte av valgene er blitt gjort. Når det kommer til planløsning er det ikke undersøkt hva som er tilstrekkelig, og kan derfor ikke fastslå hva kundens behov er. Planløsning, utforming og hyttens innhold av funksjoner er basert på gruppens antagelser. Det er lagt vekt på det arkitektoniske preget på hyttene i håp om å fange større interesse på markedet. Tekniske løsninger er tatt på bakgrunn av energieffektivitet og inngrep i naturen, i tillegg er det lagt til grunn at hytta er relativt liten og vil ha sporadisk bruk.

Samsillet mellom gård og hytteeiere er foreløpig bare et forslag til konseptet. Når det gjelder gårdsutsalget, er dette allerede realisert den dag i dag. Hønsevarmen har vært diskutert, men mangler videre forskning for å kunne realiseres. Det må også undersøkes om det finnes interesse for leie av jord blant hyttefolket.

## 8.2 Veien videre

Denne oppgaven er bygd opp med et begrenset omfang, og det gjenstår derfor flere temaer som må sees nærmere på for et ferdig prosjekt. Først og fremst må det utformes en reguleringsplan for området, slik at man vet at valg som er tatt i denne oppgaven ikke strider med reguleringsbestemmelsene på området. Dette er en oppgave for Oppdal kommune.

Videre må det gjøres grunnundersøkelser for hyttefeltet, spesielt der hvor hyttene er tiltenkt. Dette er viktig for å sikre at valgt fundamenteringsmetode er gjennomførbart og for å finne en løsning som sikrer god forankring av hyttene. I denne oppgaven er det heller ikke gjort noen dimensjonering eller beregning av laster. Dette er nødvendig for videre prosjektering av prosjektet.

For videre arbeid vil det også være viktig å kartlegge kundegruppen og markedet for hyttekonseptet. På grunn av tidsbegrensninger er det kun utviklet én type hytte for hele området, og i forbindelse med kartlegging av markedet kan det være relevant å utvikle flere hyttetyper og planløsninger for å muligens treffe en større kundebase. Det kan være hensiktsmessig med tanke på å få variasjon i bebyggelsen, noe som kan gjøre hytteområde mer spennende. I forbindelse med kartlegging av kundegruppe og behov kan det også være aktuelt å se på fellesfunksjoner, hvor eventuelle ekstra boder eller hytter med ekstra soveplasser kan vurderes. Spesielt fordi det er lagt frem forslag om felles dugnadsarbeid kan det være hensiktsmessig å ha oppbevaring for f.eks felles utstyr.



## 9 Konklusjon

For å kunne legge fram et forslag til et bærekraftig hyttekonsept hvor minimert terrengavtrykk skal spille en sentral rolle, har gruppen formulert følgende problemstilling: «*Utvikling av et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept*». Problemstillingen har fått frem følgende spørsmål som gruppen har besvart:

*Hvordan kan man redusere arealet av hytta, uten at det går på bekostning av funksjonaliteten?*

Det er utarbeidet et forslag til hytte med bruksareal på 49,2 kvm, som er et betydelig mindre areal sammenlignet med dagens gjennomsnitt. Selv med redusert bruksareal vil hytta inneholde de viktigste funksjonene. Hytta er utformet med to soverom, bad, stue/kjøkken og hems. For å skape god romfølelse i oppholdsrom er stue og kjøkken slått sammen som åpen løsning med fri takhøyde og store vindusflater mot uteområdet. Hemsene innehar nok sengeplass til gjester. Hyttens konstruksjon og overflater vil utføres i tre, som er et fornybart materiale. Store glassareal gir godt samspill mellom inne- og uterom.

*Hvordan kan hytte gjøres mer energieffektiv i bruksfasen?*

Simuleringer i SIMIEN viser at hyttens forventede energikarakter er mørk grønn A og de valgte kravene som er satt til energieffektivitet er tilfredsstillende. Dette er gjort ved å utforme en kompakt hytte med økt isolasjonsmengde for å oppnå høyere U-verdi og lavere lekkasjetall. Det er valgt å plassere vinduene strategisk med store vindusflater mot sør, mens det mot nordsiden er mindre og færre vinduer. Det er også valgt energieffektive løsninger for oppvarming og elektrisitet, i form av vedovn og solceller installert på hønsehuset, i tillegg til mulig utnyttelse av varme produsert av hønene. Dette er med på å få ned energibehovet og en mer energieffektiv hytte er oppnådd.

*Hvordan redusere avtrykk i terrenget og bevare vegetasjonen på hyttefeltet?*

Første grep for å redusere terrengavtrykket er å prosjektere hytta arealeffektive, som fører til mindre inngrep i terrenget. Hytta vil fundamenteres med åpen fundamentering på stålpæler, slik at man sikrer at vegetasjonen under bygget består, men det vil være lite vegetasjon under hytta etter hvert pga. manglende sollys. Parkeringen ligger i skogkanten av området, og det vil derfor ikke gå vei helt inn til hyttene. Det vil bli anlagt vei for utrykningskjøretøy inn på området, som ikke går lengre inn enn det som er nødvendig for å tilfredsstille krav. For å bevare vegetasjon vil hyttefeltet bli plassert i den ene enden av området, og resten vil brukes til rekreasjon.

*Hvordan kan et samspill mellom hytte og lokalsamfunn være til fordel for begge parter?*

Fordi hyttefeltet ligger i direkte tilknytning til Rønningslia gård ønskes det å knytte hyttene opp mot gården i form av at de skal benytte seg av gårdsutsalget, og at det vil være muligheter for å leie/eie jord for egen dyrking. Matavfallet vil komposteres. Dette gir næringsrik jord som kan brukes av hytteeierne, og fører til at hyttefeltet vil gi mindre belastning på renovasjonsselskapet. I tillegg vil hyttene forsynes med strøm fra solceller som er plassert på taket på hønehuset, samt mulig oppvarming ved hjelp av varme produsert av hønene. En annen viktig faktor er at alt av materialer skal, så langt det lar seg gjøre, komme fra lokale leverandører/forhandlere. Som vil være positivt for lokale arbeidsplasser i bygdene.

## 10 Referanseliste

1. Helgerud M. Hytte. [Online].; 2021 [cited 2021 Mars 8. Available from: <https://snl.no/hytte>.
2. Lervåg G. Delta. [Online].; 2017 [cited 2021 Mars 9. Available from: <https://delta.no/medlemsfordeler/medlemsbladet-ta-del/ta-del-4-2017-arbeidstid/arbeidstid-gjennom-historien>.
3. Statistisk sentralbyrå. Fakta om Hytter og fritidsboliger. [Online].; 2021 [cited 2021 Mars 9. Available from: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/faktaside/hytter-og-ferieboliger>.
4. Prognosesenteret. Eterspørseleksplasjon på gang i hyttemarkedet? [Online].; 2021 [cited 2021 april 29. Available from: <https://blogg.prognosesenteret.no/etterspoerselseksplasjon-paa-gang-i-hyttemarkedet>.
5. Ann-Iren Finstad IEF. – Hyttebygging er ein av dei største trugslane mot norsk natur. [Online].; 2019 [cited 2021 april 30. Available from: <https://www.nrk.no/norge/-hyttebygging-er-den-storste-trugselen-mot-norsk-natur-1.14540152>.
6. Nasjonalparken Næringshage. [Online]. [cited 2021 Mars 9. Available from: <https://www.nasjonalparkhagen.no/om-naeligringshagen.html>.
7. Grønn Fjellhageby. Workshop landskap. Oppdal.; 2020.
8. Anne Sliper Midling. Norsk hyttebygging bør ikke fortsette som før. [Online].; 2021 [cited 2021 april 30. Available from: <https://forskning.no/arkitektur-fritid-klima/norsk-hyttebygging-bor-ikke-fortsette-som-for/1795166>.
9. Oppdal kommune, plankontoret. KOMMUNEPLANENS AREALDEL 2019-2030 BESTEMMELSER OG RETNINGSLINJER. [Online].; 2019 [cited 2021 Mars 23. Available from: [https://www.oppdal.kommune.no/globalassets/pdfdokumenter/kommuneplan/arealdel-bestemmelserkpaoppdal\\_21.11.19.pdf](https://www.oppdal.kommune.no/globalassets/pdfdokumenter/kommuneplan/arealdel-bestemmelserkpaoppdal_21.11.19.pdf).
10. Kommunekart Web. Kommunekart Oppdal. [Online]. [cited 2021 mai 5. Available from: <https://kommunekart.com/klient/oppdal/>.
11. Regjeringen. Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging. [Online].; 2016 [cited 2021 mai 5. Available from: [https://www.regjeringen.no/contentassets/25867b21b2ad4780be3d959b626f8e12/t-1442\\_2016.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/25867b21b2ad4780be3d959b626f8e12/t-1442_2016.pdf).

12. Statistisk sentralbyrå. Kommunefakta Oppdal. [Online].; 2021 [cited 2021 mai 5]. Available from: <https://www.ssb.no/kommunefakta/oppdal>.
13. Bård Jystad, Nasjonalparken Næringshage. Hytteundersøkelsen i Oppdal 2015. [Online].; 2015 [cited 2021 mai 5]. Available from: [https://www.nasjonalparkhagen.no/uploads/1/1/2/0/112097601/rapport\\_hytteunders%C3%B8kelse\\_2015\\_pdf.pdf](https://www.nasjonalparkhagen.no/uploads/1/1/2/0/112097601/rapport_hytteunders%C3%B8kelse_2015_pdf.pdf).
14. Norkart. Kommunekart. [Online].; 2021 [cited 2021 April 16]. Available from: <https://kommunekart.com/?urlid=b949a975-a61c-46b4-9b13-d4330eb4ff92>.
15. Graphisoft. Archicad – Brukervennlig og intuitivt. [Online]. [cited 2021 April 27].
16. ProgramByggerne. SIMIEN Wiki. [Online].; 2016 [cited 2021 April 19]. Available from: [Simuleringsprogrammet har forhåndsdefinerte verdier for bygningskonstruksjoner hentet fra NS 3031, og er derfor spesielt egnet for norske forhold.](#)
17. FN. Bærekraftig utvikling. [Online].; 2019 [cited 2021 Mars 10]. Available from: <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>.
18. Tenk Tre. Skal vi få til det grønne skiftet, må vi bruke mer tre. [Online].; 2021 [cited 2021 Mai 3]. Available from: <https://www.tenktre.no/om-oss>.
19. Tekna. 7 gode grunner til å bruke tre som byggemateriale. [Online].; 2019 [cited 2021 Mai 5]. Available from: <https://www.tekna.no/kurs/innhold/7-gode-grunner-til-a-bruke-tre-som-byggemateriale/>.
20. Lovdata. Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven). [Online].; 2008 [cited 2021 Mars 23]. Available from: <https://lovdata.no/lov/2008-06-27-71/§1-1>.
21. Lovdata. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). [Online].; 2017 [cited 2021 Mars 23]. Available from: <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840/§1-1>.
22. Direktoratet for byggkvalitet. Kapittel 1 Felles bestemmelser § 1-1. Formål. [Online].; 2017 [cited 2021 Mars 23]. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-1/>.
23. Direktoratet for byggkvalitet. Generelle krav til sikkerhet ved brann § 11-1. Sikkerhet ved brann. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 23]. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/11-1/>.
24. Direktoratet for byggkvalitet. Generelle krav til sikkerhet ved brann § 11-2. Risikoklasser. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 23]. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/11-2/>.

25. Direktoratet for byggkvalitet. Generelle krav til sikkerhet ved brann § 11-3. Brannklasser. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 23. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/11-3/>.
26. Direktoratet for byggkvalitet. Bæreevne og stabilitet ved brann og eksplosjon § 11-4. Bæreevne og stabilitet. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 23. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/ii/11-4/>.
27. Direktoratet for byggkvalitet. Tiltak mot antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk § 11-6. Tiltak mot brannspredning mellom byggverk. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 23. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iii/11-6/>.
28. Direktoratet for byggkvalitet. Tilrettelegging for slokking § 11-17. Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 23. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/v/11-17/>.
29. Direktoratet for byggkvalitet. Lys og utsyn § 13-7. Lys. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 24. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/v/13-7/>.
30. Direktoratet for byggkvalitet. Lys og utsyn § 13-8. Utsyn. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 24. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/v/13-8/>.
31. Direktoratet for byggkvalitet. Fukt, våtrom og rom med vanninstallasjoner § 13-9. Generelle krav om fukt. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 24. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/vi/13-9/>.
32. direktoratet for byggkvalitet. Fukt, våtrom og rom med vanninstallasjoner § 13-12. Nedbør. [Online].; 2017 [cited 2021 mars 24. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/vi/13-12/>.
33. Direktoratet for byggkvalitet. Fukt, våtrom og rom med vanninstallasjoner § 13-15. Våtrom og rom med vanninstallasjoner. [Online].; 2020 [cited 2021 mars 25. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/vi/13-15/#edit-history>.
34. Direktoratet for byggkvalitet. Kapittel 14 Energi. [Online]. [cited 2021 Mars 10. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-1/>.
35. Direktoratet for byggkvalitet. Kapittel 14 Energi § 14-5. Unntak og krav til særskilte tiltak. [Online]. [cited 2021 mars 10. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-5/>.

36. Energimerking.no. Karakterskalaen. [Online].; 2009 [cited 2021 Mars 10. Available from: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/karakterskalaen/>.
37. Energimerking.no. Beregning av oppvarmingskarakteren. [Online].; 2021 [cited 2021 Mars 10. Available from: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/beregning-av-oppvarmingskarakteren/>.
38. Sparebank1. Hvordan tolker jeg energimerkingen? [Online]. [cited 2021 mai 9. Available from: <https://www.sparebank1.no/nb/hallingdal/privat/kundeservice/lan/hva-betyr-energimerkingen.html>.
39. abc nyheter. Opplevelshytta Birdbox. [Online].; 2020 [cited 2021 April 13. Available from: <https://www.abcnyheter.no/reise/inspirasjon/2020/02/13/195648525/opplevelshytta-birdbox-vi-har-plassert-en-bat-pa-land>.
40. FN.no. Fruktbarhetstall. [Online].; 2020 [cited 2021 mai 5. Available from: <https://www.fn.no/Statistikk/Fruktbarhet>.
41. Nationen. Hytte-Norge må se klimaendringene i øynene. [Online].; 2020 [cited 2021 Mai 13. Available from: <https://www.nationen.no/motkultur/faglig-snakka/hytte-norge-ma-se-klimaendringene-i-oynene/>.
42. Midtnorsk debatt. Det er tid for mer bærekraftig hyttebygging. [Online].; 2019 [cited 2021 Mai 13. Available from: <https://www.midtnorskdebatt.no/meninger/leder/2019/02/25/Det-er-tid-for-mer-baerekraftig-hyttebygging-18525527.ece>.
43. Norges skogeierforbund. Biologisk mangfold i skog. [Online]. [cited 2021 April 16. Available from: <https://www.skog.no/skogfaglig/skog-og-biologisk-mangfold/biologisk-mangfold-i-skog/>.
44. Byggforskserien. Planlegging av områder for fritidsbebyggelse. [Online].; 2007 [cited 2021 April 12. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/54/planlegging\\_av\\_omraader\\_for\\_fritidsbebyggelse](https://www.byggforsk.no/dokument/54/planlegging_av_omraader_for_fritidsbebyggelse).
45. Byggforskserien. Frittliggende hytter. [Online].; 2007 [cited 2021 April 14. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/120/frittliggende\\_hytter](https://www.byggforsk.no/dokument/120/frittliggende_hytter).

46. Direktoratet for byggkvalitet. § 12-1. Krav til planløsning og universell utforming av byggverk. [Online].; 2017 [cited 2021 Mars 24. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/12/i/12-1/>.
47. Lavenergiprogrammet. Slik gjør du en kuldebroberegning. [Online].; 2020 [cited 2021 april 29. Available from: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/slik-gjor-du-en-kuldebroberegning/>.
48. Solbraa T. Vestlandsforskning. [Online].; 2016 [cited 2021 April 13. Available from: [https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate\\_files/vf-rapport-2-2016-berekraftig-hyttebygging.pdf](https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate_files/vf-rapport-2-2016-berekraftig-hyttebygging.pdf).
49. Byggforskserien. Dagslys. Egenskaper og betydning. [Online].; 2001 [cited 2021 April 14. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/200/dagslys\\_egenskaper\\_og\\_betydning](https://www.byggforsk.no/dokument/200/dagslys_egenskaper_og_betydning).
50. Direktoratet for byggkvalitet. § 13-6. Lyd og vibrasjoner. [Online].; 2017 [cited 2021 Mars 24. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/iv/13-6/>.
51. Byggforskserien. Valg av fundamentering og konstruksjoner mot grunnen. [Online].; 2005 [cited 2021 Mars 11. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/327/valg\\_av\\_fundamentering\\_og\\_konstruksjoner\\_mot\\_grunnen#i01](https://www.byggforsk.no/dokument/327/valg_av_fundamentering_og_konstruksjoner_mot_grunnen#i01).
52. Norges geologiske undersøkelse. Kart på nett. [Online].; 2021 [cited 2021 Mars 15. Available from: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
53. Nasjonal database for grunnundersøkelser. Geotekniske grunnundersøkelser og SVV rapporter. [Online].; 2021 [cited 2021 Mars 15. Available from: <http://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
54. SNL. Morene (løsmateriale). [Online].; 2020 [cited 2021 Mars 16. Available from: [https://snl.no/morene\\_-\\_lasmateriale](https://snl.no/morene_-_lasmateriale).
55. Leca. Fundamentering. 2009 Nordby;; 2009.
56. Byggforskserien. Fundamentering med ringmur og ventilert kryperom. [Online].; 2004 [cited 2021 Mars 12. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/329/fundamentering\\_med\\_ringmur\\_og\\_ventilert\\_kryperom](https://www.byggforsk.no/dokument/329/fundamentering_med_ringmur_og_ventilert_kryperom).

57. Byggforskserien. Trebjelkelag. Dimensjonering og utførelse. [Online].; 2011 [cited 2021 Mars 17. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/334/trebjelkelag\\_dimensjonering\\_og\\_utfoerelse](https://www.byggforsk.no/dokument/334/trebjelkelag_dimensjonering_og_utfoerelse).
58. Byggforskserien. Etasjeskiller med trebjelkelag. Varmeisolering og tetting. [Online].; 2008 [cited 2021 Mars 17. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/335/etasjeskiller\\_med\\_trebjelkelag\\_varmeisolering\\_og\\_tetting](https://www.byggforsk.no/dokument/335/etasjeskiller_med_trebjelkelag_varmeisolering_og_tetting).
59. Byggforskserien. Yttervegger av bindingsverk. Varmeisolering og tetting. [Online].; 2020 [cited 2021 Mars 11. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/361/yttervegger\\_av\\_bindingsverk\\_varmeisolering\\_og\\_tetting](https://www.byggforsk.no/dokument/361/yttervegger_av_bindingsverk_varmeisolering_og_tetting).
60. Hunton. MONTERINGSANVISNING HUNTON STUBBELOFT. [Online].; 2018 [cited 2021 April 28. Available from: [https://www.hunton.no/wp-content/uploads/2018/08/hunton\\_stubbeloft\\_monteringsanv\\_web.pdf](https://www.hunton.no/wp-content/uploads/2018/08/hunton_stubbeloft_monteringsanv_web.pdf).
61. Moelven. Slik monterer du tregulv. [Online].; 2021 [cited 2021 April 28. Available from: <https://www.moelven.com/no/produkter-og-tjenester/tregulv/montering-tregulv/>.
62. Direktoratet for byggkvalitet. § 13-15. Våtrom og rom med vanninstallasjoner. [Online].; 2020 [cited 2021 April 28. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/vi/13-15/>.
63. Byggforskserien. Sikring mot radon ved nybygging. [Online].; 2018 [cited 2021 April 28. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/326/sikring\\_mot\\_radon\\_ved\\_nybygging](https://www.byggforsk.no/dokument/326/sikring_mot_radon_ved_nybygging).
64. Rockwool. Isolering av yttervegg. [Online]. [cited 2021 Mars 15. Available from: <https://www.rockwool.no/konstruksjoner/vegg/yttervegger/?selectedCat=brosjyrer>.
65. Norsk Treteknisk Institutt. ENTRÈ- energieffektive trekonstruksjoner Delrapport 2- Yttervegg i tre som kan tilfredsstille passivhuskrav. Delrapport. Norsk Treteknisk Institutt, Norsk Treteknisk Institutt; 2011. Report No.: 84.
66. Norsk Treteknisk Institutt. Bygge med massivtreelementer. 1st ed. Institutt NT, editor. Oslo: Norsk Treteknisk Institutt; 2006.
67. TreFokus. Massivtre. [Online]. [cited 2021 mars 15. Available from: <http://www.trefokus.no/treveilederen/temaer/byggesystemer/massivtre>.



68. Byggforskserien. Takformer, taktyper og oppbygning. [Online].; 2018 [cited 2021 Mars 16. Available from:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/381/takformer\\_taktyper\\_og\\_oppbygning](https://www.byggforsk.no/dokument/381/takformer_taktyper_og_oppbygning).
69. Byggforskserien. Torvtak. [Online].; 2009 [cited 2021 Mars 22. Available from:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/508/544803\\_torvtak](https://www.byggforsk.no/dokument/508/544803_torvtak).
70. Byggforskserien. Sedumtak. [Online].; 2013 [cited 2021 Mars 23. Available from:  
<https://www.byggforsk.no/dokument/4093/sedumtak>.
71. Byggforskserien. Taktekking med bord. [Online].; 2018 [cited 2021 Mars 23. Available from:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/501/taktekking\\_med\\_bord#i3](https://www.byggforsk.no/dokument/501/taktekking_med_bord#i3).
72. Byggforskserien. Asfalttakbelegg. Egenskaper og tekking. [Online].; 2011 [cited 2021 Mars 23. Available from:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/504/asfalttakbelegg\\_egenskaper\\_og\\_tekking](https://www.byggforsk.no/dokument/504/asfalttakbelegg_egenskaper_og_tekking).
73. Byggforskserien. Takfolie. Egenskaper og tekking. [Online].; 2011 [cited 2021 Mars 23. Available from:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/503/takfolie\\_egenskaper\\_og\\_tekking](https://www.byggforsk.no/dokument/503/takfolie_egenskaper_og_tekking).
74. Byggforskserien. Isolerruter. Typer og konstruksjoner. [Online].; 2016 [cited 2021 april 28. Available from:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/581/isolerruter\\_typer\\_og\\_konstruksjoner](https://www.byggforsk.no/dokument/581/isolerruter_typer_og_konstruksjoner).
75. Lavenergiprogrammet. Løsninger for vinduer. [Online].; 2020 [cited 2021 april 28. Available from:  
<https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/losninger-for-vinduer/>.
76. Byggforskserien. Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk. [Online].; 2018 [cited 2021 april 28. Available from:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/369/innsetting\\_av\\_vindu\\_i\\_vegger\\_av\\_bindingsverk](https://www.byggforsk.no/dokument/369/innsetting_av_vindu_i_vegger_av_bindingsverk).
77. Boligprodusentenes forening. Veileder for TEK17-krav til. [Online].; 2018 [cited 2021 April 14. Available from:  
<https://www.boligprodusentene.no/siteassets/dokumenter/produkter/15.03.2018---veileder-tek17-krav-til-fritidsbolig-med-en-boenhet.pdf>.
78. Knut Ivar Edvardsen TØR. Håndbok 5 Trehus. 3rd ed. Haug T, editor. Oslo: SINTEF akademisk forlag; 2017.

79. Tekna. Naturlig ventilasjon. [Online].; 2021 [cited 2021 April 14. Available from: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/naturlig-ventilasjon/>.
80. FLEXIT. Balansert ventilasjon. [Online]. [cited 2021 April 14. Available from: <https://www.flexit.no/ventilasjon/de-tre-ulike-ventilasjonstypene/balansert-ventilasjon/>.
81. Byggforskeren. Ventilasjon av boliger. Prinsipper. [Online].; 2017 [cited 2021 April 24. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/527/ventilasjon\\_av\\_boliger\\_prinsipper](https://www.byggforsk.no/dokument/527/ventilasjon_av_boliger_prinsipper).
82. Lavenergisystemer. LUNOS - balansert ventilasjon med varmegjenvinning. [Online]. [cited 2021 April 14. Available from: <https://www.lavenergisystemer.no/balansert-ventilasjon/>.
83. NIBIO. VA i hytte- /fritidsbebyggelse. [Online]. [cited 2021 April 15. Available from: <https://www.nibio.no/tema/miljo/mindre-avlop/va-i-hytte-fritidsbebyggelse>.
84. Oppdal kommune. PRIVATE AVLØPSANLEGG. [Online].; 2016 [cited 2021 april 16. Available from: <https://www.oppdal.kommune.no/tjenesteomrader/tekniske-tjenester/vann-og-avlop/private-avlopsanlegg/>.
85. Norsk varme. Fakta om vedfyring. [Online]. [cited 2021 april 16. Available from: <http://norskvarme.org/fakta-om-vedfyring/>.
86. Hyttemagasinet. Hete tips om hyttevarme. [Online].; 2019 [cited 2021 april 16. Available from: <https://www.hyttemag.no/ekspertene/hete-tips-om-hyttevarme/>.
87. NVE. Hvor kommer strømmen fra? [Online].; 2021 [cited 2021 april 16. Available from: <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/hvor-kommer-strommen-fra/?ref=mainmenu>.
88. Solkart.no. Solkart. [Online]. [cited 2021 april 16. Available from: <https://solkart.no/>.
89. Trøndelag historiske Norge. Hvordan reise til Oppdal. [Online]. [cited 2021 April 12. Available from: <https://www.trondelag.com/hvordan-reise-til-oppdal/>.
90. SNL. Parisavtalen. [Online].; 2021 [cited 2021 Mai 13. Available from: <https://snl.no/Parisavtalen>.
91. Equinor. Det grønne skiftet. [Online].; 2021 [cited 2021 Mai 3. Available from: [https://www.equinor.com/no/magazine/energy-transition.html?gclid=Cj0KCQjw1a6EBhC0ARIsAOiTkrFRX1ZRfsCRSIDUw0l2UuoguWA2Kdthl0AVmfhaq2IJqDxOUSXAfMQaAlytEALw\\_wcB](https://www.equinor.com/no/magazine/energy-transition.html?gclid=Cj0KCQjw1a6EBhC0ARIsAOiTkrFRX1ZRfsCRSIDUw0l2UuoguWA2Kdthl0AVmfhaq2IJqDxOUSXAfMQaAlytEALw_wcB).

92. Tenk Tre. Norge har en luke på rundt ti år. [Online].; 2020 [cited 2021 Mai 3. Available from: [https://www.tenktre.no/a/fra-fossilt-til-fornybart?gclid=Cj0KCQjw1a6EBhC0ARIsAOiTkrH28KXg0EH38rgwbv7m9q9mNkWJCq43SG42Kon3KWSCJj9NMVo7nikaAq0kEALw\\_wcB](https://www.tenktre.no/a/fra-fossilt-til-fornybart?gclid=Cj0KCQjw1a6EBhC0ARIsAOiTkrH28KXg0EH38rgwbv7m9q9mNkWJCq43SG42Kon3KWSCJj9NMVo7nikaAq0kEALw_wcB).
93. Boligprodusentene. Hytteprodusentene. [Online].; 2018 [cited 2021 Mai 3. Available from: <https://docplayer.me/105756099-Kan-hyttebygging-bli-baerekraftig-losninger-for-det-gronne-skiftet.html>.
94. SNL. Sirkulær økonomi. [Online].; 2021 [cited 2021 Mai 3. Available from: [https://snl.no/sirkulær\\_økonomi](https://snl.no/sirkulær_økonomi).
95. SNL. Miljø. [Online].; 2020 [cited 2021 Mars 11. Available from: <https://snl.no/miljø>.
96. Byggforskserien. Golv på grunnen med ringmur. Utførelse. [Online].; 2012 [cited 2021 Mars 11. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/328/golv\\_paa\\_grunnen\\_med\\_ringmur\\_utfoerelse](https://www.byggforsk.no/dokument/328/golv_paa_grunnen_med_ringmur_utfoerelse).
97. Byggforskserien. Pilarer av betong i telefarlig grunn. [Online].; 1996 [cited 2021 Mars 15. Available from: [https://www.byggforsk.no/dokument/330/pilarer\\_av\\_betong\\_i\\_telefarlig\\_grunn](https://www.byggforsk.no/dokument/330/pilarer_av_betong_i_telefarlig_grunn).
98. Byggforskserien. Eldre bygningsfundamenter og grunnmurer. Utbedring og refundamentering. [Online].; 2006 [cited 2021 April 28. Available from: <https://www.byggforsk.no/Document/Index/666/#fig63>.
99. Stavanger aftenblad. Staten må gå foran i det grønne skiftet. [Online].; 2018 [cited 2021 Mai 3. Available from: <https://www.aftenbladet.no/meninger/debatt/i/9mE6b5/staten-maa-gaa-foran-i-det-groenne-skiftet>.
100. Direktoratet for byggkvalitet. Kapittel 14 Energi § 14-3. Minimumskrav til energieffektivitet. [Online].; 2018 [cited 2021 mars 16. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-3/>.

## 11 Figurliste

<i>Figur 1: Andel husstander som planlegger kjøp av fritidsbolig (4).</i>	5
<i>Figur 2: Plankart for området som viser området tiltenkt fritidsbebyggelse (10).</i>	7
<i>Figur 3: Lauvskog.</i>	8
<i>Figur 4: Småkupert landskap</i>	8
<i>Figur 5: Minste utstrekning på vanntett sjikt i våtrom (33)</i>	14
<i>Figur 6: Minimumskrav til energieffektivitet iht. TEK17 §14-3 (100)</i>	14
<i>Figur 7: Karakterskala for energimerking (38).</i>	15
<i>Figur 8: Opplevelseshytta Birdbox (39).</i>	16
<i>Figur 9: Illustrasjon av stue.</i>	17
<i>Figur 10: Illustrasjon av kjøkken.</i>	17
<i>Figur 11: Bilde av gårdsutsalget på Rønningslia gård.</i>	19
<i>Figur 12: Frittliggende bod (45).</i>	23
<i>Figur 13: Dagslys (49).</i>	24
<i>Figur 14: Kart over løsmassene på området. Fargen grønn beskriver tykk morene (52).</i>	26
<i>Figur 15: Et eksempel på gulv på grunn (96).</i>	27
<i>Figur 16: Ringmur med kryperom hvor marken i sin helhet ligger lavere enn terrenget utenfor (56).</i>	28
<i>Figur 17: Eksempel på åpen fundamentering (97).</i>	28
<i>Figur 18: Eksempel på stålpæl som består av et stålrør (98).</i>	29
<i>Figur 19: Eksempler på bjelketyper til trebjelkelag (57).</i>	30
<i>Figur 20: Eksempel på etasjeskiller mot det fri (58).</i>	31
<i>Figur 21: Hunton Stubbelloft i bjelkelag med I-bjelker (60).</i>	32
<i>Figur 22: Eksempel på bjelkelag i våtrom (57).</i>	33
<i>Figur 23: Oppbygging av vegg gjennomgående stender (65).</i>	34
<i>Figur 24: Oppbygging yttervegg av massivtre (65)</i>	35
<i>Figur 25: Oppbygging av yttervegg todelt bindingsverk (65).</i>	35
<i>Figur 26: Prinsipp oppbygging isolert takflate (68)</i>	37
<i>Figur 27: Prinsipp kaldt uluftet tak (68)</i>	38
<i>Figur 28: Prinsipp kaldt luftet tak (68)</i>	38
<i>Figur 29: Prinsipp oppbygging av flatt tak (68)</i>	38
<i>Figur 30: Eksempel på takbord, avslutning ved takfot (71).</i>	40
<i>Figur 31: Prinsippskisse for plassering av vindu i vegglivet (76).</i>	42

<i>Figur 32: Prinsipp naturlig ventilasjon (79)</i> .....	43
<i>Figur 33: Diagram som viser fordeling av energikilder for levert strøm i Norge (87)</i> .....	45
<i>Figur 34: Solstudie av tak til hønsehuset (88)</i> .....	46
<i>Figur 35: Evaluering opp mot TEK17-krav</i> .....	49
<i>Figur 36: Evaluering opp mot TEK17-krav om U-verdi</i> .....	49
<i>Figur 37: Evaluering opp mot TEK17-krav for energiltak</i> .....	49
<i>Figur 38: Energimerke for hytta</i> .....	50
<i>Figur 39: Det grønne skiftet (99)</i> .....	51

## **12 Vedlegg**

Vedlegg A: Artikkel

Vedlegg B: Plakat

Vedlegg C: Tegninger

Vedlegg D: U-verdiberegninger

Vedlegg E: SIMIEN

# **Vedlegg A**

## Artikkel

## Grønn Fjellhageby

### – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept



Bilde: Illustrasjon av hytten med morgensol. (Twinmotion)

**På NTNU i Trondheim har en gruppe studenter ved Institutt for bygg- og miljøteknikk utviklet et forslag til et bærekraftig hyttekonsept. Konseptet har lagt ekstra vekt på terrengavtrykk, energi- og arealeffektivisering.**

---

Tekst: Erlend Norby og Frida Westrum

NTNU – Trondheim  
Publisert: 20.05.2021

---

Fremtidens hyttetrend utvikler seg mot å bygge stort og ta opp arealer, der både størrelse og standard øker. Det er mye snakk om bærekraft i dagens samfunn, men det er ikke bærekraftig å fortsette en slik trend. Dersom kommende generasjoner skal realisere hyttedømmen, er det viktig å sette fokus mot en mer bærekraftig og miljøtilpasset hytteutbygging.

Siden år 2000 har Oppdal kommune nesten doblet antall hytter i kommunen. Det økende behovet for fritidsboliger gjør at fremtidig utvikling må være bærekraftig, hvor det må bygges mindre og tettere. Hytteutbyggingen i Norge har lagt beslag på store naturområder. Dette kan ikke fortsette da naturen er en stor del av det hyttegjestene kommer for å oppleve.

I 1980 var snittstørrelse på hytter ca. 60 kvm, men i dag er på over 96 kvm. Sammen med en høyere hyttestandard og hyppigere reiser til hyttene har dette ført til økt energibruk og økte klimagassutslipp. Som en løsning på dette har studentene designet en mindre hytte med et bruksareal på 49,2 kvm. Det har vært avgjørende å få til en arealeffektiv og smart planløsning. Hytten



inneholder to soverom, kjøkken, stue, bad og hems med ekstra soveplasser til gjester. “Less is more”. Mindre areal gir mindre miljøpåvirkning, mindre vedlikehold, mindre byggekostnader og mindre CO<sub>2</sub>-utslipp.



Bilde: Illustrasjon av kjøkken. (ArchiCAD)

Terrengavtrykk må reduseres dersom hyttene skal bli mer bærekraftige. Et annet viktig bidrag til miljøet, er å se på fundamenteringsmetoder. Hyttene vil fundamenteres på enkle stålpæler som gir minimalt inngrep i naturen slik at vegetasjonen under består og kan vokse fritt. Atkomstveien til hytten vil bare være en enkel gangsti som følger terrenget. I umiddelbar nærhet vil det være en felles parkeringsplass.

Store deler av utslippene knyttet til fritidsboliger kommer fra oppvarming og drift av hyttene. Hvor det også brukes mye energi på å holde hytten varm når man ikke er der. Energieffektivisering har derfor vært et viktig tema i oppgaven. Det er sett på ulike energikilder knyttet til den

nærliggende hønsegården, Rønningslia gård. Hvor da solceller på taket til hønsehuset og overskuddsvarme fra hønsene kan bli spille inn som en god energiressurs.

Det trenger nødvendigvis ikke skape konflikt mellom moderne hytteliv og lokal verdiskapning. Tvert imot finnes det markedspotensial for den økende hytteutbyggingen. Rønningslia gård driver ut salg av lokale råvarer. Dette er noe hytteeierne kan benytte seg av. Det skal også nevnes at hyttekonseptet gir muligheter for å leie eller eie en jordflekk, som kan dyrkes.

Studentene tenker at Grønn Fjellhageby kan være et attraktivt hyttekonsept selv om hytten har mindre bruksareal. Hyttene har et innbydende naturlig utseende med store vindusareal i front, som vil gi en større følelse og tilknytting til naturoplevelsen. Dette håper studentene kan være kan være et interessant konsept for fremtidige hyttefolk.



Bilde: Illustrasjon av hytte, vinter. (Twinmotion)

# **Vedlegg B**

Plakat

# Grønn Fjellhageby – et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Av Erlend Norby og Frida Westrum

Green Mountain Village – A Sustainable and Environmentally Friendly Cabin Concept

**Trenden for hytteutbygging er at hyttene blir stadig større og større og beslaglegger store naturarealer. Dette er en trend som må snus og hytteutbyggingen må utvikles i en mer bærekraftig og miljøvennlig retning.**

**Målet for denne oppgaven er å utvikle et bærekraftig konsept med fokus på energieffektivitet, terrengtilpassinger og samspill mellom hytte og lokalsamfunnet.**



## Terrengtilpassinger

- Arealeffektive og mindre hytter er lettere å tilpasse terrenget og fører til mindre inngrep
- Åpen fundamentering med stålpæler kan tilpasses høydeforskjeller og vegetasjon kan bevares i større grad
- Delvis veifritt hyttefelt

## Samspill

- Gårdsutsalg ved Rønningslia gård
- Eie/leie jord for egen dyrking
- Kompostering av matavfall
- Solceller plassert på hønseshus, mulig utnyttelse av hønsesvarme
- Materialer fra lokale leverandører/forhandlere

## Energieffektivitet

- Kompakt hyttemodell lave U-verdier og lekkasjetall
- Strategisk plassering av vindu
- Vedovn, solceller, desentralt ventilasjonssystem

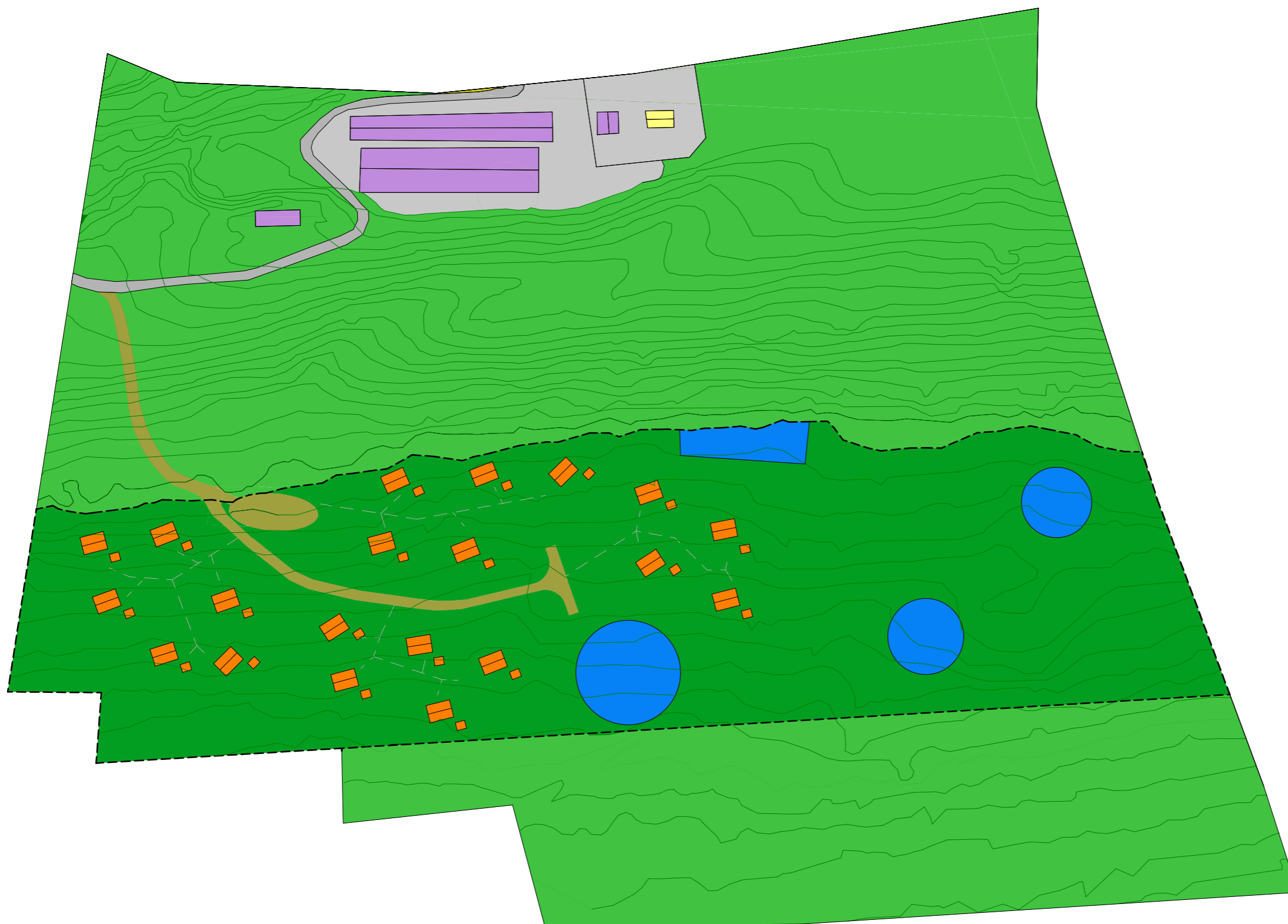
# **Vedlegg C**

## Tegninger

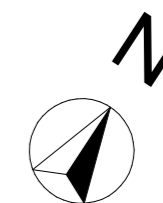
**TEGNINGSLISTE**Prosjektnr.: **2021 -06**

<u>Tegn. nr.</u>	<u>Tegningsnavn</u>	<u>Målestokk</u>	<u>Dato</u>
<b>Området</b>			
1.1	Områdekart	1:1500	20.05.2021
<b>Fasader</b>			
2.1	Fasader	1:100	20.05.2021
<b>Møbleringsplaner</b>			
3.1	Møbleringsplan 1.etg	1:50	20.05.2021
3.2	Møbleringsplan hems	1:50	20.05.2021
<b>Plantegninger og snitt</b>			
4.1	Fundamenteringsplan	1:50	20.05.2021
4.2	Plantegning 1.etg	1:50	20.05.2021
4.3	Plantegning hems	1:50	20.05.2021
4.4	Takplan	1:50	20.05.2021
4.5	Takplan med fasademarkør	1:50	20.05.2021
4.6	Plantegning terrasse	1:50	20.05.2021
4.7	Snitt A-A	1:50	20.05.2021
4.8	Snitt B-B	1:50	20.05.2021
<b>Detaljer</b>			
5.1	Overgang fundament/yttervegg	1:10	20.05.2021
5.2	Dørinnsetting, vertikalt	1:10	20.05.2021
5.3	Tak, møne	1:10	20.05.2021
5.4	Overgang yttervegg/tak	1:10	20.05.2021
5.5	Vindusinnsetting, vertikalt	1:10	20.05.2021
5.6	Vindusinnsetting, horisontalt	1:10	20.05.2021
5.7	Hjørne yttervegg, horisontalt	1:10	20.05.2021
5.8	Overgang yttervegg/etasjeskiller	1:10	20.05.2021
5.9	Takutstikk, uisolert	1:10	20.05.2021
<b>Skjemaer</b>			
6.1	Dørskjema		20.05.2021
6.2	Vindusskjema		20.05.2021
<b>3D</b>			
7.1	3D Kjøkken 1		20.05.2021
7.2	3D Kjøkken 2		20.05.2021
7.3	3D Stue 1		20.05.2021
7.4	3D Stue 2		20.05.2021
7.5	3D Oppholdsrom		20.05.2021
7.6	3D Utendørs sør-øst		20.05.2021
7.7	3D Utendørs sør-øst		20.05.2021
7.8	3D Utendørs vest		20.05.2021
7.9	3D Utendørs nord		20.05.2021
7.10	3D Utendørs øst		20.05.2021

7.11	3D Utendørs sør-øst vinter		20.05.2021
7.12	3D utendørs sør vinter		20.05.2021
7.13	3D utendørs nord-vest vinter		20.05.2021



- Eksisterende bebyggelse
- Eksisterende gårdsbebyggelse
- LNF-område
- Område for fritidsbebyggelse
- Område for rekreasjon
- Planlagt fritidsbebyggelse
- Planlagt vei og parkering
- Eksisterende vei
- Sti
- Tomtegrense



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk



Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Områdekart**

Målestokk:  
**1:1500**

Tegningsnr:  
**1.1**



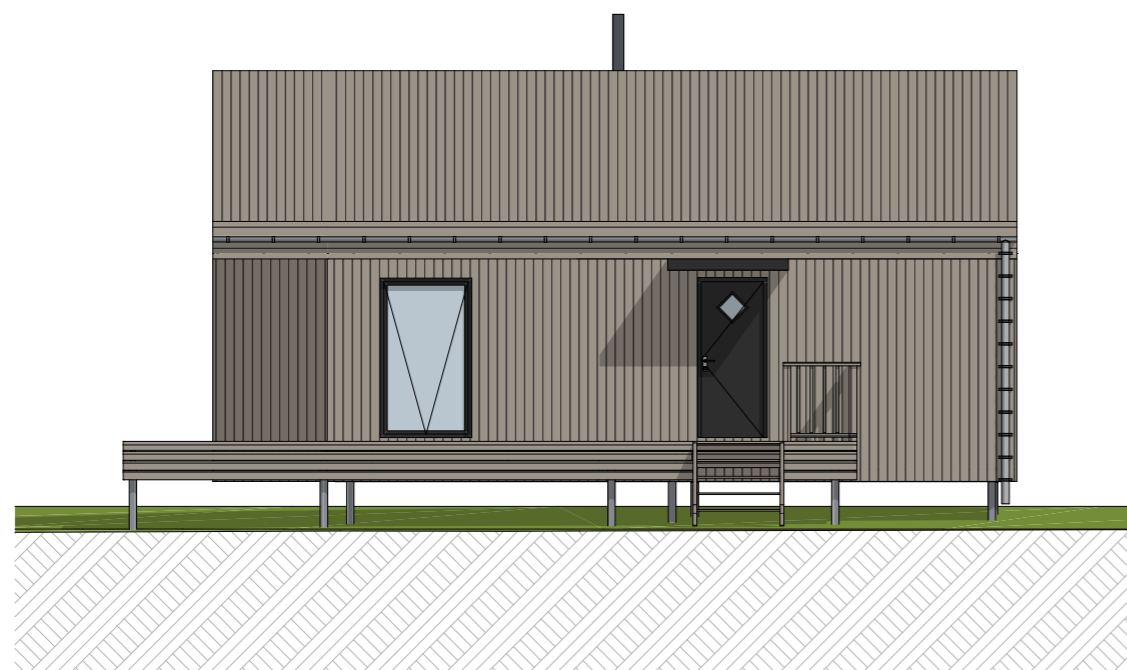
Fasade Nord

1:100



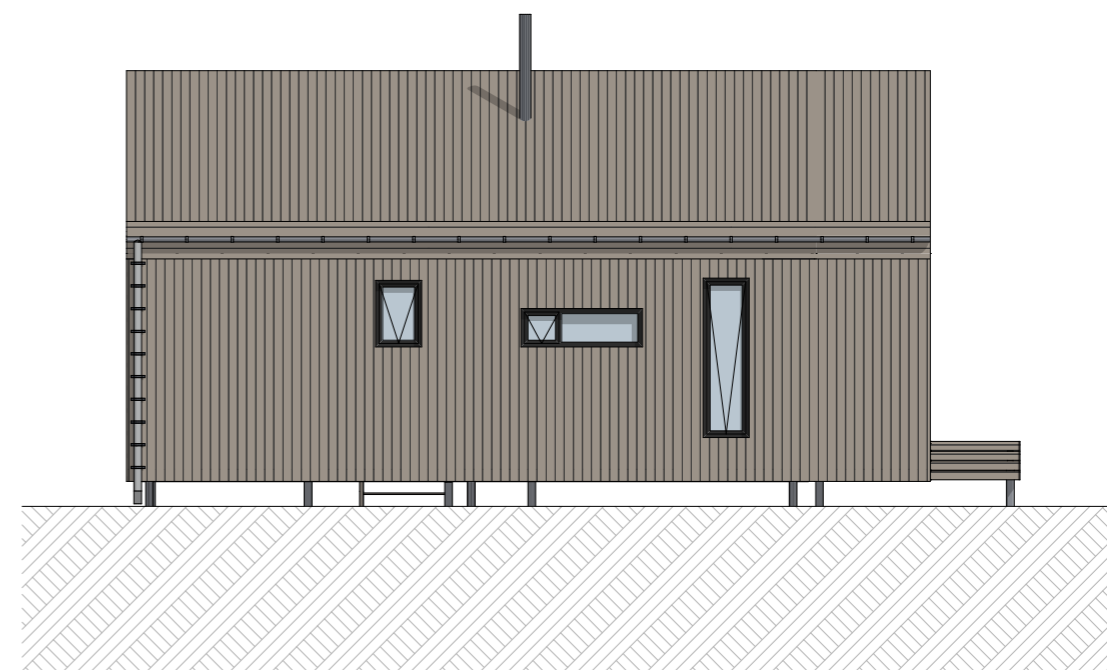
Fasade Sør

1:100



Fasade Øst

1:100



Fasade Vest

1:100

Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
Gruppe 6 - NTNU  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

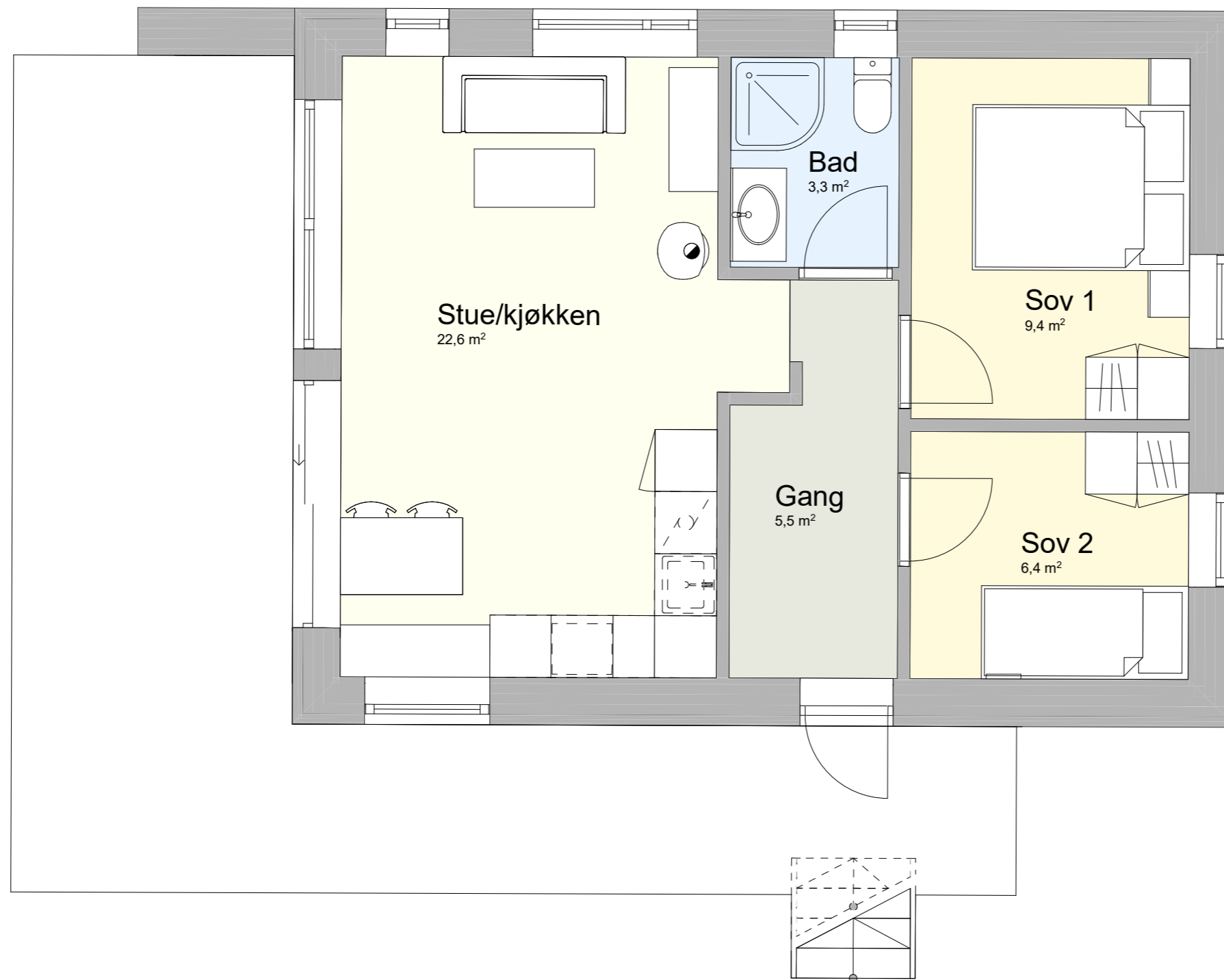


Dato:  
20.05.2021

Type tegning:  
**Fasader**

Målestokk:  
1:100  
Tegningsnr:  
2.1





Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

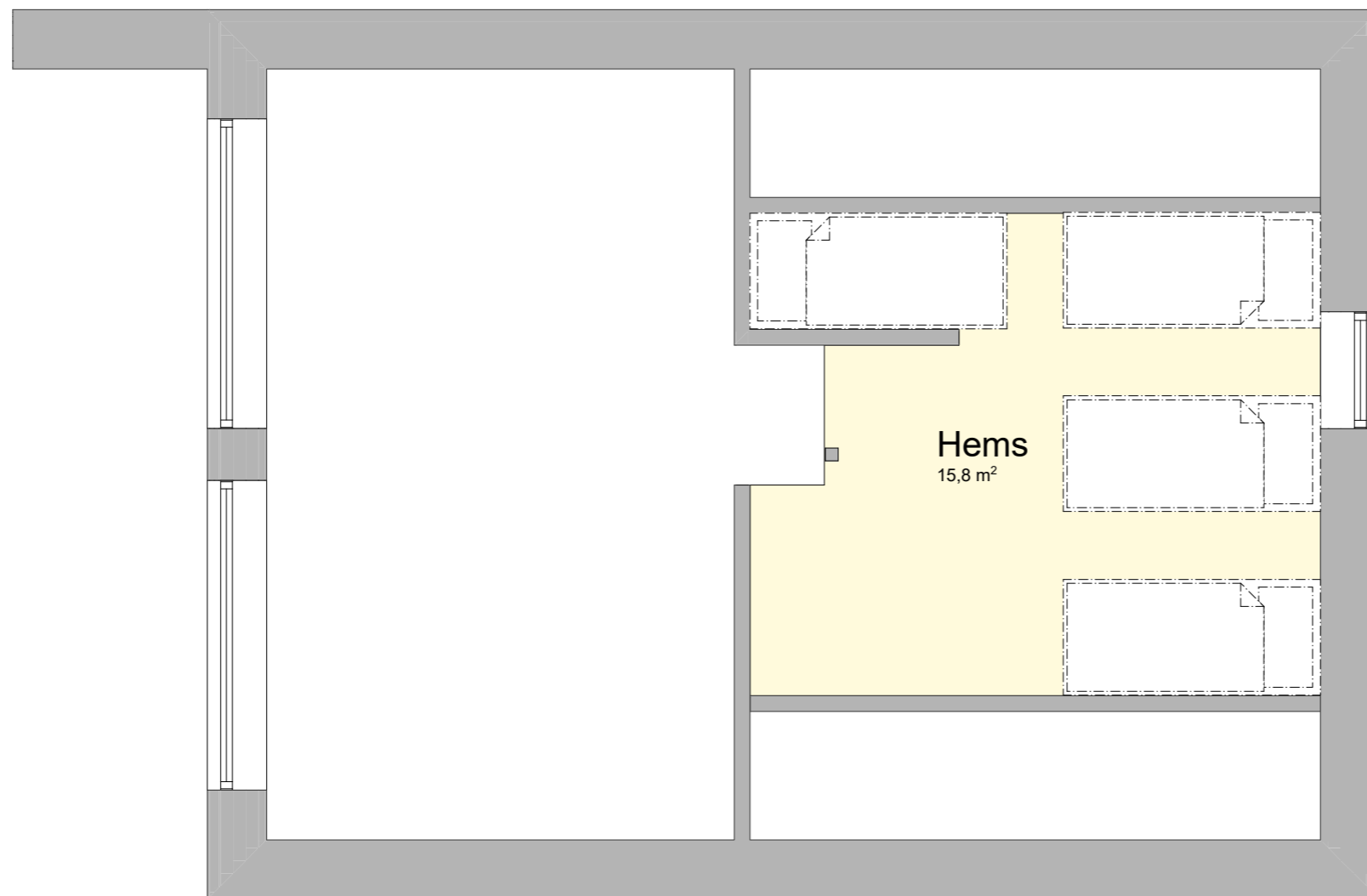


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Møbleringsplan 1.etg**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**3.1**



Arealet av hems er gulvflate. Takhøyde er under 1.90m og arealet er ikke målbart.



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

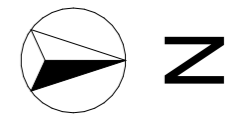
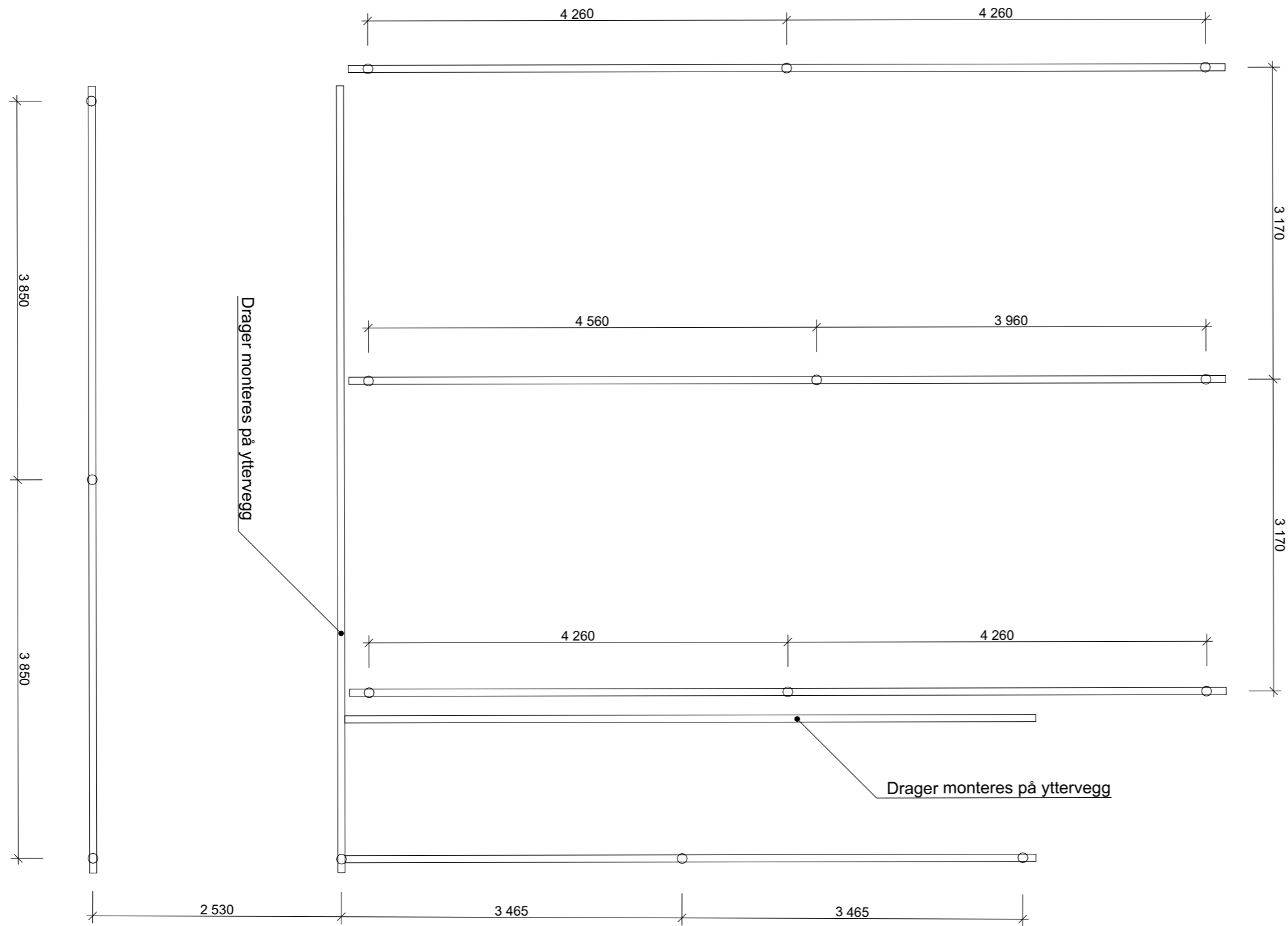


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Møbleringsplan hems**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**3.2**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

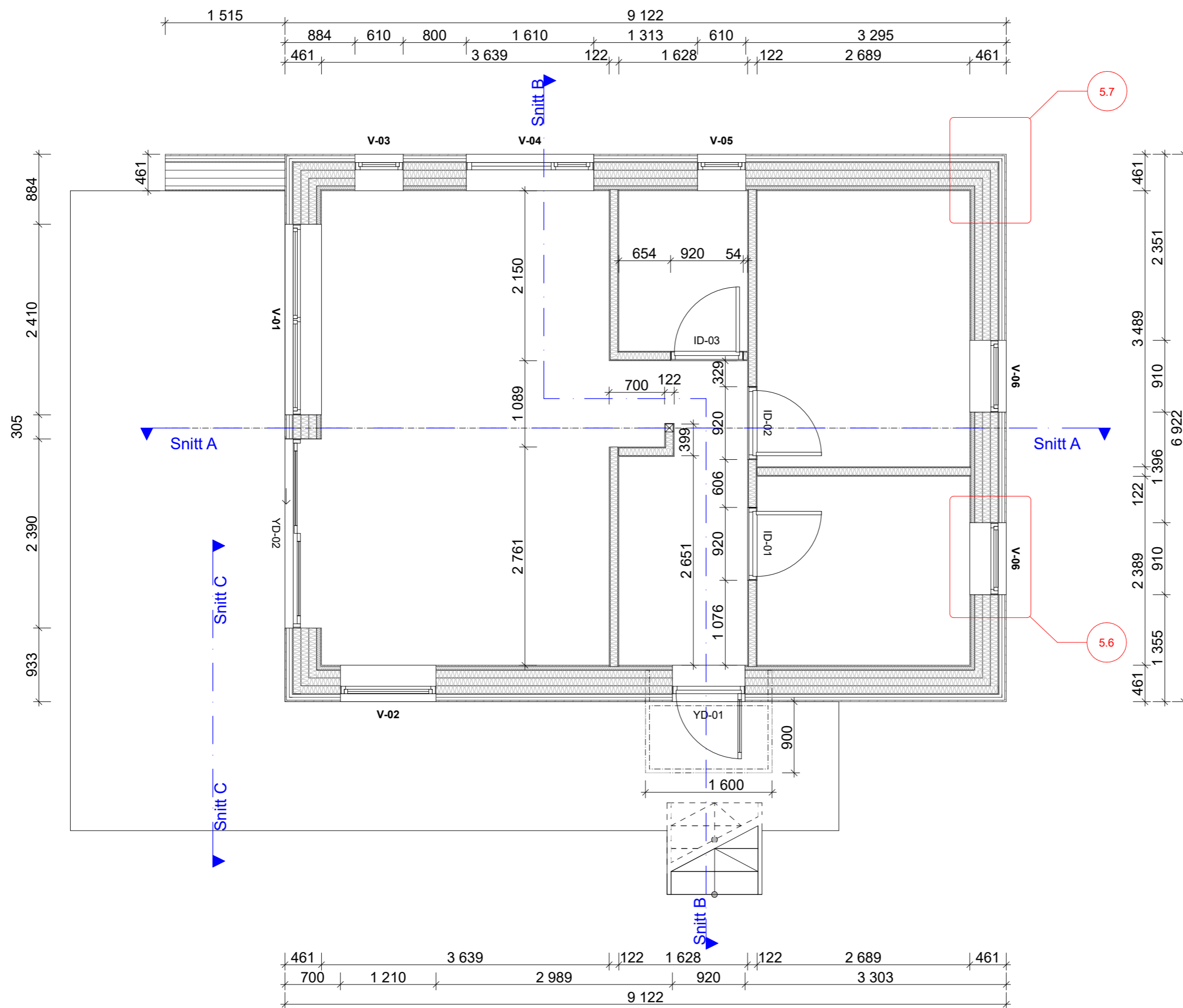


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Fundamenteringsplan**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**4.1**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

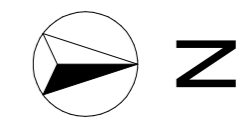
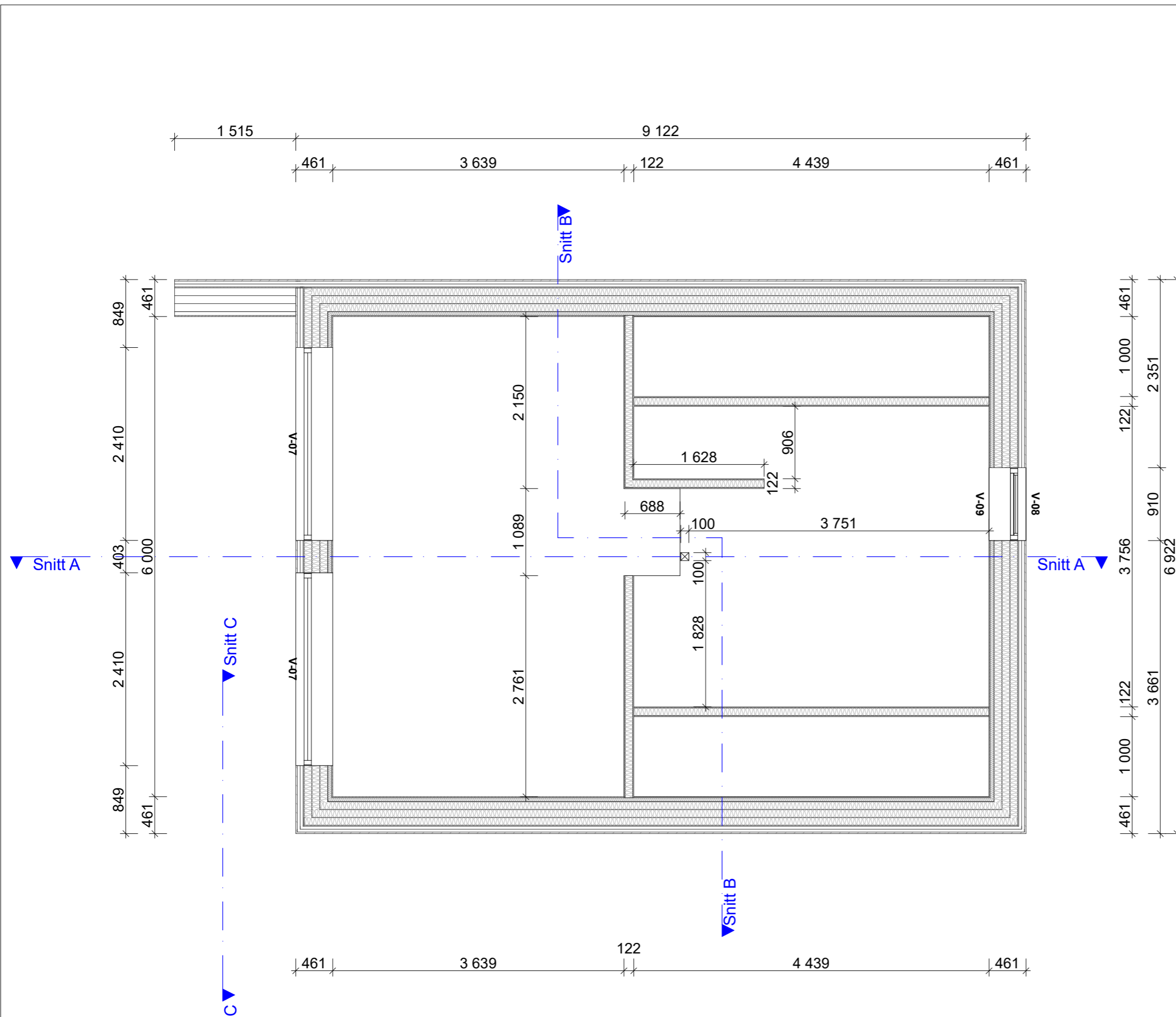


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Plantegning 1.etg**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**4.2**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

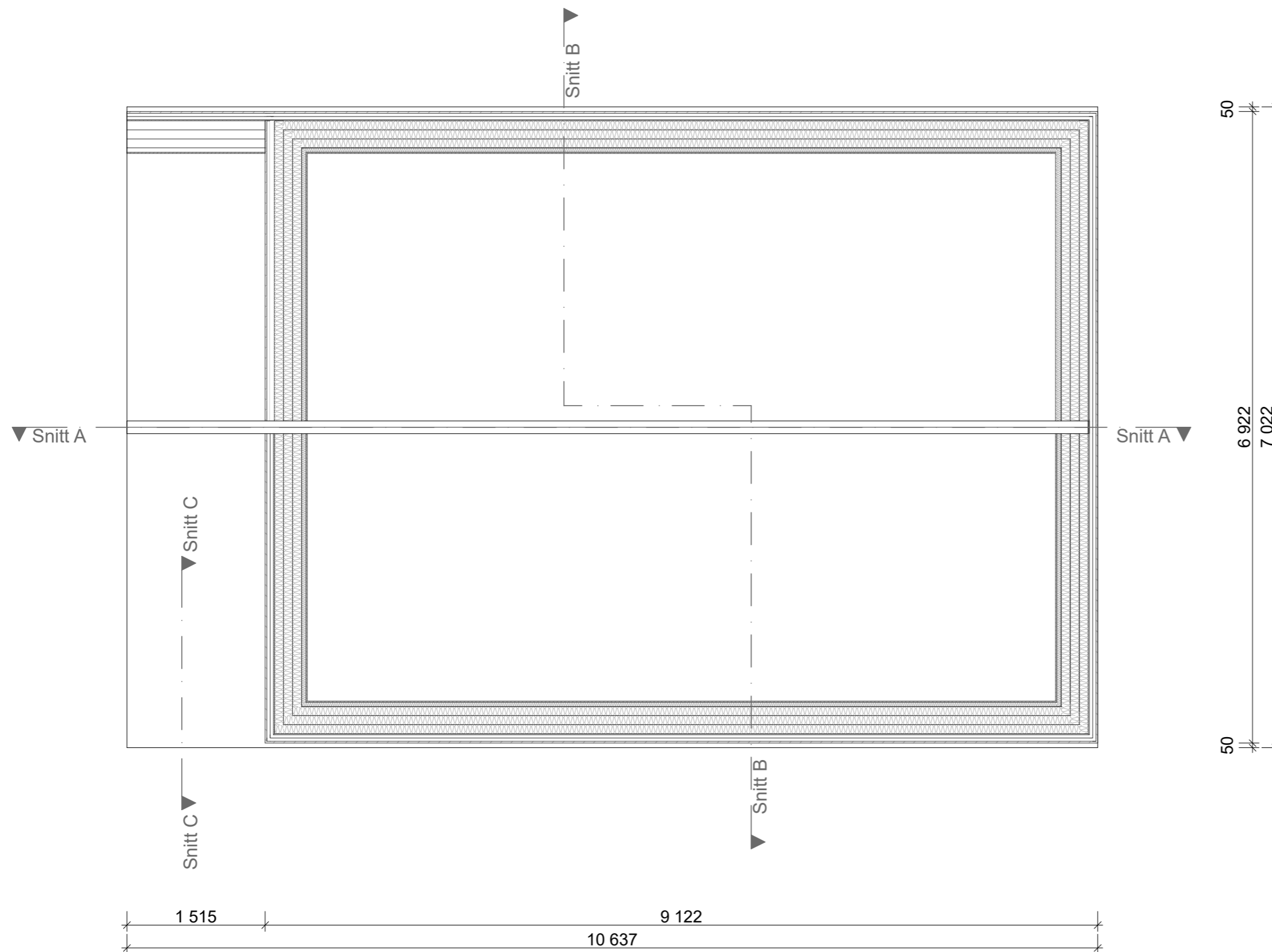


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Plantegning hems**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**4.3**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

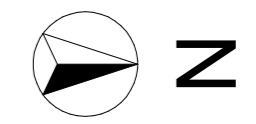
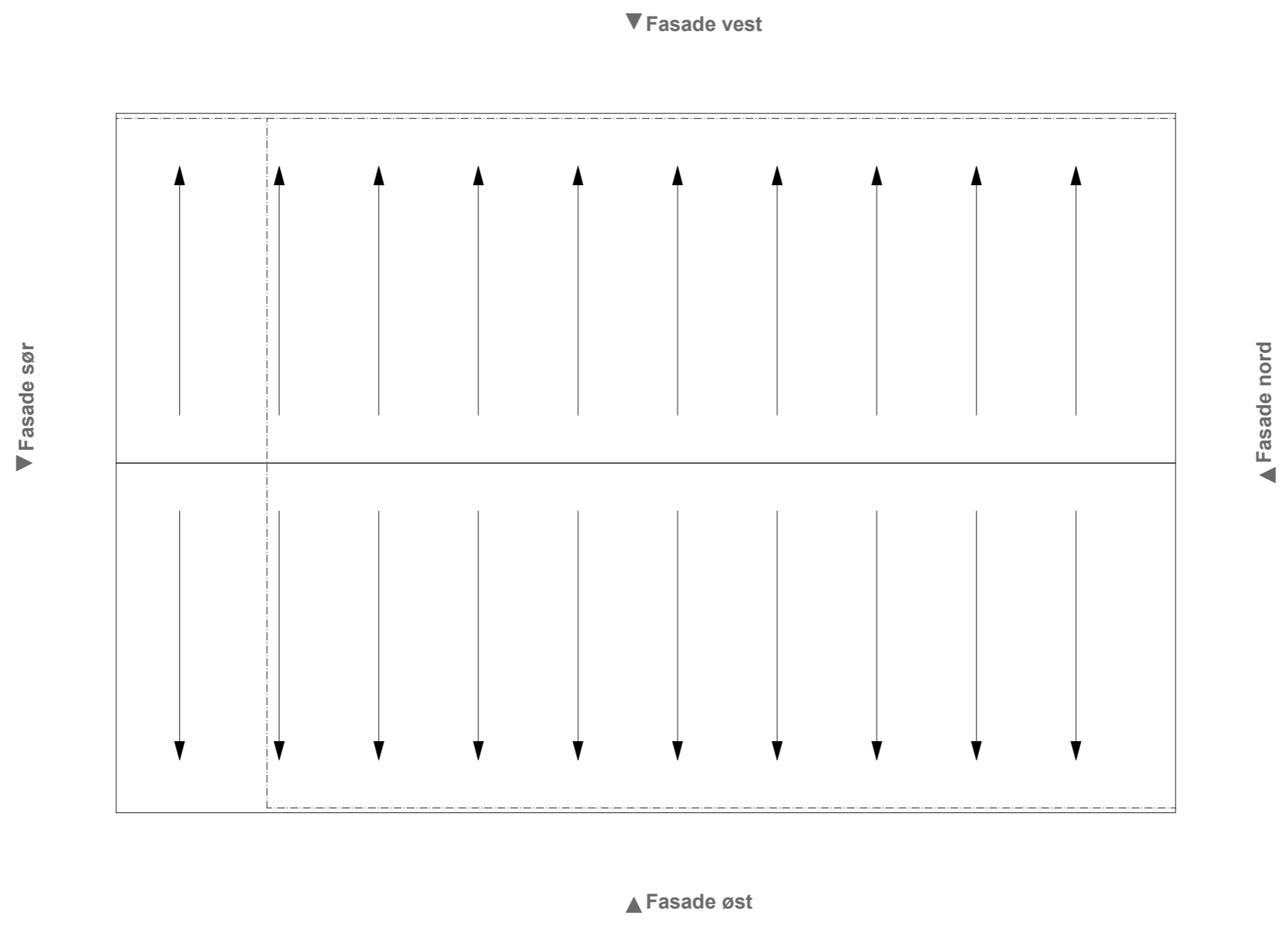


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Takplan**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**4.4**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

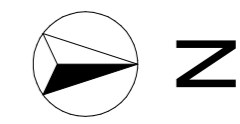
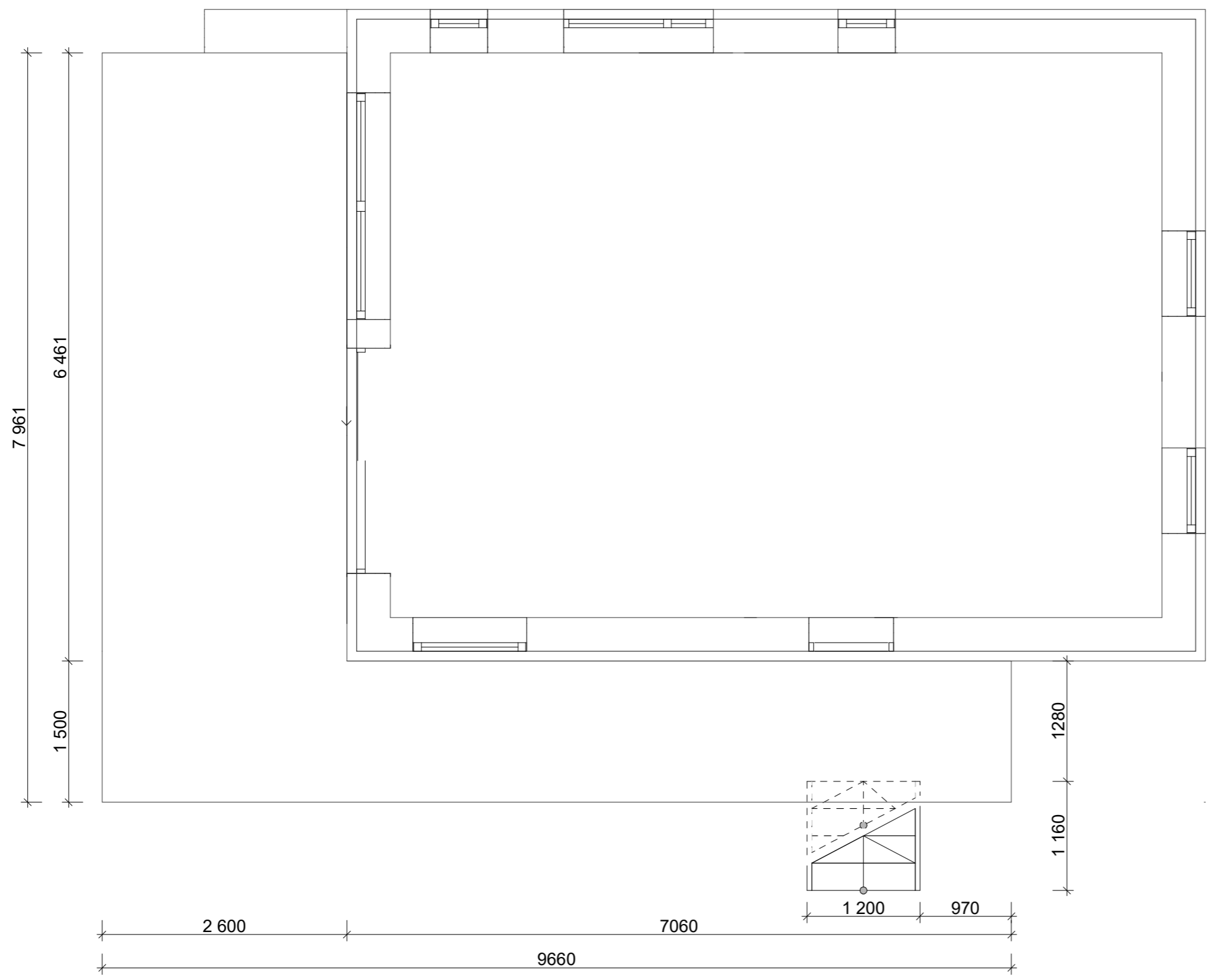


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Takplan med fasademarkør**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**4.5**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk



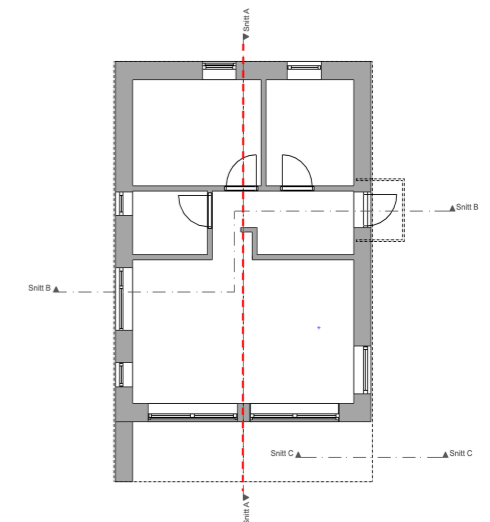
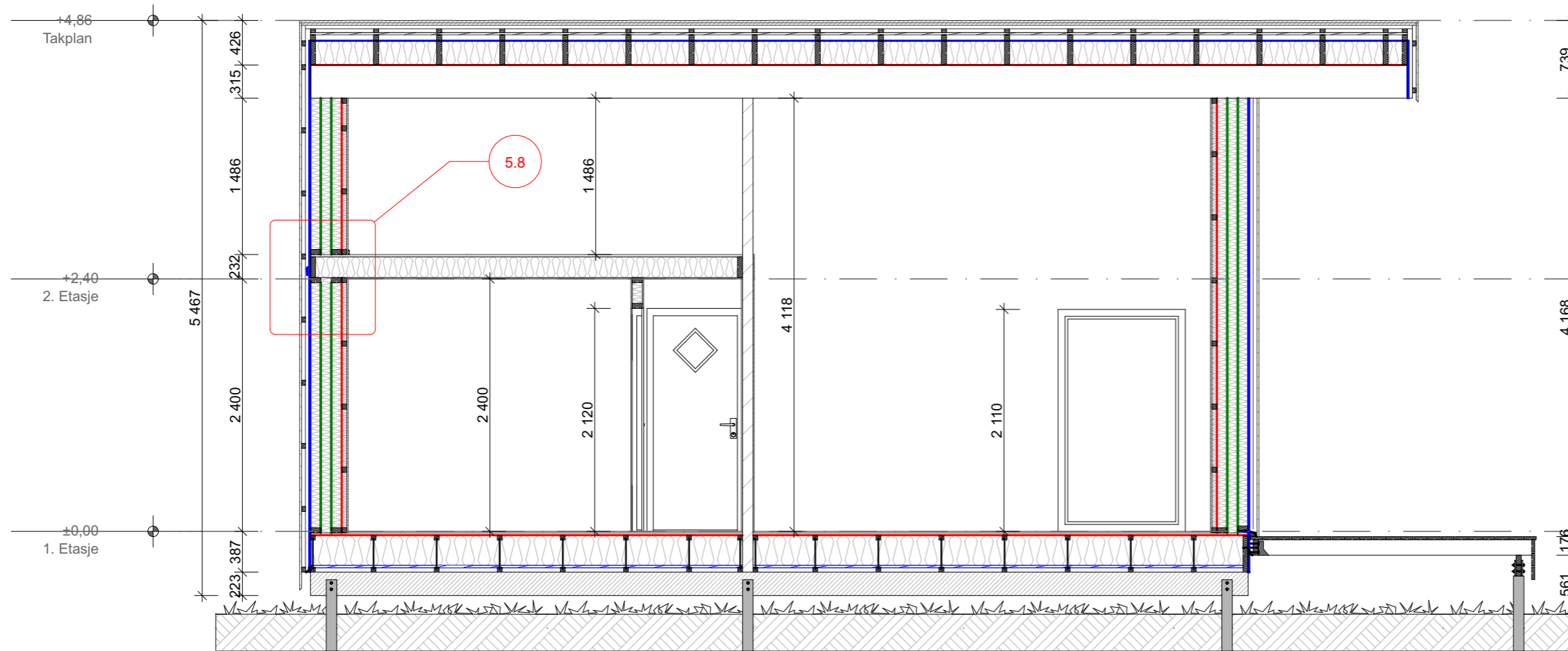
Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Plantegning terrasse**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**4.6**





Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
Gruppe 6 - NTNU  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

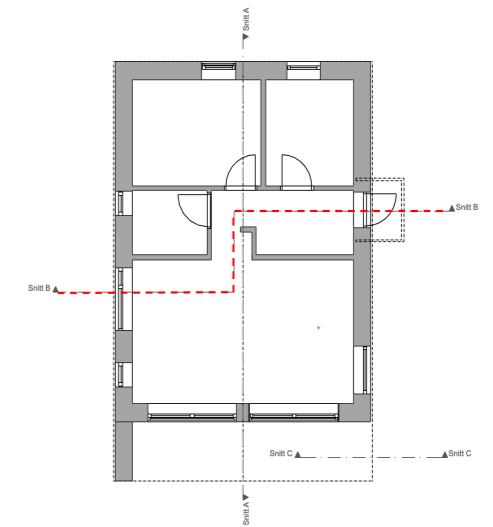
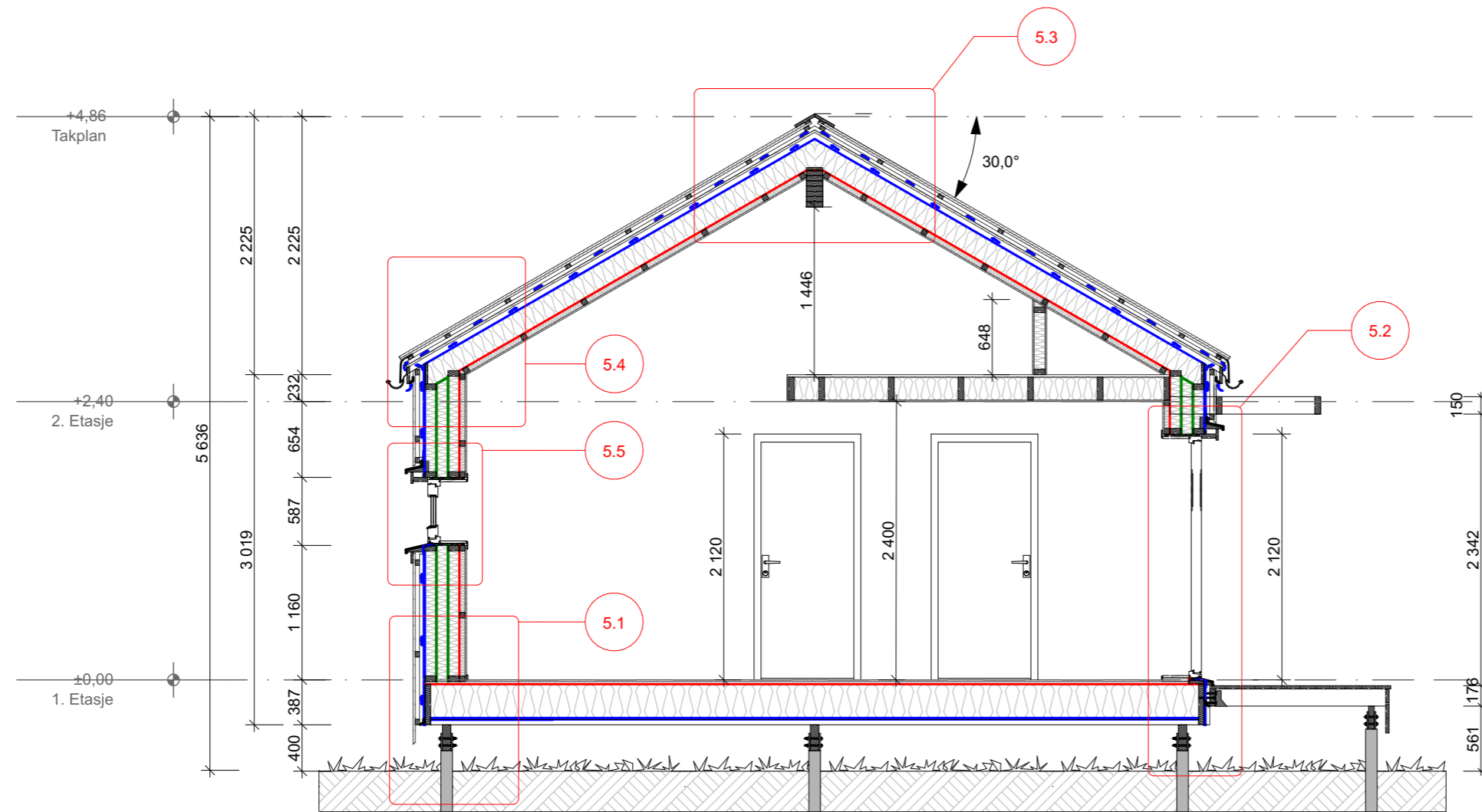


Dato:  
20.05.2021

Type tegning:  
Sniit A-A

Målestokk:  
1:50

Tegningsnr:  
4.7



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

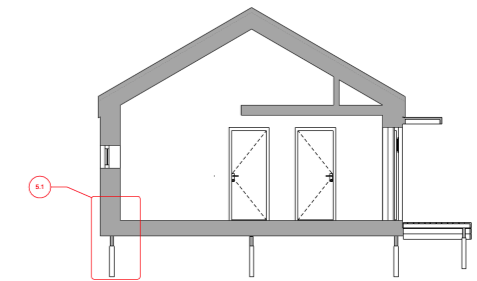
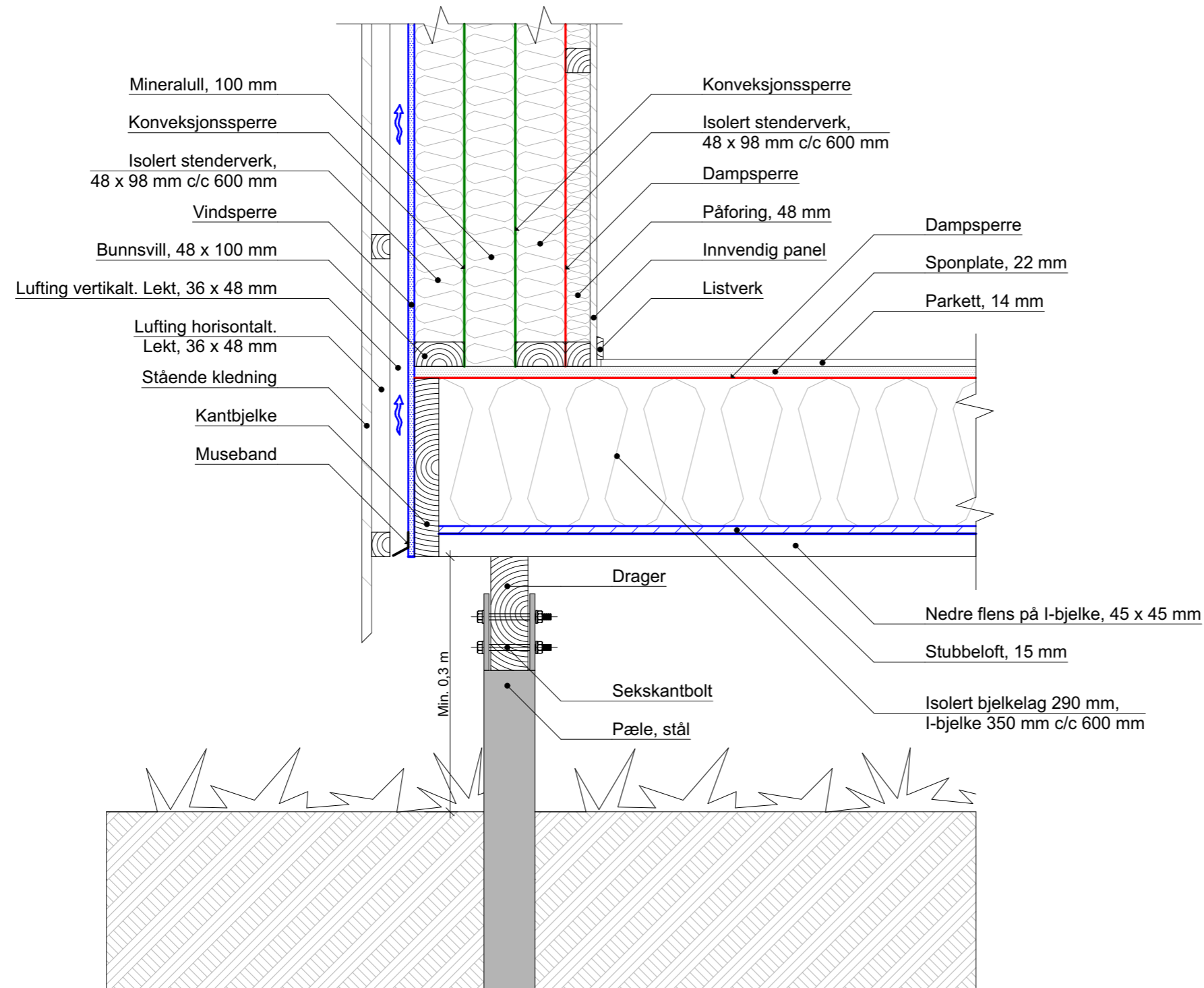


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Snitt B-B**

Målestokk:  
**1:50**

Tegningsnr:  
**4.8**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

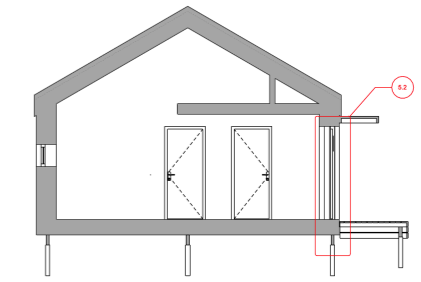
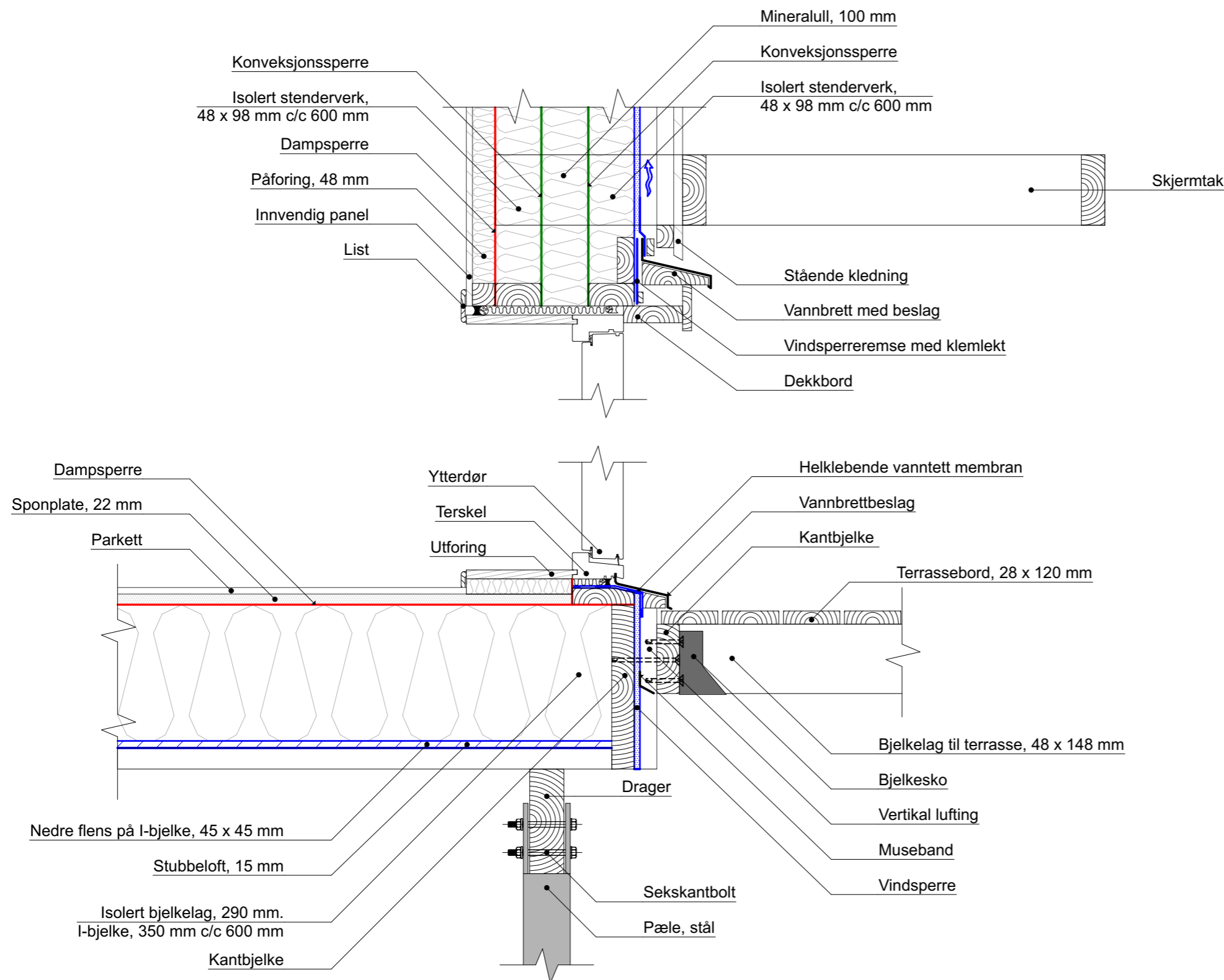


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Overgang fundament/  
yttervegg**

Målestokk:  
**1:10**

Tegningsnr:  
**5.1**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

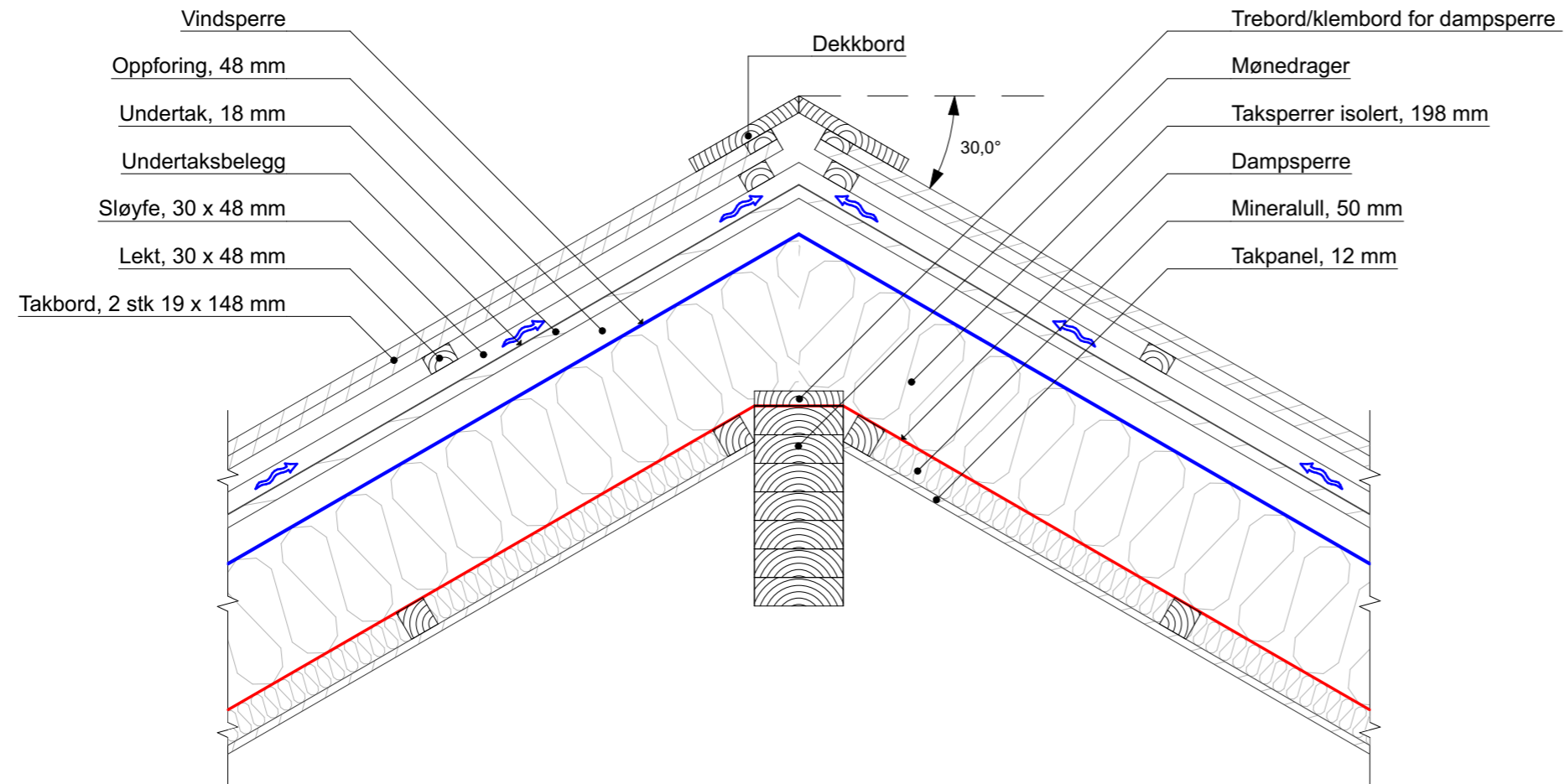
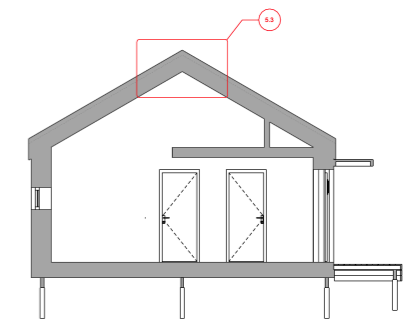


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Dørinnsetting, vertikalt**

Målestokk:  
**1:10**

Tegningsnr:  
**5.2**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

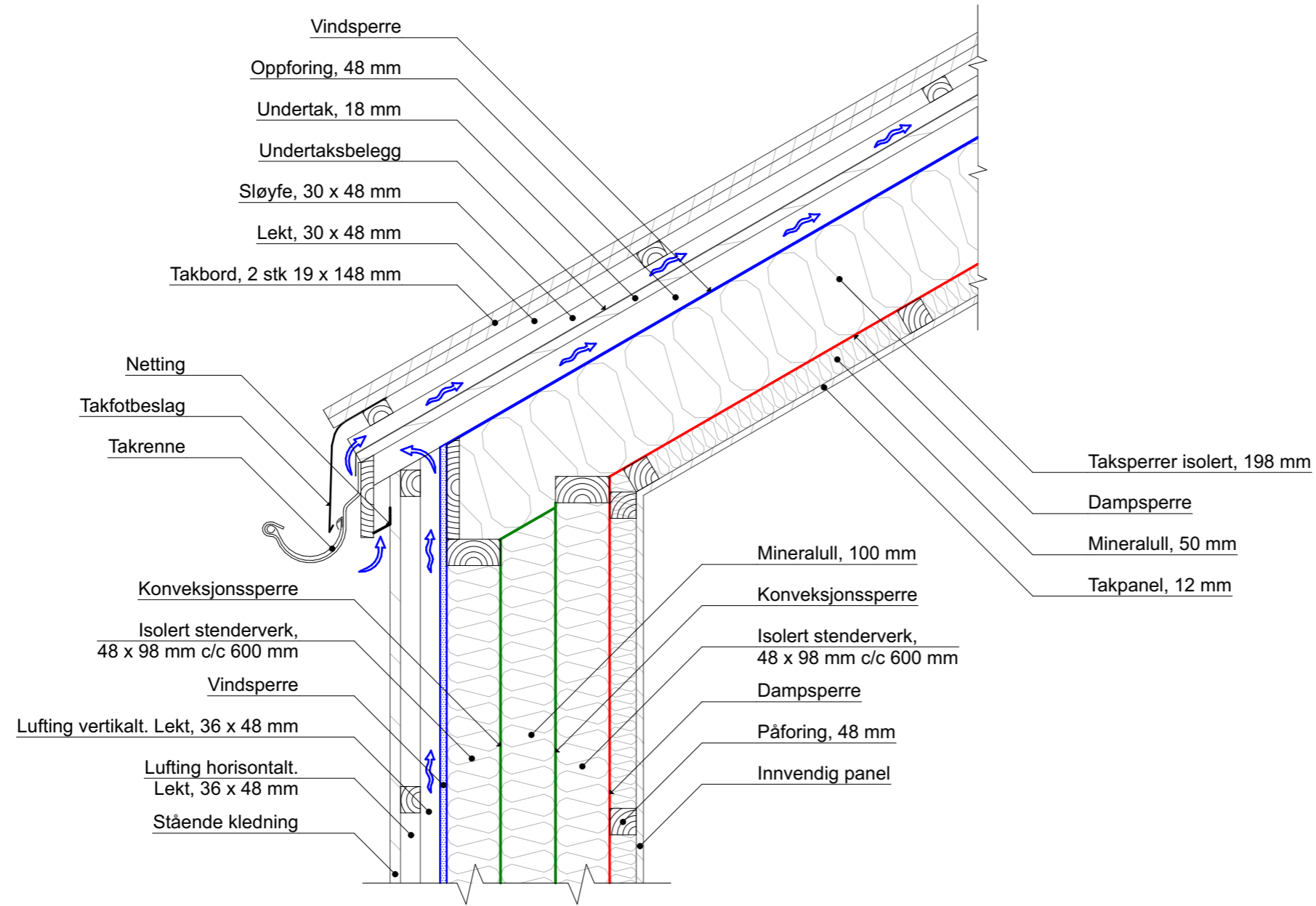
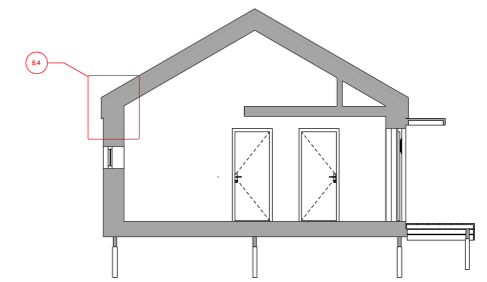


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Tak, møne**

Målestokk:  
**1:10**

Tegningsnr:  
**5.3**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

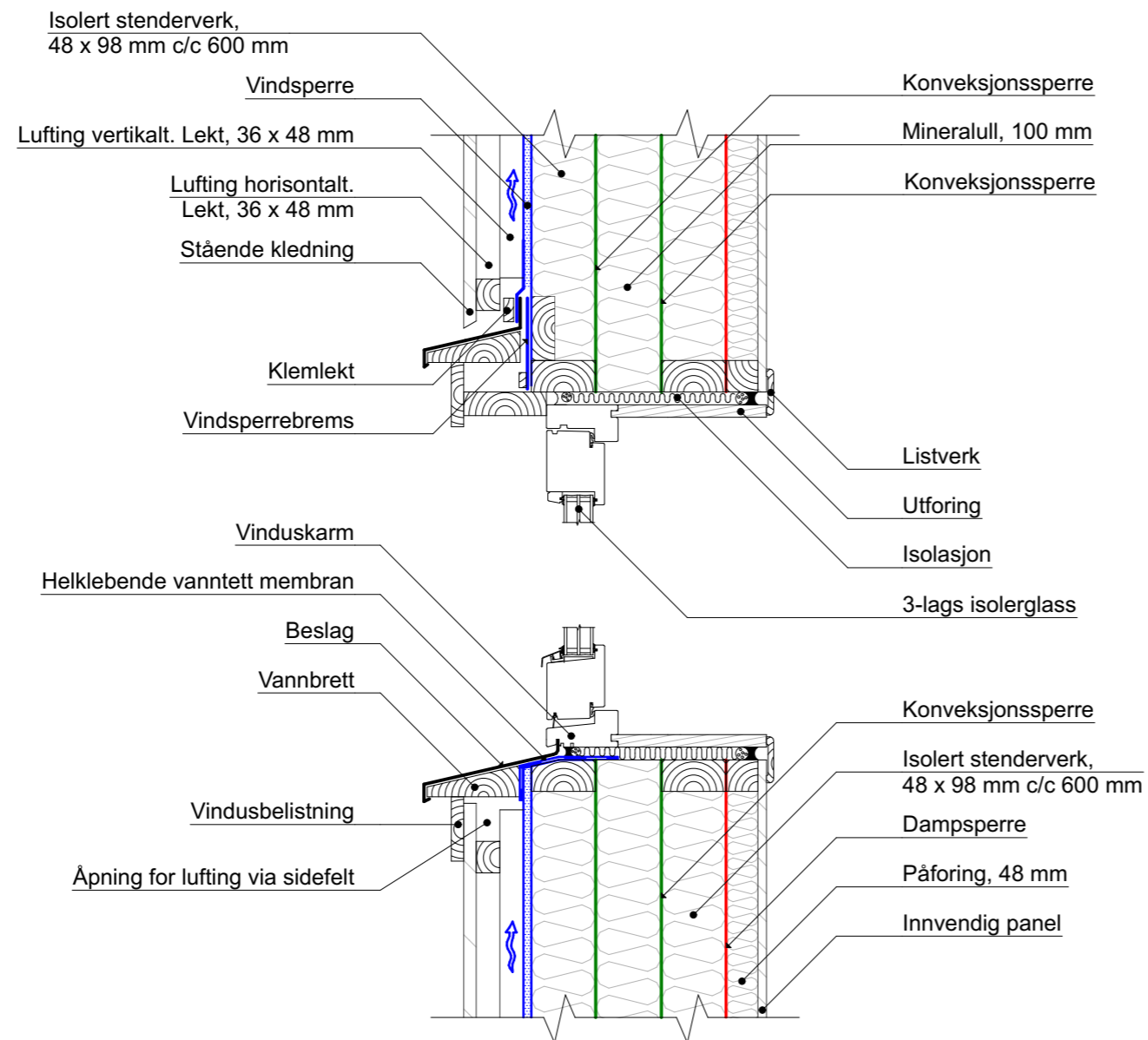
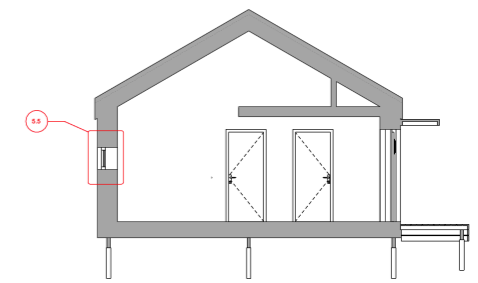


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Overgang yttervegg/tak**

Målestokk:  
**1:10**

Tegningsnr:  
**5.4**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
Gruppe 6 - NTNU  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

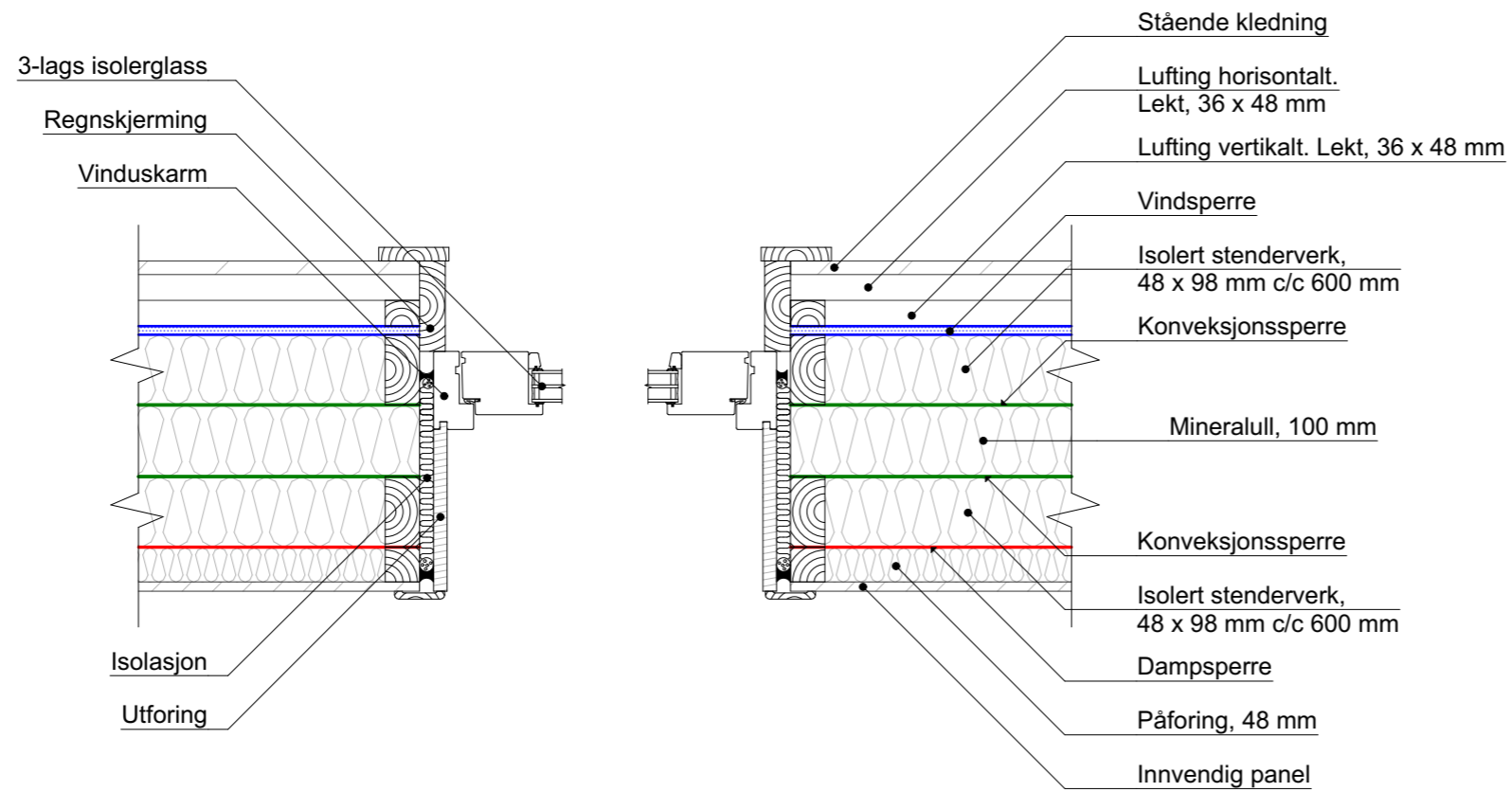
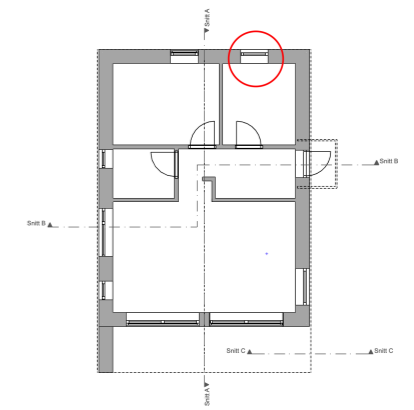


Dato:  
20.05.2021

Type tegning:  
**Vindusinnsetting, vertikalt**

Målestokk:  
1:10

Tegningsnr:  
5.5



Bacheloroppgave 2021:  
 Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
 Gruppe 6 - NTNU  
 Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk



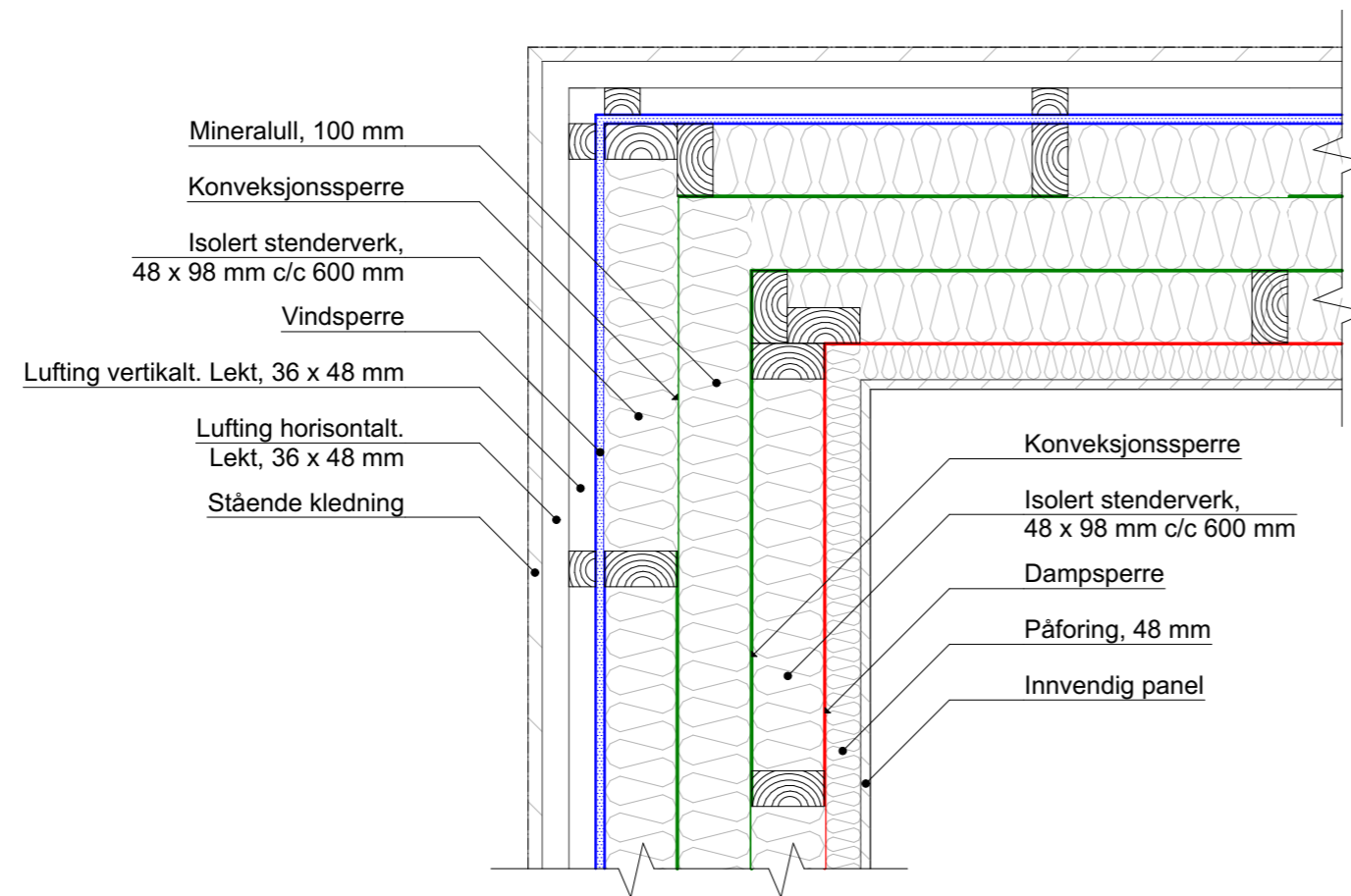
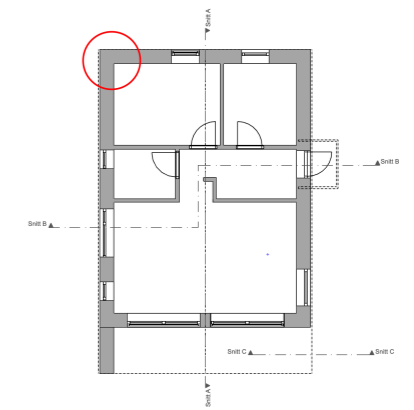
Dato:  
 20.05.2021

Type tegning:  
**Vindusinnsetting, horisontalt**

Målestokk  
 1:10

Tegningsnr:  
 5.6





Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

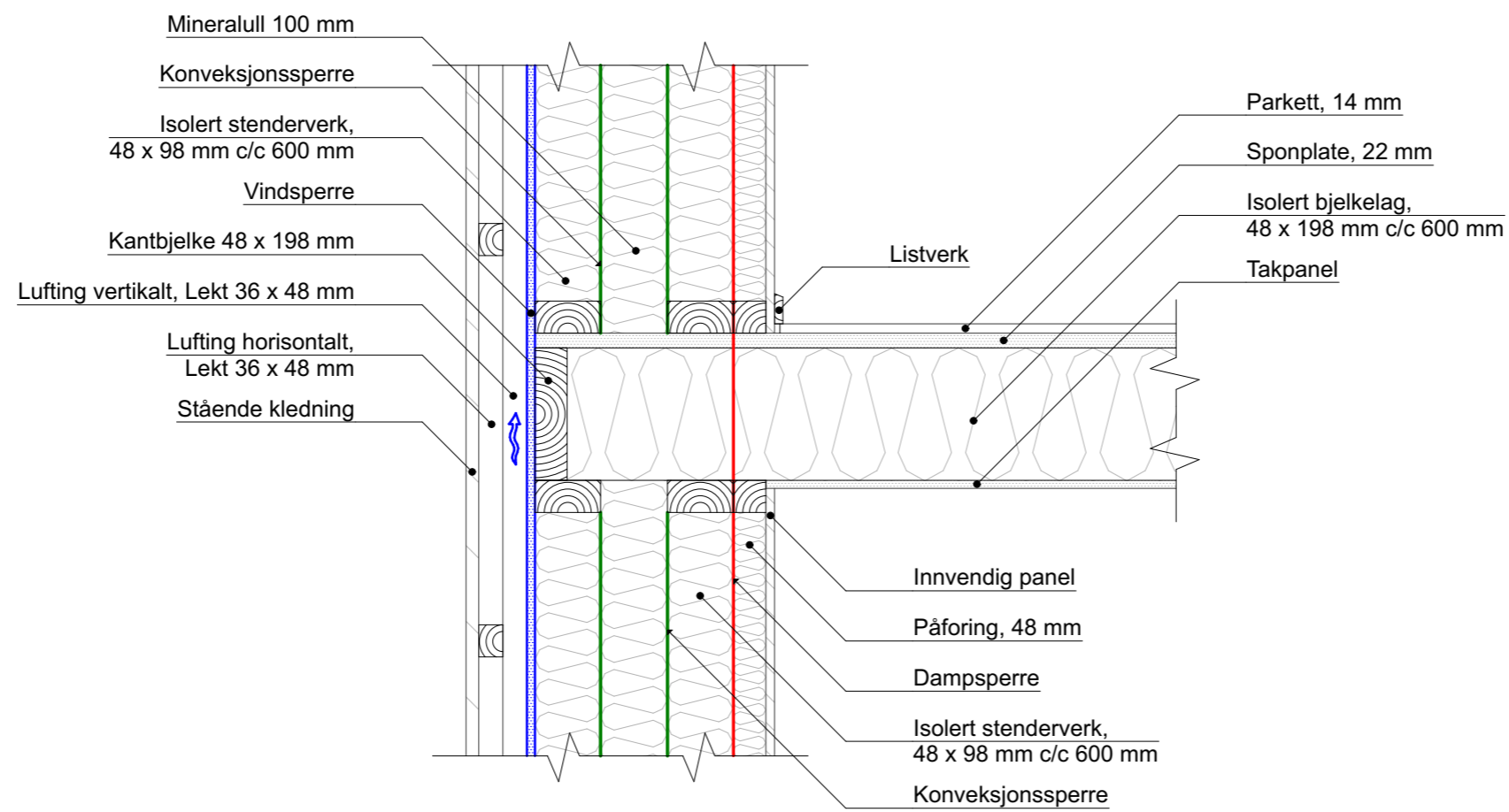
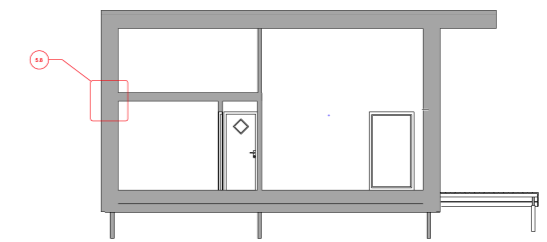


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Hjørne yttervegg, horisontalt**

Målestokk:  
**1:10**

Tegningsnr:  
**5.7**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

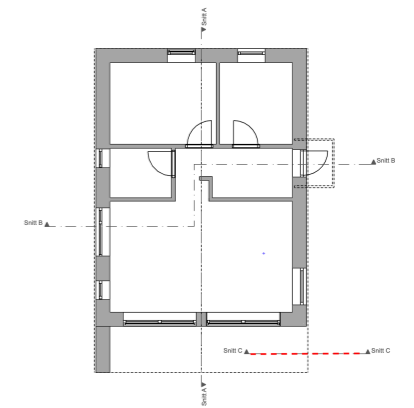
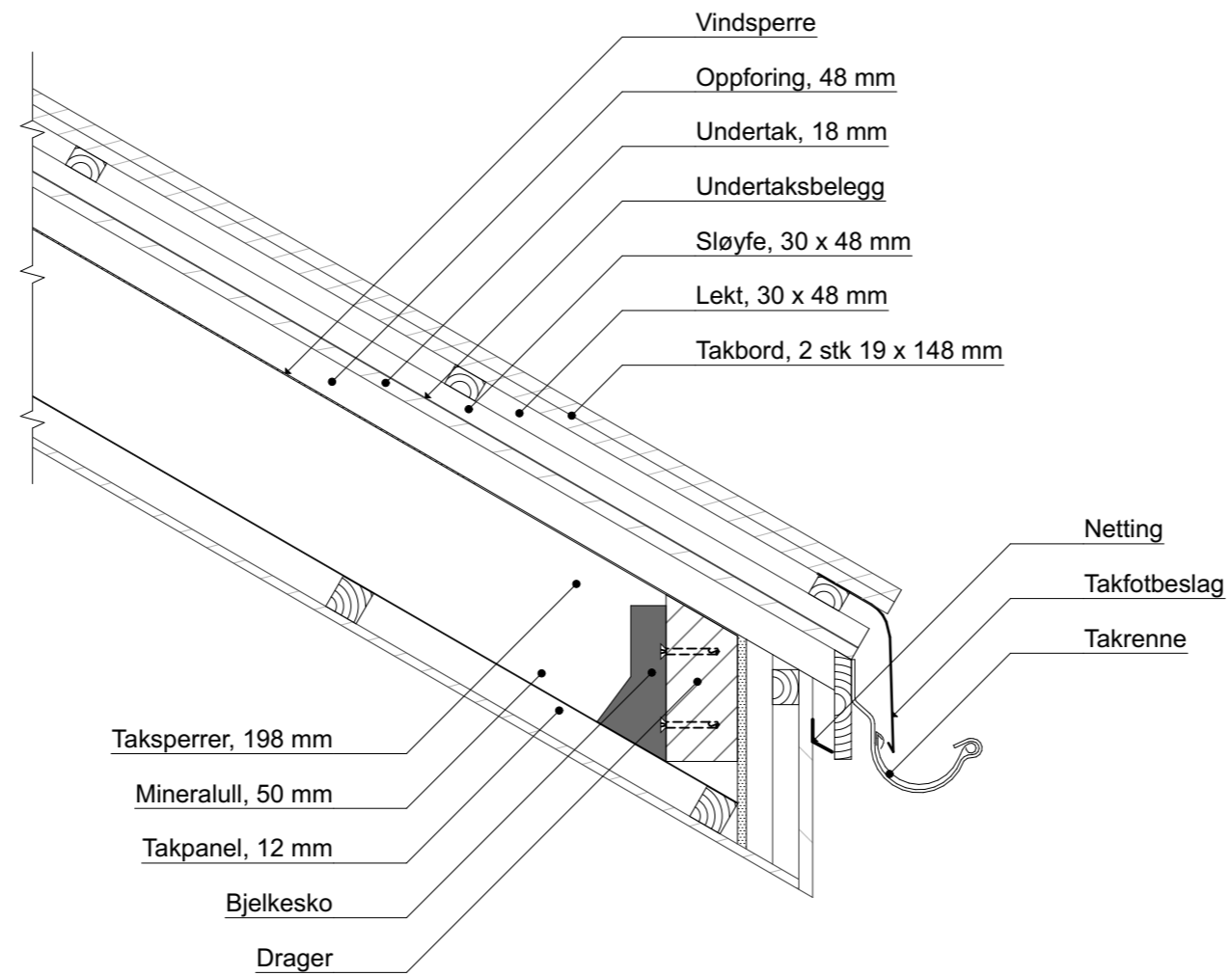


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Overgang yttervegg/  
etasjeskiller**

Målestokk:  
**1:10**

Tegningsnr:  
**5.8**



Bacheloroppgave 2021:  
 Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
 Gruppe 6 - NTNU  
 Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

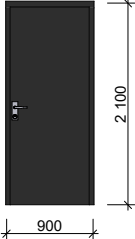
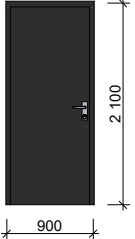
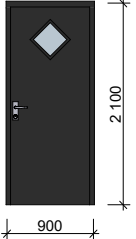
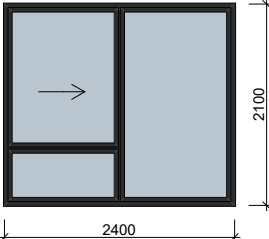


Dato:  
 20.05.2021

Type tegning:  
**Takutstikk, uisolert**

Målestokk  
 1:10

Tegningsnr:  
 5.9

DØRSKJEMA				
ID	ID-01	ID-02	YD-01	YD-02
Slagretning	H	V	H	
Åpningstype	Sidehengslet	Sidehengslet	Sidehengslet	2 dørblad 1 skyve
Antall	1	2	1	1
				
Størrelse	B=	900	900	900
	H=	2 100	2 100	2 100
Brannkrav				
Lydkrav				
U-verdi			0,7	0,7
Glassareal	0,000	0,000	0,061	3,254
Type	Dørblad av tre	Dørblad av tre	Lett trefiberdør	Skyvedør med isolerglass

Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept



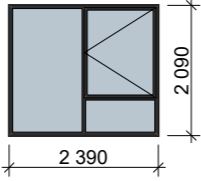
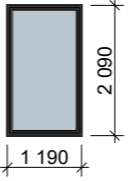
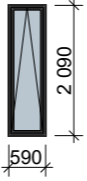
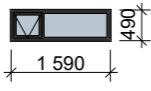
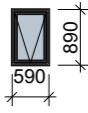
Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

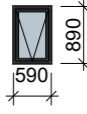
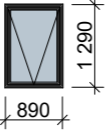
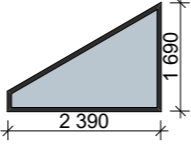
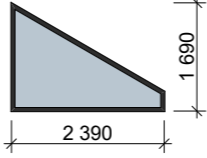
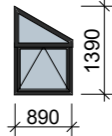
Dato  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**Dørskjema**

Målestokk:

Tegningsnr:  
**6.1**

ID	V-01	V-02	V-03	V-04	V-05
Antall	1	1	1	1	1
					
Størrelse	B=	2 390	1 190	590	1 590
	H=	2 090	2 090	2 090	490
Brannkrav					
Lydkrav					
U-verdi	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Glassareal	4,204	1,976	0,820	0,499	0,309
Brystningshøyde	580	580	580	1 700	1 700

V-05	V-06	V-07	V-08	V-09
1	2	1	1	1
				
590	890	2 390	2 390	890
890	1 290	1 690	1 690	1390
0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
0,309	0,817	1,987	1,987	0,637
1 700	1 500	-110	-110	210

Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept

Tegnet av:  
Gruppe 6 - NTNU  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk



Dato:  
20.05.2021

Type tegning:  
**Vindusskjema**

Målestokk:

Tegningsnr:  
**6.2**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept



Tegnet av:  
Gruppe 6 - NTNU  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
20.05.2021

Type tegning:  
**3D Kjøkken 1**

Målestokk

Tegningsnr:  
7.1



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



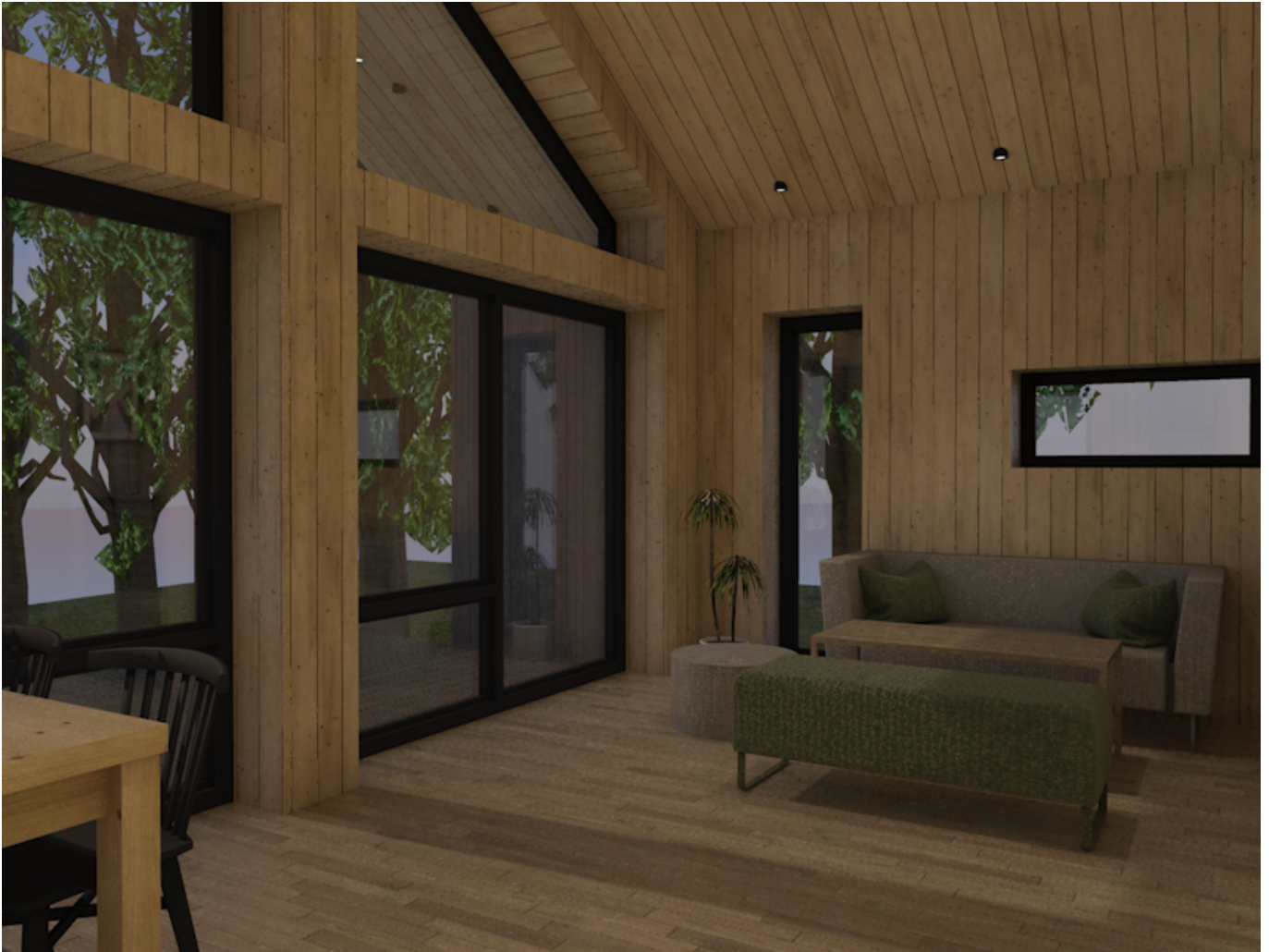
Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
 Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk


Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D Kjøkken 2**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.2**



Bacheloroppgave 2021: <b>Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept</b>	 <b>NTNU</b>
Tegnet av: <b>Gruppe 6 - NTNU</b> Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk	Dato: <b>20.05.2021</b>
Type tegning: <b>3D Stue 1</b>	Målestokk  Tegningsnr: <b>7.3</b>





Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
 Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D Stue 2**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.4**



Bacheloroppgave 2021:  
Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept



Tegnet av:  
Gruppe 6 - NTNU  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
20.05.2021

Type tegning:  
**3D Oppholdsrom**

Målestokk

Tegningsnr:  
7.5



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs sør-øst**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.6**



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs sør-øst**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.7**



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs vest**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.8**



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs nord**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.9**



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs øst**

Målestokk

Tegningsnr.:  
**7.10**



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs sør-øst vinter**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.11**





Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs sør vinter**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.12**



Bacheloroppgave 2021:  
**Grønn fjellhageby – Et bærekraftig og miljøtilpasset hyttekonsept**



Tegnet av:  
**Gruppe 6 - NTNU**  
Ved Institutt for bygg- og miljøteknikk

Dato:  
**20.05.2021**

Type tegning:  
**3D utendørs nord-vest vinter**

Målestokk

Tegningsnr:  
**7.13**

# **Vedlegg D**

## U-verdiberegninger

## Beregninger u-verdi

Med utgangspunkt i veiledere og verdier fra Byggeforsklad 471.008 og 471.010 er det gjort U-verdiberegninger av vegg, tak og gulv.

U-verdi er varmegjennomgangskoeffisienten, og er et mål på hvor lett varmen slipper gjennom en bygningsdel.

$$U = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U (W/m^2K)$$

- $R_{tot}$  er total varmemotstand
- $\Delta U$  er et korreksjonstillegg som tar hensyn til eventuelle luftspalter, mekaniske festemidler som går gjennom isolasjonen og nedbør fra omvendte tak.
  - o For disse tilfellene kan man se bort fra festemidler gjennom isolasjonen og omvendte tak. I tillegg antas det nøyaktig montering ->  $\Delta U$  er lik 0.

Varmemotstanden, R for et materialsjikt beskriver hvor mye varme som slipper gjennom materialet.

$$R = \frac{d}{\lambda_d} (m^2K/W)$$

- d er materialsjiktets tykkelse i meter
- $\lambda_d$  er materialets varmekonduktivitet (W/mK)

Fordi både vegg, tak og gulvkonstruksjonen består av isolerte stendere, sperrer og bjelker betegnes konstruksjonene som bygningdeler med sammensatte sjikt. Dette gjør at man finner total varmemotstand ved å finne middelveien av øvre og nedre grenseverdi.

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

- $R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{tot;a}} + \frac{f_b}{R_{tot;b}}} (m^2K/W)$
- $R_{tot;nedre} = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se} (m^2K/W)$ 
  - o  $R_{Si}$  er varmemotstanden på innvendig side
  - o  $R_{Se}$  er varmemotstanden på utvendig side

Overflate	Varmeovergangsmotstand ( $m^2K/W$ )		
	Varmestrømsretning		
	Oppover	Horisontalt <sup>1)</sup>	Nedover <sup>2)</sup>
Innvendig ( $R_{Si}$ )	0,10	0,13	0,17
Utvendig ( $R_{Se}$ )	0,04	0,04	0,04
Utvendig, inkludert ventilert kledning	0,10	0,13	0,17

<sup>1)</sup> Horisontalt gjelder varmemotstander som ikke avviker mer enn 30° fra horisontalplanet.

<sup>2)</sup> Brukes også på undersiden av gulvkonstruksjoner mot uoppvarmet/kald kjeller og uventilert kryperom

For vegger og tak med utvendig luftet kledning/tekning ser man bort fra det luftede sjiktet og de sjiktene som befinner seg utenfor luftsjiktet. I tillegg benytter man samme varmeovergangsmotstand som for innvendig varmeovergangsmotstand,  $R_{Si}$ .

## Yttervegg

Vegger helt uten vinduer og dører har lavest treandel. Med vegg høyde på 2,4 m, stendere i avstand c/c 0,6 m og enkle sviller blir samlet lengde bindingsverk ca. 2,5 m/m<sup>2</sup>. Arealandel bindingsverk blir 12 % og 9 % for trevirke med tykkelse på henholdsvis 48 og 36 mm.

[https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning\\_av\\_u-verdier\\_etter\\_ns-en\\_iso\\_6946?gclid=CjwKCAjwmv-DBhAMEiwA7xYrd8r--hl0Z\\_2F8aG2IIeiVbezJRG3xgXIANAB70pAB8w02xP-nuRg5RoCONcQAvD\\_BwE#i55](https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946?gclid=CjwKCAjwmv-DBhAMEiwA7xYrd8r--hl0Z_2F8aG2IIeiVbezJRG3xgXIANAB70pAB8w02xP-nuRg5RoCONcQAvD_BwE#i55)

Sjikt	Tykkelse, d(m)	$\Lambda$ (W/mK)	$R = \frac{d}{\lambda}$	Motstand til felt(m <sup>2</sup> K/W)		Henvisning/ kommentar
				Isolasjon F <sub>a</sub> =0,88	Bindingsverk F <sub>b</sub> =0,12	
Utvendig overgangsmotstand	-	-	R <sub>Se</sub>	-	-	For vegger med uvendig luftet kledning kan man se bort fra varmemotstanden i luftespalten og kledning, men benytter R <sub>Si</sub>
Utvendig ventilert kledning	0,19	-	R <sub>Se</sub> + R <sub>1</sub> + R <sub>2</sub>	0,13	0,13	
Ventilert hulrom		-	-	-	-	
Trefiberplate	0,012	0,049	R <sub>3</sub>	0,24	0,24	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Bindingsverk	0,098	0,12	R <sub>4</sub> =	-	0,82	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Mineralull	0,10	0,036	R <sub>4</sub> =	2,78	-	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Mineralull 100mm	0,10	0,036	R <sub>5</sub>	2,78	2,78	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Bindingsverk 98mm	0,098	0,12	R <sub>6</sub> =	-	0,82	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Mineralull, 98mm	0,10	0,036	R <sub>6</sub> =	2,78	-	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Dampsperre, plastfolie	0,001		R <sub>7</sub>	0,03	0,03	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Bindingsverk	0,048	0,12	R <sub>8</sub> =	-	0,4	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Isolasjon 48mm	0,05	0,036	R <sub>8</sub> =	1,39	-	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig panel	0,013	0,12	R <sub>9</sub>	0,11	0,11	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig overgangsmotstand			R <sub>Si</sub>	0,13	0,13	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
<b>Total varmemotstand</b>				<b>10,37</b>	<b>5,46</b>	

$$R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{tot;a}} + \frac{f_b}{R_{tot;b}}} = \frac{1}{\frac{0,88}{10,37} + \frac{0,12}{5,46}} = 9,36(m^2K/W)$$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda}$	Motstand i legeringen (m <sup>2</sup> K/W)	Henvisning/ kommentar
Utvendig overgangsmotstand	R <sub>Se</sub>	-	For vegger med uvendig luftet kledning kan man se bort fra varmemotstanden i luftespalten og kledning, men benytter R <sub>Si</sub>
Utvendig ventilert kledning	R <sub>Se</sub> + R <sub>1</sub> + R <sub>2</sub>	0,13	
Ventilert hulrom	-	-	
Trefiberplate	R <sub>3</sub>	0,24	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Legering	$R_4 = \frac{0,098}{0,88 \cdot 0,036 + 0,12 \cdot 0,12} = 2,1$	2,13	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Isolasjon 100mm	R <sub>5</sub>	2,78	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Legering	$R_6 = \frac{0,098}{0,88 \cdot 0,036 + 0,12 \cdot 0,12} = 2,13$	2,13	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Dampsperre, plastfolie	R <sub>7</sub>	0,03	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Legering	$R_8 = \frac{0,048}{0,88 \cdot 0,036 + 0,12 \cdot 0,12} = 1,04$	1,04	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig panel	R <sub>9</sub>	0,11	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig overgangsmotstand	R <sub>Si</sub>	0,13	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
<b>Total varmemotstand</b>		<b>8,72</b>	

$$R_{Tot} = \frac{R_{tot;\text{\o{v}re}} + R_{tot;nedre}}{2} = \frac{9,36 + 8,72}{2} = 9,04$$

$$U = 1 \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = \frac{1}{9,04} = 0,11 W / (m^2 K)$$

## Takkonstruksjon:

For tak hvor bærekonstruksjonen er heltre med senteravstand 600 mm, er det regnet med 6 % treandel når undergurt eller sperre har bredde 36 mm og 8 % treandel når bredden er 48 mm. For senteravstand 900 mm er disse treandelene henholdsvis 4 % og 5 %.

[https://www.byggforsk.no/dokument/212/471013\\_u-verdier\\_tak?gclid=CjwKCAjwmv-DBhAMEiwA7xYrdwPvwwdl61D37uFI0a2Qn8hxOO9vs7k6M3X-MqLJuTf15Ma9icRVvhoCqAoQAvD\\_BwE](https://www.byggforsk.no/dokument/212/471013_u-verdier_tak?gclid=CjwKCAjwmv-DBhAMEiwA7xYrdwPvwwdl61D37uFI0a2Qn8hxOO9vs7k6M3X-MqLJuTf15Ma9icRVvhoCqAoQAvD_BwE)

Sjikt	Tykkelse, d(m)	$\Lambda$ (W/mK)	$R = \frac{d}{\lambda}$	Motstand til felt(m <sup>2</sup> K/W)		Henvisning/ kommentar
				Isolasjon F <sub>a</sub> =0,92	Bindingsverk F <sub>b</sub> =0,08	
Utvendig overgangsmotstand	-	-	R <sub>se</sub>	0,10	0,10	For vegger med uvendig luftet kledning kan man se bort fra varmemotstanden i luftespalten og kledning, men benytter R <sub>si</sub>
Vindsperrereduk	0,001		R <sub>1</sub>	0,03	0,03	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Taksperrer	0,198	0,12	R <sub>2</sub>	-	1,65	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
isolasjon	0,20	0,036	R <sub>2</sub>	5,56	-	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
dampsperre	0,001		R <sub>3</sub>	0,03	0,03	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Lekt	0,048	0,12	R <sub>4</sub>	-	0,4	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Mineralull	0,050		R <sub>4</sub>	1,39	-	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig panel	0,013	0,12	R <sub>5</sub>	0,11	0,11	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig overgangsmotstand			R <sub>si</sub>	0,10	0,10	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
<b>Total varmemotstand</b>				<b>7,32</b>	<b>2,42</b>	

$$R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{tot;a}} + \frac{f_b}{R_{tot;b}}} = \frac{1}{\frac{0,92}{7,32} + \frac{0,08}{2,42}} = 6,30(m^2K/W)$$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda}$	Motstand i legeringen (m <sup>2</sup> K/W)	Henvisning/ kommentar
Utvendig overgangsmotstand	R <sub>Se</sub>	0,10	For vegger med uvendig luftet kledning kan man se bort fra varmemotstanden i luftespalten og kledning, men benytter R <sub>Si</sub>
vindsperreduk	R1	0,03	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Legering	$R2 = \frac{0,198}{0,92 \cdot 0,036 + 0,08 \cdot 0,12}$	4,63	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
dampsperre	R3	0,03	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Legering	$R4 = \frac{0,048}{0,92 \cdot 0,036 + 0,08 \cdot 0,12}$	1,12	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig panel	R5	0,11	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
Innvendig overgangsmotstand	R <sub>Si</sub>	0,10	Byggedetaljer <a href="#">471.010</a>
<b>Total varmemotstand</b>		<b>6,12</b>	

$$R_{Tot} = \frac{R_{tot;{\o}vre} + R_{tot;nedre}}{2} = \frac{6,30 + 6,12}{2} = 6,21$$

$$U = 1 \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = \frac{1}{6,21} = 0,16 W / (m^2 K)$$



### Gulv mot det fri:

Bruker I-bjelker i bjelkelaget.

For stubbloftet vil vindsperra hvile på nedre flens på I-bjelkene i bjelkelaget. Dette fører til at andel isolasjon bli:

$$\text{Isolasjonstykkelse} = 350 - 45 - 15 = 290\text{mm}$$

Finne snitt av tykkelsen på I-bjelken:

$$B = \frac{8\text{mm} \cdot 245\text{mm} + 45\text{mm} \cdot 45\text{mm}}{290\text{mm}} = 12,77\text{mm} = 14\text{mm}$$

For c/c 0,6m vil treandelen bli:

$$\frac{14\text{mm}}{600\text{mm}} \cdot 100\% = 2,3\%$$

Legger noen ekstra prosent for kubbing, og regner derfor med at treandelen for bjelkelaget vil være 4%

For sjiktet der vindsperre og I-bjelke-flensen ligger antas det at varmekonduktiviteten for materialene er lik.

Sjikt	Tykkelse, d(m)	$\Lambda$ (W/mK)	$R = \frac{d}{\lambda}$	Motstand til felt(m <sup>2</sup> K/W)		Henvisning/kommentar
				Isolasjon F <sub>a</sub> =0,96	Bindingsverk F <sub>b</sub> =0,04	
Innvendig overgangsmotstand	-	-	R <sub>si</sub>	0,17	0,17	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Parkett	0,014	0,14	R <sub>1</sub>	0,10	0,10	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Undergolv, sponplate	0,022	0,18	R <sub>2</sub>	0,12	0,12	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Dampsperre	0,001		R <sub>3</sub>	0,03	0,03	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
I-bjelke	0,290	0,13	R <sub>4</sub>	-	2,23	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Mineralull	0,290	0,036	R <sub>4</sub>	8,06	-	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Vindsperre	0,015	0,05	R <sub>5</sub>	0,3	0,3	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Utvendig overgangsmotstand			R <sub>se</sub>	0,04	0,04	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
<b>Total varmemotstand</b>				<b>8,82</b>	<b>2,99</b>	

$$R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{tot;a}} + \frac{f_b}{R_{tot;b}}} = \frac{1}{\frac{0,96}{8,82} + \frac{0,04}{2,99}} = 8,18(\text{m}^2\text{K/W})$$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda}$	Motstand i legeringen (m <sup>2</sup> K/W)	Henvising/kommentar
Innvendig overgangsmotstand	R <sub>Si</sub>	0,17	
Parkett	R <sub>1</sub>	0,10	
Undergolv, sponplate	R <sub>2</sub>	0,12	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Dampsperre	R <sub>3</sub>	0,03	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Legering	$R_4 = \frac{0,29}{0,96 \cdot 0,036 + 0,04 \cdot 0,13}$	7,29	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Vindsperre	R <sub>5</sub>	0,3	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
Utvendig overgangsmotstand	R <sub>se</sub>	0,04	Byggdetaljer <a href="#">471.010</a>
<b>Total varmemotstand</b>		<b>8,05</b>	

$$R_{Tot} = \frac{R_{tot;\text{\o{v}re}} + R_{tot;nedre}}{2} = \frac{8,18 + 8,05}{2} = 8,12$$

$$U = 1 \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = \frac{1}{8,12} = 0,12 W / (m^2 K)$$

# **Vedlegg E**

## **SIMIEN**



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 14:45 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

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

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	56,7	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	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]	0,12	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,71	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,05	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,5	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,14	0,28
Varmetapstall tak	0,19	0,15
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,12	0,10
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,40	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,05	0,05
Varmetapstall infiltrasjon	0,04	0,05
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	1,05	0,94



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 14:45 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	61,9 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	5,9 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	126,5 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	132,5 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	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]	0,12	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,7	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,5	1,5

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))	
Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 14:45 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

### Krav til løsninger for energiforsyning i småhus (§14-4 (4))

Boenheter i småhus skal oppføres med skorstein.  
Kravet til skorstein gjelder ikke dersom boenheten har vannbårent oppvarmingsanlegg  
Kravet til skorstein gjelder ikke dersom årlig netto energibehov til oppvarming ikke overstiger kravet til passivhus i NS3700:2013  
Dette kravet er ikke en del av evalueringen i SIMIEN og må dokumenteres på annen måte

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	6150 kWh	125,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	1466 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	1796 kWh	36,5 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	560 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	862 kWh	17,5 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	10836 kWh	220,2 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	471 kWh	9,6 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	137 kWh	2,8 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	9885 kWh	200,9 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	10493 kWh	213,3 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	10493 kWh	213,3 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 14:45 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	62	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	57	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	49	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	28	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	49	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	172	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,12	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,71	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	56,7	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	43	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	

### 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> ]	1,61	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,89	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	180	
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	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 14:45 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

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:	0,35	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,19	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/0,64/1,00	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Frida Westrum, Erlend Norby
Kommentar	





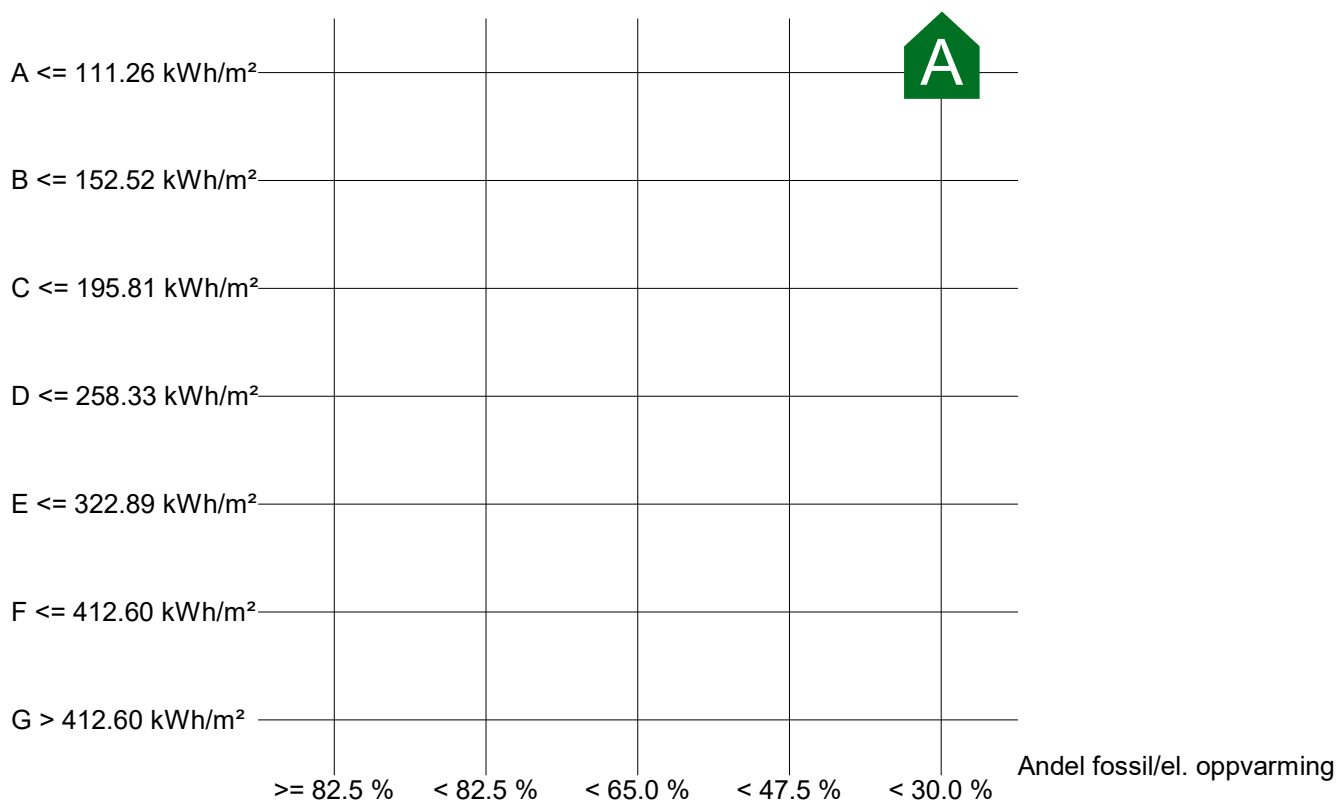
# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 14:44 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

Energikarakter

### ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 107.79 kWh/m<sup>2</sup>  
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 4.2 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	108 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	107 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 14:44 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	408 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	4895 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	5303 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	62	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	57	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	49	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	28	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	49	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	172	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,16	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,12	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,71	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	56,7	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	43	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 14:44 28/4-2021  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi  
Prosjekt: Hyttefelt på oppdal  
Sone: hytte;

## 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> ]	1,61	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,89	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	180	
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:	0,35	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,19	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/0,64/1,00	



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke

Tid/dato simulering: 14:44 28/4-2021

Programversjon: 6.015

Simuleringsansvarlig: Frida Westrum, Erlend Norby

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: M:\Bachelor\SIMIEN\Energiberegning SIMIEN 28.04.smi

Prosjekt: Hyttefelt på oppdal

Sone: hytte;

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Frida Westrum, Erlend Norby
Kommentar	